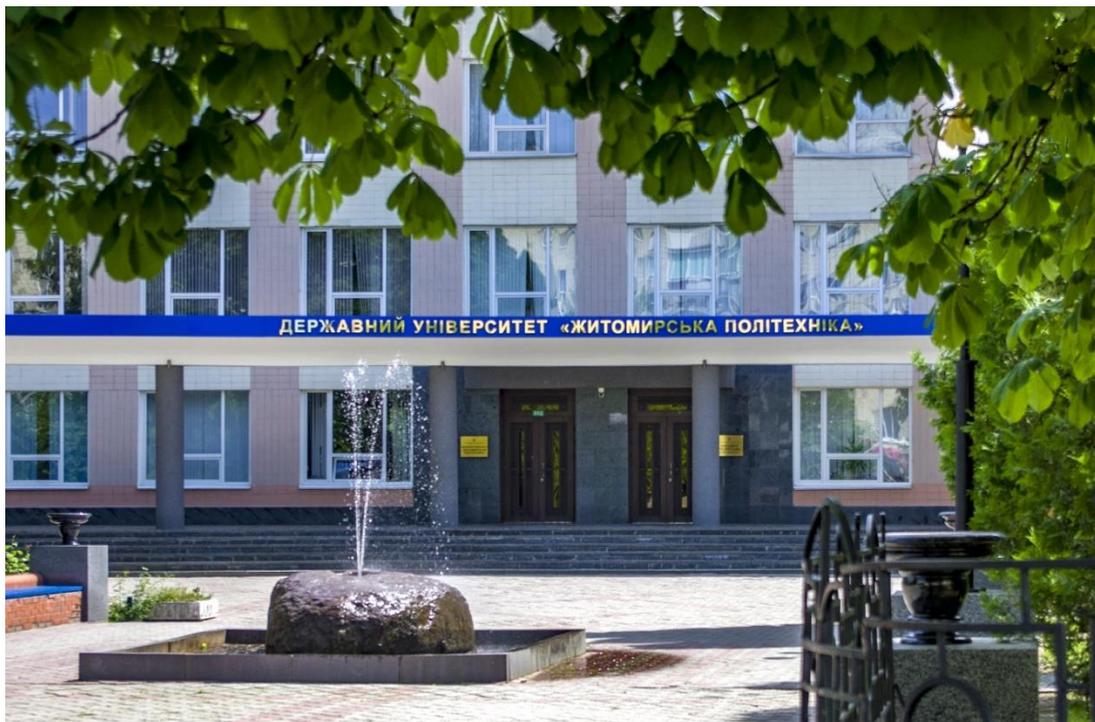


Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти
Державний університет «Житомирська політехніка»
Вінницький національний технічний університет
Луцький національний технічний університет
Університет Tor Vergata (Італія)
Жилінський університет (Словаччина)
University of applied Sciences Technology; Business and Design (Німеччина)
Coventry University (Великобританія)
Сілезький технічний університет (Польща)

ТЕЗИ

XVII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 21-23 жовтня 2024 року



м. Житомир
2024

УДК 629.3

Рекомендовано до друку Вченою радою
Державного університету «Житомирська політехніка»
Протокол № 13 від 29.11.2024 р

C91

Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту:
Тези XVII міжнародної науково-практичної конференції 21-23 жовтня 2024
року. – Житомир : Житомирська політехніка, 2024. – 272 с.

ISBN 978-966-683-667-3

Представлено доповіді учасників XVII міжнародної науково-практичної
конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного
транспорту». Наведено аналіз та результати досліджень в області
автомобільного транспорту та транспортних технологій.
Конференція проводилася на базі Державного університету «Житомирська
політехніка» 21-23 жовтня 2024 року.

УДК 629.3

ТЕЗИ
XVII міжнародної науково-практичної конференції
«Сучасні технології та перспективи розвитку
автомобільного транспорту»

Редактори: *О.М. Пилипенко*
Д.Б. Бегерський

Верстка та макетування: *О.О. Багінський*
О.О. Добровінський

Матеріали подано в авторській редакції

Об'єм даних – 27.55 МБ

Видавець і виготівник
Державний університет «Житомирська політехніка»,
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

© Державний університет «Житомирська політехніка», 2024

Зміст

Алексєєв А.Є. Березюк О.В.	ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПОКРИТТЯ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОЦИЛІНДРА УЩІЛЬНЮЮЧОЇ ПЛИТИ СМІТТЄВОЗА НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ЗНОСУ	9
Бегерський Д.Б. Вітюк І.В. Церпицький А.В.	ПРОБЛЕМАТИКА ПІДБОРУ ВАРІАНТІВ РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ 18650 В БАТАРЕЙНИХ МОДУЛЯХ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ	12
Біліченко В.В. Матвійчук Д.М.	ВИКОРИСТАННЯ ЕНКОДЕРІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДВИГУНА	14
Блатніцький Мірослав Діжо Ян Кравченко О.П. Ловська А.О.	ПОБУДОВА ВУЗЛІВ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ ЗБІРКИ СЕРВОДВИГУНА КЕРМОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ	17
Бондаренко П.Я. Домненко М.Г. Віщун І.В. Табачук Г.В.	ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТІВ- САПЕРІВ НА БАЗІ КОЛІСНОЇ ТА ГУСЕНІЧНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ	23
Бондаренко П.Я. Домненко М.Г. Віщун І.В. Табачук Г.В.	СУЧАСНІ АСПЕКТИ РЕФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ	26
Борисюк Д.В. Кревсун Н.Ю.	ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕНЕРАТОРА ОЗОНУ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ	29
Борисюк Д.В. Прокопович А.О.	МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ «COMMON RAIL» ДИЗЕЛЬНИХ ДИВИГУНІВ	31
Борисюк Д.В. Фросталь В.Є.	АНАЛІЗ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДИВИГУНІВ	37
Борисюк Д.В. Чернієнко Р.В.	ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЙ «LEAN TRANSPORTATION» ТА СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ	39
Вовк Ю.Я. Вовк І.П. Митник І.В.	РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕЛЕМАТИКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ТРАНСПОРТНО- ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ГУМАНІТАРНИХ КОНФЛІКТІВ	41
Гайша О.О. Кардаш А.В.	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ НАЗЕМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У КОМПЛЕКСІ З БЕЗПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ	43
Галушак О.О.	ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА ВІННИЦЯ	45
Гарбуз Є.С. Березюк О.В.	ВПЛИВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЩІТКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАВІСНОГО ПІДМІТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ СМІТТЄВОЗА	48
Голенко К.Є. Диха М.О. Вичавка А.А. Дитинюк В.О.	АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ФРОНТАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОБУСНИХ КУЗОВІВ	51
Голуб Д.В. Аулін В.В. Кічура Р.П. Ювженко О.Ю.	ЦІЛЬОВИЙ ПІДХІД СИНТЕЗУ ТРАНСПОРТНО- ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	54
Гриценко Н.В.	ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ	57

Грицук І.В. Вербовський В.С. Кальченко В.В. Худяков І.В. Погорлецький Д.С. Черненко В.В.	ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ПЕРЕСУВНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ КРИТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОГО ТЕПЛОВОГО АКУМУЛЯТОРА	59
Гупка А.Б. Ляшук О.Л. Остапчук С.І.	ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕРТЯ ТА ЗНОШЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОСПРЯЖЕННЯ	62
Гусєва О.В.	ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ: НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НА СЛУЖБИ СУСПІЛЬСТВА	65
Дембіцький В.М. Лукановський Д.О.	ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОСЛУГ З РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	67
Дембіцький В.М. Боярський Н.Р. Пасічник К.М. Губарик Ю.С.	ПИТОМІ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ	69
Довбиш А.П. Ємець Б.В. Мельничук С.В. Рябчук О.П.	ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБЧАСТОГО СКРЕБКОВОГО ЛАНЦЮГОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ЗАВАНТАЖУВАННІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ПРОДУКЦІЄЮ	71
Дьяченко В.О.	АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІШХОДІВ У КРАЇНАХ ЄС І УКРАЇНИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ МІРИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІХ БЕЗПЕКИ	73
Єфіменко Н.А. Єфіменко В.С.	МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	76
Захарчук В.І. Прохорук І.М. Онуфрук С.О. Нечипоренко М.С.	МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ	79
Захарчук О.В. Пилипчук А.І. Щербик І.М. Кушнірук Б.А. Власюк В.М.	ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ	81
Зозік С.В.	ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «KINOVEA» ПРИ ПРОВЕДЕННІ СУДОВОЇ ІНЖЕНЕРНО-ТРАНСПОРТНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ	84
Ільченко А.В.	КОНТРОЛЬ ВИТРАТ БІОПАЛИВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	86
Кашканов А.А. Буряк В.В.	ФУНКЦІЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	88
Кашканов В.А. Макарова Т.В. Тамтура Л.А.	ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ОБСЛУГОВУЮТЬ РЕГУЛЯРНІ МАРШРУТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	91
Кашканов А.А. Москалюк М.Л.	МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ	94
Кашканова А.А. Біліченко В.В. Кашканов А.А. Капіца А.В. Діордіца В.М.	ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОБ'ЄКТИВНІСТЬ ВИСНОВКІВ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД	97

Кишун В.А. Денисюк А.В.	ЯК ЗМІНИЛИСЯ УПОДОБАННЯ УКРАЇНЦІВ ЗА КЛАСАМИ І ТИПАМИ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЗА 15 РОКІВ	100
Кишун В.А. Зінюк Р.Л.	ЯКБИ ETSC ОЦІНЮВАЛА УКРАЇНУ	103
Коваль А.О. Левківський О.А. Рихтер В.В. Бегерський Д.Б.	ВПЛИВ АЕРОДИНАМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОПОЇЗДІВ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА	105
Козельська К.А.	АВТОТРАНСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД	107
Колодницька Р.В.	ВІДНОВЛЮВАЛЬНЕ ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО ЯК ЗАМІННИК ВИКОПНОГО ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.	109
Комишнюк Р.О. Яценко М.М.	ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	112
Корпач А.О. Корпач О.А.	ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗНИХ ВИДІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	116
Косинець Д.А.	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І МОЖЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	118
Котенко В.І. Савицький І.В.	ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОГО ПІДХОДУ	120
Кохан В.Ф.	РОЗРОБКА СУЧАСНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ КОЛІСНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ УКРАЇНИ	122
Красота М.В. Шепеленко І.В. Осін Р.А.	ОСНОВНІ ТИПИ ЗАБРУДНЕНЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ТА ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ	124
Кривда В.В. Мацюк І.М. Сакно О.Р.	ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ НАБУТТЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ	127
Кужель В.П. Кравець С.І. Руденко В.Ю. Нікіфоров Н.С.	ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ	130
Кузь В.Г. Яценко М.М.	КРИТЕРІЇ ВИБОРУ І ОЦІНКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	133
Куць Н.Г.	ЯК ЗАБЕЗПЕЧИТИ РОБОТУ ВІДКРИТОЇ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ	136
Лотоцька В.М.	ЛОГІСТИКА В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ	139
Лютак З.П.	РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ	141
Лютак І.З.	ВИБІР МАТЕРІАЛІВ ПР'ЕЗОПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ	142
Макаров В.А. Андрощук В.Д. Рзасв Р.Р.	ДО ПИТАННЯ НЕОБХІДНОСТІ НА МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ	143

Макарова Т.В. Кашканов В.А. Каспрук Н.Ю.	АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТУРИЗМУ НА РОЗВИТОК ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	145
Макарова Т.В. Хайнацький Р.Ю. Шкуратовський А.О.	ОСОБЛИВОСТІ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ	148
Марисюк В.О.	ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ АВТОМОБІЛЯМИ	150
Мельник Р.В. Цимбал С.В.	ОСОБЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ У ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	153
Микитенко Ю.О.	ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ У СЕКТОРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ	156
Мороз Л.В. Шевчук В.М.	ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ НА ЦИКЛОВУ ПОДАЧУ ПАЛИВА	159
Музикін М.І. Бібік С.І. Бузова А.П.	АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛІТНОГО ПРОЕКТУ "єЧЕРГА" ПРИ ПЕРЕТИНІ КОРДОНУ У ПОРІВНЯННІ З АНАЛОГІЧНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ КРАЇН ЄВРОПИ	162
Музикін М.І. Нестеренко Г.І. Чубенко О.І. Клочкова Н.Д.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В ДНІПРОВСЬКОМУ ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ	164
Мурований І.С. Трофімчук А.В.	АНАЛІЗ СТАНУ РИНКУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	166
Нагорний Т.В.	МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШРУТУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ РУХОМИМ СКЛАДОМ	168
Огневий В.О. Мурга Б.О.	АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ НАСОС- ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	170
Олексієнко Р.Б.	СПЕЦИФІКА ПЕРЕМІЩЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ВДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ СИЛОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ	172
Перегуда М.М. Шумляківський В.П.	ПОКРАЩЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТПВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ	175
Півнюк М.П.	РОЗРОБКА СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ КОЛІСНОГО ТИПУ	178
Пількевич І.А. Омельчук І.А. Мірошніченко С.І.	ВІБРОСТІЙКІСТЬ МОТОРНО-ТРАНСМІСІЙНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ УСТАНОВЦІ НА АВТОМОБІЛЬ ДВОХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ	180
Подригало М.А. Рибалко І.В. Вахнюк С.А.	ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ - МІКРОТУНЕЛІВ	183
Поливі'янчук А.П. Рзаєв С.Р.	СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА ТА ЙОГО ВЗАЄМОДІЇ З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ	185
Поляков В.М. Разбойніков О.О. Губарев Д.Д. Умінський Б.С.	ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПЕРЕВЕДЕННІ ДИЗЕЛЯ НА РОБОТУ НА СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БЮДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ	188
Поляков А.П. Шевчук В.М.		191

Прохорчук М.В.	ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗШЕПЛЕНОЇ ФАЗИ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОФАЗОВОГО РОЗІ'ЗДУ НА ПЕРЕХРЕСТІ	194
Равлюк В.Г. Бабенко А.О. Дерев'янчук Я.В.	ВИРОБНИЧІ ОБСТЕЖЕННЯ СТОСОВНО ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКА ГАЛЬМОВОГО ОБЛАДНАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА	197
Рожко Н.Я. Рожко С.С.	ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	200
Сакно О.П. Рогозін О.О.	ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «ВОДІЙ-АВТОМОБІЛЬ-ДОРОГА-СЕРЕДОВИЩЕ»	202
Самарін О.В.	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ	204
Сахно В.П. Мурованій І.С. Поляков В.М.	ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ПРИЧІПНОГО АВТОБУСНОГО ПОЇЗДА	207
Свиницький Р.О. Лобода А.В.	МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	211
Смирнов Є.В.	КРИТЕРІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ	214
Степанчук О.В. Тімкіна С.Ю.	ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИДІЛЕННЯ СМУГ РУХУ ДЛЯ МАРШРУТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ МІСТ	216
Суслов В.В.	АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПИТУ НА ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ	219
Тарасенко Т.М. Тетера В.С. Оникієнко І.В.	МЕТОДИ МОНИТОРИНГУ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ	220
Тесля В.О. Сіправська М.Д. Гаврилишин В.В.	ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА СПОСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ АВТОМОБІЛІВ	223
Титаренко В.С. Судейченко В.Р.	РОЗВИТОК ТЕНДЕНЦІЙ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ З ЕЛЕКТРОТЯГОЮ	226
Томляк К.І.	АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ТА ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	228
Трегубов В.О. Горбачов А.С. Піонткевич О.В.	МОБІЛЬНІ РОБОЧІ МАШИНИ З ГІДРАВЛІЧНИМИ ТРАНСМІСІЯМИ	231
Хаврук В.О.	МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЛЕРСЬКОГО СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ	233
Хітров І.О.	КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ	237
Холодова О.О. Бугайова М.О. Іващенко І.О.	РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВПРОВАДЖЕННЯ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ МІСТ	239
Худяков І.В. Грицук І.В. Погорлецький Д.С. Черненко В.В. Юрець Н.Ю.	ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ГРАФІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ	242

Цьонь О.П. Плекан У.М.	СТАЛИЙ РОЗВИТОК АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ: ВІД ЕФЕКТИВНОСТІ ДО ЗАХИСТУ ІНФРАСТРУКТУРИ	245
Чернега В.Ю.	ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЮВАНИХ АВТОШИН ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ВУГЛЕЦЯ ПРОЛІЗУ ВІДПРАЦЮВАНИХ АВТОШИН	247
Чуйко С.П.	ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКОГО АВТОБУСА З КОНДИЦІОНЕРОМ	250
Шайда А.Р.	ПОБУДОВА МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОГО КОЕФІЦІЄНТА ПЕРЕСАДЖУВАНOSTІ	253
Швайко А.О. Прохорчук М.В. Багінський О.О. Добровінський О.О.	АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ ЧУДНІВСЬКА - ГЕРОЇВ ПОЖЕЖНИКІВ М. ЖИТОМИР	255
Шепеленко І.В. Красота А.М.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ФАБО ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ	258
Шепеленко І.В. Немировський Я.Б. Шумляківський В.П. Красота М.В. Василенко І.Ф.	ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВЗ	260
Шипов Є.Г. Сало С.А. Поберій Т.С.	СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ	262
Шмерего О.Б.	АВАРІЙНІ РЕЖИМИ В ЕЛЕКТРООБЛАДНАННІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ВНАСЛІДОК ЯКИХ ВИНИКАЮТЬ ПОЖЕЖІ.	263
Яворський В.Є. Березюк О.В.	ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК АНТИФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДИНАМІЧНУ НАВАНТАЖЕНІСТЬ ШАРНІРНО-СПОЛУЧЕНОЇ СТРІЛИ МАНІПУЛЯТОРА СМІТТЄВОЗА	266
Яцків Д. О.	ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СМІТТЄВОЗІВ	269

Алексеев А.Є., аспірант кафедри технології та автоматизації машинобудування
Березюк О.В., професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, д.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

ВПЛИВ МАТЕРІАЛУ ПОКРИТТЯ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОЦИЛІНДРА УЩІЛЬНЮЮЧОЇ ПЛИТИ СМІТТЕВОЗА НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЇХНЬОГО ЗНОСУ

Для збирання та транспортування твердих побутових відходів (ТПВ) комунальні підприємства України використовують спеціальні автомобілі (сміттевози) в кількості більше 4100 од., які здатні ущільнювати ТПВ, зменшуючи витрати на перевезення і необхідні площі полігонів. При цьому під час виконання технологічних операцій поверхні робочих органів сміттевозів піддаються інтенсивному зношуванню. Проведений аналіз [1, 2] розробок в галузі комунальної техніки показав, що у більшості сміттевозів технологічні операції здійснюються за допомогою гідравлічного приводу робочих органів [3-8], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [9-14].

В матеріалах статті [15], використовуючи регресійний аналіз, визначено закономірність, яка описує та дозволяє прогнозувати динаміку зношеності сміттевозів у цілому у Хмельницькій області, а також планувати інфраструктуру комунальних підприємств (склад та оновлення сміттевозів, виробничу базу для технічного обслуговування і ремонту).

Найменший пробіг до напрацювання на відмову серед основних компонентів сміттевозів із боковим способом завантаження ТПВ, згідно досліджень [16, 17], має гідравлічна система, що вносить найбільш вагомий вклад у підвищення зношеності сміттевозів [18].

Аналіз причин виникнення характерних технічних відмов агрегатів сміттевозів, які впливають на безпеку їхньої роботи, показав, що більшість несправностей, близько 45 %, пов'язані з відмовами гідропривода (рис. 1), які у свою чергу вони обумовлені виробничими дефектами, викликаними установкою на гідропривод комплектуючих виробів низької якості, а також великими коливаннями навантажень на робочі органи. Дослідження причин відмов зняряд виробничого характеру показало, що поломки виникають через дефекти термообробки та відхилення від конструктивних розмірів при механічній обробці (35 %), дефектів збирання, регулювання, затягування різьбових з'єднань (30 %), неякісного зварювання (30 %) тощо. Відмови гідроциліндрів через зношування робочих поверхонь сполучень, деформації штока та циліндра в процесі експлуатації не перевищують 28 % усіх відмов елементів гідроприводу [19].

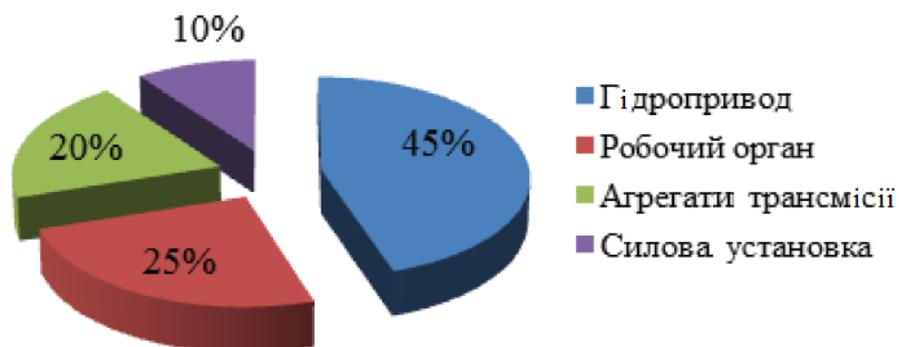


Рисунок 1 – Поширеність відмов агрегатів сміттевозів

В табл. 1 наведено поширеність відмов основних елементів гідросистеми сміттевозів, з якої видно, що відмови гідроциліндрів через зношування робочих поверхонь сполучень, деформації штока та циліндра в процесі експлуатації не перевищують 28 % усіх відмов елементів гідроприводу. Наведені дані корелюються також з даними, опублікованими в роботі, в якій зазначено також основні причини цих відмов: для гідронасосу – спрацювання корпусу, знос шестерень, видавлювання сальників, тріщини корпусу; для гідроциліндрів – знос манжет, ущільнень, штока; розрив гайки кріплення поршня до штока; вигин штока; механічні пошкодження; для гідророзподільника – знос ущільнень, золотників, тріщини корпусу; для шлангів – обрив шлангів, знос трубопроводів.

Наведені дані корелюються також з даними, опублікованими в роботі [20], в якій зазначено також основні причини відмов гідросистеми сміттевозів, викликаних зносом: для гідронасосу – знос шестерень; для гідроциліндрів – знос манжет, ущільнень, штока; для гідророзподільника – знос ущільнень, золотників; для шлангів – знос трубопроводів.

Таблиця 1 – Поширеність відмов основних елементів гідросистеми сміттевозів

Елемент гідросистеми	гідронасос	гідроциліндр	гідророзподільник	шланги гідравлічні	фільтр робочої рідини
Поширеність відмов, %	16,4...30	28...34,92	13,23...23	15...15,34	0...4

В табл. 2 наведено розподіл причин відмов сміттевозів, з якої видно, що основними причинами несправностей є: зовнішня та внутрішня негерметичність. Зовнішня негерметичність становить 48% всіх відмов у гідросистемі і виникає внаслідок руйнувань шлангів та трубопроводів, а також розгерметизації ущільнень гідроциліндрів та інших агрегатів. Інша поширена причина відмов – внутрішня негерметичність, що становить 36 %. Найбільше несправностей, викликаних внутрішньою негерметичністю, мають такі агрегати, як золотникові розподільники, запобіжні і зворотні клапани, гідроциліндри і гідронасоси.

Таблиця 2 – Поширеність причин відмов гідросистем сміттевозів [21]

Причина відмови	зовнішня негерметичність	внутрішня негерметичність	порушення функціонування агрегату	руйнування елементів агрегату	інші відмови
Поширеність відмов, %	48	36	8	4	5

В табл. 3. наведені дані щодо впливу матеріалу покриття деталей гідроциліндра ущільнюючої плити сміттевоза на інтенсивність їхнього зносу [22].

Таблиця 3 – Інтенсивність зносу деталей гідроциліндра ущільнюючої плити сміттевоза для різних матеріалів плазмового покриття деталей [22]

№	Види плазмових покриттів	Мікротвердість покриття, ГПа	Інтенсивність абразивного зношування, $\times 10^{10}$
1	Fe + 25 % Ni	3,6	1,979
2	Fe + 25 % Ni + 25 % Cr	4,7	0,947
3	Fe + 25 % Ni + 50 % Cr	7,0	0,547
4	Cr	7,5	1,789

На основі даних табл. 3 за допомогою ротатабельного центрального композиційного планування експерименту другого порядку методом Бокса-Уілсона [23] та розробленої комп'ютерної програми "PlanExp", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [24] і детально описана в роботі [25], можна отримати багатофакторну регресійну залежність інтенсивності зносу деталей гідроциліндра ущільнюючої плити сміттевоза від складу матеріалу покриття, що обумовлює проведення подальших досліджень.

Висновки. Виявлено дані щодо впливу матеріалу покриття деталей гідроциліндра ущільнюючої плити сміттевоза на інтенсивність їхнього зносу. Встановлено необхідність проведення подальших досліджень з визначення багатофакторної регресійної залежності інтенсивності зносу деталей гідроциліндра ущільнюючої плити сміттевоза від складу матеріалу покриття.

Література

1. Березюк О.В., Алексеев А.С. Аналіз конструкцій та приводів робочих органів механізмів ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі, Наукові праці ВНТУ, 2023, № 4, 9 с.
2. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. ... докт. техн. наук.: 05.02.02 – Машинознавство, Хмельницький. 2021. 44 с.
3. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2017, № 2, 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>
4. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.

5. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdomed V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, *Mechatronic Systems*, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148. DOI: 10.1201/9781003224136-12
6. Пюнткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2022. № 16(2), с. 96-100.
7. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas University of Technology, 19 May 2017, p. 307-311.
8. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Пюнткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
9. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, *Проблеми тертя та зношування*, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
10. Пюнткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2015, № 2, с. 83-90.
11. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. *Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
12. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavska O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, *Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017»*. Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
13. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, *Промислова гідравліка і пневматика*, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
14. Обертюх Р.Р., Слабкий А.В., Марущак М.В. Віброударний пристрій з гідроімпульсним приводом підвищеної швидкодії та ефективності для деформаційного зміцнення поверхонь деталей машин. *Вісник машинобудування та транспорту*, 2017, № 1, с. 59-66.
15. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O. Dynamics of wear and tear of garbage trucks in Khmelnytskyi region, *Problems of Tribology*, 2022, No. 27(3/105), p. 70-75.
16. Nosenko A.S., Domnickij A.A., Altunina M.S., Zubov V.V. Theoretical and experimental research findings on batch-operation bin loader with hydraulically driven conveying element, *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.*, 2019, No. 11, p. 119-130.
17. Березюк О.В. Надійність окремих вузлів і агрегатів сміттєвозів, *Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій: тези доп. II-ої міжнар. інтернет-конф.*, 12 листопада 2014 р, Ч. 1, Вінниця: ВНТУ, 2014, с. 16.
18. Lobov N.V., Maltsev D.V., Genson E.M. Improving the process of transport of solid municipal waste by automobile transport, *Proceedings of IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2019, No. 1(632), p. 012033.
19. Kotomchin A.N., Lyakhov Yu.G. Analysis of failures of knots and units of construction, road, lifting and transport machines and specialized motor transport on the example of MUE «Communal service», *Engineering & Computer science*, 2019, No. 3, p. 174-178.
20. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O. Establishing the peculiarities of tire wear of garbage trucks during the transportation of municipal solid waste, *Problems of Tribology*, 2023, No. 28(1/107), p. 59-64.
21. Березюк О.В. Надійність окремих вузлів і агрегатів сміттєвозів, *Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій: тези доп. II-ої міжнар. інт.-конф.*, Ч. 1. Вінниця: ВНТУ, 2014, с. 16.
21. Маннапова О. В., Соколов О. Д. Визначення складу плазмового покриття за рівнем зношування, *Проблеми тертя та зношування*, 2013, № 2, с. 73-79.
22. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів, *Вібрації в техніці та технологіях*, 2009, № 3 (55), с. 92-97.
23. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp"), Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876, К.: ДСІВУ, Дата реєстрації: 21.12.2012.
24. Березюк О.В. Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp", *Вісник ВПІ*, 2016, № 6, с. 23-28.

Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів
і транспортних технологій, к.т.н., доцент
Вітюк І.В., асистент кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Церпицький А.В., здобувач групи ААГ-21м
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПРОБЛЕМАТИКА ПІДБОРУ ВАРІАНТІВ РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ 18650 В БАТАРЕЙНИХ МОДУЛЯХ ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

Підбір правильної конфігурації розміщення елементів 18650 в батарейному модулі електроавтомобілів є важливим і складним завданням через кілька аспектів, пов'язаних з ефективністю, безпекою та оптимізацією простору. Елементи 18650, широко використовуються в електромобілях завдяки високій щільності енергії та стабільності, але вони потребують ретельного планування конфігурації для досягнення максимальної ефективності. Це питання має велике значення через різноманітні технічні виклики.

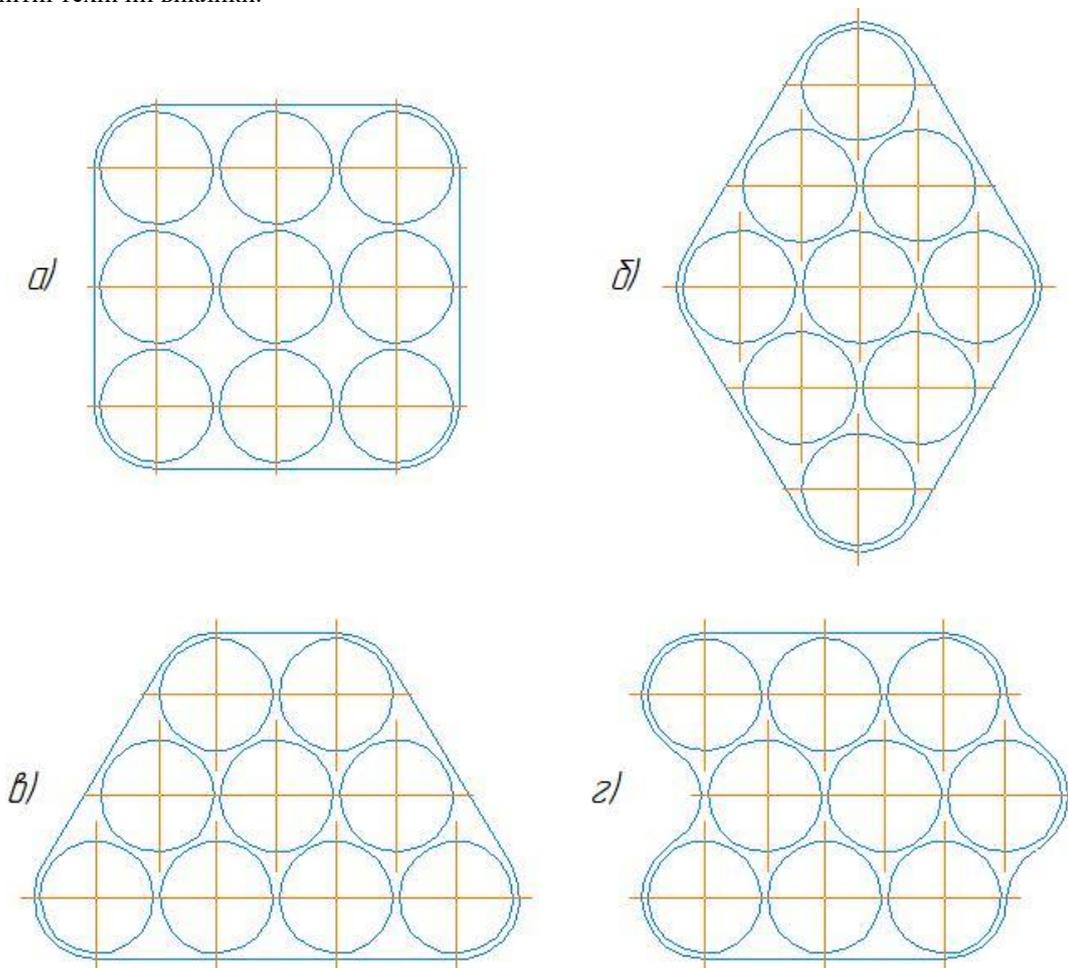


Рисунок 1. Варіанти розміщення елементів 18650:
а) квадратне; б) ромбом; в) трикутне; г) квадратне зі зміщенням ряду

Одним з перших викликів є вибір між послідовним і паралельним з'єднанням. У послідовному з'єднанні збільшується напруга системи, що дозволяє акумулятору досягати вищої потужності. Однак при паралельному з'єднанні збільшується ємність, що впливає на тривалість роботи. В залежності від вимог автомобіля до енергії, необхідно знайти оптимальний баланс між напругою та ємністю.

Іншим важливим аспектом є питання просторового розміщення елементів 18650 у батарейному модулі. Ефективне використання простору є ключовим, оскільки це впливає на загальний розмір акумулятора та його вагу. Різні геометричні конфігурації - такі як лінійне, трикутне чи кругове

розміщення - дозволяють по-різному оптимізувати батареї, залежно від форми корпусу та розміру транспортного засобу.

Третій фактор - це питання охолодження батарей. Літій-іонні елементи, зокрема 18650, виділяють значну кількість тепла під час роботи. Погана терморегуляція може призвести до перегріву, що знижує продуктивність батарей та скорочує їх термін служби. Тому конструкція модулів має передбачати ефективну систему охолодження, яка також залежить від конфігурації елементів у модулі.

Безпека є ще однією критичною проблемою під час проектування конфігурації батарей. Якщо елементи батареї з'єднані або розміщені неналежним чином, це може призвести до короткого замикання, що підвищує ризик загоряння. Крім того, нерівномірне навантаження на окремі елементи може спричинити їх передчасний вихід з ладу.

Важливою складовою є також економічна ефективність. Оптимізація конфігурації батарей не тільки підвищує продуктивність, але й дозволяє зменшити вартість виробництва та обслуговування. Неправильний підбір конфігурації може вимагати більших витрат на охолодження або частішу заміну елементів, що підвищує загальні витрати на експлуатацію автомобіля.

У питаннях конфігурації батарей також варто враховувати вагові обмеження. Легкі й компактні модулі дозволяють знизити загальну масу автомобіля, що безпосередньо впливає на його енергоефективність та запас ходу. Тому підбір оптимальної форми розміщення елементів є вирішальним у процесі розробки.

Інтеграція системи керування батареями (BMS) є ще одним аспектом, який впливає на конфігурацію. Система BMS відповідає за контроль за зарядом і розрядом акумулятора, підтримання оптимальних температур і запобігання перенапрузі. У різних конфігураціях елементів 18650 може знадобитися різне розташування сенсорів і провідників.

Враховуюче все вище наведене, проаналізуємо варіанти розміщення дев'яти елементів 18650 в батарейному модулі за просторовим розміщенням рис. 1. Пропонується чотири варіанти розміщення: квадратне(рис. 1а), ромбом(рис. 1б), трикутне(рис. 1в) та квадратне зі зміщенням ряду(рис. 1г).

Головним критерієм, за яким будемо аналізувати варіанти розміщення елементів є площа, яку буде займати батарейний модуль. Розрахувавши площу, отримаємо наступні значення, які розставимо у порядку зростанням: квадратне – 988 мм², трикутне – 765 мм², ромбом – 750 мм², квадратне зі зміщенням ряду – 675 мм².

За щільністю розміщення елементів у модулі, а також зручністю об'єднання декількох модулів у велику батарею, серед проаналізованих варіантів, безумовно кращий це квадратне зі зміщенням ряду.

Обраний варіант розміщення дозволить максимально ефективно використовувати простір, що особливо важливо для електромобілів, де обмежений об'єм відведений для батарейного модуля. Оптимальне розміщення елементів сприяє поліпшенню контролю теплового режиму, що забезпечує стабільну роботу акумулятора та знижує ризики перегріву. І врешті-решт правильне розміщення елементів забезпечує рівномірний розподіл навантаження під час зарядки та розрядки. Це дозволяє акумулятору працювати більш збалансовано, продовжуючи його термін служби та збільшуючи кількість циклів до деградації.

Біліченко В.В., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, д.т.н. професор Матвійчук Д.М., аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет «ВНТУ»

ВИКОРИСТАННЯ ЕНКОДЕРІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДВИГУНА

Діагностування є складовою частиною ТО виробу в цілому і ремонту двигунів зокрема. Направлено на зниження трудомісткості, підвищення якості цих робіт, а також збільшення ресурсу, підвищення безвідказності і покращення ефективності використання машини [1]

Одним із різновидів суб'єктивних методів діагностування є діагностування за герметичністю робочих об'ємів (витрата картерних газів, угар оливи, компресія, швидкість витікання повітря, тиск картерних газів та їх прорив у картер) [1]. З наведених попередньо параметрів робочого процесу двигуна можемо виділити швидкість витікання повітря.

За витратою палива (зокрема, контрольною) можна судити про справність автомобіля в цілому й окремих його вузлів та систем. Паливні показники періодично контролюють у дорожніх умовах або на стенді за допомогою спеціальних приладів – витратомірів, які призначені для вимірювання швидкості, маси та об'єму потоку споживаного палива. [2].

За принципом роботи розходоміри повітря можна розділити на VAF (Volume Air Flow) (рис.1,а): Використовує заслінку, яка змінює своє положення в залежності від кількості повітря, що надходить у двигун. Рух заслінки передається через потенціометр, що створює електричний сигнал, який визначає об'єм повітря; MAF (Mass Air Flow) (рис.1,б). Зазвичай працює за принципом гарячого дроту або гарячої півки. Коли повітря проходить через нагрітий елемент, відбувається охолодження, і система визначає масу повітря за кількістю енергії, необхідної для підтримання температури елемента.

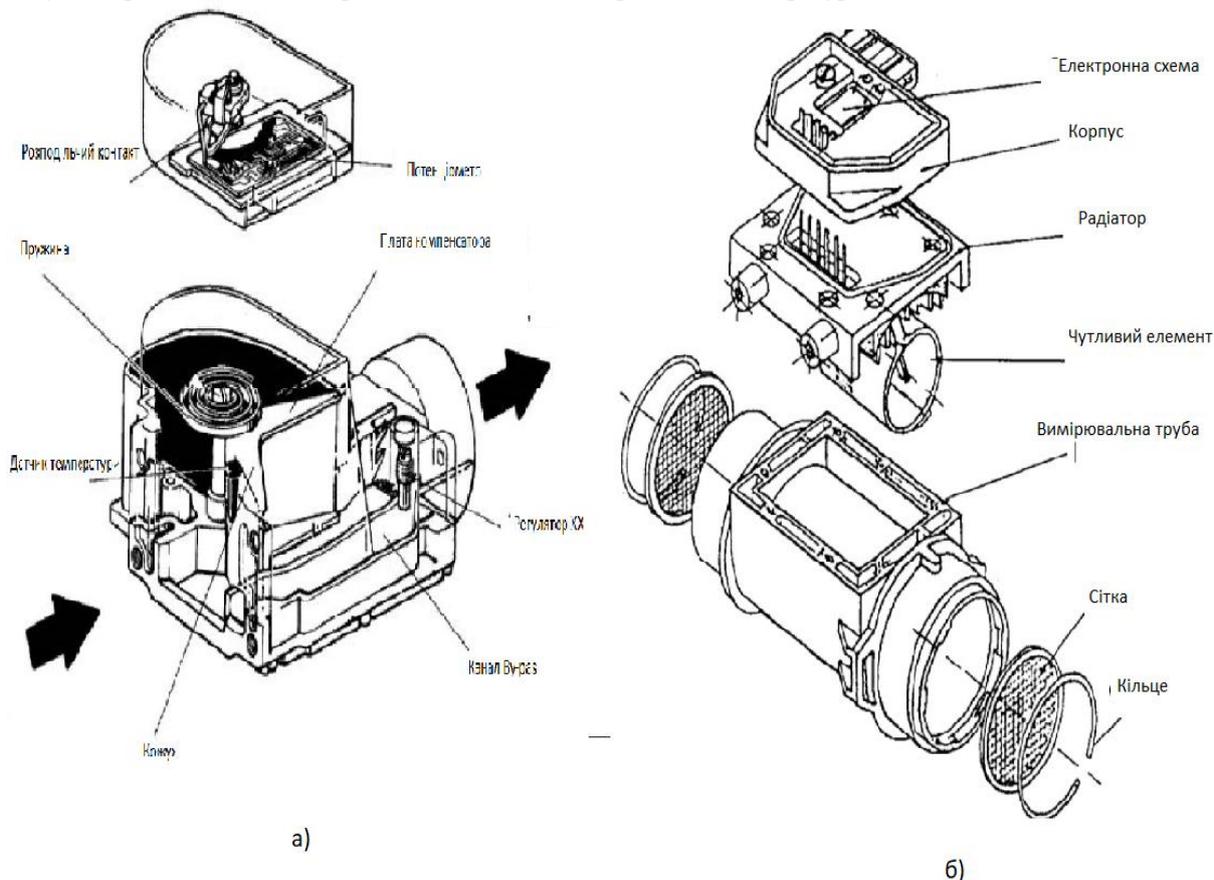


Рисунок 1 – Сенсори витрати повітря

Сенсори VAF часто використовувалися у старіших автомобілях та на карбюраторних двигунах. Переважно зустрічається в системах, де точність вимірювання повітряного потоку не є критичною в свою чергу MAF сенсори застосовуються в сучасних автомобілях з системою впорскування палива, де точне визначення маси повітря є необхідним для ефективного управління двигуном і зменшення викидів шкідливих речовин.

На сьогодні, при проведенні діагностики, часто виникає необхідність заміни розходомірів VAF в силу їхньої неточності, архаїчності та банального зношення механічної та електричної частини. Часто це неможливо та не рентабельно виконати оскільки даний тип сенсорів знятий з виробництва і аналогів не існує, а наявні запчастини мають високу ціну.

Вирішенням даної проблеми є заміна VAF сенсору на MAF сенсор з використанням перетворювача сигналу (енкодеру). Діапазон аналогово сигналу ни виході для одного і іншого типу розходоміру лежить в межах 0,22-4,8 В, але залежність від обертів двигуна є логарифмічною і потребує перетворення.

Для вирішення даного завдання може бути використаний енкодер на базі плати Arduino CH340 та процесору ATMEGA328P зовнішній вигляд якого показаний на (рис 2)

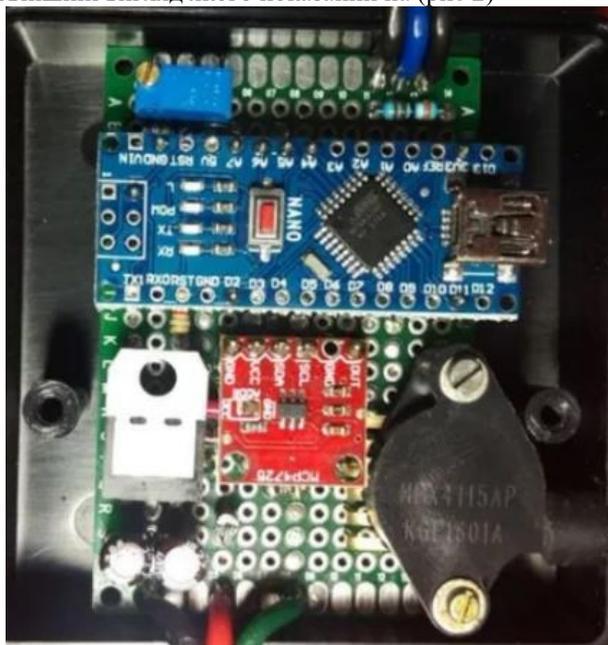


Рисунок.2 – Зовнішній вигляд енкодеру

Функціонал даного енкодеру дозволяє отримати вихідний сигнал з MAF сенсору та перетворити його в необхідний, зрозумілий сигнал для ЕБУ керування. В свою чергу енкодер має міні usb роз'єм на який завантажується керуюча програма. Приклад фрагменту програми наведений на (рис.3)

```
if(maf_convert >= 32 && maf_convert<=41)
{
  if(maf_convert == 32){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 33){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 34){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 35){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 36){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 37){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 38){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 39){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 40){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 41){koeff_fuel = 40;}
}

if(maf_convert >= 42 && maf_convert<=51)
{
  if(maf_convert == 42){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 43){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 44){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 45){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 46){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 47){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 48){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 49){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 50){koeff_fuel = 40;}
  if(maf_convert == 51){koeff_fuel = 42;}
}
```

Рисунок 3.- Фрагмент керуючої прграми енкодеру

З фрагменту ми бачимо що аналоговий сигнал 0-5 В., який може видати розходомір розбито на цифровий, ланки від 0 до 250. Зліва це вхідний сигнал, з права вихідний, який ми можемо змінювати з дотриманням вимог та рекомендацій заводу виробника для даного типу стандартного VAF розходоміру.

Окрім того до енкодера може бути підключений сигнал з лянди - зонд що знаходиться в межах 0-1 В. за допомогою якого ми можемо редагувати керуючу програму на усьому діапазоні обертів двигуна базуючись по показниках якості паливної суміші.

Отже остаточний вид керуючої програми повинен базуватись на заданих характеристиках вихідного сигналу VAF сенсору (заводські параметри) та бути оптимізованим згідно показників якості паливної суміші, що є індивідуальним для кожного двигуна через його технічний стан. Даний прилад є простим у користуванні та його подальшому налаштуванні при виконанні діагностики.

Висновки. Викоростання енкодера дозволяє використати сучасні MAF сенсори для двигунів де це не передбачено конструкцією. В свою чергу дана заміна дозволяє використовувати дешеві та розповсюджені сенсори MAF, покращити паливну економічність та прийомистість двигуна за рахунок більш чутливого та точного налаштування паливної суміші, яке може бути виконано індивідуального для кожного типу двигуна з урахуванням його технічного стану. Також потрібно виокремити параметр екологічності що покращується за рахунок якісного налаштування паливної суміші.

Література

1. Тітова Л. Л., Надгочій О. В., Роговський І. Л. Методологія діагностування двигунів машин для лісотехнічних робіт. Монографія.
2. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є.Клімов О.М. Основи діагностики автомобіля. Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів ВНЗ України. Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка

Блатніцкий Мірослав¹, доцент кафедри транспорту
та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Діжо Ян¹, доцент кафедри транспорту
та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Кравченко О.П.², професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Ловська А.О.³, професор кафедри
інженерії вагонів та якості продукції, д.т.н., професор
¹Жилінський університет (м. Жиліна, Словаччина)
²Вінницький національний технічний університет
³Український державний університет залізничного транспорту

ПОБУДОВА ВУЗЛІВ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ ЗБІРКИ СЕРВОДВИГУНА КЕРМОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ

Сучасні тенденції автоматизованої роботи компаній надають можливість виробникам знизити собівартість продукції. Це значно підвищує конкурентоспроможність продукції. Тому промислові маніпулятори стають стереотипною частиною більшості виробничих ліній [1, 2]. З цього факту випливає перевага, тобто безперервна робота зі зростанням параметрів потужності, температури, швидкості та точності, для яких розгортання людини є значним фізичним обмеженням. Постійний розвиток технологій і розширення областей застосування електроніки продовжуватимуть відігравати важливу роль для керування двигуном у підтримці розвитку у сучасному автомобілебудуванні.

У доповіді розглядається проектування конструкції та будівництва автоматичної станції, яка буде частиною автоматичної лінії, що слугуватиме для повного складання серводвигуна рульового керування дорожніх транспортних засобів. Запропонована конструкція матиме завдання стабільного та безпечного укладання двокomпонентних друкованих електронних плат із можливістю адаптації до неточностей розмірів. Всі виконані кроки призводять до компонування окремих частин забезпечення взаємних переміщень виконаних кінематичними парами з результируючими параметрами, що відповідають вимогам, які пред'являються до маніпулятора.

Плата є важливою частиною електронного приводу керування серводвигуном кермового управління автомобіля. Плата розроблена спеціально для керування роботою двигуна. Вона використовує передові електронні технології для керування двигуном за допомогою електронних компонентів, таких як інтегральні схеми, мікропроцесори, контролери живлення, датчики тощо. Функція схемної плати керування двигуном полягає в тому, щоб отримувати зовнішні сигнали (наприклад, інструкції користувача, зворотний зв'язок датчика тощо) і контролювати швидкість двигуна, рульове керування, старт-стоп та інші параметри після обробки, таким чином досягаючи точного керування двигуном [3, 4].

У роботі [4] викладено всі вимоги до даного запропонованого пристрою та здійснили конструктивне проектування окремих вузлів (горизонтальний маніпулятор, станина для друкованих плат, стопор для ліжок, брудовідсмоктувач) автоматичної станції фальцювальних плат (рис. 1).

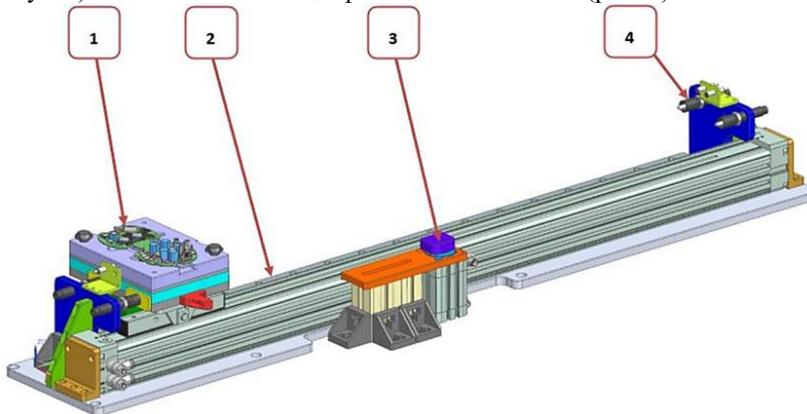


Рисунок 1 - 3D CAD-модель запропонованого горизонтального вузла маніпулятора: 1 - станина друкованої плати з її дисплеєм; 2 - лінійний горизонтальний привід по одній осі; 3 - упор станини; 4 - амортизатор

В даній роботі розширюється дослідження конструктивним рішенням маніпулятора в двох інших осях (крім вже згаданої горизонтальної в одному напрямку) і захватною головкою. Конструктивна пропозиція для досягнення операції переміщення плати від станини горизонтального маніпулятора до піддона з компонентами буде описана більш детально в наступному розділі. Суть полягає в тому, що якщо станина горизонтального маніпулятора досягає кінцевого положення (тобто трохи нижче запропонованого двовісного маніпулятора, зображеного на рисунку 2), то вона переміщується з відкритою захватною головкою над платою друкованої плати і головка закрита. Потім переміщується над піддоном і чекає там, доки блок позиціонування не підніме його над конвеєрною стрічкою і таким чином забезпечить точне положення за допомогою центруючих штифтів. Лише після цього друковану плату можна завантажити на частину двигуна й електроніки, що зберігаються на піддоні. На автоматичній лінії встановлено кілька маніпуляторів (запропонована станція є частиною більшої лінії). З цієї причини буде вигідно уніфікувати їх конструкцію. Ця уніфікація в основному стосується типів використовуваних сервоприводів, енергетичних ланцюгів, рейок з каретками, діаметрів опорних стрижнів і їх держаків.

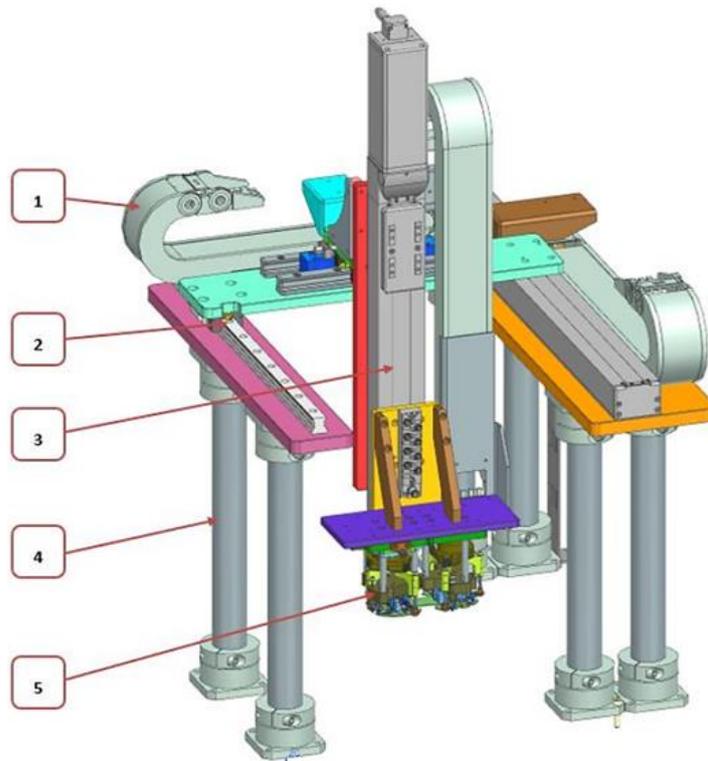


Рисунок 2 - 3D CAD-модель конструктивного рішення плат друкованої плати двовісного маніпулятора: 1 - кабельний ланцюг; 2 - лінійний електропривод, 4 - опора, 5 – вузол захоплення
Конструктивне проектування двовісного маніпулятора

Опорна частина маніпулятора складається з підставки, яка складається з шести стрижнів діаметром 40 мм. Чотири з них знаходяться на стороні сервоприводу і дві з них на стороні опори рейки. Метою такого розташування та міцної конструкції було максимізувати стабільність захватної головки. Тип тримача був обраний STHWSB40 від постачальника MISUMI. На рисунку 3 у правій частині можна побачити рифлений металевий тримач для чіткого кріплення пневматичних шлангів та електричних кабелів. Такий тримач дозволяє чітко прикріпити лінії, що ведуть до компонентів маніпулятора.

Стрижні маніпулятора виступають на 3 мм за межі кронштейна з обох кінців і мають поглиблення в монтажних пластинах. Це забезпечує точне положення маніпулятора відносно опорної плити. Передбачається, що неточності у виробництві вироблених або закуплених деталей все одно будуть викликати відхилення реальності від моделі. Тому для збереження площинності захватної головки по відношенню до опорної плити на верхніх кріпильних пластинах маніпулятора по осі стрижня створені різьбові отвори. Вони служать для збільшення відстані від базової пластини в напрямку осі Z. На стороні сервоприводу під енергетичним ланцюгом розташовані отвори для шестигранного ключа. З боку опорної лінії з рейкою отвори розташовані точно там, де знаходиться отвір для кріплення рейки. Це означає, що за допомогою рейки можна елегантно відрегулювати площинність маніпулятора, не розбираючи його. Сервопривід разом з рейкою забезпечує переміщення захватного вузла по осі Y.

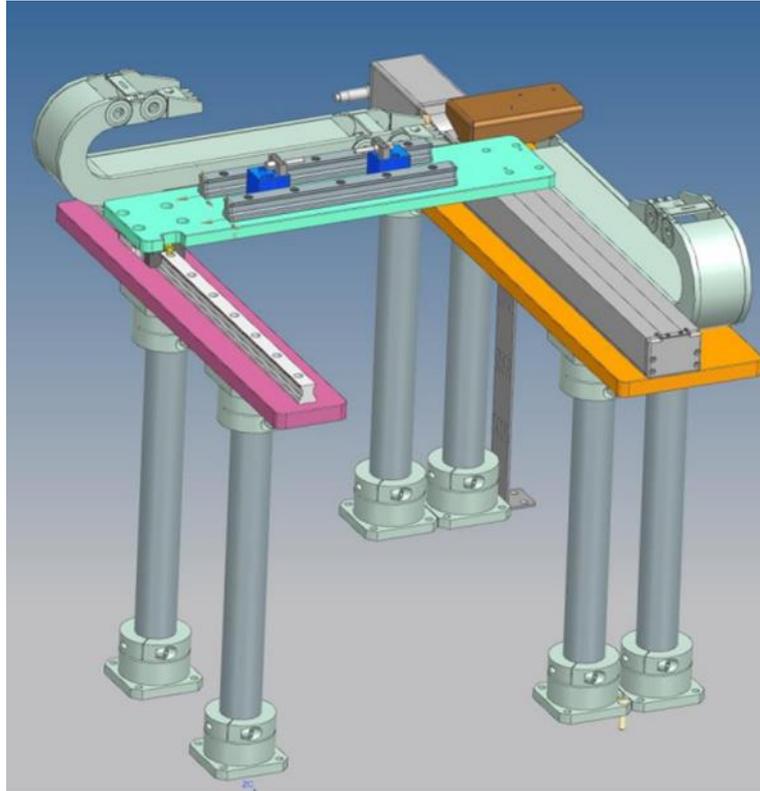


Рисунок 3 - 3D CAD модель двівісної стійки маніпулятора

Однак вимогою до дизайну було створення двівісного маніпулятора, який буде сконструйований таким чином, що в разі зміни опорної плати друкованої плати можна буде просто налаштувати додавання третього сервоприводу. Тому була обрана концепція пари рейок, розташованих одна за одною. У разі редагування репера, яке вимагало б переміщення маніпулятора по осі X, необхідно було б розібрати рейку з кареткою та замінити її сервоприводом. Ланцюг енергетичного кабелю, який можна побачити на рис. 4 разом з тримачами вже готовий до даної модифікації маніпулятора. Для руху по осі Z використовується той самий тип сервоприводу, що і по осі Y.



Рисунок 4 - Фото мобільної платформи маніпулятора по осі X

Конструктивне виконання захватної головки

Основний робочий елемент станції складається з двох центричних трипальцевих захватів, які можна побачити на рис. 5. Тип захвату забезпечує силу захоплення навіть у разі збою подачі стисненого повітря. Він також складається з розподільної коробки, яка забезпечує 8 вхідних роз'ємів. Є 4 датчика відкриття/закриття захоплення. Розподільна коробка дозволяє об'єднати сигнали від декількох датчиків в один кабель, що значно полегшує роботу з прокладки кабелю до електрошафи станції. Опори служать для стабілізації монтажної пластини захватів. Ця стабілізація необхідна в основному під час прискорень по осі Z. Праворуч на рис. 5 можна побачити листовий тримач енергетичного ланцюга з листового металу. Ліва частина захватної головки може регулюватися відносно правої частини за допомогою регулювальних гвинтів по осі X.

Центруючий вузол захватної головки виконує кілька завдань. Його головна мета полягає в тому, щоб відцентрувати електроніку відносно лівої частини друкованої плати. На його кінці розташований обертовий притискний елемент, який показаний на рис. 6 показано синім кольором. Цей елемент має рельєф у центрі для центрувального штифта, який розташований у станині горизонтального маніпулятора, який можна побачити на рис. 4. На цьому пристрої також є пружинний штифт, роль якого полягає в тому, щоб штовхати в напрямку осі Z на друкованій платі та торкатися його першим під час захоплення та торкатися його останнім під час зберігання. Цей штифт перешкоджає зворотному руху дошки при віддаленні маніпулятора від піддону. Його положення можна точно налаштувати в напрямку осі Z за допомогою різьбового отвору M4, в якому він встановлений. Також кілька різьбових отворів в монтажній пластині дозволяють перевірити в роботі кілька варіантів кріплення натискного штифта. На рис. 7 можна побачити захват із трьома пальцями разом із трьома частинами підпружинених пальців. Використання захвату трьома пальцями на одній частині друкованої плати забезпечує автоматичне центрування та стабільне захоплення. Кут між окремими лініями дорівнює 120° . Кожен палець прикручується до захвату двома гвинтами, а їх точне положення забезпечується центруючими кільцями.

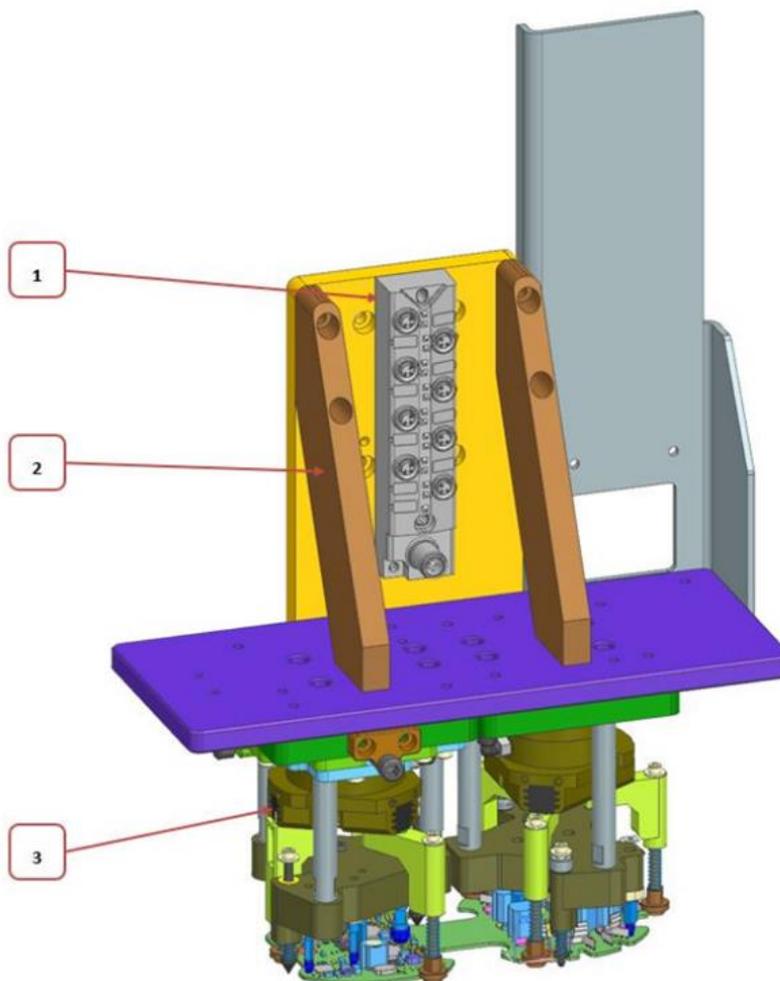


Рисунок 5 - 3D CAD модель головки захвату з монтажними пластинами: 1 - розподільна коробка; 2 – опора; 3 - захват

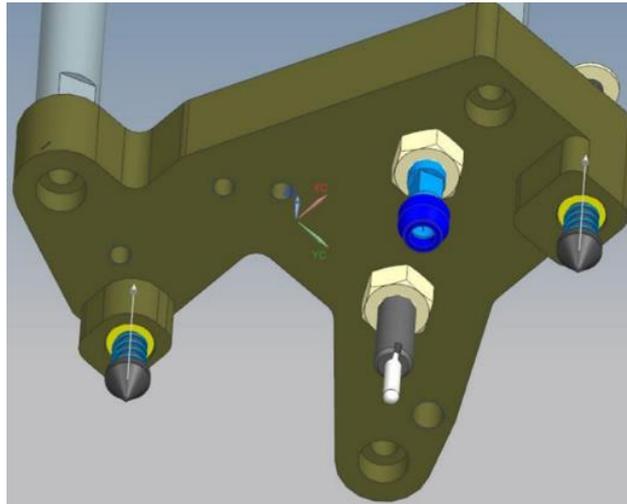


Рисунок 6 - 3D CAD-модель центруючого вузла лівої частини центральної головки

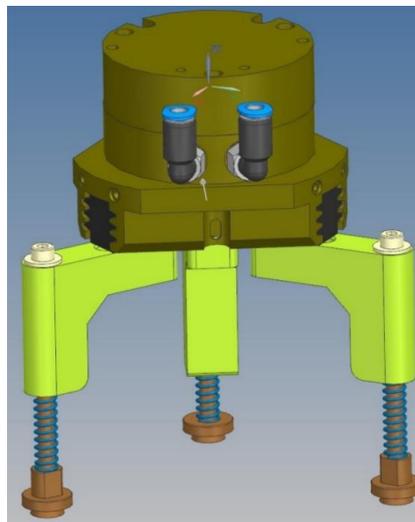


Рисунок 7 - 3D CAD-модель лівого захвату з пружинними пальцями

Вимога, яка виникла з попереднього досвіду роботи з захватами, полягала в тому, що його пальці повинні бути захищені від пошкоджень у разі поломки пристрою. Це вимагало іншого кута проектування для типово пасивного компонента, що складається з однієї виготовленої частини. Для збільшення терміну служби пристрою варіант, показаний на рисунку 8 зліва. Його основними частинами є пальцетримач, палець і дві розташовані одна за одною частини лінійних напрямних. При нормальній роботі пристрою палець не рухається в лінійній напрямній. У виняткових випадках, у разі зіткнення, кожен із пальців забезпечує підйом принаймні 10 мм, щоб вставити палець у напрямну. У крайньому випадку великої деформації (вона може досягати 15 мм).

Важливим моментом будь-якої конструкції захоплення є вибір відповідної частини контактної поверхні деталі замовника. У лівій частині виділено два симетричних рельєфу напівкруглої форми. Тому можна було б використовувати ті самі тримачі для пальців. Третій тримач мав бути коротшим через форму дошки. У правій частині також виділено два симетричних рельєфу, які створюють простір для проводів живлення мотора. Третій тримач довший з правого боку, також за рахунок форми. На рисунку 9 показано друковану плату, затиснуту шістьма пальцями.

Висновок

Проектування конструкції двовісного маніпулятора можна вважати завершеним. Про це свідчать документальні зображення концепції розташування окремих будівельних вузлів. Вся конструкція моделі створена в програмах Siemens NX 12.

Виконана робота реалізована шляхом створення прототипу, який є результатом роботи відповідно до вимог, що пред'являються до маніпулятора. Конструкція відповідає всім вимогам щодо надійності захоплення та непошкодження маніпулюваної частини. Запропонована система захоплення зберігає

друковану плату стабільною навіть у разі несправності стисненого повітря, що підтвержене експериментом.

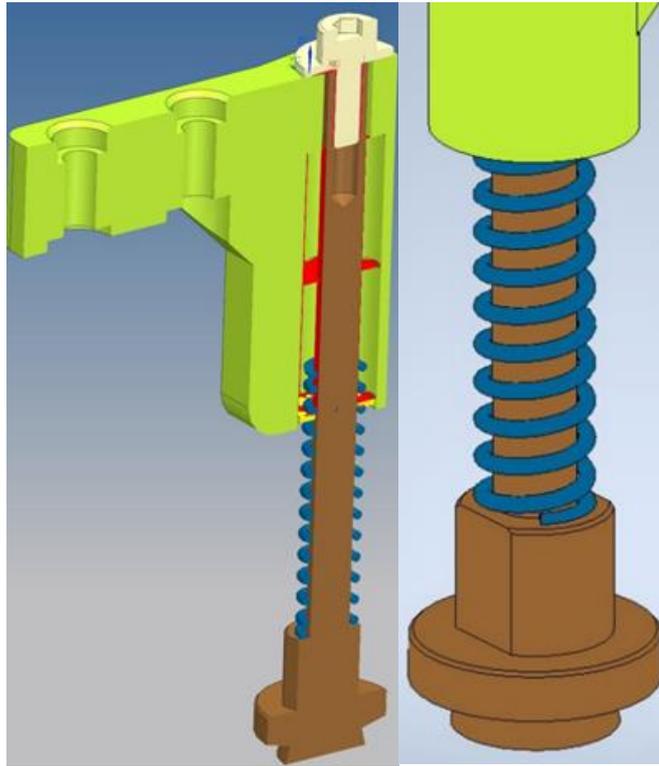


Рисунок 8 3D CAD-моделей розрізу правого пальця (ліворуч) і деталі нижньої частини підпруженого пальця (праворуч)



Рисунок 9 - 3D CAD-модель вигляду знизу затиснутої друкованої плати

Література

1. BLATNICKY, M., DIZO, J., GERLICI, J., SAGA, M., LACK, T., KUBA, E.: Design of a robotic manipulator for handling products of automotive industry. In: International Journal of Advanced Robotic Systems, 2020, Vol. 17, No. 1, pp. 1-11. DOI: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1729881420906290>.
2. BLATNICKÝ, M., DIŽO, J., LOVSKA, A. Design of structural nodes of an automatic station for laying two-piece PCB plates. In: CogSust-Cognitive Sustainability, 2024, to be published.
3. Shenzhen Eternity Technology Co., Ltd. Available on: <https://sk.eternity-em.com/news/what-is-a-motor-control-pcb-77688387.html>
4. Electronics Manufacturing Services Specialist for Industrial Control. Available on: <https://sk.tecootech.com/industrial-motherboard/dc-motor-drive/drive-controller-pcb-board-factory-pcba.html>

**Бондаренко П.Я., старший викладач кафедри військової підготовки,
Домненко М.Г., викладач кафедри військової підготовки,
Віщун І.В., викладач кафедри військової підготовки,
Табачук Г.В., викладач кафедри військової підготовки**
Вінницький національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТІВ-САПЕРІВ НА БАЗІ КОЛІСНОЇ ТА ГУСЕНИЧНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СУЧАСНОЇ ВІЙНИ

Застосування роботів-саперів на базі колісної та гусеничної техніки в умовах сучасної війни відкриває нові перспективи для підвищення безпеки, ефективності та швидкості виконання завдань, що пов'язані з розмінуванням. Впровадження цих технологій може суттєво змінити підходи до управління небезпечними ситуаціями на полі бою.

Роботи-сапери — це спеціалізовані безпілотні технічні засоби, призначені для виявлення, розмінування та знешкодження вибухонебезпечних предметів. Вони можуть бути виконані на базі колісної або гусеничної платформи, що визначає їхню маневреність і можливості використання в різних умовах.

за способом приведення в дію роботи-сапери можуть реалізовуватися на базі:

- Колісної техніки:

Переваги колісної техніки:

Висока швидкість пересування: Колісні роботи можуть швидко переміщатися по рівних поверхнях, що дозволяє ефективно реагувати на зміни в бойовій обстановці.

Маневреність: Завдяки компактному дизайну, колісні роботи можуть легко маневрувати в обмежених або міських умовах.

Економічність: Витрати на обслуговування та експлуатацію колісних машин, як правило, нижчі, ніж у гусеничної техніки.

Технічні характеристики:

Привід: Вибір між 4x4, 6x6 або 8x8 приводами для забезпечення кращої прохідності.

Вантажопідйомність: Можливість перевезення додаткового обладнання, сенсорів і інструментів для виконання завдань.

Захист: Бронювання або захисні елементи, що дозволяють роботам працювати в небезпечних умовах.

Приклади колісної техніки для роботів-саперів:

Транспортні платформи: Наприклад, бази на основі військових автомобілів або цивільних позашляховиків, переобладнаних для виконання завдань з розмінування.

Спеціалізовані роботи: Розроблені роботизовані системи, які мають унікальні можливості для розмінування, такі як Robotic Explosive Hazard Assessment Tool (REHAT).

Застосування у бойових умовах:

У міських зонах: Колісні роботи-сапери можуть ефективно діяти в умовах міської забудови, де гнучкість і швидкість важливі.

На відкритих територіях: Використання на рівних поверхнях, таких як дороги та поля, що забезпечує швидке реагування на загрози.

- Гусеничної техніки:

Гусенична техніка має ряд унікальних характеристик, які роблять її ідеальною для використання в роботах-саперах, особливо в складних і небезпечних умовах.

Переваги гусеничної техніки

Висока прохідність: Гусеничні роботи можуть долати складні рельєфні умови, такі як бруд, пісок, камені та інші перешкоди, що робить їх ефективними на бойових полях.

Стабільність: Гусеничні платформи забезпечують більшу стабільність під час роботи в нерівному або болотистому середовищі.

Витривалість: Завдяки конструкції гусеничного шасі, роботи здатні витримувати великі навантаження і тривалі експлуатаційні умови.

Технічні характеристики

Привід: Зазвичай використовують повний гусеничний привід, що забезпечує високу маневреність.

Вантажопідйомність: Можливість підйому додаткових інструментів, сенсорів та систем для виконання розмінування.

Захист: Бронювання або захисні елементи для підвищення стійкості до вибухів та вогню.

Приклади гусеничної техніки для роботів-саперів

Спеціалізовані роботи: Наприклад, роботизовані системи, такі як "Talon" або "PackBot", які розроблені для виконання завдань з розмінування.

Військові платформи: Гусеничні бази на основі військових броньованих транспортних засобів, адаптовані для роботи в небезпечних умовах.

Застосування у бойових умовах

В умовах високої загрози: Гусеничні роботи можуть використовуватися в зонах з високим ризиком, де присутність людей небезпечна.

На складних ділянках: Вони ефективні в лісі, на болотах та в інших природних перешкодах, що забезпечує можливість очищення територій.

Роботи-сапери оснащуються різноманітними технологіями та системами, які дозволяють їм ефективно виконувати завдання з виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів. Основними елементами їх оснащення можуть бути:

1. Сенсорні системи

Металошукачі: Використовуються для виявлення металевих об'єктів, таких як міни і вибухові пристрої.

Інфрачервоні сенсори: Дозволяють виявляти теплові сигнали, що виділяються від вибухових пристроїв або інших об'єктів.

Радіолокаційні системи: Використовуються для підземного сканування та виявлення мін на глибині.

Акустичні сенсори: Здатні виявляти звуки, пов'язані з вибухами або іншими аномаліями.

2. Навігаційні системи

GPS: Забезпечує точне позиціонування для автономного переміщення робота.

IMU (інерційна вимірювальна установка): Використовується для визначення кута нахилу та руху, що підвищує точність навігації.

Лідар: Використовується для створення тривимірних карт місцевості і навігації в складних умовах.

3. Системи управління

Дистанційне управління: Оператори можуть контролювати роботи через пульти управління, що дозволяє виконувати завдання без ризику для життя.

Автономні системи: Використання штучного інтелекту для автономного прийняття рішень, аналізу ситуації і планування маршрутів.

Управління роботами-саперами з використанням штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості для підвищення ефективності, безпеки та автономності цих систем. Серед головних переваг використання елементів штучного інтелекту слід виділити:

Автономність

Самостійне прийняття рішень: Завдяки алгоритмам ШІ роботи можуть автономно приймати рішення щодо маршруту, методів виявлення та знешкодження вибухових пристроїв.

Адаптація до умов: ШІ дозволяє роботам швидко адаптуватися до змінюваного середовища, враховуючи перешкоди та небезпеки.

Системи виявлення

Обробка даних з сенсорів: ШІ здатен аналізувати дані, отримані від сенсорів (металошукачів, камери, радіолокаційних систем), для виявлення мін і вибухонебезпечних предметів.

Машинне навчання: Алгоритми можуть навчатися на основі попередніх місій, що підвищує точність виявлення.

Оптимізація маршрутів

Планування маршруту: ШІ дозволяє оптимізувати маршрути руху, враховуючи перешкоди, топографію місцевості та ймовірність наявності загроз.

Управління ресурсами: Автоматизоване управління енергією та іншими ресурсами робота для забезпечення максимальної ефективності.

Інтерактивність і взаємодія

Комунікація з оператором: Роботи можуть надсилати дані в реальному часі, дозволяючи операторам приймати обґрунтовані рішення на основі отриманої інформації.

Співпраця з іншими системами: ШІ забезпечує можливість взаємодії між різними роботами та безпілотними системами для виконання спільних завдань.

Безпека та надійність

Виявлення аномалій: ШІ може виявляти нестандартні ситуації та попереджати операторів про потенційні загрози.

Адаптивні алгоритми: Системи можуть налаштовуватися на основі зворотного зв'язку з операторами та попередніх місій, покращуючи їхню ефективність.

Перспективами розвитку управління роботами саперами на базі штучного інтелекту є:

Поглиблене машинне навчання: Використання глибоких нейронних мереж для поліпшення розпізнавання об'єктів і аналізу даних.

Інтеграція з технологіями 5G: Підвищення швидкості передачі даних і зниження затримок, що дозволить роботам працювати більш ефективно в реальному часі

4. Операційні модулі

Знешкоджуючі модулі: Роботи можуть бути оснащені спеціальними інструментами для знешкодження вибухонебезпечних предметів (наприклад, механічними щипцями).

Камери та відеосистеми: Забезпечують відеонагляд для операторів і допомагають в аналізі ситуації.

Захисні оболонки: Обладнання, що захищає робота від вибухів і пошкоджень під час виконання завдань.

5. Комунікаційні системи

Високошвидкісні канали зв'язку: Дозволяють підтримувати зв'язок між роботом і оператором, навіть на великих відстанях.

Захищені канали зв'язку: Використання технологій для забезпечення безпеки комунікацій, особливо в умовах радіоелектронної боротьби.

Висновок: Роботи-сапери на базі колісної та гусеничної техніки мають великий потенціал для підвищення безпеки та ефективності виконання завдань у сучасних військових конфліктах. Інтеграція нових технологій і розвиток цих систем дозволить значно поліпшити результати в розмінуванні та забезпечити безпеку військових і цивільних осіб. Колісна техніка для роботів-саперів є важливим елементом сучасної військової логістики. Вона забезпечує високу швидкість, маневреність і економічність, що робить її ефективною для виконання завдань з виявлення і знешкодження вибухонебезпечних предметів у різних умовах. Інтеграція новітніх технологій підвищує можливості таких систем у боротьбі з небезпечними загрозами на полі бою. Гусенична техніка для роботів-саперів надає значні переваги в умовах сучасних військових конфліктів. Її висока прохідність, стабільність і витривалість роблять її ідеальним вибором для виконання небезпечних завдань з розмінування. Управління роботами-саперами на базі штучного інтелекту є важливим кроком вперед у їхній ефективності та безпеці. Застосування новітніх технологій у цій сфері дозволяє значно поліпшити результати розмінування та зменшити ризики для особового складу. Інтеграція ШІ в роботу саперних роботів обіцяє суттєві переваги на полі бою.

Література

1. Управління повсякденною діяльністю підрозділів: навч. посібн. / колектив авторів. – К. : НУОУ імені Івана Черняхівського, 2021. – 416 с.
2. Барбашин В.В., Назаров О.О., Рютин В.В., Толкунов І.О. Основи організації піротехнічних робіт. Навчальний посібник / Під ред. В.П. Садкового. – Харків: ВРВД УЦЗУ, 2010. – 353 с., ілюстр.
3. МІНИ ПОСІБНИК ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЮ ЗСУ, НГУ, ТРО УКРАЇНИ– Київ-Львів: 2022. – 300 с., ілюстр.

**Бондаренко П.Я., старший викладач кафедри військової підготовки,
Домненко М.Г., викладач кафедри військової підготовки,
Віщун І.В., викладач кафедри військової підготовки,
Табачук Г.В., викладач кафедри військової підготовки**
Вінницький національний технічний університет

СУЧАСНІ АСПЕКТИ РЕФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Реформування логістики в Збройних силах України під час повномасштабної війни є критично важливим для забезпечення військової ефективності та адаптації до нових умов. Це вимагає інтеграції сучасних технологій, оптимізації процесів і гнучкості у прийнятті рішень, таких як:

1. Адаптація інфраструктури
 - Відновлення і модернізація транспортних шляхів та складів.
 - Розвиток альтернативних маршрутів постачання.
2. Використання сучасних ІТ-рішень
 - Автоматизація управлінських процесів.
 - Інтеграція систем управління ланцюгами постачання (SCM) та геолокаційних технологій.
3. Різноманітність постачальників
 - Створення резервних постачальницьких мереж для зменшення ризиків.
 - Співпраця з місцевими виробниками та міжнародними партнерами.
4. Гнучкість у плануванні
 - Адаптація до швидко змінюваних умов на фронті.
 - Використання аналітики та прогнозування для оперативного реагування.
5. Підвищення рівня безпеки
 - Захист критично важливої інфраструктури.
 - Використання систем моніторингу та сенсорів для відстеження стану техніки і вантажів.
6. Підготовка кадрів
 - Навчання особового складу новим технологіям і методам управління.
 - Впровадження практичних тренінгів у польових умовах.

Одним з перспективних напрямків реформування логістики у збройних силах є використання сучасних ІТ-рішень в логістиці Збройних Сил України, що є критично важливим для забезпечення ефективності та швидкості постачання ресурсів. Ці ІТ-рішення допомагають не лише підвищити ефективність логістики, але й забезпечити швидке реагування на зміни в умовах бойових дій, що є ключовим фактором у забезпеченні успіху військових операцій.

Основні напрямки включають застосування ІТ-рішень в частинах :

Системи управління ланцюгами постачання (SCM): Автоматизація управлінських процесів, від планування до реалізації, що дозволяє оптимізувати витрати та час доставки.

- Адаптація інфраструктури: Багато транспортних шляхів і логістичних центрів зазнали ушкоджень, тому необхідно швидко відновити і модернізувати інфраструктуру для забезпечення безперервності постачань.

- Залучення нових технологій: Використання сучасних ІТ-рішень, таких як автоматизація, аналітика даних та інтернет речей, може підвищити ефективність логістичних процесів.

- Різноманітність постачальників: В умовах війни важливо мати різноманітні джерела постачання, щоб зменшити ризики, пов'язані з блокадою або порушенням зв'язків.

- Гнучкість у плануванні: Логістичні компанії повинні бути готовими до швидких змін в умовах нестабільності, включаючи адаптацію до нових маршрутів і зміни в потребах споживачів.

- Підтримка місцевих виробників: Важливо стимулювати місцеве виробництво та забезпечити йому доступ до ринків, що зменшить залежність від імпорту.

- Системи безпеки: Підвищення рівня безпеки транспортування вантажів і захист критично важливої інфраструктури.

- Співпраця з міжнародними партнерами: Залучення міжнародних організацій і партнерів для підтримки і розвитку логістичних процесів.

- Підготовка кадрів: Навчання та перепідготовка фахівців у сфері логістики для підвищення кваліфікації.

Геолокаційні технології: Використання GPS і картографічних систем для моніторингу переміщення техніки і вантажів, що підвищує точність та оперативність

управління. Геолокаційні технології в логістиці Збройних Сил України грають важливу роль у забезпеченні ефективності та безпеки під час виконання операцій.

Ось кілька ключових аспектів їх використання:

- Моніторинг транспорту: Використання GPS-трекерів для відстеження переміщення військової техніки та вантажів у реальному часі. Це дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни в маршруті.

- Оптимізація маршрутів: Геолокаційні дані допомагають планувати найшвидші та найефективніші маршрути, що знижує час доставки та ризик потрапляння під вогонь противника.

- Аналіз місцевості: Використання картографічних систем для оцінки умов місцевості, що дозволяє краще планувати логістичні операції і уникати небезпечних ділянок.

- Координація підрозділів: Геолокаційні технології забезпечують точне розташування підрозділів, що сприяє кращій взаємодії та координації в бойових умовах.

- Управління запасами: Визначення місцезнаходження складів та пунктів постачання, що полегшує управління запасами та їх швидку доставку до місць призначення.

- Підвищення безпеки: Системи моніторингу можуть виявляти несанкціоновані переміщення техніки, що допомагає запобігти крадіжкам або втратам ресурсів.

- Системи підтримки прийняття рішень: Аналітичні платформи, які обробляють геолокаційні дані, допомагають командирам приймати обґрунтовані рішення на основі актуальної інформації.

Інтернет речей (IoT): Впровадження сенсорів для моніторингу стану техніки та вантажів у реальному часі, що дозволяє виявляти проблеми ще до їх виникнення. Впровадження сенсорів для моніторингу стану техніки та вантажів у реальному часі в Збройних Силах України є важливим кроком для підвищення ефективності та безпеки логістичних операцій

- Моніторинг технічного стану: Сенсори можуть відстежувати параметри роботи техніки, такі як температура, тиск, рівень пального та інші критичні показники, що дозволяє виявляти проблеми на ранніх етапах.

- Відстеження вантажів: Використання сенсорів для моніторингу вантажів у реальному часі, що дозволяє контролювати їх стан і безпеку під час транспортування.

- Запобігання втратам: Сенсори можуть сигналізувати про несанкціоновані відкриття або переміщення вантажів, що допомагає запобігти крадіжкам або втратам.

- Аналіз даних: Зібрані дані можна аналізувати для оптимізації логістичних процесів, підвищення ефективності використання техніки та управління запасами.

- Прогнозування потреб: На основі моніторингу стану техніки можливо прогнозувати потребу в ремонті чи обслуговуванні, що дозволяє планувати заходи наперед і уникати простоїв.

- Інтеграція з іншими системами: Сенсори можуть бути інтегровані з системами управління ланцюгами постачання (SCM) та геолокаційними технологіями, що підвищує загальну ефективність управління ресурсами.

- Поліпшення безпеки: Відстеження техніки та вантажів за допомогою сенсорів забезпечує більшу безпеку, особливо в умовах бойових дій, де важливо контролювати кожен етап переміщення.

- Гнучкість і швидкість реакції: Реальний моніторинг стану дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни, що є критично важливим у воєнних умовах.

Системи прогнозування: Використання аналітики та машинного навчання для прогнозування потреб у ресурсах та оптимізації запасів.

- Прогнозування попиту: Аналітичні моделі можуть аналізувати історичні дані та виявляти тенденції в споживанні ресурсів, що дозволяє точніше прогнозувати потреби у різних умовах.

- Оптимізація запасів: Алгоритми машинного навчання можуть визначати оптимальні рівні запасів на основі змінюваного попиту, що допомагає уникнути як дефіциту, так і надлишку.

- Адаптація до змін: Системи можуть швидко адаптуватися до нових умов, наприклад, при зміні обставин у бойових зонах, що є критично важливим для своєчасного постачання.

- Аналіз ризиків: Моделі можуть оцінювати ризики, пов'язані з постачанням, і пропонувати альтернативні сценарії для забезпечення безперервності ланцюгів постачання.

- Виявлення аномалій: Аналітичні інструменти можуть виявляти відхилення у звітності, що може свідчити про проблеми з постачанням або управлінням запасами.

- Автоматизація процесів: Впровадження рішень на базі машинного навчання дозволяє автоматизувати рутинні завдання, такі як облік запасів і управління замовленнями.

- Поліпшення комунікації: Аналітика допомагає зібрати дані з різних джерел, що покращує взаємодію між різними підрозділами і забезпечує актуальність інформації.

- Планування ресурсів: Використання аналітичних інструментів для створення прогнозів, які враховують всі аспекти, від бойових завдань до забезпечення техніки.

Електронні платформи для управління запасами: Автоматизація обліку та управління запасами, що знижує ризики дефіциту або надлишку ресурсів.

Комунікаційні системи: Забезпечення безперервного зв'язку між різними підрозділами, що дозволяє оперативно реагувати на зміни обстановки. Забезпечення безперервного зв'язку між різними

підрозділами у логістиці Збройних Сил України є критично важливим для ефективного виконання бойових завдань. Ось кілька ключових аспектів цього процесу:

- Системи зв'язку: Використання сучасних технологій зв'язку, таких як радіозв'язок, супутникові комунікації та мобільні додатки, дозволяє підтримувати зв'язок у будь-яких умовах.

- Інтеграція інформаційних систем: Забезпечення інтеграції різних інформаційних платформ для оперативного обміну даними про ресурси, постачання та потреби підрозділів.

- Моніторинг в реальному часі: Використання геолокаційних технологій і сенсорів для відстеження переміщення техніки та вантажів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в обстановці.

- Створення єдиних командних центрів: Відкриття централізованих командних пунктів для координації дій усіх підрозділів, що покращує управління логістичними процесами.

- Протоколи комунікації: Розробка стандартів і протоколів для обміну інформацією, що забезпечує зрозумілість і швидкість у взаємодії.

- Навчання особового складу: Проведення тренінгів для військовослужбовців щодо використання нових технологій та систем зв'язку, що підвищує їх готовність до ефективної комунікації.

- Аварійні комунікаційні системи: Розробка резервних каналів зв'язку, які можуть бути використані в умовах бойових дій або в разі виходу основних систем з ладу.

- Взаємодія з цивільними структурами: Налагодження зв'язків з цивільними службами для підтримки логістичних потреб, зокрема в питаннях постачання і транспорту.

- Зворотний зв'язок: Забезпечення механізмів для отримання зворотного зв'язку від підрозділів, що дозволяє своєчасно виявляти проблеми і вносити корективи в логістичні процеси.

Кібербезпека: Впровадження заходів для захисту інформаційних систем від кібератак, що є важливим аспектом в умовах війни.

Системи підтримки прийняття рішень (DSS): Впровадження рішень, які аналізують дані та надають рекомендації для оптимізації логістичних процесів.

- Аналіз даних: DSS дозволяють збирати і аналізувати великі обсяги даних з різних джерел, таких як інформаційні системи, геолокаційні технології та системи моніторингу.

- Моделювання сценаріїв: Системи можуть створювати різні сценарії розвитку подій, що допомагає командувачам оцінювати ризики та вибрати оптимальні стратегії.

- Прогнозування потреб: DSS використовують аналітичні моделі для прогнозування потреб у ресурсах, що дозволяє своєчасно планувати постачання та запобігати дефіциту.

- Оптимізація маршрутів: Завдяки алгоритмам оптимізації системи можуть визначати найбільш ефективні маршрути для транспортування вантажів, враховуючи поточну обстановку.

- Візуалізація даних: DSS забезпечують візуалізацію інформації, що полегшує сприйняття даних та сприяє швидшому прийняттю рішень.

- Взаємодія з іншими системами: Інтеграція DSS з системами управління ланцюгами постачання (SCM) та геолокаційними технологіями забезпечує цілісне управління логістичними процесами.

- Зворотний зв'язок та коригування: Системи можуть враховувати зворотний зв'язок від підрозділів, що дозволяє коригувати плани у відповідь на зміни в обстановці.

- Підтримка командирів: DSS забезпечують підтримку на всіх рівнях управління, від оперативних до стратегічних рішень, що підвищує ефективність командування.

- Адаптивність: Системи здатні адаптуватися до нових умов та викликів, що є особливо важливим у контексті воєнних дій.

Мобільні додатки: Розробка мобільних рішень для забезпечення доступу до інформації та управлінських інструментів у польових умовах.

Висновок: Успішне реформування логістики в Україні в умовах війни вимагатиме інтеграції сучасних технологій, адаптації до нових реалій та стратегічного планування. ІТ-рішення допомагають не лише підвищити ефективність логістики, але й забезпечити швидке реагування на зміни в умовах бойових дій, що є ключовим фактором у забезпеченні успіху військових операцій. Запропоновані рішення можуть значно підвищити точність прогнозування і управління запасами в логістиці Збройних Сил України, що в умовах війни є вирішальним для забезпечення бойової готовності та ефективності військових операцій. Впровадження систем підтримки прийняття рішень в логістиці Збройних Сил України допомагає підвищити ефективність управлінських процесів, що в свою чергу сприяє успішному виконанню бойових завдань та забезпеченню бойової готовності.

Література

1. Доктрина застосування сил логістики- ВКП4-32(03).01. КОМАНДУВАННЯ СИЛ ЛОГІСТИКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, 2021.

2. "Інформаційно-аналітичний збірник №1 логістики Сил територіальної оборони Збройних Сил України"- КОМАНДУВАННЯ СИЛ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ОБОРОНИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, 2023.

3. Управління повсякденною діяльністю підрозділів: навч. посібн. / колектив авторів. – К. : НУОУ імені Івана Черняховського, 2021. – 416 с.

Борисюк Д.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Кревсун Н.Ю., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕНЕРАТОРА ОЗОНУ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

З метою підвищення енергоефективності роботи двигунів внутрішнього згорання та покращення екологічних показників пропонується озонування паливоповітряної суміші. Озон, як сильний окисник, здатний покращити процес згорання палива, тим самим підвищуючи економічні та екологічні показники роботи двигунів.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, паливоповітряна суміш, озон, генератор озону, енергоефективність, екологічність, окислення.

Відомо, що озон вважається ефективним окисником, за допомогою якого можна підвищити процес горіння вуглеводневого палива. Аналіз джерел показав, що навіть невелика концентрація озону здатна покращити процес горіння [1, 2]. У двигунах, що працюють на бензині, процес окислення відбувається перед подачею паливоповітряної суміші в камеру згорання [3].

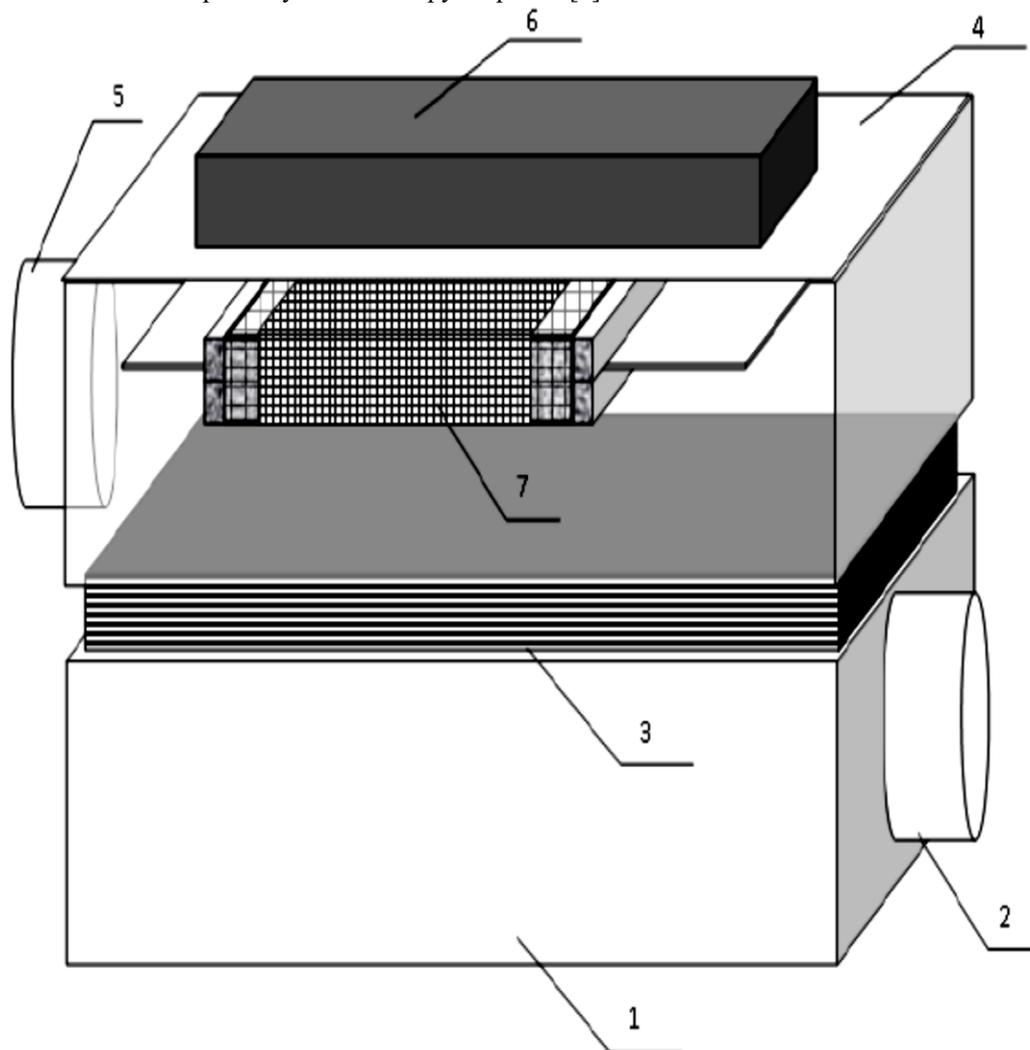


Рисунок 1 – Модуль генератора озону для двигуна внутрішнього згорання:
1 – нижній відсік корпусу повітряного фільтра; 2 – підвідний повітропровід;
3 – фільтруючий елемент; 4 – верхній відсік корпусу повітряного фільтра;
5 – відвідний повітропровід; 6 – блок живлення; 7 – елемент, що генерує озон

У дизельних двигунах змішування дизельного палива з киснем здійснюється у робочому циліндрі двигуна. При подачі замість кисню озоноповітряної суміші необхідно враховувати реакцію саморозпаду озону. Враховуючи це, можна сказати, що озоноповітряна суміш малої концентрації не дасть бажаного результату, а в озоноповітряній суміші високої концентрації, що подається, повного саморозпаду озону не буде, а вцілілий озон окислить паливо і збільшить відсоток його згорання.

Завдяки окисленню озonom частина вуглеводневого палива, яке раніше не догорало та виходило з вихлопними газами, догорить, внаслідок чого збільшить коефіцієнт корисної дії поршневого двигуна, зменшить концентрацію шкідливих речовин у вихлопних газах та витрату палива. Процес згорання бензину, попередньо окисленого озonom, є складним, але у простішій формі це процес відриву вуглеводневого радикалу CH зі спрощенням молекули палива. При цьому зменшується швидкість горіння та збільшується якість горіння [4].

Використання озону як окислювача вуглеводневого палива дозволить приблизно в 1,5 рази прискорити процес окислення, цього вистачить для того, щоб паливо згоріло в повному обсязі. Використання озону дозволить окислити не тільки вуглеводневе паливо, але й нагар, що відклався в камері згорання, який поступово зникатиме [5, 6].

Для реалізації процесу окислення палива пропонується генератор озону (рис. 1), який являє собою спеціалізований повітряний озонатор, призначений для роботи з двигуном внутрішнього згорання, у якого прокачування повітря і охолодження відбувається за рахунок проходження через нього всього повітря, що засмоктується двигуном. Пристрій доцільно комбінувати з модернізованим корпусом повітряного фільтра двигуна. Генератор озону розміщується замість повітряного фільтра. Блок живлення генератора озону можна розмістити як зовні корпусу фільтра, так і всередині нього: це залежить від розмірів корпусу самого фільтра і габаритів блоку живлення.

Працює генератор озону наступним чином. Зовнішнє повітря через повітропровід 2 засмоктується в нижній відсік корпусу повітряного фільтра 1. Потім проходить через фільтруючий елемент 3 і потрапляє у верхній відсік корпусу повітряного фільтра 4, там воно стикається з генеруючим елементом озону 7. Після генерації озону озоноповітряна суміш засмоктується в відповідний повітропровід і потрапляє у впускний колектор двигуна, де озоноповітряна суміш змішується з парами палива.

Головним елементом генератора озону для двигуна внутрішнього згорання є елемент, що генерує озон. Від його конструктивних особливостей залежить надійна робота всього пристрою.

Висновок. Використання озону як окислювача палива дозволить приблизно в 1,5 рази прискорити процес окислення, цього вистачить для того, щоб паливо згоріло в повному обсязі. Використання озону дозволить окислити не тільки вуглеводневе паливо, але й нагар, що відклався в камері згорання, який поступово зникатиме. Для реалізації процесу окислення палива пропонується генератор озону, який являє собою спеціалізований повітряний озонатор, призначений для роботи з двигуном внутрішнього згорання, у якого прокачування повітря і охолодження відбувається за рахунок проходження через нього всього повітря, що засмоктується двигуном.

Література

1. Габ А.І., Шахнін Д.Б., Малишев В.В. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. Київ : Університет "Україна", 2017. 396 с.
2. Брускова Д.-М.Я., Кущевська Н.Ф., Малишев В.В. Фізична та калорійна хімія. Київ : Університет "Україна", 2020. 530 с.
3. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
4. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Київ : Вища школа, 1997. 359 с.
5. Ch. Fettes, et al. Einfluss der Muldenwand auf Verdampfung, Gemischbildung bei kleinvolu-mingen Dieselmotoren. Teil 2: Motorische Untersuchungen. *MTZ*. 2002, Vol. 63, № 9. S. 728–737.
6. R. Bauder et al. Der neue 3.0-1-V6-TDI-Motor von Audi. Teil 2: Thermodynamik, Application und Abgas nach behandlung. *MTZ*. 2004. Vol. 65, № 9. S. 684–693.

Борисюк Д.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Прокопович А.О., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ «COMMON RAIL» ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Запропонована математична модель автоматизації процесу діагностування системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340», яка дозволить виявити несправності її вузлів та деталей в залежності від їх ознак.

Ключові слова: математична модель, діагностування, двигун, система «Common Rail», матриця діагностування, блок-схема, несправність, ознака несправності.

Відмови систем та механізмів двигуна внутрішнього згорання стоять в ряду перших із загального числа відмов автотракторної техніки [1, 2]. Для їх визначення використовується значна кількість методів і засобів діагностування.

Двигуни серії «ЯМЗ-5340» оснащуються паливною системою акумуляторного типу «Common Rail System» з електронним керуванням подачею палива виробництва фірми «Robert Bosch» (Німеччина).

Вирішення задачі автоматизації логічного процесу постановки діагнозу вимагає розробки моделей елементів двигуна внутрішнього згорання як об'єктів діагностування, що описують на одному математичному рівні взаємозв'язки між безліччю можливих несправностей і безліччю значень діагностичних параметрів.

Заміна об'єкта діагностування моделлю пов'язана з виділенням основних, істотних для постановки діагнозу елементів і властивостей, пов'язаних із завданням визначення дійсного технічного стану об'єктів. При цьому деяка кількість елементів і зав'язків об'єкта, виключно важливих з точки зору його функціонування як пристрою, призначеного для виконання певної роботи, стають другорядними і при розробці моделі технічного пристрою, як об'єкта діагностування, можуть бути виключені.

Заміна реальних технічних пристроїв їх ідеалізованими моделями дозволяє широко використовувати різні математичні методи. Під математичною моделлю об'єкта діагностування слід розуміти безліч аналітичних, логічних, статистичних, графічних і взагалі будь-яких якісних співвідношень, які пов'язують вихідні параметри об'єкта з його вхідними і внутрішніми параметрами.

Найбільш універсальною моделлю об'єкта діагностування є представлення його у вигляді «чорного ящика», вхідні і вихідні параметри якого мають кінцеву множину значень. Передбачається, що всі можливі стани об'єкта утворюють кінцеву множину станів. В даному випадку об'єкт є «чорним ящиком» не тому, що його внутрішня структура і параметри повністю не відомі, а тому, що накладається заборона на доступ до них і стан об'єкта можна визначати, тільки досліджуючи його вихідні параметри (без розбирання) [3, 4].

Для представлення об'єкта діагностики у вигляді «чорного ящика» необхідно задати (рис. 1):

- кількість всіх вхідних дій Y від стимулюючих пристроїв і зовнішнього середовища;
- кількість всіх вихідних ознак несправності S ;
- кількість всіх несправностей об'єкта діагностування X ;
- оператор A , який перетворює кількості X та Y в кількість S :

$$S = A\{Y, X\}. \quad (1)$$

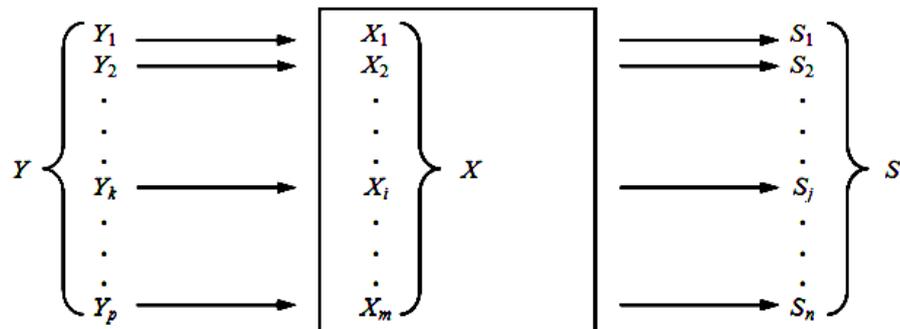


Рисунок 1 – Представлення об'єкта діагностування у вигляді «чорного ящика»

Враховуючи, що при діагностуванні елементи кількості Y стабілізуються (або змінюються по заданому закону), вираз (1) перетвориться у вид:

$$S = A\{X\}. \quad (2)$$

Іншими словами, будь-який вихідний параметр об'єкта діагностування є функцією його технічного стану при даному стані входів.

Якщо несправність об'єкта діагностування $\{X_i\}$ віднести до вихідних параметрів автоматизованої системи, то діагностична задача формулюється наступним чином: по відомим ознакам несправності $\{S_j\}$ визначити невідомі несправності об'єкта діагностування $\{X_i\}$.

Для успішного вирішення цього завдання необхідно знати вид оператора A , іншими словами, необхідний вичерпний опис зв'язків між усіма вихідними параметрами і всіма можливими станами (несправностями) об'єкта.

Нижче описується ряд моделей об'єктів діагностування, що відрізняються один від одного різними формами опису зазначених зв'язків.

При наявності аналітичної моделі об'єкта діагностування завдання постановки діагнозу в загальному вигляді формулюється таким чином. За даними ознаками несправності S_1, S_2, \dots, S_n , отриманих в результаті відповідних вимірювань, визначити технічний стан (несправності) об'єкта діагностування X_1, X_2, \dots, X_m , якщо відомі функціональні залежності між кожним діагностичним сигналом і структурними параметрами:

$$\begin{cases} S_1 = \phi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 = \phi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_j = \phi_j(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_n = \phi_n(x_1, x_2, \dots, x_m). \end{cases} \quad (3)$$

Система рівнянь (3) є математичною моделлю об'єкта діагностування, що має m структурних параметрів і n діагностичних сигналів.

Очевидною перевагою постановки діагнозу з використанням аналітичної моделі є можливість отримання конкретної несправності об'єкта діагностування, що дозволяє визначити технічний стан об'єкта не тільки в момент діагностування, але і, накопичуючи інформацію, отриману за кілька діагностичних обстежень об'єкта, аналізувати зміну структурних параметрів з метою прогнозування його технічного стану.

Однак практичне використання такої аналітичної моделі поки обмежено в силу таких обставин:

- вид функцій ϕ_j для більшості вузлів і механізмів поки не встановлений;
- якщо функція ϕ_j не задовольняє умовам безперервності і диференціювання по кожному з своїх аргументів, що зазвичай має місце в реальних моделях, то рішення системи рівнянь (3) пов'язано з великими математичними труднощами;
- більшість діагностичних параметрів, в принципі не можуть бути виражені у вигляді аналітичних функцій структурних параметрів.

У ряді робіт з технічного діагностування машин і механізмів, можливі технічні стани (несправності) агрегатів і систем та ознаками цих несправностей описуються у вигляді так званих діагностичних матриць [5-11].

З досвіду експлуатації двигунів ЯМЗ-5340/5341/5342/5343 всіх модифікацій [1, 3, 9] в табл. 1 представлена матриця діагностування системи «Common Rail».

В матриці (див. табл. 1) позначимо наступні несправності системи «Common Rail» двигунів серії «ЯМЗ-5340»: x_1 – неправильно встановлено роз'єми джгутів в електронний блок управління; x_2 – обрив або замикання проводів джгута (форсунок, давачів або проміжного джгута від електронного блока управління до автомобіля); x_3 – несправні обидва давачі частоти обертання колінчастого та розподільного валів; x_4 – ускладнена подача палива через контур низького тиску; x_5 – наявність повітря в контурі низькому тиску; x_6 – несправний контур високого тиску; x_7 – підвищений опір у контурі низького тиску; x_8 – несправний давач частоти обертання колінчастого або розподільного валів; x_9 – не відповідають нормі зазор між давачем частоти обертання розподільного вала та шестернею; x_{10} – замикання дроту джгута форсунок на «масу»; x_{11} – несправні давачі педалі акселератора; x_{12} – відкрито аварійний (обмежувальний) клапан у паливній рампі; x_{13} – обмежений крутний момент двигуна через перегрів двигуна (зменшена циклова подача палива для зниження теплового навантаження на систему охолодження); x_{14} – засмічений змінний фільтр для палива фільтра тонкого очищення; x_{15} – несправна одна або кілька форсунок; x_{16} – наявність масла в роз'ємі електронного блока управління через негерметичність джгута проводів форсунок; x_{17} – відсутнє згоряння палива в одному або кількох

циліндрах; x_{18} – порушено процес згорання; x_{19} – наявність підтікання палива в контурі низького тиску; x_{20} – наявність підтікання палива в контурі високого тиску.

Також в матриці (див. табл. 1) вводимо ознаки вище вказаних несправностей системи «Common Rail» двигунів серії «ЯМЗ-5340»: S_1 – двигун не запускається; S_2 – двигун запускається і одразу зупиняється; S_3 – двигун не розвиває потужності; S_4 – нестійка робота двигуна; S_5 – підвищена димність при роботі двигуна; S_6 – двигун не розвиває максимальної частоти обертання; S_7 – двигун раптово зупиняється; S_8 – підвищена витрата палива; S_9 – підвищена вібрація двигуна.

Таблиця 1 – Матриця діагностування системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340»

Несправність системи «Common Rail»	Ознака несправності системи «Common Rail»								
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
x_1	+	-	-	-	-	-	-	-	-
x_2	+	-	-	-	-	-	+	-	-
x_3	+	-	-	-	-	-	-	-	-
x_4	+	+	+	+	-	-	+	-	-
x_5	+	+	+	+	-	+	-	-	-
...
x_{19}	-	-	-	-	-	-	+	+	-
x_{20}	-	-	-	-	-	-	+	+	-

Як видно з табл. 1, кожна несправність характеризується певною комбінацією значень її ознак, які можуть приймати два умовних значення: «-» або «+».

На перетині i -го рядка і j -го стовпця ставиться «+», якщо при наявності i -ої несправності спостерігається вихід j -ої ознаки з області її допустимих значень, в протилежному випадку ставиться «-».

Для синтезу такої матриці необхідно нескінченну кількість технічних станів об'єкта замінити кінцевою множиною технічних станів, кожний з яких пов'язано з певною несправністю (або їх комбінацією) або з працездатним станом (рис. 2).

Таке перетворення може бути записано у вигляді

$$\{x_i\}_k = F_x\{x_i\}, \quad (4)$$

де $\{x_i\}$ - множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень;

$\{x_i\}_k$ - кінцева множина ознак технічних станів об'єкта діагностування, кожна з яких може приймати лише два умовних значення «-» і «+», які відповідають відсутності та наявності i -ої несправності;

$i = 1, 2, \dots, m$;

F_x - оператор, який перетворює кількість $\{x_i\}$ в кількість $\{x_i\}_k$ наступним чином: для будь-якого i -го параметру x_i присвоюється значення «-», якщо величина лежить в області допустимих значень, в протилежному випадку присвоюється значення «+».

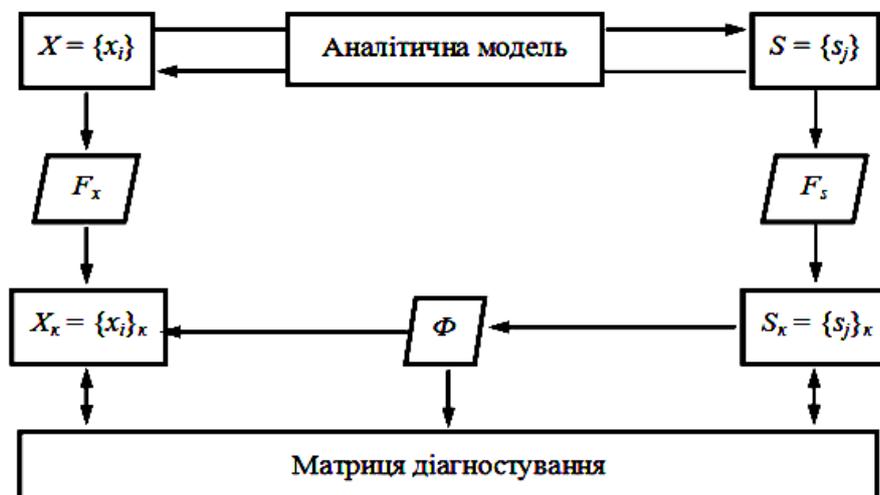


Рисунок 2 – Блок-схема синтезу матриці діагностування системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340»:

$X = \{x_i\}$ - нескінченна кількість технічних станів об'єкта; $X_k = \{x_{ij}_k\}$ - кінцева кількість технічних

станів; $S = \{s_j\}$ - нескінченна множина ознак технічних станів об'єкта;

$S_k = \{s_j\}_k$ - кінцева множина ознак технічних станів об'єкта F_x - оператор, перетворюючий кількість $\{x_i\}$ в кількість $\{x_i\}_k$; F_s - оператор, що перетворює кількість $\{s_j\}$ в кількість $\{s_j\}_k$; Φ - оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

Перетворення нескінченної кількості значень параметрів вихідних процесів в кінцеву кількість значень діагностичних параметрів може бути записано у вигляді

$$\{s_j\}_k = F_s \{s_j\}, \quad (5)$$

де $\{s_j\}$ - кількість ознак вихідних процесів, кожна з яких може приймати в загальному випадку нескінченну кількість значень в певному інтервалі;

$\{s_j\}_k$ - кінцева кількість діагностичних ознак, кожна з яких може приймати тільки два умовних значення: «-» або «+»;

$$j = 1, 2, \dots, n;$$

F_s - оператор, що перетворює кількість $\{s_j\}$ в кількість $\{s_j\}_k$ наступним чином: будь-якій j -ій ознаці s_j присвоюється умовне значення «-», якщо величина лежить в області значень, що відповідають справному стану об'єкта діагностування, в протилежному випадку присвоюється значення «+».

В результаті проведених перетворень отримано два кінцевих значення $\{x_i\}_k$ і $\{s_j\}_k$, елементи яких певним чином пов'язані один з одним.

У загальному вигляді цей зв'язок може бути виражений у вигляді

$$\{s_j\}_k = \Phi \{x_i\}_k \quad (6)$$

де Φ - оператор, що перетворює кількість технічних станів об'єкта в кількість діагностичних параметрів.

Перетворення (6) відображає функціонування будь-якого технічного об'єкта як перетворювача кількості структурних параметрів у кількість діагностичних параметрів і є модифікацією моделі (1).

Перетворення (6) можна розгорнути за допомогою системи (3).

Система рівнянь (3) пов'язує кожен знак несправності S_j з усіма структурними параметрами об'єкта діагностування, що відображає зв'язки між структурними параметрами і діагностичними сигналами.

Матриця діагностування, як модель об'єкта діагностування, показує, що вона є по суті справи табличною формою запису системи рівнянь (1).

Параметр S_1 в матриці діагностування можна розглядати як двозначну булеву функцію, яка залежить від аргументів $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}$. Булева функція залежить від аргумента x_1 , якщо має місце співвідношення

$$\phi(x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, 0, x_{i+1}, \dots, x_m) \neq \phi(x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, 1, x_{i+1}, \dots, x_m).$$

Як впливає з цього визначення та табл. 1, S_1 істотно залежить тільки від $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$.

Залежність $S_1 = \phi_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ виражається в даному випадку в вигляді функції логічного додавання (диз'юнкція):

$$S_1 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6.$$

Відповідний аналіз інших ознак несправностей дозволяє записати систему рівнянь (3) для даної матриці діагностування системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340» у вигляді:

$$\begin{cases} S_1 = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6; & S_4 = x_4 + x_5 + x_8 + x_{16} + x_{17}; & S_7 = x_2 + x_4 + x_{19} + x_{20}; \\ S_2 = x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10}; & S_5 = x_{18}; & S_8 = x_{15} + x_{19} + x_{20}; \\ S_3 = x_4 + x_5 + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}; & S_6 = x_5 + x_9 + x_{12}; & S_9 = x_{15}. \end{cases} \quad (7)$$

Всі послідовні перетворення, що призводять до синтезу моделі об'єкта діагностування у вигляді діагностичної матриці, наочно представлені на блок-схемі (див. рис. 4). У тому випадку, коли модель об'єкта діагностування представлена у вигляді діагностичної матриці, діагностична задача формулюється наступним чином.

За даними ознаками несправностей S_1, S_2, \dots, S_n отриманими при діагностичному обстеженні, потрібно визначити несправності x_1, x_2, \dots, x_m в момент перевірки, якщо відомі функціональні залежності між діагностичними параметрами і всіма структурними параметрами, що задані у вигляді діагностичної матриці або системи рівнянь типу (7). Кожен структурний параметр і кожен діагностичний параметр приймає тільки два значення: «-» або «+».

Очевидно що для вирішення діагностичної задачі необхідне зворотне перетворення кількості діагностичних параметрів в кількість структурних параметрів, тому що при постановці діагнозу відомими є саме значення діагностичних параметрів.

У загальному вигляді зворотне перетворення можна представити виразом

$$\{x_i\}_k = \Phi^{-1}\{s_j\}_k,$$

або в розгорнутому вигляді

$$\begin{cases} x_1 = f_1(S_1, S_2, \dots, S_n); \\ x_2 = f_2(S_1, S_2, \dots, S_n); \\ x_m = f_m(S_1, S_2, \dots, S_n). \end{cases} \quad (8)$$

Вид функцій f_m неважко встановити в кожному конкретному випадку на основі наступних міркувань.

У діагностичній матриці (див. табл. 1) розглянемо окремо один із рядків, наприклад, перший. З матриці видно, що наявність несправності x_2 викликає одночасно вихід ознак S_1 та S_7 з області їх допустимих значень. Значення інших діагностичних параметрів при наявності тільки несправності x_2 залишаються в межах норми. Значить x_2 є булевою функцією, в даному випадку кон'юнкція (або функцією логічного множення):

$$x_2 = S_1 S_7.$$

Відповідний аналіз всіх інших стовпців розглянутої матриці дозволяє зворотне перетворення (3) записати в вигляді системи булевих функцій:

$$\begin{cases} x_1 = S_1; & x_5 = S_1 S_2 S_3 S_4 S_6; & x_9 = S_2 S_6; & x_{13} = S_3; & x_{17} = S_4; \\ x_2 = S_1 S_7; & x_6 = S_1 S_2; & x_{10} = S_2; & x_{14} = S_3; & x_{18} = S_5; \\ x_3 = S_1; & x_7 = S_2; & x_{11} = S_3; & x_{15} = S_3 S_8 S_9; & x_{19} = S_7 S_8; \\ x_4 = S_1 S_2 S_3 S_4 S_7; & x_8 = S_2 S_4; & x_{12} = S_3 S_6; & x_{16} = S_4; & x_{20} = S_7 S_8. \end{cases} \quad (9)$$

Як видно з цього прикладу, процес постановки діагнозу на основі моделі об'єкта діагностування, вираженої у вигляді діагностичної матриці, складається з наступних етапів:

- шляхом відповідних вимірювань і перетворень (5) встановлюються ознаки всіх несправностей S_1, S_2, \dots, S_n ;
- значення діагностичних параметрів підставляються в систему булевих функцій (8);
- обчислюються значення всіх булевих функцій несправностей x_i ($i = 1, 2, \dots, m$) причому якщо $x_i = 1$, то в об'єкті є i -та несправність.

Виходячи з того, що об'єкт діагностування є працездатним лише у випадку відсутності всіх несправностей, то функція його роботоздатності набуде вигляду:

$$F_p = \overline{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20}}. \quad (10)$$

Повертаючись до блок-схеми синтезу матриці діагностування (див. рис. 2), можна сформулювати в загальному вигляді умову здійснення діагностування наступним чином: для здійснення діагностування достатньо, щоб зворотне перетворення кількості ознак несправностей у кількість структурних параметрів (несправностей) об'єкта було однозначним.

Якщо при синтезі діагностичної матриці не виконана ця умова і в системі (8) є дві або більше рівних функцій, то перелік діагностичних параметрів необхідно доповнити новим параметром, який увійшов би в якості додаткового аргументу тільки в одну з розглянутих рівних функцій.

Висновки.

1. В ході аналізу останніх досліджень і публікацій з представленої теми встановлено, що конкретних математичних залежностей визначення технічного стану двигунів серії «ЯМЗ-5340» не виявлено.

2. Для системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340» складена матриця діагностування, яка включає перелік несправностей та ознак несправностей. Матриця діагностування, як модель об'єкта діагностування, показує, що вона є табличною формою запису математичної моделі об'єкта діагностування.

3. При синтезі матриці діагностування виявлено, що в системі (8) є такі рівні функції як: $x_1 = x_3 = S_1$; $x_7 = x_{10} = S_2$; $x_{11} = x_{13} = x_{14} = S_3$; $x_{22} = x_{23} = S_3$; $x_{16} = x_{17} = S_4$; $x_{19} = x_{20} = S_7 S_8$.

Таким чином, перелік діагностичних параметрів системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340» необхідно доповнити новими параметрами, які увійшли би в якості додаткових аргументів тільки в одну з розглянутих рівних функцій.

4. Розроблена математична модель автоматизації процесу діагностування системи «Common Rail» дизелів серії «ЯМЗ-5340» вимагає введення нових додаткових діагностичних параметрів, що є предметом подальших наукових досліджень даного напрямку.

Література

1. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Київ : Вища школа, 1997. 359 с.
2. Кукурудзяк Ю.Ю., Біліченко В.В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних

процесів ТО і ПР. Вінниця : ВНТУ, 2010. 198 с.

3. Коваленко В.М., Щуріхін В.К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.

4. Борисюк Д.В., Яцковський В.І. Методи та засоби діагностування тракторів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. № 1 (89). т. 2. С. 16-20.

5. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Твердохліб І.В., Полевода Ю.А. Математична модель автоматизації процесу діагностування двигунів внутрішнього згорання сімейства ЯМЗ-238. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2021. №4 (115). С. 12-23.

6. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Твердохліб І.В., Полевода Ю.А. Математична модель автоматизації процесу діагностування ведучих мостів автомобілів «КамАЗ». *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2022. №2 (117). С. 15-24.

7. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Березняк М.С. Причинно-наслідкові зв'язки параметрів основних ресурсних груп двигуна ЯМЗ-238. *Матеріали XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 24-26 жовтня 2022 року: збірник наукових праць.* 2022. С. 30-35.

8. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Спірін А.В., Твердохліб І.В. Причинно-наслідкові зв'язки параметрів основних ресурсних груп двигунів ЯМЗ-236/238. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2022. №4 (119). С. 16-23.

9. Борисюк Д.В. Формування словника діагностичних ознак при віброакустичному діагностуванні тракторів і автомобілів. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI-а Міжн. наук.-практ. інтернет-конф., м. Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: тези доповіді.* 2018. С. 28-30.

10. Borysiuk D., Spirin A., Trukhanska O., Shvets L., Zelinsky V. Mathematical model of a wheeled tractor steering axle as an object of diagnostics. *ТЕКА. Commission of motorization and energetics in agriculture.* 2017. Vol. 17, No.1. P. 41-47.

11. Борисюк Д. В. Математична модель зчеплення автомобіля Volkswagen Polo Sedan як об'єкта діагностування. *Вісник машинобудування та транспорту.* 2021. Випуск 1 (13). С. 23-32.

Борисюк Д.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Фросталь В.Є., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Відмови систем та механізмів двигуна внутрішнього згоряння стоять в ряду перших із загального числа відмов автотракторної техніки.

Представлено аналіз несправностей систем живлення дизельних двигунів та ймовірність їх виникнення.

Ключові слова: автомобіль, двигун, система живлення, агрегати системи, несправність, ймовірність виникнення.

Основу парку мобільних енергетичних засобів становлять мобільні машини, оснащені дизельним двигуном внутрішнього згоряння. Однією з обов'язкових систем такого двигуна є система живлення.

Система живлення дизельного двигуна включає кілька самостійних агрегатів та елементів, об'єднаних паливопроводами.

Основним агрегатом системи живлення паливом дизельного двигуна є паливний насос високого тиску з всережимним регулятором [1]. Паливний бак – ємність із необхідним запасом палива. Фільтри грубої та тонкої очистки призначені для відділення і фільтрації механічних частинок, та відділення колоїдної води, що надходять з паливом. Фільтри грубої та тонкої очистки дозволяють забезпечити тонкість відсіву домішок дисперсності фракцій від 3 до 15 мкм з повнотою 92...98 %. Паливний насос призначений для своєчасної та необхідної подачі порції палива в циліндри двигуна.

У конструкції паливних насосів високого тиску для створення необхідного тиску використовують принцип золотникового нагнітального елемента (плунжера) з перекриттям внутрішніх порожнин на ділянках ходу плунжера.

З досвіду багаторічної експлуатації тракторів і автомобілів [2-4] розподіл відмов систем живлення дизельних двигунів за міжремонтний період наведено на рис. 1.

Аналіз даних діаграми свідчить, що більшість відмов припадає на плунжерну пару і становить 32%.



Рисунок 1 – Розподіл відмов елементів системи живлення дизельних двигунів

Можливість появи відмов паливної апаратури дизельних двигунів $P(T)$ розраховується за формулою:

$$P(T) = P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) \quad (1)$$

де $P_1(t)$ – дослідна ймовірність появи відмов паливної апаратури;

$P_2(t)$ – дослідна ймовірність проведення технічного обслуговування паливної апаратури;

$P_3(t)$ – дослідна ймовірність проведення ремонту паливної апаратури.

У дослідженнях [5, 6] наведено дані, що характеризують розподіл ймовірності відмов паливної апаратури дизельних двигунів (рис. 2).

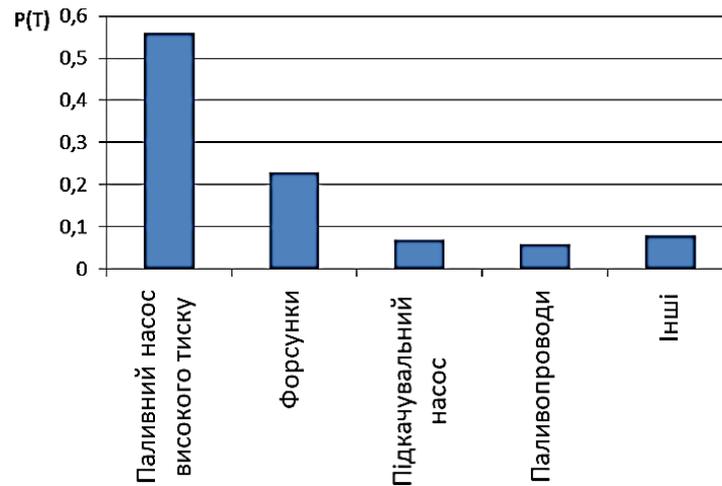


Рисунок 2 – Діаграма ймовірності відмов паливної апаратурдизельних двигунів

Висновок. З досвіду багаторічної експлуатації тракторів і автомобілів встановлено, що більшість відмов валивної апаратури дизельних двигунів припадає на плунжерну пару і становить 32%.

Література

1. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
2. Ремонт автомобілів / упор. В.Я. Чабанний. Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. 720 с.
3. Коваленко В.М., Щуріхін В.К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
4. Борисюк Д.В., Яцковський В.І. Методи та засоби діагностування тракторів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. № 1 (89). т. 2. С. 16-20.
5. Кукурудзяк Ю.Ю., Біліченко В.В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР. Вінниця : ВНТУ, 2010. 198 с.
6. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Київ : Вища школа, 1997. 359 с.

**Борисюк Д.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Чернієнко Р.В., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет**

ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У РАМКАХ КОНЦЕПЦІЙ «LEAN TRANSPORTATION» ТА СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Представлено суть концепції «lean production», яка спрямована на досягнення мінімальних витрат ресурсів, мінімальної тривалості виробничого циклу, гарантованого своєчасного постачання замовнику продукції чи послуг високої якості за конкурентною ціною.

Ключові слова: «lean production», «lean transportation», транспортування вантажів, автомобільні перевезення, транспортні втрати, кількісна оцінка.

В даний час у дослідженні транспортних проблем знаходить широке практичне застосування напрямок менеджменту, що ґрунтується на використанні концепції «lean production» («ощадливого виробництва»). Основний ефект від реалізації концепції «lean transportation» («ощадливого транспортування») виходить через збільшення швидкості виробничого потоку внаслідок скорочення часу технологічного циклу транспортування, за рахунок пошуку та скорочення нерезультативної роботи при виконанні технологічних операцій транспортного процесу.

Вперше термінологія «lean production» з'явилася в статті [1], де автор, спираючись на свій досвід роботи з якості на спільному підприємстві компаній «General Motors» і «Toyota», охарактеризував особливості виробничої системи компанії «Toyota» (Toyota Production System (TPS) [2, 3]). Концепція «lean production» містить формулювання п'яти базових принципів мислення з пошуку та усунення втрат у створенні цінності кінцевого продукту чи послуги [4].

Результати досліджень в області «lean transportation» конкретизують такі причини втрат, як невідповідні заявки на перевезення, затримка транспортних засобів та використання їх надмірної кількості, помилки персоналу, перерви в роботі водія, зайві простой при вантажних та розвантажувальних роботах, неповне використання, втрата або пошкодження вантажу при вантажно-розвантажувальних роботах, низька швидкість руху транспорту [5]. Сформульовано чотири «законо» перевезення, які є обов'язковими елементами пошуку втрат під час виконання технологічних операцій транспортного процесу [6] і п'ять способів оптимізації транспортування [7].

Чинник часу у вантажних автомобільних перевезеннях, у забезпеченні та оцінці їхньої надійності виключно важливий. Автомобілі часто простоюють в черзі, очікуючи можливості стати під навантаження або розвантаження, чекають, поки буде підготовлений до відправки вантаж або будуть оформлені супровідні документи. Велике значення в таких випадках має забезпечення технікою, готовність персоналу і достатність кількості точок навантаження-розвантаження, щоб автомобілі не накопичувалися в чергах.

Застосування нормативів пробігу, і навіть тривалості виконання технологічних операцій транспортного процесу, включаючи навантаження-розвантаження, рух із вантажем і холостий пробіг, забезпечує виконання однієї з функцій управління – контролю [7, 8].

На етапі розвитку вітчизняної економіки принципи «ощадливого виробництва» та її прикладної надбудови – «lean transportation», стандартизовані у межах системи стандартизації.

Концептуально близький до «ощадливого мислення» ситуаційний підхід. Відповідно до нього, безліч реальних ситуацій може бути розподілено відповідно до обмеженої кількості можливих варіантів дій системи управління [7]. Кількісна оцінка ситуацій, що виділяються, дається за допомогою показників ефективності, значення яких може бути покращено при усуненні наявних втрат провізної здатності, що призводять до недостатньої продуктивності або завищених витрат. Дослідження причинно-наслідкових зв'язків при аналізі втрат починається зі складання переліку втрат на даному підприємстві. Кожна наявна втрата повинна мати кількісну оцінку та чітко сформульовану мету, яка буде досягнута внаслідок усунення цієї транспортної втрати, що характеризує цільову функцію:

$$\delta_{FC} = f(S_{11}, \dots, S_{1i}, \dots, S_{1n}, \dots, S_{1j}, \dots, S_{1m}, \dots, S_{q1}, \dots, S_{(q+1)p}, \dots, S_{tk}), \quad (1)$$

де δ_{FC} – відхилення фактичного значення цільової функції від бажаного;

S_{1i} – причини першого рівня появи транспортних втрат;

q – рівень ієрархії причини ($q = 1, \dots, t$);

S_{q1} – 1-я причина q -го рівня;

n, m, l, p, k – кількість причин відповідно 1, 2, q , $(q+1)$, t -го рівнів.

Однією з перших розробок у частині типізації ситуацій перевезень автомобільним транспортом за видами управлінських рішень є дослідження у яких виявлені проблемні ситуації, які представлено як ієрархічно організовані деревоподібні структури причин виникнення втрат провізної спроможності автомобілів (рис. 1).

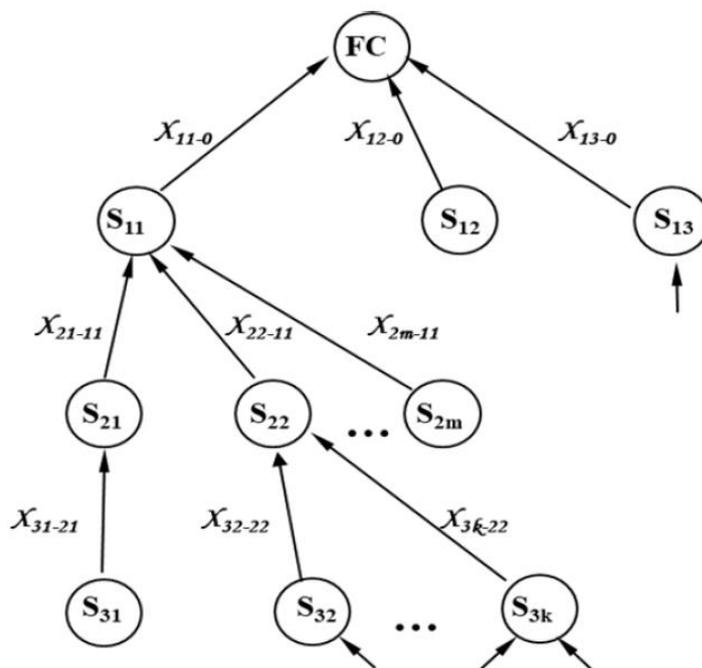


Рисунок 1 – Причинно-наслідкові ланцюжки втрат провізної можливості:
FC – цільова функція; S_{ij} – і-я причина j-го рангу; X_{ij-kl} – коефіцієнт впливу причин одна на одну та на цільову функцію

Висновок. Концепція «lean production» спрямована на досягнення мінімальних витрат ресурсів, мінімальної тривалості виробничого циклу, гарантованого своєчасного постачання замовнику продукції чи послуг високої якості за конкурентною ціною. Враховуючи сучасний фінансовий стан та особливості діяльності підприємств автомобільного транспорту України необхідно впроваджувати концепції «lean transportation» з метою усунення виробничих втрат.

Література

1. Krafcik J. Triumph of the Lean Production System. *MIT Sloan Management Review (SMR)*. 1988. Number 1, Reprint 3014. P. 40-52.
2. Ощадливе виробництво: концепція, інструменти, досвід : наук.-практ. видання / Омеляненко Т. В., Щербина О. В., Барабась Д. О. та ін. Київ : КНЕУ, 2009. 157 с.
3. Ohno T. Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1988. 143 p.
4. Womack J, Jones D. Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York: Free Press, 2003. 397 p.
5. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Kumar, M. Lim. Improving Road Transport Operations through Lean Thinking: A Case Study. *International Journal of Logistics Research and Applications*. 2016. vol. 20, no 2. P. 163-180.
6. B. Villarreal, J. Garza-Reyes, V. Ku-mar. Lean road transportation – A systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning & Control*. 2016. vol. 27, no 11. P. 865-877.
7. Лисицин В.Д., Лисенко О.І., Вовк Ю.С. Роль «ощадливого виробництва» в діяльності підприємства. *Вісник НТУУ «КПІ»*. 2009. №1. С. 39-61.
8. Макаренко М., Цветов М. Транспортний сектор економіки України: тенденції та проблеми розвитку. *Економіст*. 2007. №6. С. 24-27.

Вовк Ю.Я., доцент кафедри автомобілів, к.т.н., доцент
Вовк І.П., доцент кафедри автомобілів, к.е.н., доцент
Митник І.В., студент кафедри автомобілів,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕЛЕМАТИКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ГУМАНІТАРНИХ КОНФЛІКТІВ

Вступ. Російсько-українська війна, яка розпочалася з повномасштабного вторгнення росії в Україну 24 лютого 2022 року, спричинила масові збої в транспортній інфраструктурі України та транспортно-експедиторській діяльності. Руйнування доріг, мостів та іншої критичної інфраструктури, а також бойові дії, що тривають, створили значні виклики для логістичних компаній, що працюють у зонах конфлікту [1, 2]. У цьому контексті транспортна телематика – інтеграція телекомунікацій та інформатики для транспортних систем – може відігравати життєво важливу роль у підвищенні стійкості та адаптивності транспортно-експедиторської діяльності під час гуманітарних криз.

Значний внесок у дослідження впливу гуманітарних конфліктів на транспортні системи зробила Сотнікова А.О. у своїй дисертації [1]. Вона детально вивчила особливості формування транспортних потоків в умовах війни на прикладі повномасштабного вторгнення росії в Україну у 2022 році. Її робота закладає теоретичну основу для розуміння змін у транспортних системах під час військових дій.

Компанія Triage у своїй публікації [2] розглядає роль транспортних телематичних систем у покращенні логістики. Аналітичний центр GMK Center детально розглядає вплив російсько-української війни на логістичні маршрути та ланцюги поставок. Вони виділяють основні виклики, з якими стикаються транспортно-експедиторські компанії, такі як пошкоджена інфраструктура, зміна конфігурації мережі та питання безпеки [3].

Офіс ефективного регулювання (BRDO) [4] представив перспективи відновлення транспортного сектору України після війни з акцентом на екологічність. Ці ідеї можуть бути враховані при розробці телематичних рішень для підвищення стійкості транспортних систем.

Дослідження Віденського інституту міжнародних економічних досліджень [5] присвячене питанням відбудови інфраструктури України після війни. Вони надають оцінки масштабів руйнувань та необхідних інвестицій для відновлення транспортної мережі.

Logistics Ukraine у своєму кейсі [6] демонструє практичне застосування телематичних рішень для оптимізації логістичної діяльності. Хоча їхній приклад не стосується безпосередньо роботи під час гуманітарних конфліктів, він ілюструє потенціал транспортної телематики для підвищення ефективності та стійкості транспортно-експедиторських операцій.

Таким чином, тема застосування транспортної телематики для забезпечення стійкості логістичної діяльності під час гуманітарних конфліктів є актуальною та недостатньо дослідженою. Існуючі роботи закладають теоретичну основу та надають контекстну інформацію, але є потреба в подальших дослідженнях практичних рішень та їх впровадження в умовах війни.

Постановка задачі. Транспортно-експедиторські компанії стикаються з численними викликами під час роботи в регіонах, що постраждали від війни, зокрема:

1. Пошкоджена інфраструктура: руйнування доріг, мостів та іншої транспортної інфраструктури може серйозно обмежити доступність та пропускну здатність транспортних мереж [1, 2].

2. Зміна конфігурації мережі: У міру розвитку конфлікту та зміщення лінії фронту оптимальні маршрути для вантажних перевезень можуть швидко змінюватися, вимагаючи постійної адаптації [3, 4].

3. Питання безпеки: Наявність активних бойових дій та ризик атак на транспортну інфраструктуру створюють значні ризики для безпеки водіїв та вантажів [3, 5].

4. Інформаційна невизначеність: відсутність достовірної інформації в режимі реального часу про стан транспортних мереж і розташування ворожих сил може перешкоджати прийняттю ефективних рішень [3, 5].

Щоб вирішити ці проблеми та забезпечити безперервність життєво важливих послуг з експедитування вантажів, логістичні компанії повинні використовувати передові технології та підходи, засновані на даних. Транспортна телематика пропонує перспективне рішення, надаючи дані в режимі реального часу про транспортні потоки, рух транспортних засобів та стан інфраструктури, що дозволяє приймати більш обґрунтовані та гнучкі рішення.

Методологія. У цьому дослідженні запропонована основа для інтеграції транспортних телематичних даних у системи підтримки прийняття рішень для транспортно-експедиторських компаній, що працюють у зонах гуманітарних конфліктів. До ключових компонентів належать:

1. Збір даних про дорожній рух у режимі реального часу: використання пристроїв GPS-моніторингу, бортових датчиків та краудсорсингових даних з навігаційних платформ для збору інформації в режимі реального часу про дорожню обстановку, перекриття доріг та пошкодження інфраструктури [3].

2. Відстеження та моніторинг транспортних засобів: Впровадження телематичних систем для моніторингу місцезнаходження, швидкості та статусу вантажних транспортних засобів, забезпечення безпеки водія та безпеки вантажу [2, 3].

3. Динамічна оптимізація маршрутів: розробка алгоритмів, які використовують дані про трафік у реальному часі та інформацію про інфраструктуру для безперервного оновлення оптимальних маршрутів для вантажних перевезень, адаптуючись до змін конфліктної ситуації [3].

4. Прогнозна аналітика: застосування методів машинного навчання до історичних даних та даних у реальному часі для передбачення потенційних збоїв, виявлення зон високого ризику та проактивного коригування транспортних планів [3].

5. Спільний обмін інформацією: створення безпечних платформ для обміну даними, які дозволяють транспортно-експедиторським компаніям, гуманітарним організаціям та державним установам обмінюватися критично важливою інформацією про умови транспортування та ризику для безпеки [3].

Результати дослідження. Запропонована структура інтеграції транспортних телематичних даних у системи підтримки прийняття рішень має потенціал для значного підвищення стійкості та адаптивності транспортно-експедиторської діяльності під час гуманітарних конфліктів. Використовуючи дані в режимі реального часу та розширену аналітику, логістичні компанії можуть:

1. Покращення ситуаційної обізнаності: дані про трафік у режимі реального часу та відстеження транспортних засобів дозволяють менеджерам з логістики мати чітку картину поточного стану транспортних мереж та місцезнаходження їх активів, сприяючи прийняттю більш обґрунтованих рішень.

2. Оптимізація розподілу ресурсів: Динамічна оптимізація маршрутів гарантує, що вантажні транспортні засоби направляються по найбільш ефективним і безпечним маршрутам, мінімізуючи затримки і максимізуючи використання наявної транспортної потужності.

3. Підвищення безпеки водія: Відстежуючи рух транспортних засобів та виявляючи зони високого ризику, телематичні системи можуть допомогти забезпечити безпеку водіїв, які працюють у зонах конфліктів.

4. Підвищення стійкості ланцюга поставок: прогнозна аналітика та спільний обмін інформацією дозволяють транспортно-експедиторським компаніям передбачати та пом'якшувати потенційні збої, забезпечуючи безперервність критично важливих поставок постраждалому населенню.

Висновки. Інтеграція телематичних даних транспорту в системи підтримки прийняття рішень є потужним інструментом для підвищення стійкості та адаптивності транспортно-експедиторської діяльності під час гуманітарних конфліктів. Використовуючи дані в режимі реального часу, розширену аналітику та спільний обмін інформацією, логістичні компанії можуть оптимізувати свою діяльність, забезпечити безпеку свого персоналу та підтримувати потік життєво важливих товарів і послуг до громад, які постраждали від війни. Оскільки російсько-український конфлікт продовжує розгортатися, впровадження транспортних телематичних рішень матиме вирішальне значення для забезпечення стійкості логістичного сектору України та підтримки зусиль країни з відновлення та відновлення.

Література

1. Sotnikova, A. O. (2024). Osoblyvosti formuvannia transportnykh potokiv v umovakh viiny [Specifics of transport flows formation in war conditions] [Doctoral dissertation, Lviv Polytechnic National University]. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository.

2. Triare. (n.d.). Transportation telematics systems to improve logistics. <https://triare.net/insights/transportation-telematics-systems-to-improve-logistics/>

3. GMK Center. (2022, April 13). How the Russia-Ukraine war has impacted on logistics routes and supply chains. <https://gmk.center/en/posts/how-the-russia-ukraine-war-has-impacted-on-logistics-routes-and-supply-chains/>

4. Better Regulation Delivery Office. (2022, July 14). Vidnovlennia transportnoho sektoru Ukrainy: yak zrobyty yoho zelenym [Restoration of Ukraine's transport sector: How to make it green]. <https://brdo.com.ua/en/news/vidnovlennya-transportnogo-sektoru-ukrayiny-yak-zrobyty-jogo-zelenym/>

5. Grieveson, R., Holzner, M., Kochnev, A., & Yeter, M. (2022). Rebuilding Ukraine's infrastructure after the war. The Vienna Institute for International Economic Studies. <https://wiiw.ac.at/rebuilding-ukraine-s-infrastructure-after-the-war-dlp-6621.pdf>

6. Logistics Ukraine. (n.d.). Case study. <https://logistics-ukraine.com/casestudy/>

Гайша О.О., доцент кафедри інженерних технологій, к.т.н., доц.
Кардаш А.В., студент кафедри інженерних технологій
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ НАЗЕМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У КОМПЛЕКСІ З БЕЗПЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

На сьогоднішній день у світі активно розвивається галузь безпілотних автомобілів або більш загальним чином – безпілотних наземних транспортних засобів (БНТЗ) [1]. Переважна більшість новин, які з'являються у громадській площині, пов'язана із успіхами саме легкових БНТЗ, що призначені для руху по дорогам загального призначення. У великій мірі це пов'язано із агресивними маркетинговими кампаніями підприємств, які розробляють безпілотні автомобілі, однак незалежно від причини, такий стан речей задає тренди у галузі дослідження та розробки нових БНТЗ.

Слід сказати, що переважна більшість наукових публікацій по тематиці безпілотних автомобілів присвячена саме аналізу їхніх особливостей (зокрема, систем автоматичного керування рухом, як описано у [2]), пов'язаних із необхідністю використання стандартних дорожніх знаків та розмітки. Взагалі усі принципи роботи таких автомобілів засновані на тому, що їх експлуатація ведеться в умовах середовища, повноцінно оснащеного сучасними засобами безпеки та організації дорожнього руху. Однак, на території, де ведуться активні військові дії, забезпечити такі умови часто не уявляється можливим (при тому, що потреба у використанні автомобілів, в тому числі і безпілотних, в цьому випадку є дуже гострою). Дійсно, під час вибухів та дії інших уражуючих факторів можуть виходити з ладу не тільки дорожні знаки, а й елементи розмітки, а також і дорожнє полотно. На дорогах (зокрема, на узбіччі) утворюються скупчення небезпечних предметів, а іноді і цілі завали, що роблять дорогу непроїзною. Усі ці складнощі виставляють новий рівень вимог до програмного забезпечення систем управління БНТЗ (у порівнянні з традиційними умовами використання), а також спричинюють необхідність пошуку нових каналів отримання інформації про дорожні обставини навколо рухомого транспортного засобу (адже, як зазначено вище, звичайні засоби на зразок дорожніх знаків можуть бути недоступними).

Одним із перспективних варіантів розширення набору інформації про оперативні обставини навколо БНТЗ, може бути його спряження та робота у парі з безпілотним літальним апаратом (БЛА). Очевидно, БЛА має значно більші можливості по огляду місцевості і формуванню картини дорожніх обставин наперед (у порівнянні з використанням виключно камер самого БНТЗ). Користь від використання спряженого БЛА може досягатися і у стандартних умовах експлуатації безпілотних автомобілів. Наприклад, при русі по шосе з обмеженою видимістю (як при наявності сліпих поворотів), автомобілі спеціальних служб, як швидка допомога чи поліція, можуть отримувати картинку ділянки дороги за поворотом від БЛА, який слідує тим же маршрутом із невеликим випередженням. В результаті цього виконання всієї місії може бути пришвидшено у значній мірі, причому при умові збереження високої безпеки всього процесу руху.

При використанні спряженого БЛА в умовах активних військових дій, він може допомагати комп'ютеру БНТЗ прокладати гарантований оптимальний маршрут руху на значно більшій відстані (аніж без використання такого БЛА). Це досягається шляхом надання при формуванні маршруту повної картини дорожніх обставин від тієї точки, де знаходиться БНТЗ, до границь видимості БЛА. В будь-якому разі, камера БЛА є суттєвою підтримкою і важливим каналом отримання додаткової інформації про дорожні обставини для системи управління БНТЗ. Слід відмітити, що у військових умовах можливості по використанню спряженої пари наземного та літаючого безпілотних апаратів можуть бути значно ширшими, тому розглянемо їх докладніше.

Так, БЛА може забезпечувати БНТЗ актуальною і повною інформацією про місцевість. Високий кут огляду дозволяє повітряним апаратам бачити ділянки, приховані від наземного транспортного засобу через рельєф чи перешкоди, такі як будівлі, дерева або пагорби. Розвідувальні дрони можуть передавати дані про розташування ворога або виявляти міни, щоб наземний дрон міг безпечно рухатися певним маршрутом.

БЛА також може виконувати функцію ретранслятора або маяка для забезпечення сталого зв'язку між наземним дроном та оператором, особливо в умовах складного рельєфу або міської забудови, де можуть блокуватися радіосигнали. У разі потреби повітряний дрон може допомагати з навігацією наземному дронові, передаючи точні дані GPS або інші навігаційні мітки. Це може бути корисно, якщо доступ наземного апарату до супутникових сигналів утруднений чи відсутній.

Що стосується забезпечення безпеки, повітряний дрон може виступати в ролі охоронного супроводу, патрулюючи територію навколо наземного дрона і попереджаючи про наближення загроз, таких як ворожі війська або небезпечні об'єкти. Також він може допомагати у виявленні та нейтралізації загроз, таких як міни або ворожі дрони, використовуючи засоби спостереження та виявлення, такі як камери, тепловізори чи радары.

У випадку бойових дій БЛА може надавати безпосередню вогневу підтримку наземному транспортному засобу. Наприклад, якщо БНТЗ виявляє загрозу або знаходиться під вогнем, повітряний дрон може атакувати супротивника, забезпечуючи захист або придушуючи ворожий вогонь. Повітряні ударні дрони також можуть використовуватися для розчищення шляхів переміщення БНТЗ, знищуючи перешкоди або ворожі сили, що блокують його рух.

Також БЛА може забезпечувати логістичну підтримку, доставляючи ресурси та матеріали для БНТЗ. Це особливо важливо для далеких місій, де наземний дрон може відчувати нестачу палива, енергії чи боєприпасів. Повітряний дрон може доставляти батареї, запчастини чи зброю. У пошуково-рятувальних операціях повітряні дрони можуть передавати наземним дронам інструменти або медикаменти для допомоги в евакуації постраждалих.

У деяких сценаріях повітряний дрон може керувати діями наземного дрона, віддаючи команди або коригуючи маршрут у режимі реального часу. Це може бути особливо корисним у повністю автономних місіях, коли оператори не мають прямого доступу ані для управління БНТЗ, ані БЛА. Повітряний дрон також може аналізувати дані з датчиків наземного дрона та використовувати штучний інтелект для координації спільних дій, спрямованих на досягнення спільної мети.

Очевидно, описувана схема взаємодії безпілотних апаратів несе цілий ряд технологічних викликів, серед яких можна назвати: складність організації їхньої координації (надійний зв'язок та синхронізація даних між дронами), стійкість до перешкод (використання захищених каналів зв'язку та альтернативних способів передачі даних, зокрема, ретрансляторів), висока автономність системи (необхідне широке впровадження штучного інтелекту), тощо.

Як висновок, можна сказати, що взаємодія повітряних та наземних безпілотних апаратів відкриває нові можливості для координованих операцій, особливо у військових та гуманітарних місіях. БЛА можуть ефективно підтримувати наземні системи, забезпечуючи розвідку, логістику та захист. Розвиток цієї технології дозволяє суттєво підвищити ефективність виконання складних завдань в умовах бою чи надзвичайних ситуацій.

Література

1. Parekh, D.; Poddar, N.; Rajpurkar, A.; Chahal, M.; Kumar, N.; Joshi, G.P.; Cho, W. A Review on Autonomous Vehicles: Progress, Methods and Challenges. *Electronics* 2022, *11*, 2162. <https://doi.org/10.3390/electronics11142162>
2. Qin, Lina & Yang, Aihua & Li, Junxiang & Li, Yanlin & Feng, Yu & Liu, Liu.. Review and Outlook of Decision-Making Methods in Unmanned Ground Vehicles. *ICUS* 2022, 2931-2941. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9492-9_287

Галушак О.О., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА ВІННИЦЯ

В нашу епоху відбувається зростання міського населення, більш ніж 3,9 мільярди людей, обрали міський спосіб життя, що складає понад 54% від загальної чисельності населення світу. Прогнози свідчать про подальше зростання урбанізації у найближчі роки. До 2045 року міське населення зможе досягти 6,0 мільярдів осіб. Цей ріст населення в містах вимагатиме значного розвитку міського транспорту.

Протягом останніх десяти років в м. Вінниця відслідковується постійне збільшення транспорту на дорогах загального користування. Це спричиняє збільшення затримок у русі транспортних потоків. Особливо це актуально для центральної частини міста з густою забудовою, що негативно впливає на громадський транспорт та спричиняє не дотримання ним графіку руху.

Центральні райони міст є місцями розташування більшості робочих місць і місць відпочинку, тому велика кількість поїздок спрямована туди, що призводить до значних затрат часу на переміщення. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є надання пріоритету громадському транспорту шляхом виділення йому окремих смуг. Важливим завданням є дослідження різних способів надання пріоритету громадському транспорту з урахуванням потреб інших учасників дорожнього руху з метою зменшення затримок та полегшення переміщення мешканців міста [1].

Основними якісними критеріями функціонування вулично-дорожньої мережі є час в дорозі, а також надійність її роботи для приватного та громадського транспорту. Виділено основні чинники впливу на рух громадського транспорту у транспортному потоці [2]:

- інтенсивність транспортного потоку;
- світлофорне регулювання на перехрестях;
- геометричні параметри вулиці.

Швидкість руху та затримка розглядаються як змінні, які аналізуються методами системного аналізу. Ці показники можна використовувати під час розроблення заходів щодо поліпшення управління транспортними потоками, оскільки є можливість визначити час у дорозі. Затримка визначається як додатковий час у дорозі для водія, пасажирів або пішохода. Тривалість проїзду ділянки транспортної мережі залежить від часу проїзду всіх перелічених вище ділянок:

$$T = t_{д.п.} + t_{р.п.} + t_{р.п.п.} + t_{н.п.} + t_{н.п.п.} + t_{з.п.} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де T – час, необхідний для проїзду магістральної вулиці;

$t_{д.п.}$ – час, необхідний для проїзду ділянок між перехрестями;

$t_{р.п.}$ – час, необхідний для проїзду регульованого перехрестя;

$t_{р.п.п.}$ – час, необхідний для проїзду регульованих пішохідних переходів;

$t_{н.п.}$ – час, необхідний для проїзду нерегульованих перехресть;

$t_{н.п.п.}$ – час, необхідний для проїзду нерегульованих пішохідних переходів;

$t_{з.п.}$ – час, необхідний для проїзду зупиночного пункту громадського транспорту.

Для всіх транспортних засобів у потоках, які рухаються транспортною мережею, просторова затримка визначається порівнянням часу, витраченого на переміщення в періоди найбільш інтенсивного руху, і часу, витраченого в періоди вільного руху. Єдиним елементом транспортного потоку, швидкість якого залежить не тільки від дорожніх умов, є громадський транспорт, рух якого контролюється за певним графіком. При визначенні затримок для громадського транспорту потрібно ще враховувати тривалість простою на зупиночних пунктах. Однією з ключових характеристик ефективності громадського транспорту є швидкість сполучення.

В м. Вінниця на ділянці вулично-дорожньої мережі між зупинками громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова», в час «пік» утворюються затори, в результаті це ускладнює рух громадського транспорту та відхилення його від графіку. Тому є необхідність у внесенні змін в організацію дорожнього руху на даній ділянці.

У цьому дослідженні дані отримані за допомогою GPS-трекерів про рух муніципального автобуса Богдан А70132 з держ. номером АВ 0533 АА за маршрутом №7 м. Вінниці, 6 травня 2024 року. За результатами побудовано графіки зміни швидкості руху муніципальним автобусом за маршрутом в

прямому та зворотному напрямку (рис. 1), в т.ч. на ділянці між зупинками «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова». Були проаналізовані дані за березень, квітень, травень та встановлено, що тенденція наведена на графіках відповідає дійсності.

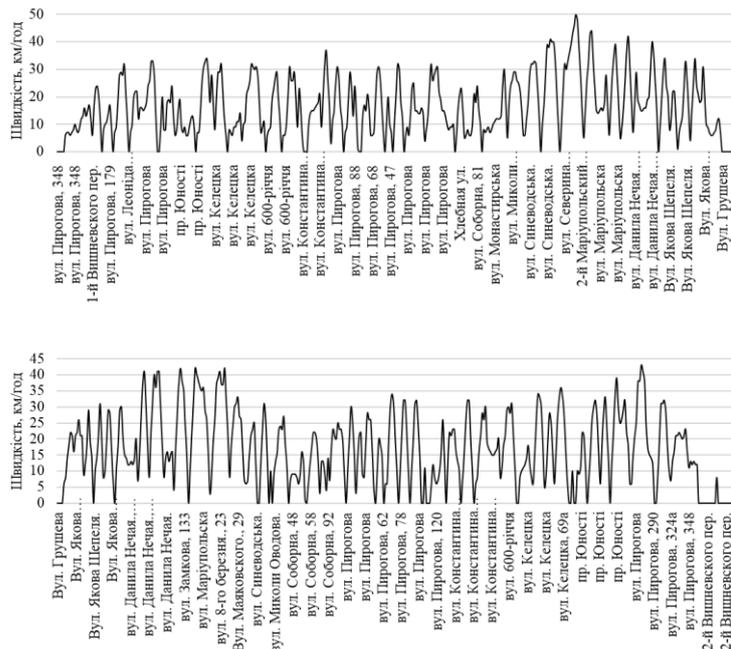


Рисунок 1 – Швидкість руху муніципального автобуса за маршрутом 7 м. Вінниця в прямому та зворотному напрямках

Зі збільшенням інтенсивності руху транспортних засобів по вулиці Пирогова, в час пік, пропускної спроможності перехрестя вулиць Пирогова та Маяковського не достатньо. Тому накопичується черга автомобілів, яка не може роз'їхатись за час одного циклу світлофора, відбувається наростання черги. Тому тут виникають затори, що спричиняє значну затримку руху транспорту. З аналізу статистичних даних GPS-трекерів встановлено, що на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова» (схема наведена на рис. 2) в часи пік значно зростає тривалість руху громадського транспорту. Тому було запропоновано на цій ділянці виділити окрему смугу для руху громадського транспорту, оскільки ширина проїзної частини (3 смуги) дозволяє це зробити, а пропускної здатності двох смуг, які залишились, є достатньо.

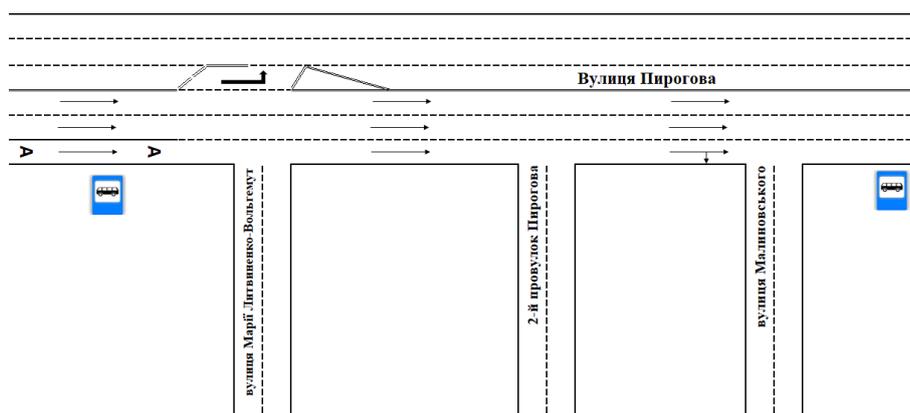


Рисунок 2 – Схема вулично-дорожньої мережі на ділянці між зупинками «Ринок «Урожай»» та «Лікарня ім. Пирогова»

Запропоновано смугу для громадського транспорту від зупинки «Ринок «Урожай» продовжити до перехрестя з вул. Малиновського (рис. 3). Смуга для громадського транспорту закінчується до перехрестя для того, щоб безперешкодно дозволити транспортним засобам виконувати правий поворот з крайньої правої смуги. Для запобігання утворення затримок громадського транспорту на світлофорі необхідно встановити табличку з зеленою стрілкою. В такому випадку при під'їзді громадського

транспорту до світлофору, транспортні засоби, які зайняли праву смугу, зможуть завершити свій маневр, та, при увімкненні зеленого сигналу світлофору, громадський транспортний засіб буде знаходитись першим перед стоп лінією.

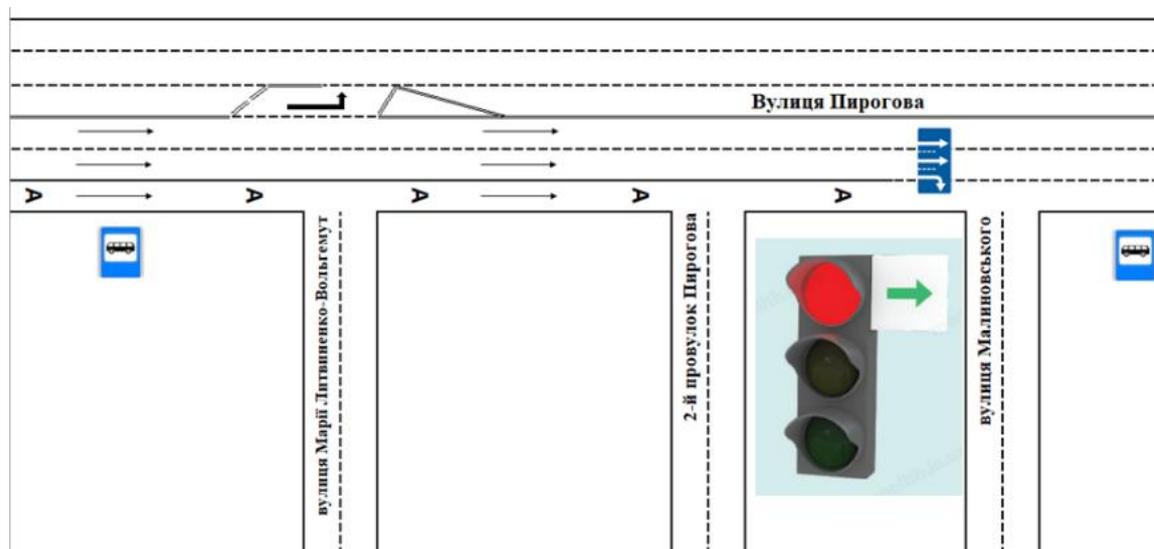


Рисунок 3 – Схема ділянки вулично-дорожньої мережі з удосконаленою організацією дорожнього руху на ділянці між зупинками «Ринок «Урожай» та «Лікарня ім. Пирогова»

Ефективність від надання пріоритету громадському транспорту по вулиці Пирогова можна визначити зменшенням затримок громадського транспорту, зменшенням забруднення навколишнього середовища та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.

Час руху по ділянці між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай» та «Лікарня ім. Пирогова» в час пік з урахуванням зупинки на світлофорі зменшиться з 8 хв до 1 хв 40 с. - 2 хв. 30 с. При цьому час руху на приватних транспортних засобах не буде зростати.

Висновки. Запропоновано на ділянці транспортної мережі між зупинкою громадського транспорту «Ринок «Урожай» та «Лікарня ім. Пирогова» виділити окрему смугу для руху громадського транспорту. Це сприятиме економії часу на рух між зупиночними пунктами до 6 хв, забезпечивши вагомий соціальний ефект, зменшення забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами та кількості спожитого палива муніципальними автобусами.

Література

1. Біліченко В. В. Комплексний підхід до вирішення існуючих проблем функціонування транспортної системи міста / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, С. В. Цимбал, Г. Ю. Тодорашко. // Наукові нотатки. – 2016. – №55. – С. 22–25.
2. Бура Р. Р. Особливості затримки в русі транспортних потоків зі значною часткою громадського транспорту / Ю. Я. Ройко, Р. Р. Бура, Б. В. Швець, Т. Б. Харчишин // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал. – 2017. – № 2(9). – С. 150–156.
3. Форнальчик Є. Ю. Моделювання транспортних потоків / Є. Ю. Форнальчик, В. В. Гілевич, І. А. Могила. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 216 с.

Гарбуз Є.С., аспірант кафедри технології
та автоматизації машинобудування
Березюк О.В., професор кафедри безпеки
життєдіяльності та педагогіки безпеки, д.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

ВПЛИВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЩІТКИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАВІСНОГО ПІДМІТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ СМІТТЕВОЗА

Для очищення дорожнього покриття як складової навколишнього середовища від забруднень застосовуються комунальні машини зі циліндричним щітковим робочим обладнанням [1]. У процесі роботи ворс циліндричної щітки інтенсивно зношується при взаємодії із робочою поверхнею, яка містить абразивні частинки [2]. Тому дослідження впливу частоти обертання циліндричної щітки на експлуатаційні характеристики навісного підмітального обладнання сміттевоза є актуальною науково-технічною задачею.

В роботі [3] наведені розрахункова схема та нелінійна математична модель роботи сміттевоза, функції якого розширено встановленням навісного підмітального обладнання [4, 5], на технологічній операції підмітання. Керування робочими органами цього обладнання здійснюється за допомогою гідравлічного приводу [6-11], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [12-16].

Автори роботи [17] встановили, що знос циліндричної щітки суттєво впливає на експлуатаційні характеристики підмітального обладнання, оскільки знос ворсу циліндричної щітки призводить до зменшення ефективності прибирання від забруднень дорожнього полотна. Пов'язано це з тим, що в процесі роботи комунальної машини під час очищення дорожнього покриття відбувається знос ворсу циліндричної щітки, при цьому змінюються її геометричні параметри і жорсткість, що безпосередньо вплине на значення зусилля притискання, необхідне для забезпечення необхідних геометричних характеристик ширини плями контакту.

Дані щодо впливу частоти обертання циліндричної щітки на величину зносу її ворсу для різних співвідношень площі контакту та тиску в контакті наведено в роботі [18].

В статті [19] встановлено закономірності впливу зносу циліндричної щітки на експлуатаційні характеристики навісного підмітального обладнання сміттевоза:

$$\Delta Y_{щц} = 0,02832X_k - 0,04836C_u + 6,822 \cdot 10^{-4}C_u X_k + 1,674 \cdot 10^{-4}C_u^2 - 4,297 \cdot 10^{-4}X_k^2 \text{ [мм]}, \quad (1)$$

$$F_{np} = e^{6,13-0,03422C_u+0,01138X_k+1,571 \cdot 10^{-4}C_u X_k+2,061 \cdot 10^{-4}C_u^2+3,497 \cdot 10^{-6}X_k^2} \text{ [Н]}, \quad (2)$$

де $\Delta Y_{щц}$ – величина деформації циліндричної щітки, мм;

F_{np} – необхідне зусилля притискання циліндричної щітки, Н;

C_u – ступінь зносу циліндричної щітки, %;

X_k – ширина плями контакту, мм.

Ступінь зносу циліндричної щітки може бути визначена за формулою

$$C_u = \frac{u}{Y_{щц}} \cdot 100\% \text{ [%]}, \quad (3)$$

де $Y_{щц}$ – початкова довжина ворсу циліндричної щітки, мм.

Закономірність зносу циліндричної щітки навісного підмітального обладнання сміттевоза від частоти її обертання виявлено в роботі [20]

$$u = 0,4593 + 1,834 \cdot 10^{-8}n^{5,6} \text{ [мм]}, \quad (4)$$

де u – знос циліндричної щітки, мм;

n – частота обертання циліндричної щітки, s^{-1} .

Підставивши формули (3), (4) в залежності (1), (2) побудуємо графіки впливу частоти обертання циліндричної щітки на експлуатаційні характеристики навісного підмітального обладнання сміттевоза, зображені на рис. 1.

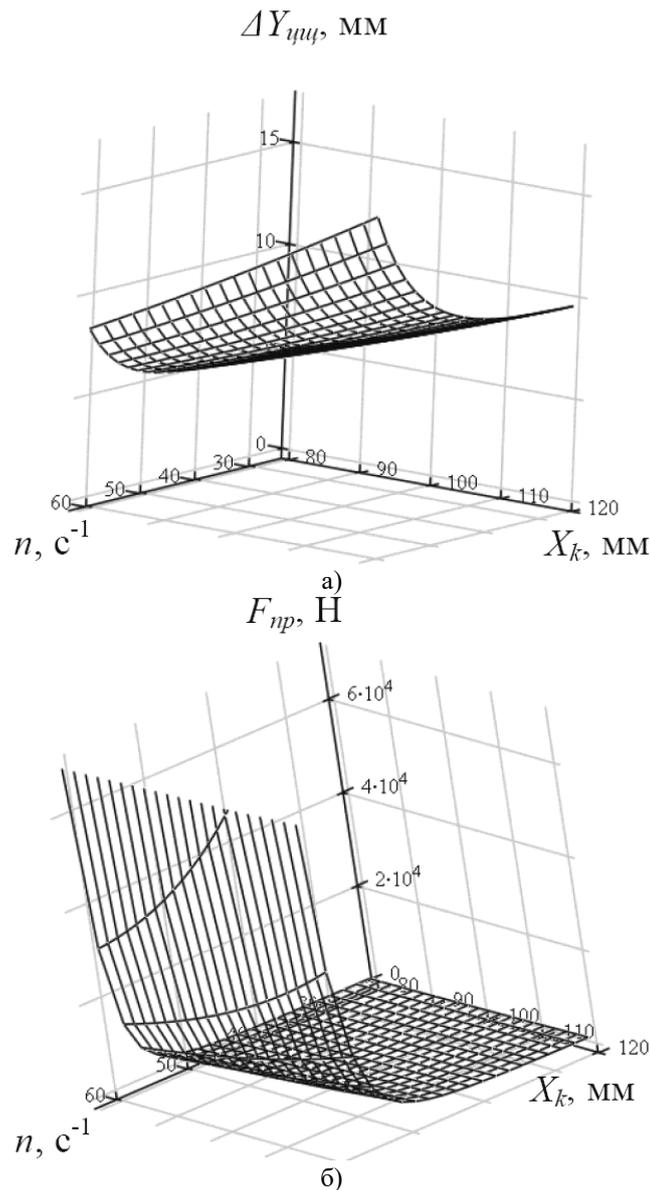


Рисунок 1 – Графіки впливу частоти обертання ЦЩ на експлуатаційні характеристики НПО сміттєвоза: величини деформації (а) та необхідного зусилля притискання (б) циліндричної щітки

Висновки. Досліджено вплив частоти обертання циліндричної щітки на експлуатаційні характеристики навісного підмітального обладнання сміттєвоза.

Література

1. Павленко О.В. та ін. Пропозиції щодо розробки єдиних підходів оцінювання функціональних властивостей підмітально-прибиральних машин вітчизняного виробництва, Вісник ХНТУ, 2021, № 4 (79).
2. Плугіна Т.В., Стоцький В.О. Задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин, Технологія приладобудування, 2014, с. 40-43.
3. Березюк О.В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів, Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2008, № 1 (5), с. 110-116.
4. Березюк О.В., Гарбуз Є.С. Огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин та навісного підмітального обладнання для сміттєвозів, Наукові праці ВНТУ, 2023, № 3, 10 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/692/658>
5. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 1, с. 3-8.
6. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці Вінницького національного технічного

університету, 2017, № 2, 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>

7. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660. DOI: 10.1007/978-3-030-22365-6_65

8. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdome V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, *Mechatronic Systems*, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148. DOI: 10.1201/9781003224136-12

9. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2022. № 16(2), с. 96-100.

10. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas University of Technology, 19 May 2017, p. 307-311.

11. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2023, № 17 (1), с. 87-91.

12. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, *Проблеми тертя та зношування*, 2015, № 3 (68), с. 45-50.

13. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, *Вісник машинобудування та транспорту*, 2015, № 2, с. 83-90.

14. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. *Informatyka, Automatyka, Pomiarzy W Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.

15. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavska O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.

16. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, *Промислова гідравліка і пневматика*, 2011, № 34 (4), с. 80-83.

17. Tsekhoosh S.I. et al. Increasing the life of the brush working equipment of a utility vehicle by using a device to control its position, *Journal of Physics*, 2020, art. 012143.

18. Lepesh A.G., Lepesh G.V., Vorontsov I.I. The method of experimental determination of the durability of the brush pile and communal cleaning equipment. *Technical and technological problems of service*, 2011, No. 16(2), p. 7-19.

19. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O., Harbuz Ye.S. Determination of the dependencies of the wear influence of the cylindrical brush on the operational characteristics of the garbage truck's mounted sweeping equipment, *Problems of Tribology*, 2023, No. 28 (4/110), p. 22-27. DOI: 10.31891/2079-1372-2023-110-4-22-27

20. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O., Semichasnova N.S., Harbuz Ye.S. Establishing the regularity of wear of a cylindrical brush of the mounted sweeping equipment of a garbage truck depending on its rotation frequency, *Problems of Tribology*, 2024, No. 29 (2/112), p. 31-36. DOI: 10.31891/2079-1372-2024-112-2-31-36

Голенко К.Е., викладач кафедри трибології,
автомобілів та матеріалознавства, к.т.н.
Диха М.О., докторант кафедри трибології,
автомобілів та матеріалознавства, к.т.н.
Вичавка А.А., викладач кафедри
трибології, автомобілів та матеріалознавства
Дитинюк В.О., старший викладач кафедри
трибології, автомобілів та матеріалознавства
Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ФРОНТАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОБУСНИХ КУЗОВІВ

Тотальне зростання маси автобусів у зв'язку з гібридизацією або повною електрифікацією приводу стимулює розвиток досліджень пасивної безпеки, ключове місце у котрій посідає фронтальний краш-тест. На відміну від проектування та виробництва автомобілів, більшість автобусних кузовів не включають у свої конструкції зони деформації. Наступні два регуляторні нормативи широко використовуються для оцінки наслідків ударних навантажень: Правила ЄЕК ООН №29 — Європейська економічна комісія ООН (UNECE R29) і Програма оцінки нових автомобілів (NCAP), яка сфокусована на легкових моделях. В рамках даного дослідження представлено підходи до формування крайових умов МКЕ-розрахунку згідно R29 та NCAP з прив'язкою до автобусів й наведено принципові особливості.

Ключові слова: UNECE R29, NCAP, фронтальний краш-тест, зони деформації, каркас кузова

Відповідно до вимог R29, виготовлений зі сталі ударний елемент (копер) з рівномірно розподіленою масою не менш ніж 1500 кг, повинен мати прямокутну форму з плоскою контактною поверхнею шириною 2500 мм і висотою 800 мм (рис. 1а). Копер вільно підвішується на двох жорстко прикріплених балках, розташованих на відстані не менше 1000 мм одна від одної. Балки не повинні мати довжину менше $r = 3500$ мм від осі підвіски до геометричного центру ударного елемента. Центр ваги ударного елемента має знаходитися на 50 мм нижче точки R сидіння водія і збігатися із поздовжньою площиною, що проходить через геометричний центр транспортного засобу. Копер повинен вдаряти по кабіні спереду у горизонтальному напрямку з енергією удару не нижче $E_k = 55$ кДж для транспортних засобів категорії N3 і категорії N2 із загальною масою понад 7,5 т (відповідає досліджуваному міському автобусу). Відтак, обертальну швидкість для прикладання до Ansys-моделі (Рис. 1а) можна розрахувати наступним чином:

$$E_k = \frac{m_k v^2}{2} = \frac{m_k \omega^2 r^2}{2}; \quad \omega = \sqrt{\frac{2E_k}{m_k r^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 55 \cdot 10^3}{m_k \cdot 3.5^2}}, \quad (1)$$

де: m_k – маса ударного елемента; ω, v – обертальна та лінійна швидкість елемента, r – радіус обертання (відстань від центру мас елемента до осі обертання).

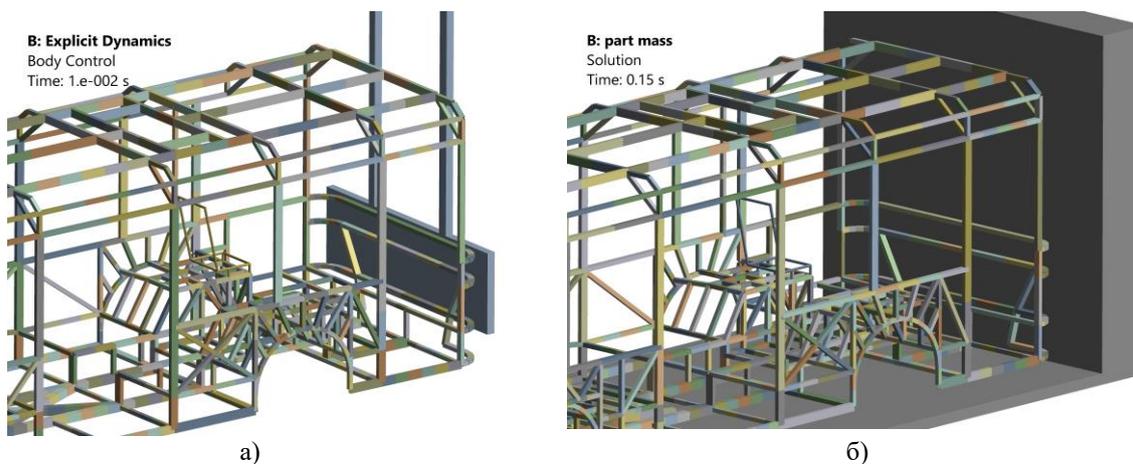


Рисунок 1. Моделі Ansys для випробувань на відповідність: а) R29; б) NCAP

Таким чином, володіючи величиною маси ударного елемента на основі його solid-моделі та густини відповідної сталі, можна розрахувати обертальну швидкість ω для прикладання до Ansys-моделі у середовищі Explicit Dynamics. У випадку з випробуваннями згідно NCAP (Рис. 1б) до моделі кузова автобуса прикладається швидкість 15556 м/с (56 км/год, що визначено нормативно Правилами) та

відповідні маси вузлів й агрегатів автобуса, групуючи їх по областях: front – елементи передньої частини (мости, рульове керування, ресивери тощо); gear – силова установка з АКПП, приводи та інші вузлу (Рис. 2); rest – решта розподілених елементів автобуса включно з облицюванням, інтер'єром тощо.

front part

- A rear part
- B front part

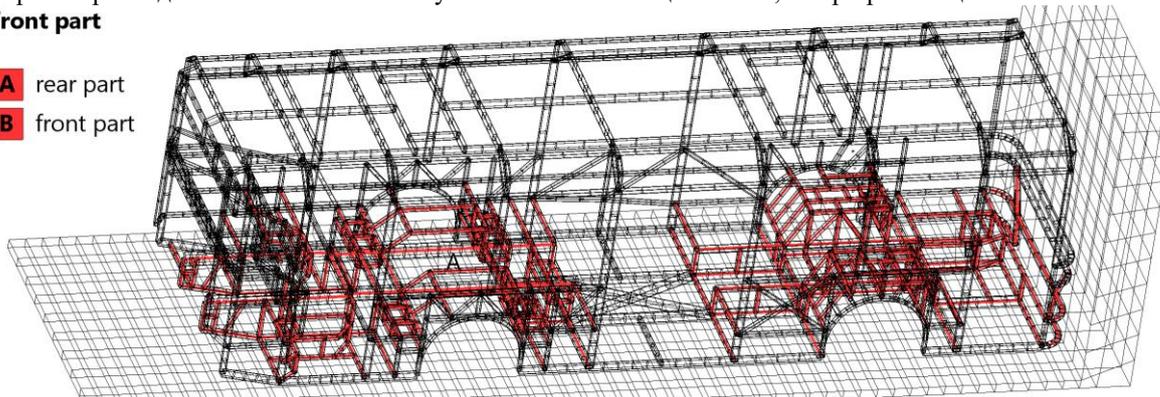


Рисунок 2. Групування мас вузлів та агрегатів Ansys-моделі кузова автобуса

Згідно з теорією поглинання енергії удару запропоновано наступну математичну модель, засновану на принципах передачі порцій енергії, коли для кожного вузла (секції шини) можна вважати, що зміну енергії E_k в секції k з часом можна представити як:

$$\frac{dE_k}{dt} = O_k - R_k - \sum_{j \neq i} M_{kj} - D_k \cdot \frac{dE_k}{dt} + L \cdot \frac{dE_{k-1}}{dt} \quad (2)$$

де: O_k – повна енергія в секції k ; R_k – відбита (reflected) енергія в секції k (деяка енергія може відбиватися на границях різних матеріалів або структур); M_{kj} – передача енергії від ділянки k до j ; D_k – коефіцієнт демпфування для секції k ; L – константа, що представляє взаємний вплив або силу зв'язку між сусідніми ділянками; $\frac{dE_{k-1}}{dt}$ – відображає вплив попередньої секції k на часовий аспект у моделі, де на швидкість зміни енергії в секції k впливає на швидкість зміни у попередній ($k-1$), що спостерігається на рис. 3б.

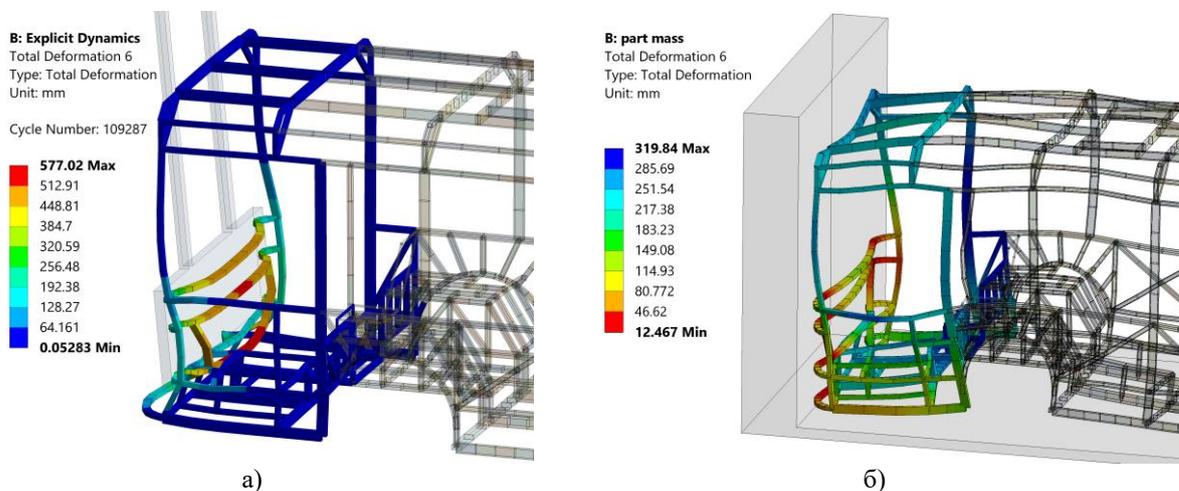


Рисунок 3. Проміжні стани деформації моделі згідно: а) R29; б) NCAP

Проаналізуємо отримані результати послідовно для кожного з режимів випробувань:

- R29 – у момент часу $t = 168$ мс досягнуто максимальних деформацій передньої частини (майже 580 мм – рис. 3а). Деформація конструкції вказує на можливу травмованість нижніх кінцівок, тазу, рук водія (рульова колонка обов'язково увійде в зону залишкового простору).
- NCAP – методика оцінки деформацій суттєво складніша, адже відбувається відскок усієї моделі кузова загалом з причини відмінного від режиму R29 локалізованого сприйняття енергії удару. Таким чином, реальні деформації потрібно заміряти не на основі карти фактичних переміщень (рис. 3б), а як різницю зміни відстані між контрольними точками, наприклад, між підвіконним брусом та кріпленням сидіння водія. В такому випадку значення деформацій у контрольних точках складають порядку 230-247 мм у найкритичніший момент часу ($t = 187$ мс). Максимальні напруження склали 477 МПа, що

знаходиться далеко за межею текучості сталі S235 ($\sigma_y = 235$ МПа) й підтверджує появу пластичних деформацій.

На відміну від приміських і міжміських автобусів, міські автобуси характеризуються меншою жорсткістю при лобовому зіткненні, що можна пояснити як мінімум двома причинами: несівна частина низькопідлогових автобусів частково перенесена з підлоги на дах, а при лобовому ударі жорсткість основи кузова є визначальною; посадка водія в міському автобусі нижча, ніж у міжміському автобусі.

Література

1. Holenko, K.; Dykha, O.; Koda, E.; Kernyskyu, I.; Royko, Y.; Horbay, O.; Berezovetska, O.; Rys, V.; Humenuyk, R.; Berezovetskyi, S.; et al. Validation of Frontal Crashworthiness Simulation for Low-Entry Type Bus Body According to UNECE R29 Requirements. Appl. Sci. 2024, 14, 5595. <https://doi.org/10.3390/app14135595>

2. К.Е. Голенко, М.О. Диха, В.О. Дитинюк, О.С. Ковтун, М.В. Гетьман, О.З. Горбай, А.В. Гай. Застосування методу J. Riera для моделювання фронтального удару кузова автобуса. Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : Міжнар. наук.-практ. конф., 22-24 листоп. 2023 р., м. Кропивницький : зб. матер. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 244 с. С. 83-85

3. Afripin, M.A.A., Zainudin, A.Z., Sahar, M.A.H.F.M., and Yusof, M., “Frontal impact on bus superstructure as per UNECE R29 and NCAP”, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. (2019): 670 012014, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/670/1/012014>

4. Jongpradist, P., Saingam, N., Tangthamsathit, P., Chanpaibool, P., Sirichantra, J., and Aimmanee, S., “Crashworthiness analysis and design of a sandwich composite electric bus structure under full frontal impact”, Heliyon. 8, no. 12 (2022): e11999, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11999>

5. Meira Jr., A.D., Iturrioz, I., Walber, M., and Goedel, F., ”Numerical Analysis of an Intercity Bus Structure: A Simple Unifilar Model Proposal to Assess Frontal and Semifrontal Crash Scenarios”, Lat. Am. J. Solids Struct. 13, no. 9 (2016), <https://doi.org/10.1590/1679-78252440>

Голуб Д.В., доцент кафедри експлуатації
та ремонту машин, к.т.н., доцент
Аулін В.В., професор кафедри експлуатації
та ремонту машин, д.т.н., професор
Кічура Р.П., аспірант кафедри експлуатації
та ремонту машин
Ювженко О.Ю., аспірант кафедри експлуатації
та ремонту машин

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦІЛЬОВИЙ ПІДХІД СИНТЕЗУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ЯК СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В процесі людської діяльності транспортного характеру можуть виникати певні проблеми. Для вирішення їх створюються технічні, організаційно-технічні та транспортно-логістичні системи [1]. Такі системи є активним засобом в цілеспрямованій діяльності людини.

Система є сукупністю елементів (предметів будь-якої природи), що знаходяться в відношеннях і зв'язках один з одним [2]. При об'єднанні елементів в систему остання набуває специфічних системних властивостей, не властивих жодному з елементів. Це інтеграційні або емерджентні властивості. Властивості системи ширші за суму властивостей складових її елементів.

Прості проблеми вирішуються у рамках простих систем, а для вирішення складних, великих проблем потрібно створення складних технічних систем (СТС) і організаційно-технічних систем (ОТС). Якщо СТС функціонує на основі організаційної роботи колективу людей, то це ОТС. Прикладами ОТС можуть бути виробничі підприємства, транспортно-логістичні системи і т.д. [3]

В основі проектування, побудови та функціонування СТС та ОТС лежить системний підхід, який передбачає вивчення об'єкта (предмета, системи, проблеми, явища, процесу) як єдиного цілого та організованої структури, з усією його повнотою та різноманіттям зв'язки між елементами [4]. Відповідно до системного підходу кожен елемент СТС повинен бути розроблений таким чином, щоб він з необхідною ефективністю сприяв досягненню загальної мети системи. Щоб краще зрозуміти сутність цього принципу можна розкрити його альтернативу як в несистемному підході, що полягає в прагненні розробляти елементи СТС як самостійні і не пов'язані між собою.

Сутність системного підходу синтезу ОТС або СТС полягає в наступному:

1. Виявляється і формулюється мета створення A_0 і функціонування системи S_B .
2. Розробник розглядає систему S_B , яку він створює, як деяку підсистему системи більш високого рангу S_0 , в якій проводиться операція. У цій системі розглядається підсистема S_A , на яку, власне, і спрямована в майбутньому дія проектованої системи (рис. 1).

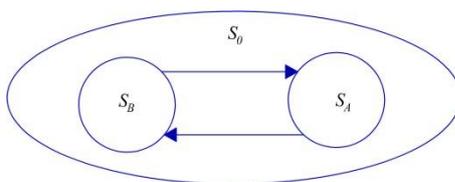


Рисунок 1 - Система S_0 в якій проводиться операція і її підсистеми S_B і S_A

3. Формуються початкові дані (ПД) і обмеження різного роду, які накладаються на систему зверху або виходячи з можливостей її реалізації. ПД і обмеження формуються на основі аналізу системи S_0 з урахуванням підсистем S_B , S_A . На початкових етапах ПД і обмеження не завжди відомі. Для їх формування необхідно проводити окремі наукові дослідження.

4. Формуються початкові вимоги T до створюваної підсистеми S_B у складі системи S_0 на основі ПД, обмежень і на основі мети A_0 створюваної системи з урахуванням її функціонування.

5. На базі цих вимог формуються орієнтовно деякі підсистеми ПС, елементи E , вибір яких здійснюється з урахуванням можливих альтернатив. При цьому необхідно погоджувати цілі підсистеми із спільною метою системи і виявляти усі наслідки і взаємозв'язки кожного рішення.

6. Вибираються критерії для формування кращих варіантів (рис. 2).

7. Здійснюється оптимізація проектування системи S_B відповідно до прийнятих критеріїв вибору, з урахуванням зворотного зв'язку. Розглядаються впливи проектних характеристик на досягнення мети з урахуванням потрібних матеріальних ресурсів і часу.

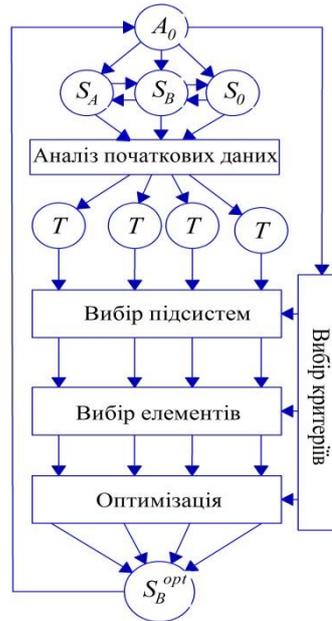


Рисунок 2 - Спрощена схема процесу синтезу моделі ОТС на основі системного підходу

Крім того, при моделюванні необхідно забезпечити максимальну ефективність моделі системи [5]. Ефективність зазвичай визначається як деяка різниця між певними показниками цінності результатів, отриманих у результаті моделювання, і тими витратами, які були закладені в її розробку і створення.

Системний аналіз рекомендує: розпочинати процес ухвалення рішень з виявлення і чітким формулюванням кінцевої мети; виявляти усі наслідки і взаємозв'язки кожного рішення; виявляти і аналізувати можливі альтернативні шляхи досягнення мети і вибирати з них найбільш ефективні.

При створенні тієї або іншої системи спочатку необхідно виділити і досить чітко сформулювати цілі, здійснення яких істотно знижує або усуває відмінність між бажаним і дійсним результатом, тобто вирішується проблема [6]. Глобальна мета, як правило, допускає декомпозицію, в результаті якої формуються взаємозв'язані часткові цілі, які, в загальному випадку, можуть бути піддані подальшому поділу на прості складові, підцілі, завдання.

Окрім кінцевої мети, існують цілі проміжні. Принцип системного підходу в цьому випадку полягає в тому, щоб проміжні цілі були підпорядковані кінцевій меті, а тому системний підхід іноді називають цільовим підходом. Причиною багатьох помилкових рішень є орієнтація на проміжні цілі, тобто коли приймаються рішення, часто забувають про кінцеву мету [7].

Виходячи з рекомендацій системного аналізу, на початковій стадії досліджень слід всебічно вивчити проблему, виявивши її: масштаби; актуальність; джерело виникнення; зв'язки з іншими проблемами; наявні ресурси для її вирішення; можливість рішення в прийнятні терміни. Результатом системного аналізу є формування системи погоджених або альтернативних цілей діяльності, спрямованої на вирішення проблеми.

Розглянемо аспекти дослідження складної технічної системи та організаційно-технічної системи. Схема, що ілюструє різні аспекти дослідження транспортно-логістичної системи спостереженням представлена на рис. 3.



Рисунок 3 - Аспекти дослідження транспортно-логістичної системи

У історичному аспекті розглядаються питання історії створення і розвитку транспортно-логістичних систем. Виділяються питання, які стали пов'язані із цими процесами і системами, які є їх прообразами.

Технічний аспект в основному і розглядає транспортно-логістичні системи. Організаційний аспект враховує практику, що склалася. При розгляді економічного аспекту слід враховувати, велику частину

технічних та транспортних систем, що повинні мати економічну ефективність, яка становить різницю між доходом від їх використання експлуатації і витратами на розробку, виробництво та експлуатацію.

На рис.4 приведено дерево показників ефективності типової транспортно-логістичної системи.



Рисунок 4 - Дерево показників ефективності транспортно-логістичної системи

Якщо розробляється транспортно-логістична система в цілому, то в якості узагальненого критерію її ефективності, як правило, набуває максимального значення економічної ефективності при обмеженнях на витрати фінансових коштів, ресурсів і часу при створенні системи, а також за наявності інших обмежень.

Показник економічної ефективності системи підраховується як різниця між доходом від її експлуатації і витратами, що включають витрати на розробку, виготовлення і установку складових частин та експлуатацію складових частин.

В якості одного з основних критеріїв ефективності системи може слугувати мінімальна вартість створення і експлуатації системи при обмеженнях на матеріальні, трудові та ін. ресурси, а також при обмеженнях за часом створення.

При розгляді фінансового аспекту слід отримати відповіді на наступні організаційно-фінансові питання. Нові технології, пов'язані з переміщенням, що поступають в народне господарство мають соціальний аспект. Філософський аспект стосується того, що з початком експлуатації транспортно-логістичних систем з'явилося багато відкриттів технологій, пов'язаних з переміщенням вантажів і пасажирів на певні відстані.

Література

1. Аулін В.В., Голуб Д.В. Методичні аспекти кількісної, якісної та часової оцінки параметрів надійності функціонування транспортних систем. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Житомир: ЖДТУ, 2018. Серія: Технічні науки, Вип. 2 (82). С. 3-10.
2. Голуб Д.В. Підвищення ефективності управління технологічним процесом доставки на основі аналізу статичних та динамічних резервів транспортної системи. Кропивницький: ЦНТУ, 2023. Вип. 7(38). Ч.1 С. 214-221.
3. Мусатенко О.В. Підвищення ефективності логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту: дис. канд. техн. наук: 05.22.01. Національний транспортний університет, Київ, 2017. 168 с.
4. Голуб Д.В., Аулін В.В., Біліченко В.В. та ін. Реалізація системного підходу при визначенні ефективності функціонування складних регіональних транспортних систем. Вісник машинобудування та транспорту №15(1), 2022. С. 6-14.
5. Голуб Д.В. Методи та підходи до моделювання ефективності цілей операцій в транспортних системах. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – Вип. 5(36). Ч.1 – С. 317-327.
6. Шпильовий І. Ф. Методичні основи управління системами міських пасажирських перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 "Транспортні системи". Київ, 2010. 23 с.
7. Голуб Д.В. Теоретична модель транспортної системи як сукупності взаємодіючих і взаємоперетворюючих елементів та підсистем. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. Вип. 5(36). Ч.2 С. 324-334.

Гриценко Н.В., доцент, к.е.н., доцент
Український державний університет залізничного транспорту

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Економічні процеси справляють глибокий вплив на розвиток транспорту, який, перш за все, покликаний сприяти економічній діяльності на національному рівні. Оскільки економіка країни стає більш розвинутою, транспортні системи стають більш інтенсивними, ефективними та складнішими. Посилення взаємозв'язку ринків вимагає розробки скоординованих стратегій поставок. Щоб забезпечити гармонійний зв'язок між розвитком транспорту та економічним зростанням, важливо створити добре інтегровану транспортну та логістичну інфраструктуру.

В даний час Україна перебуває в перехідному стані щодо застосування принципів логістики в своїх операційних процедурах.

Основна мета полягає в тому, щоб управлінський сектор у транспортній логістиці був наділений здатністю працювати та приймати рішення на основі принципів інтеграції зусиль та ефективності. Звичайно, вищезазначені завдання не обмежуються лише сферою транспортування; радше, вони також застосовні до всієї операційної діяльності організації. Формування логістичної інфраструктури, обмін інформацією, управління запасами, управління складом, обробка вантажів і пакування – все це ключові функціональні сфери в логістичній галузі [1]. Лише коли ці функціональні зони будуть об'єднані в єдину систему, вони здатні задовольнити потреби логістики.

З точки зору бізнесу, транспортна логістика існує, щоб забезпечити своєчасну, відповідну та вигідну доставку запасів у потрібне місце з найменшими загальними витратами.

Внутрішня вартість запасів залежить від їх розміщення у відповідному місці та у відповідний час, що полегшує передачу товарів від однієї організації до іншої або додавання вартості. У випадку, якщо компанія не в змозі постійно виконувати необхідні умови щодо місця та часу, вона не зможе запропонувати будь-які продукти для продажу.

Основна умова функціонування транспортної логістики, це оптимальні стратегічні вигоди, усі функціональні підрозділи повинні працювати на основі інтеграції. Успіхи в кожній із цих сфер мають сенс лише тоді, коли вони підвищують ефективність інтегрованої транспортної логістичної системи в цілому. Дійсно, реалізація стратегічних цілей будь-якого підприємства залежить від інтеграції логістичних функцій.

Інтеграція транспортної логістики розглядається як сфера знань, яка полегшує взаємодію між компанією та її клієнтами та постачальниками. Інформація передається клієнтам (і від них) у формі даних про продажі, прогнозів і замовлень. Початковим етапом руху матеріальних ресурсів є надходження цих ресурсів. Після цього запаси поступово набирають цінність і в кінці потоку передаються споживачам. Отже, в рамках цього єдиного процесу ідентифікуються два окремих компоненти: потоки запасів та потоки інформації [2,3].

У світлі прискорення міжнародної торгівлі та поточного стану європейської транспортно-логістичної системи існує нагальна потреба у створенні інтегрованих європейських транспортно-логістичних мереж і розвитку ефективної української транспортно-логістичної системи. Це сприятиме розширенню зовнішньоторговельних зв'язків і сприятиме соціально-економічному розвитку окремих регіонів і країни в цілому.

У світлі зазначених умов першочерговим завданням розвитку транспортно-логістичних систем є підвищення якості та доступності цих послуг з урахуванням як внутрішнього, так і міжрегіонального сполучення. Дії, які реалізуються шляхом формування відповідної законодавчої бази та правил здійснення перевезень з урахуванням національних інтересів, вигідні, насамперед, державі. Створення ефективної системи адміністрування транспортних процесів сприяє оптимізації адміністративних процедур і правил, що стосуються логістичних процесів, а також стимулює зростання зовнішньої торгівлі та транзитних перевезень, і звичайно прискорює інноваційні процеси у транспортному секторі країни.

Україні було б вигідно розглянути шляхи активізації участі в єврологістиці з метою збільшення транзиту через країну. Це може стати важливим фактором у підвищенні конкурентоспроможності транспортної галузі України, враховуючи, що її транзитний потенціал є значним активом. Для цього доцільно було б розглянути питання про створення в країні інтегрованих транспортних логістичних комплексів, що відповідають міжнародним стандартам, організацію відповідної вимогам системи національних транспортних коридорів, залучення як внутрішніх, так і зовнішніх (міжнародних) джерел фінансування.

За таких умов доцільним було б реалізувати заходи щодо захисту національних інтересів України в системі міжнародних транспортних коридорів.

Інтегрована транспортно-логістична система країни, розроблена як підсистема економічної системи та невід'ємна частина міжнародних транспортних систем, має потенціал для завоювання конкурентних позицій на міжнародних ринках логістичних послуг.

У світлі поточних фінансових обставин країни та унікального економіко-географічного положення України існує можливість розвивати транспортну логістику шляхом посилення транзитних можливостей країни та сприяння участі України в міжнародних транспортних і логістичних ініціативах. Однак стає все більш очевидним, що Україна стикається з проблемами у збереженні своєї позиції як транзитної країни та стикається з труднощами в тому, щоб залишатися конкурентоспроможною на міжнародному ринку транспортних послуг.

Україна та ЄС домовилися про новий формат відносин. Ця угода визначає, як Україна та ЄС працюватимуть разом над соціальними та економічними реформами. Транспорт є важливою сферою співпраці між ЄС та Україною. Головна мета – покращити транспортний сектор України та привести його у відповідність до стандартів ЄС [4].

Перспективи розвитку інтегрованої транспортної логістичної системи України є кардинальним фактором для економіки країни та міжнародної конкурентоспроможності у транспортно-логістичних послугах. Відновивши транзитний потенціал України та залучившись до транспортних проєктів ЄС, країна готова отримати серйозний поштовх. Налагодження міцних партнерських відносин з ЄС, зокрема в транспортному секторі, не тільки поглибить європейську інтеграцію, але й принесе макроекономічну стабільність і вкрай необхідний поштовх для економіки країни.

Література

1. Іртищева І. О. Структура транспортно-логістичної системи України / І. О. Іртищева, С. М. Мінакова, О. А. Христенко // Глобальні та національні проблеми економіки. - 2018. - № 4. - С. 146–149.
2. Логвинова Н.В. Шляхи розвитку транспортної системи України. 2019. URL: <http://www.dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300> (дата звернення: 11.10.2024).
3. Мохова Ю.Л. Значення транспортної галузі в системі національної економіки України. Менеджер. 2015. № 1 (69). С. 88–96
4. Співробітництво Україна – ЄС в сфері транспорту // Офіційний сайт Представництва України при Європейському Союзі та Європейському Співтоваристві з атомної енергії. URL: <http://ukraine-eu.mfa.gov.ua/ua/ukraine-eu/sectoral-dialogue/transport>.

Грицук І.В.¹, професор кафедри СТСК, д.т.н., професор,
Вербовський В.С.², старший науковий співробітник, к.т.н.,
Кальченко В.В.³, професор кафедри СТСК, д.т.н., професор,
Худяков І.В.¹, доцент кафедри СТСК, к.т.н.,
Погорлецький Д.С.¹, доцент кафедри СТСК, к.т.н.,
Черненко В.В.¹, старший викладач кафедри СТСК
¹Херсонська державна морська академія
²Інститут газу НАН України
³Національний університет «Чернігівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕДПУСКОВОЇ ТЕПЛОЇ ПІДГОТОВКИ ПЕРЕСУВНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІ КРИТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КОНТАКТНОГО ТЕПЛООВОГО АКУМУЛЯТОРА

Анотація. Показані особливості застосування контактного теплового акумулятора фазового переходу для можливого застосування в критичному об'єкті транспортного призначення. Представлені результати дослідження для теплової підготовки пересувної електростанції.

Ключові слова: контактний тепловий акумулятор, фазовий перехід, тепла підготовка, електростанція, режим, критичний об'єкт, транспорт

В ХДМА, ІГ НАНУ спільно з Національним університетом «Чернігівська політехніка» проводяться роботи щодо подальшого розвитку систем, засобів і компонентів теплової підготовки на транспорті.

Актуальність передпускової підготовки двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) в умовах низьких температур при відкритому зберіганні енергетичних установок, особливо для пересувних електростанцій критичного призначення на транспорті, не викликає сумніву. Це особливо актуально для газодизельних і газопоршневих двигунів, а також ДВЗ, що працюють на альтернативних паливах. Дослідження проводились на газодизельному електроагрегаті АГД-100С-Т400-1Р і газопоршневому двигуні 6Ч 12/14 (К-159 М2), що укомплектований генератором синхронним LSA 44.2 VS3 у складі пересувних електростанцій у безкапотному виконанні.

На сьогоднішній день існує велика кількість способів підготовки ДВЗ до роботи від розповсюджені практики роботи його протягом міжмінної стоянки до використання різного роду спеціальних нагрівачів. Однак застосування даних методів ускладнюється постійною зміною температурно-вітрового режиму, і тому доцільно поєднувати в одному засобі всі основні етапи передпускової підготовки, а саме зберігання, роботу з підтриманням режимних параметрів і утилізацію теплової енергії ДВЗ. У зв'язку із цим існує необхідність у створенні нових пристроїв, здатних забезпечити запуск ДВЗ після міжмінної стоянки в умовах низьких температур. Використання контактних теплових акумуляторів на основі теплоакуюлюючих матеріалів з фазовим переходом для утилізації тепла є найбільш перспективним рішенням [1-5].

Для ДВЗ газодизельного електроагрегата АГД-100С-Т400-1Р на першому етапі досліджень дослідним шляхом була встановлена мінімальна межа запальної дози дизельного палива, що не порушує рівномірність розподілу потужності по циліндрах – 12%, що за питомою витратою показники газодизельного процесу краще показників дизельного процесу на ~20%. Експериментально була підтверджена максимальна економічна ефективність газодизеля, що досягається при навантаженні, близькому до номінального й недостатня ефективність параметрів робочого процесу його на часткових навантаженнях. Мінімізація запальної дози дозволила скоротити витрату дизельного палива в порівнянні зі стандартним газодизельним процесом на 20-33% умовного палива (у.п.) при часткових навантаженнях і на 15-17% у.п. при номінальному навантаженні двигуна. Але всі досягнуті покращення показників дослідного ДВЗ вимагають підвищення вимог до забезпечення якості його передпускової підготовки.

Дослідження проводили, як для підтримання робочих параметрів температури, як для охолоджуючої рідини, так і для моторної оливи окремо і спільно у режимі системи теплової підготовки [6, 7].

У результаті виконаного аналізу теплової підготовки привідного двигуна газодизельного електроагрегата АГД-100С-Т400-1Р в частині масла зроблено висновок, що через масляний піддон і стінки ДВЗ губиться до 25-30 % теплової енергії, що виділяється ім в процесі роботи [1-5]. Аналогічні дані отримані і для газопоршневого двигуна 6Ч 12/14. Тому, була запропонована конструкція теплового акумулятора у вигляді контактної чохла, який кріпиться зовні ДВЗ і дозволяє утилізувати теплову енергію, що виділяється корпусними елементами його у процесі роботи, для наступного використання її для підтримання стабільної температури ДВЗ [1-7].

Загальний принцип за етапами роботи, закладений у всіх конструкціях подібного типу теплових акумуляторів, полягає в передачі теплової енергії, виділеної або заздалегідь запасеної до різних частин ДВЗ для забезпечення безпечного і безаварійного запуску після міжмінної зупинки ДВЗ. Перший етап роботи запропонованого теплового акумулятора полягає в накопиченні теплової енергії теплоакumuлюючим матеріалом. Час зарядки теплового акумулятора складає ~3,5 - 4 години, що забезпечує повну зарядку його протягом 8 - годинної робочої зміни. Другий етап складається з підтримання температури ДВЗ за рахунок накопиченої теплової енергії теплоакumuлюючим матеріалом і особливостей конструкції теплового акумулятора. У результаті цього етапу відбувається поступове охолодження ДВЗ і теплового акумулятора. Третій етап полягає в нагріванні моторної оливи і охолоджуючої рідини ДВЗ за рахунок схованої теплоти фазового переходу теплоакumuлюючого матеріалу. Температура моторної оливи і охолоджуючої рідини в результаті нагрівання підвищується з 0 до 10 °С, що дозволяє підтримати температуру моторної оливи ~10 - 15 °С протягом 8-годинної міжмінної стоянки. За результатами проведених попередніх досліджень можна зробити висновок про доцільність і ефективності запропонованого способу підтримання пускової температури ДВЗ.

В проведених дослідженнях в якості теплоакumuлюючого матеріалу контактного теплового акумулятора фазового переходу була використана суміш високомолекулярних вуглеводнів C₁₈-C₃₅ [1-5], характеристика якої представлена в табл. 1.

Таблиця 1 - Технічна характеристика теплоакumuлюючого матеріалу КТА системи теплової підготовки газопогов двигуна 6Ч 12/14 (К-159 М2) [1-5]

Найменування	Характеристика
Теплоакumuлюючий матеріал із властивостями:	парафін - суміш високомолекулярних вуглеводнів C ₁₈ -C ₃₅
Стан	твердий
Температура плавлення, °С (К)	45-52 (318- 325)
Температура кипіння, °С (К)	350 (623)
Скрита теплота плавлення, кал	35
Питома теплова енергія фазового переходу, кДж/кг	190
Теплоізолюючий матеріал	Подвійний спінений поліетилен, покритий з обох сторін двома шарами алюмінієвої фольги



Рисунок 1 - Результати дослідження КТА у режимі зберігання накопиченої теплоти від привідного двигуна при температурі оточуючого середовища +20 °С

Виходячи з особливостей умов дослідної моторної лабораторії, а саме відсутність можливості підтримувати сталі температури оточуючого середовища в широких межах, випробування складових елементів у складі системи теплової підготовки, саме контактних теплових акумуляторів (КТА) проводили тільки в лабораторії при температурі +20 °С. Використання КТА у складі системи теплової підготовки (накопичення і зберігання теплової енергії) для дослідних двигунів електростанцій в частині охолоджуючої рідини і моторної оливи дозволяє на протязі 962 хв. підтримувати температуру в межах +50±5 °С (рис. 1). Подальше заряджання КТА проводиться до +85±5 °С для накопичення теплоакumuлюючим матеріалом запасу теплової енергії. Накопичення теплової енергії відбувається в

межах 200 ± 10 хв. В подальшому потрібно проводити запуск і прогрів привідного двигуна пересувної електростанції до $+85 \pm 5$ °С. Час прогріву МО в ДГД до $+85 \pm 5$ °С аналогічний часу прогріву двигуна в комплектації штатної системи. Стандартне відхилення температури $t_{ТАМ}$ на дослідній ділянці зміни температур в процесі повного циклу розрядки теплового акумулятора відносно температури фазового переходу $t_{ТАМ}$ складає $\sigma = 5$ °С. Таке значення повністю достатньо для аналогічних вимірювань. Співставлення розрахункових даних з отриманими результатами експериментальних даних підтверджує достатню точність проведення досліджень для системи охолодження і системи мащення пересувної електростанції критичного об'єкту транспортного призначення в цілому [3-5].

Проведені дослідження свідчать про те, що двигун газодизельного електроагрегата АГД-100С-Т400-1Р і газовий двигун 6Ч 12/14 при використанні системи теплової підготовки з КТА дозволяє більш інтенсивно і більш рівномірно за висотою корпусних деталей прогрівати дослідний двигун, забезпечувати передпускову теплову підготовку без роботи двигуна в режимі х.х., швидкий післяпусковий прогрів до робочої температури і тривале зберігання накопиченої теплової енергії у міжзмінний період.

Висновки. Проведені дослідження свідчать про те, що використання контактної теплової акумулятора для привідного двигуна пересувної електростанції критичного об'єкту транспортного призначення дозволяє більш інтенсивно і більш рівномірно за висотою корпусних деталей прогрівати дослідний двигун внутрішнього згорання, забезпечувати передпускову теплову підготовку без роботи його в режимі холостого ходу, швидкий післяпусковий прогрів до робочої температури і тривале зберігання накопиченої теплової енергії у міжзмінний період.

Література

1. Гутаревич Ю.Ф. До вибору теплоакуюлюючих матеріалів теплового акумулятора збереження теплового стану ДВЗ / Гутаревич Ю.Ф., Александров В.Д., Грицук І.В., Постніков В.О., Добровольський О.С., Адров Д.С. // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Випуск 26., стор. 127-132.
2. Адров Д.С. Тепловий акумулятор як засіб підвищення ефективності пуску стаціонарного двигуна в умовах низьких температур / Д.С. Адров І.В., Грицук, Ю.В. Прилепський, В.І. Дорошко // Зб.наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2011– Випуск №27. с. 117-126
3. Грицук І.В., Романцов А.В., Ступаков Д.О., Ткаченко Ю.А., Ткачук Д.В. Особливості реалізації задачі підвищення оперативної готовності енергетичної установки портового буксиру шляхом удосконалення його теплової підготовки // Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції до Дня автомобіліста та дорожника "Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців", 23-25 жовтня 2023 р., (Посвідчення УкрІНТЕІ № 572 від «19» грудня 2022 р.), Харків, ХНАДУ, 2023, 284 с., С. 110-115
4. Патент на винахід № 103729 Україна, МПК (2013.01) F01P 3/22, B60H 1/04, B60K 11/00, «Система забезпечення оптимальних температур охолоджуючої рідини в двигуні внутрішнього згорання» Ю.Ф.Гутаревич, В.П.Матейчик, І.В.Грицук, В.П.Волков, А.О.Каграманян, П.Б.Комов, О.Б.Комов, В.Й. Поддубняк, М.І. Сергієнко, З.І.Краснокутська / (Україна); Заявник і патентовласник Національний транспортний ун-т. Державний № ua 103729; заяв.30.10.2012.; опубл.10.04.2013, Бюл. №7.-17с.:іл.
5. Патент на винахід № 106525 Україна, МПК F01P 3/22 (2013.01), B60H 1/04 (2013.01), «Система забезпечення оптимальних температур охолоджуючої рідини в двигуні внутрішнього згорання» Ю.Ф.Гутаревич, В.П.Матейчик, І.В.Грицук, В.П.Волков, А.О.Каграманян, П.Б.Комов, О.Б.Комов, В.Й. Поддубняк, М.І. Сергієнко, З.І.Краснокутська, С.А. Єрошенков, В.С. Вербовський, Д.С. Адров, Л.О. Македонська, А.П. Комов, Є.О. Комов (Україна); Заявник і патентовласник Національний транспортний ун-т, Харківський національний транспортний університет, Українська державна академія залізничного транспорту, Донецький інститут залізничного транспорту. Державний № ua 106525; заяв.16.10.2012 заявка: a2012 11919, опубл.10.09.2014, Бюл. №17.-17с.:іл.

Гупка А.Б., доцент кафедри автомобілі, к.т.н., доц.
Ляшук О.Л., перший проректор, д.т.н., проф.
Остапчук С.І., аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТЕРТЯ ТА ЗНОШЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОСПРЯЖЕННЯ

Анотація: У поданих матеріалах розглянуто основи теоретичної та прикладної трибології з акцентом на феномен самоорганізації (СО) трибоспряження у режимі граничного тертя та зношення, відомому як структурно-енергетична пристосовуваність (СЕР). Висвітлено формування дисипативних вторинних структур (ДВС), які знижують інтенсивність зношення та збільшують міцність поверхонь. Запропоновано кореляційну залежність між параметрами контактного електроопору (КЕО), триботехнічними параметрами та структурою матеріалів поверхонь тертя що дозволяє експрес-методами визначати діапазон нормального тертя та зношення. Підкреслено, що метод вимірювання КЕО є високочутливим, точним і може застосовуватися як у лабораторних, так і виробничих умовах, що сприяє розширенню єдиного банку триботехнічних даних.

Ключові слова: трибоспряження, структурно-енергетична пристосовуваність, методи контролю, трибометр, тертя та зношення.

На сучасному етапі розвитку науки про тертя та зношення необхідно якісно новий рівень знань про процеси, які протікають в зоні фрикційного контакту, нові матеріали і конструкції, які б задовольняли широкому діапазону вимог до вузлів тертя машин та механізмів. Серед основ теоретичної та прикладної трибології - феномен самоорганізації (СО) трибоспряжень.

При вирішенні практичних задач триботехніки (підбір матеріалів трибоспряжень та методів їх зміцнення, визначення оптимальних концентрацій добавок в мастило) необхідне визначення діапазону СЕР і критичних точок переходу до пошкоджуваності. У зв'язку з малими значеннями величини зносу I (в діапазоні СЕР) застосування традиційних методів його вимірювання малоефективне. Крім цього, фіксація величини I за короткий період дослідження не розкриває кінетики і взаємозв'язку процесів, які його зумовили.

Одним із найбільш чутливих кінетичних методів контролю процесів тертя та зношення являється метод вимірювання (КЕО) трибоспряження. Контролюючи основні триботехнічні показники (інтенсивність зношення I , коефіцієнт тертя μ , температуру в зоні тертя T), параметр КЕО враховує весь комплекс механічних, фізико-хімічних, термодинамічних, структурно-енергетичних явищ в зоні фрикційного контакту, інформує про кінетику зміни параметрів I , μ , T безпосередньо під час дослідження.

Фізичною основою кореляційної залежності між параметрами контактного електроопору (КЕО) та I – величини зносу, μ - коефіцієнта тертя, T – температури, являється наявність на поверхнях тертя в діапазоні СЕР оптимальних по складу, будові, дисипативних вторинних структур (ДВС) з максимальною зносостійкістю і високими діелектричними властивостями. До основних переваг даного методу відносяться також висока чутливість і точність, можливість його використання не тільки в лабораторних, а й у виробничих умовах. Висока чутливість методу звільняє від необхідності форсованих режимів дослідження, які порушують дійсну природу трибологічних взаємодій.

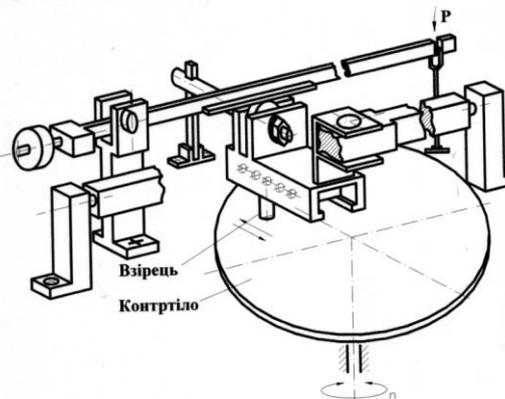


Рисунок 1. - Схема вузла тертя та механізму навантаження трибометра

Для проведення досліджень спроектовано та виготовлено спеціальну машину тертя - трибометр (рис. 1). Схема контакту диск-торець пальця, при силових параметрах навантаження в діапазонах: швидкість

ковзання $V=0,12-11\text{м/с}$, питоме навантаження $P = 0,3-35 \text{ МПа}$ з можливістю їх плавної зміни. Конструкція вузла тертя та механізму навантаження дозволяє зменшити вплив динамічних навантажень на досліджуваний зразок при перехідних процесах і реверсивному характері взаємного переміщення. Система змащування - автоматизована з можливістю подачі як рідких, так і пластичних мастил.

Як відомо існує діапазон параметрів навантаження (P, V), в якому значення I, μ, T мінімальні і стабільні, а величина КЕО - максимальна і стабільна, як результат динамічної рівноваги процесів утворення трансформації та руйнування ДВС. Це зумовлено тим, що параметри I, μ, T , КЕО являються характеристиками одного і того ж процесу (нормального тертя та зношення), одного і того ж об'єкту (ДВС). Виявлена кореляційна залежність між параметрами I, μ, T , КЕО та типом ДВС, яка дозволила розробити та експериментально підтвердити експрес метод визначення діапазону і рівня нормального тертя та зношення (рис. 2).

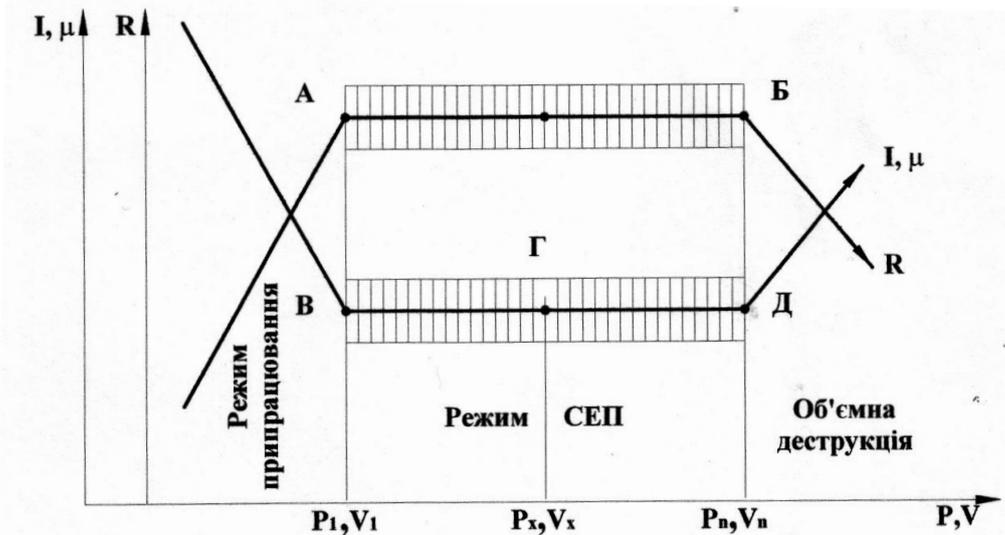


Рисунок 2 - Спосіб визначення діапазону та рівня нормального тертя та зношення

Суть методу полягає в тому, що діапазон СЕП по основних триботехнічних параметрах I, μ, T , прирівнюють до діапазону максимального і стабільного значення КЕО, а рівень даного діапазону визначають вимірюванням величини інтенсивності зносу при будь-якому значенні параметрів навантаження (P_x, V_x) (точка Г).

В діапазоні СЕП властивості ДВС, їх геометричні параметри, співвідношення площі ДВС до загальної площі досліджуваного зразка, їхній характер формоутворення та руйнування змінюється в широких діапазонах під впливом дії комплексу зовнішніх параметрів, що засвідчує про широкі можливості їх внутрішньої перебудови.

В діапазоні СЕП критерії $\Delta R, R_{\text{вих}}, \Delta t$ (рис. 3) стабільні і мінімальні (оптимальні властивості ДВС), в діапазонах припрацювання або об'ємної деструкції значення даних параметрів максимальні. Після кожного етапу навантаження ($\Delta P, \Delta V$) відбувається падіння вихідного значення КЕО ($R_{\text{вих}}$) на певну величину ΔR з подальшою його стабілізацією на іншому рівні ($R_{\text{ст}}$) через певний період часу (Δt).

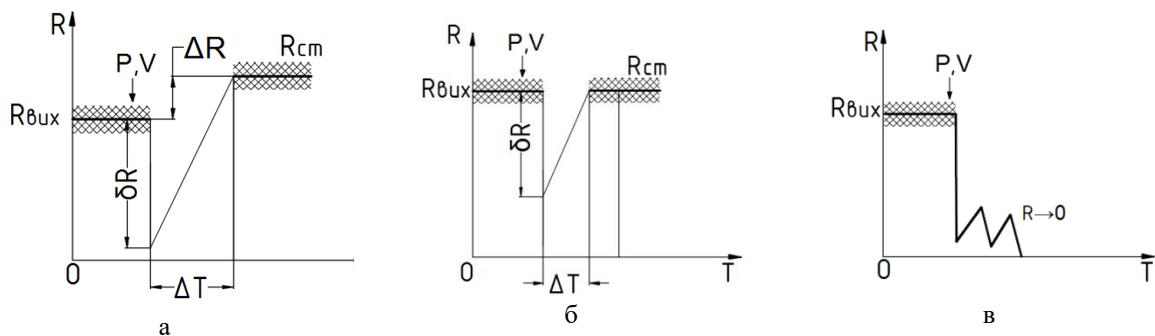


Рисунок 3. - Характер зміни параметрів $\Delta R/R_{\text{вих}}, \Delta t$ в залежності від режимів тертя та зношення: а - режим припрацювання, б - режим СЕП, в - режим об'ємної деструкції.

Існування діапазону СЕП зумовлено наявністю оптимальних ДВС завдяки динамічній рівновазі процесів їх утворення (V_y) та руйнування (V_p) (рис. 4). В режимі СЕП $V_y = V_p$ ($t_y = t_p$), в режимі об'ємної деструкції $V_y < V_p$ ($t_y > t_p$).

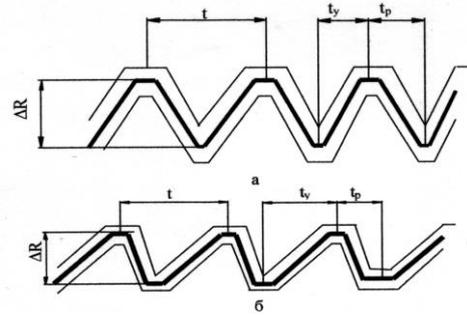


Рисунок 4 - Циклограми зміни процесів утворення, трансформації та руйнування ДВС при різних режимах тертя та зношення: *a* - режим СЕП; *б* - режим об'ємної деструкції; t_y - час утворення ВС; t_p - час руйнування ВС; t - час існування новоутворених ВС.

Запропоновано і підтверджено високочутливий метод контролю процесів тертя та зношення на основі вимірювання контактного електроопору. Даний критерій враховує весь комплекс механічних, фізико-хімічних, термодинамічних та структурно-енергетичних явищ у зоні фрикційного контакту, забезпечуючи точний та швидкий аналіз.

Література

1. Гупка А. The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria / О. Lyashuk ,, Y. Pyndus , V. Gupka , M. Sipravska , M. Stashkiv // ICCPT 2019: Current Problems of Transport : Proceedings of the 1st International Scientific Conference , May 28-29, 2019, Ternopil , Ukraine . R. - 231-237. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3387620>
2. Гупка, А. Б., Аулін, В., Стухляк, П. Д., Лещук, Р. Я., Ярема, І. Т., & Буховець, В. М. (2024). Трибологічні аспекти експлуатаційної надійності важконавантажених спряжень деталей транспортних засобів. Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції „Прикладна механіка“, 221-224.

Гусєва О.В., викладач

*Відокремлений структурний підрозділ
«Автотранспортний фаховий коледж
Криворізького національного університету»*

ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ: НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ НА СЛУЖБІ СУСПІЛЬСТВА

"Що відбувається у сфері розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів в Україні?" - нелегко. Хоча багато країн вже активно впроваджують цифрові та автоматизовані транспортні технології, у світі все ще існує значна нерівність у доступі до цих рішень. Країни, що розвиваються, стикаються з багатьма викликами, серед яких недостатня інфраструктура, обмежений доступ до новітніх технологій та відсутність належного фінансування для їх впровадження. В Україні протягом багатьох років інноваційна активність промислових підприємств залишається на вкрай низькому рівні.

Нові тенденції в розвитку транспорту та підвищення безпеки демонструють суттєвий технологічний прорив, спрямований на створення сталого майбутнього, оптимізацію руху та захист громадян. Цифровізація транспорту стосується не лише підключення автомобілів до інтернету, але й загальної інтеграції транспортних систем в єдині цифрові платформи. Сучасні автомобілі можуть отримувати інформацію в реальному часі про дорожній рух, погоду, аварії та інші фактори, що впливають на рух, завдяки системам Vehicle-to-Everything. Ця технологія дозволяє автомобілям взаємодіяти з інфраструктурою, іншими транспортними засобами та навіть пішоходами.

Автоматизація у транспорті, яка включає розробку автономних транспортних засобів, є однією з найважливіших складових сучасних інновацій. Автономні транспортні засоби застосовують комбінацію сенсорних технологій, штучного інтелекту та передових алгоритмів для незалежного управління. Існує кілька рівнів автоматизації, починаючи від базових систем допомоги водієві і закінчуючи повністю автономними транспортними засобами, такими як робо-таксі та робо-шатли. Робо-таксі та робо-шатли у містах, таких як Сан-Франциско та Токіо, активно тестуються автономні таксі, які можуть пересуватися без втручання водія. Це може стати вирішенням проблеми перевантажених міських транспортних систем. Автономні вантажні перевезення. Великі логістичні компанії вже експериментують з безпілотними вантажівками, які можуть здійснювати далекі перевезення більш ефективно, ніж традиційні вантажівки з водіями.

Автономне водіння дозволяє значно підвищити безпеку на дорогах. За даними McKinsey, автономні транспортні засоби можуть знизити кількість аварій на 90%, адже більшість аварій спричинені людськими помилками, як неуважність чи втома. Крім того, автоматизація знижує витрати на перевезення, що особливо важливо для логістичних компаній та транспортних систем у великих містах.

Важливою складовою цифровізації транспорту є екологічна складова. У глобальному масштабі транспортна галузь є одним із найбільших джерел викидів парникових газів. Використання електромобілів, гібридних технологій та систем оптимізації використання палива, що стали можливими завдяки цифровим технологіям, допомагає суттєво скоротити рівень викидів CO₂. Для багатьох країн, що розвиваються, де проблема забруднення повітря є гострою, такі рішення можуть значно покращити екологічну ситуацію. Крім того, зменшення використання викопного палива сприятиме досягненню кліматичних цілей, встановлених міжнародними організаціями.

Окрім цього, цифрові транспортні системи дозволяють поліпшити безпеку на дорогах, що є особливо актуальним. Наприклад, в країнах ЄС використання системи eCall, яка автоматично викликає екстрені служби у разі аварії, вже стало стандартом і допомогло врятувати чимало життів.

Ще однією важливою причиною для глобального впровадження цифрових та автоматизованих транспортних технологій є економічна ефективність. Інтеграція таких систем дозволяє оптимізувати логістичні процеси, знизити витрати на перевезення та скоротити час доставки товарів. Автоматизовані вантажні перевезення, наприклад, можуть значно покращити ефективність міжнародних торгових шляхів, зменшити залежність від людських ресурсів і підвищити продуктивність.

Незважаючи на численні переваги цифровізації та автоматизації транспорту, існує ряд викликів, що можуть суттєво стримувати їхнє впровадження на глобальному рівні. Ці виклики пов'язані з технічними, економічними, соціальними та політичними аспектами, які потребують вирішення для того, щоб досягти масової інтеграції нових технологій у транспортну галузь.

Однією з головних перешкод для впровадження цифрових і автоматизованих транспортних технологій є відсутність належної інфраструктури. Для роботи інтелектуальних транспортних систем потрібна розвинута мережева інфраструктура, що дозволяють автомобілям взаємодіяти з дорожньою інфраструктурою, іншими транспортними засобами та системами контролю руху.

Впровадження нових транспортних технологій вимагає створення належної правової бази. Це стосується як стандартів безпеки для автономних транспортних засобів, так і нормативного регулювання

відповідальності у випадках ДТП за участі таких машин. Законодавство ще не готове до повної інтеграції автономних транспортних засобів у суспільство. Наприклад, законодавці не завжди готові до визначення відповідальності в аварійних ситуаціях за участю автономних машин: чи буде відповідати власник, виробник автомобіля, чи компанія-розробник програмного забезпечення.

Крім того, існують проблеми з узгодженням міжнародних стандартів. Наприклад, автономні транспортні засоби, розроблені в одній країні, можуть не відповідати законодавчим нормам іншої.

Зростаюча цифровізація транспорту робить його вразливим до кібератак. Збої у функціонуванні транспортних мереж або втручання хакерів можуть призвести до катастрофічних наслідків для безпеки на дорогах. Автономні транспортні засоби, які використовують системи штучного інтелекту та підключені до інтернету, можуть стати ціллю для кіберзлочинців, що викликає побоювання щодо захисту інформаційних систем.

Громадська довіра до автоматизованих транспортних засобів залишається на низькому рівні. Попри розвиток технологій, багато людей все ще побоюються автономних машин через непередбачуваність їхньої поведінки та можливі технічні несправності. Щоб переконати суспільство в надійності та безпеці таких транспортних засобів, потрібен час, а також успішні приклади впровадження без серйозних інцидентів.

Таким чином, впровадження цифрових та автоматизованих транспортних технологій є складним завданням, яке вимагає вирішення не тільки технічних і фінансових проблем, але й соціальних, етичних та правових питань. Щоб новітні технології стали невід'ємною частиною транспортної системи України на глобальному рівні, уряди, підприємства та суспільство повинні спільно працювати над подоланням цих викликів. Це часто відлякує від швидкого впровадження новітніх технологій, особливо в країнах зі слабкою економікою, де бюджетні обмеження не дозволяють інвестувати в інновації.

Щоб уряди країн могли ефективно подолати недоліки у впровадженні цифрових і автоматизованих транспортних технологій, необхідно реалізувати низку заходів у кількох ключових напрямках.

Для подолання технічних бар'єрів уряд мають інвестувати в створення та модернізацію цифрової інфраструктури: розгортання мереж 5G для забезпечення стабільного зв'язку між транспортними засобами та інфраструктурою, розвиток інфраструктури IoT для інтеграції інтелектуальних транспортних систем та інших смарт-рішень у міста, створення зарядних станцій для електромобілів і забезпечення їх доступності, що також сприяє переходу на екологічні транспортні засоби.

Для того щоб подолати фінансові та економічні труднощі, уряд повинні: надати субсидії та пільгові кредити для компаній, які займаються розробкою або впровадженням автоматизованих транспортних технологій, залучати приватні інвестиції шляхом державно-приватного партнерства для розвитку транспортної інфраструктури, підтримувати малий і середній бізнес, допомагаючи підприємствам модернізувати свої транспортні засоби та процеси через програми підтримки інновацій.

При удосконаленні законодавства та міжнародної співпраці необхідно створити правову базу для впровадження нових технологій: оновлення законодавства, яке регулює автономні транспортні засоби, включаючи питання відповідальності під час аварій, впроваджувати однакові правила для автономних транспортних засобів у різних країнах, регулювати кібербезпеку шляхом розробки стандартів захисту даних і інформаційних систем., що включають регулярний аудит і моніторинг ризиків, розробити плани дій у випадку атак на автономні транспортні системи, щоб мінімізувати можливі наслідки.

У сучасних умовах, незважаючи на наявні недоліки, впровадження цифрових та автоматизованих транспортних технологій є необхідністю для розвитку економіки і суспільства. Ці технології не лише сприятимуть підвищенню безпеки на дорогах, але й забезпечать ефективніше використання ресурсів, зменшать викиди в атмосферу та покращать зручність для громадян.

Інвестування в ці сфери — це інвестиція в майбутнє країни, яка дозволить підвищити конкурентоспроможність на глобальному рівні. Розвиток інфраструктури сприятиме створенню нових робочих місць і допоможе адаптувати економіку до нових реалій. Крім того, уряди, залучаючи приватні інвестиції та впроваджуючи правові норми для захисту кібербезпеки, зможуть мінімізувати ризики, пов'язані з автоматизацією.

У підсумку, ці інновації відкривають двері до більш стійкого, безпечного та ефективного майбутнього для транспортної галузі нашої країни.

Література

1. Москаленко, В. Цифрові технології в транспортному секторі: нові горизонти та виклики. Київ: Університет транспорту, 2020
2. Шевченко, О. Автоматизація транспорту: технології та перспективи. Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2019
3. Дмитренко, А., Коваленко, Т. Транспортні системи України: стан та розвиток. Львів: Видавництво ЛНУ, 2021
4. Петренко, В. "Кібербезпека в умовах цифровізації транспортних систем". Технічний прогрес у транспорті, 2022, с.88-94.
5. Задорожній, О. Кібератаки та безпека в транспортному секторі: сучасні загрози та рішення. Одеса: Одеська академія, 2022
6. Кузьміна, Н. Екологічні аспекти автоматизації транспорту. Київ: НТУУ "КПІ", 2020

Дембіцький В.М., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доцент
Лукановський Д.О., магістр
Луцький національний технічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОСЛУГ З РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Система технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки кардинально відрізняється від системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Сучасний етап розвитку таких систем характеризується такими особливостями, що технічні впливи здійснюються в місці базування сільськогосподарської техніки. Тобто фактично персонал, який здійснює обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки, приїжджає до замовника. Такий підхід з однієї сторони характеризується значною економією коштів на переміщення сільськогосподарської техніки, з другої сторони вимагає від підприємства-виконавця побудови оптимальної логістичної структури, з метою забезпечення виконання максимальної кількості замовлень.

Проблема належної організації системи технічного обслуговування і ремонту наявна, про що свідчать роботи [1 – 6].

Під час проведення досліджень за основу обрано ТОВ «Компанія ЛАН», яка надає послуги по технічному обслуговуванню ,ремонту та діагностуванню сільськогосподарської техніки. Зазначена компанія охоплює Західний регіон України, а також Одеську і Миколаївську області. Головний офіс розташований в м. Тернопіль. Філії, розташовуються в обласних центрах зазначених регіонів, і мають працівників, які власне і здійснюють технічні впливи ,відповідно до замовлень. Для прикладу філія Волинської області має в своєму розпорядженні два технічних спеціаліста ,які повинні охопити всю область. За необхідності, у випадку значної кількості замовлень, до їх виконання можуть залучатися фахівці із сусідніх філій. Особливістю роботи спеціалізованої сільськогосподарської техніки є сезонність, коли може різко зростати кількість замовлень. Зважаючи на площу, яку повинні охопити фахівці філії, значним ризиком є неможливість вчасно надати послуги замовнику, через відсутність вільних працівників. Отож метою даних досліджень є побудова логістичної системи обслуговування сільськогосподарської техніки.

Оскільки, виконання замовлень здійснюється за заявками, які надходять на головний офіс, в даному випадку доцільно використати положення теорії масового обслуговування, а саме представити процес виконання замовлень як багатоканальну систему масового обслуговування із обмеженою чергою. В даному випадку обмеження черги встановлено, з врахуванням того факту, що замовник не готовий до безмежного очікування через сезонність, погодні та інші фактори. В даному випадку задачу можна представити наступним чином.

Підприємство здійснює технічне обслуговування, ремонт та діагностування сільськогосподарської техніки. На підприємство надходить потік заявок інтенсивністю λ . На підприємстві є n працівників, які виконують замовлення. Середній час виконання замовлень, з врахуванням часу на доїзд до замовника становить t год. Кількість заявок, які очікують обмежена і становить m . Граф станів системи наведено на рисунку 1. Яка мінімальна кількість працівників необхідна, щоб більше 95 % заявок обслуговувалися?

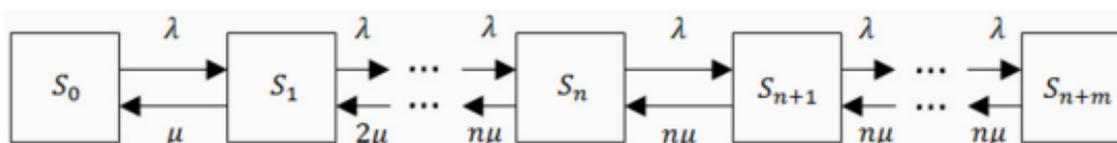


Рисунок 1 – Граф станів СМО з чергою

Для вирішення поставленої задачі необхідно, використовуючи положення теорії масового обслуговування, необхідно визначити фінальні ймовірності станів системи, а також середню кількість зайнятих працівників.

Розв'язок поставленої задачі здійснено за методикою наведеною у [7]. Результати розрахунків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку мінімально необхідної кількості працівників.

Кількість працівників	Кількість заявок, які очікують обслуговування	Інтенсивність потоку заявок, 1/год	Час обслуговування, год	Ймовірність, що заявка буде виконана	Середня кількість задіяних працівників
1	5	6	4	0,604	1,1
2	5	12	4	0,631	2,7
3	5	12	4	0,936	2,8
4	5	12	4	0,960	2,9
5	5	12	4	0,99	3,0
6	5	12	4	0,99	3,0

За результатами розрахунків встановлено, що з метою виконання не менше 95 % замовлень, при усіх інших незмінних параметрах, мінімально необхідна кількість працівників становить 4. При цьому середня кількість працівників, задіяних у виконанні замовлень становитиме 3. При збільшенні кількості заявок, які очікують обслуговування в два рази, мінімально необхідна кількість працівників становитиме 3, а при відсутності заявок в черзі, мінімально необхідна кількість працівників становить 6.

Висновки. За результатами проведених досліджень, встановлено, можливість застосування теорії масового обслуговування для формування структури підприємства, яке здійснює обслуговування сільськогосподарської техніки. Зокрема, при представленні системи, як багатоканальна система з чергою та здійсненні розрахунків визначено мінімально необхідну кількість працівників, ймовірності того, що заявка буде виконана. Такий підхід, зважаючи на особливості надходження заявок для підприємств описаного типу, дозволяє формувати динамічну структуру, яка забезпечить максимальну ефективність функціонування підприємства.

Література

1. Барабаш Р. І. Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ : дис. ... канд. техн. наук. : 05.05.11. Львів, 2021. 218 с.
2. Лівіцький О. М. Підвищення надійності автотракторної техніки елементно-модульною системою технічного обслуговування і ремонту: автореф. дис. ... канд. техн. наук. : 05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту ; наук. кер. В. В. Аулін; Харків, 2021. 23 с.
3. Titova, L. L. (2023). ENGINEERING MANAGEMENT OF MONITORING THE TECHNICAL READINESS OF GRAIN HARVESTER ON EFFICIENCY OF ITS MACHINE USE. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (4 (50)), 127-136. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.4.19>
4. Лівіцький, О. М. Вдосконалення технічного сервісу автотракторної техніки в умовах агропромислового виробництва / О. М. Лівіцький // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – Вип. 4 (35). – С. 189–197.
5. Камишанов В.В. Розвиток агротехнічного сервісу в умовах ринку / В.В. Камишанов, Т.В. Федуняк // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/portal/chem-biol/nvnau/2010-146/10kvv.pdf>
6. Аулін, В., Гриньків, А., Лисенко, С., Лівіцький, О., Головатий, А. і Дьяченко, В. (2020) «Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (3(17)), с. 101-110. doi: 10.37700/enm.2020.3(17).101-110.
7. Теорія випадкових процесів : навчальний посібник : у 2 ч. / С. В. Коломієць ; Державний вищий навчальний заклад «Українська академія банківської справи Національного банку України». – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2013. – Ч. II. – 103 с.

Дембіцький В.М., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доцент
Боярський Н.Р., магістрант
Пасічник К.М., магістрант
Губарик Ю.С., магістрант
Луцький національний технічний університет

ПИТОМІ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Сучасний стан інфраструктури автомобільного транспорту в Україні характеризується значною часткою незалежних приватних підприємств автомобільного сервісу. Проведений аналіз свідчить, що протягом останніх 10 років, частка приватних підприємств, які надають послуги з технічного обслуговування та ремонту зменшилася з 95 до 92 % (за даними [1]). В переважній більшості випадків такі підприємства автомобільного сервісу функціонують як незалежні станції технічного обслуговування. Відсутність комплексного підходу до розробки технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту, а також відсутність, як такого технологічного розрахунку на етапі проектування підприємств призводить до ряду проблем під час їх функціонування. Крім того на ефективність функціонування підприємств автомобільного сервісу значно впливає конструкція, технічний стан, умови експлуатації рухомого складу. На сьогоднішній день під час технологічного розрахунку станцій технічного обслуговування автомобілів використовують нормативи, зокрема питомі трудомісткості робіт, розроблені у 1990-х роках минулого століття [2], [3], [4], [5], [6], [7].

Здійснюючи аналіз досліджень щодо трудомісткостей робіт технічного обслуговування і ремонту автомобілів можна відмітити роботи [8], [9], [10], [11]. Зважаючи на сучасні конструкції автомобілів, сучасну підходи до організації технічного обслуговування і ремонту автомобілів, реальні умови їх експлуатації, відмічено необхідність проведення досліджень щодо визначення пимих трудомісткостей на технічне обслуговування і ремонт.

Значення питомих трудомісткостей технічного обслуговування і ремонту автомобілів збиралися на основі статистичної інформації на підприємствах м. Луцьк ТОВ «Автоконцепт» та ТзОВ «Автоцентр Захід» по автомобілях марок Toyota, Mitsubishi, Volkswagen (див. табл. 1 та табл. 2).

Визначені трудомісткості розподілені за видами впливу: технічне обслуговування, поточний ремонт, діагностування. Діагностування виокремлено, як окремий вид впливу, оскільки у великій кількості випадків під час надходження заявки на підприємство автосервісу залишається єдиним видом впливу.

Таблиця 1 – Питомі трудомісткості технічного обслуговування та ремонту деяких автомобілів.

№ з/п	Марка автомобіля	Модель автомобіля	Питомі трудомісткості, люд.год/1000 км			
			ТО+ПР+Д	ТО	ПР	Д
1	Toyota	Corolla, 1,6	0,206	0,182	0,023	0,001
2		Highlander 3,5	0,242	0,182	0,022	0,038
3		Rav 2,5	0,210	0,184	0,014	0,012
4		Hillux 2,8	0,270	0,239	0,031	–
5		LC200 4,4	0,286	0,227	0,059	–
6		LC200 4,6	0,242	0,204	0,039	0,001
7	Mitsubishi	L-200, 2.4 DI-D, МКПП, 4x4	0,509	0,197	0,306	0,006
8		Pajero Sport, 2.5 TD, МКПП, 4x4	0,481	0,481	–	–
9		L-200, 2.4 DI-D MT	0,522	0,475	0,042	0,005
10		Outlander NEW,	0,484	0,277	0,201	0,006
11	Volkswagen	Polo Sedan, 1,6	0,253	0,015	0,231	0,007
12		Crafter, 2,0	0,221	0,121	0,200	–

Таблиця 2 - Частка робіт з технічного обслуговування і ремонту в загальній питомій трудомісткості для деяких автомобілів

№ з/п	Марка автомобіля	Модель автомобіля	Питомі трудомісткості, люд.год/1000 км		
			ТО	ПР	Д
1	Toyota	Corolla, 1,6	88,3	11,2	0,5
2		Highlander 3,5	75,2	9,1	15,7

№ з/п	Марка автомобіля	Модель автомобіля	Питомі трудомісткості, люд.год/1000 км		
			ГО	ПР	Д
3		Rav 2,5	87,6	6,7	5,7
4		Hillux 2,8	88,5	11,5	–
5		LC200 4,4	79,4	20,6	–
6		LC200 4,6	84,3	16,1	0,4
7	Mitsubishi	L-200, 2.4 DI-D, МКПП, 4x4	38,7	60,1	1,2
8		Pajero Sport, 2.5 TD, МКПП, 4x4	100,0	–	–
9		L-200, 2.4 DI-D МТ	91,0	8,0	1,0
10		Outlander NEW,	57,2	41,5	1,2
11	Volkswagen	Polo Sedan, 1,6	5,9	91,3	2,8
12		Crafter, 2,0	54,8	90,5	–

За результатами проведених досліджень встановлено, що питомі нормативи технічного обслуговування сучасних автомобілів менші до 10 разів, ніж нормативи зазначені в ОНТП 01-91. Відповідно, застосування нормативів, наведених в ОНТП 01-91 призводить, в кінцевому результаті, до значних розбіжностей між плановими та фактивними показниками діяльності підприємства автомобільного сервісу.

Висновки. За результатами проведених досліджень, становлено, що фактична частка робіт по технічному обслуговуванню становить 50...90 %, що значно перевищує нормативні значення вказані в ОНТП 01-91, які становить 30...40 %. Встановлено, що потребують суттєвого перегляду нормативи технологічного проектування з метою приведення їх до фактичних трудомісткостей робіт.

Література

1. Державна служба статистики України. Кількість діючих суб'єктів господарювання за видами економічної діяльності з розподілом за кількістю зайнятих працівників. [Електронний ресурс] <https://www.ukrstat.gov.ua/> Дата звернення 08.10.2024.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування автотранспортних та авторемонтних підприємств» для студентів ступеня магістра спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання 2018. URL: https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2019/11/Metodychne-zabezpechennya_ATP.pdf (дата звернення 04.10.2024).
3. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни „Організація автосервісу” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 „Автомобільний транспорт” / Укладачі: В. Авер'янов, Д. Шматко – Кам'янське: ДДТУ, 2023. - 76 с.
5. Курніков І.П., Короткое В.К., Токаренко В.М. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту: Навчальний посібник.- К.: Вища школа, 1993.-191 с.
6. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Проектування автотранспортних підприємств та станцій технічного обслуговування» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»/ уклад.: І.В. Шепеленко, М.В. Красота, І.Ф. Василенко, Р.А. Осін. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 41 с.
7. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, С. О. Романюк, Є. В. Смирнов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 182 с.
8. Визначення норм часу на технічне обслуговування транспортного засобу для формування трудомісткості робіт. Дембіцький В.М. Павлюк В.І. Луцький національний технічний університет 2020. URL:<https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/388/378> (дата звернення 05.10.2024).
9. Аналітичні дослідження визначення трудомісткостей проведення технічного обслуговування середньорозмірних кросоверів Шаповал М.В., Вірченко В.В., Скорик М.О. 2022. URL: <https://reposit.nupr.edu.ua/bitstream/PoltNTU/10912/> (дата звернення 05.10.2024).
10. Аналіз тривалості та трудомісткості технічного обслуговування і ремонту військової автомобільної техніки. Будяну, Р. Г. (2016). Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки", (1(48)), 22–28. URL: [https://doi.org/10.26642/tn-2009-1\(48\)-22-28](https://doi.org/10.26642/tn-2009-1(48)-22-28) (дата звернення 04.10.2024).
11. Шаповал М.В. Визначення трудомісткостей ГО нових легкових автомобілів / М.В. Шаповал // Тези 76-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (Полтава, 14 трав. – 23 трав. 2024 р.). – Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2024. – Т. 1. – С. 281–282.

Довбиш А.П., викладач кафедри «Автомобільний транспорт», к.т.н.
Смець Б.В., викладач кафедри «Автомобільний транспорт», к.т.н.
Мельничук С.В., завідувач кафедри «Автомобільний транспорт», к.т.н., доцент
Рябчук О.П., завідувач кафедри загально-технічних дисциплін, к.с.г.н
Житомирський агротехнічний фаховий коледж

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТРУБЧАСТОГО СКРЕБКОВОГО ЛАНЦЮГОВОГО КОНВЕЄРА ПРИ ЗАВАНТАЖУВАННІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ПРОДУКЦІЄЮ

При завантажуванні автомобільного вантажного транспорту різноманітною сипучою продукцією використовують різноманітні машини і засоби, техніко-економічна ефективність використання яких суттєво відрізняється. Для зменшення травмування насамперед насіннєвого матеріалу пропонується використовувати трубчасті ланцюгові конвеєри, які для збільшення їхньої ефективності використання можуть одночасно з навантаженням автотранспорту поєднувати процес сепарації насіннєвого вороху.

На даний час проектування та розрахунок транспортно-технологічних механізмів проводиться за типовими схемами без врахування особливостей та специфіки виробництва, зокрема сільськогосподарського.

При розрахунку конструкцій конвеєрів слід враховувати, що їх собівартість залежатиме від типу виробництва, вартості купівлі чи виготовлення окремих конструктивних елементів, (приводів, редукторів, запобіжних чи пружних муфт, передач, робочих органів, жолобів, елементів керування, розвантаження, з'єднувальних та опорно-поворотних тощо), а також вартості складання самих конвеєрів.

Визначення собівартості будь-якого конвеєра можна здійснювати за формулою:

$$C_B = k_{тр-з} \times \sum_{n=1}^m B_n + \sum_{r=1}^t C_r + \sum_{y=1}^o C_y + k_{допл} \times k_{дод} \times k_{нар} \times C_3 \times T_h \quad (1)$$

де $k_{тр-з}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, $k_{тр-з} = 1,05 \dots 1,15$; B_n – вартість стандартних конструктивних елементів, що закуповуються (електродвигунів, редукторів, елементів керування тощо), грн.; C_r – собівартість типових конструктивних елементів (КЕ), що виготовляються із сортового металопрокату (жолобів, елементів розвантаження, з'єднувальних та опорно-поворотних елементів тощо), грн.; C_y – собівартість оригінальних КЕ (робочих органів, спеціальних муфт тощо), грн.; m, t, o – відповідно кількість стандартних, типових і оригінальних КЕ, шт.; $k_{допл}$ – коефіцієнт доплат, $k_{допл} = 1,25 \dots 1,3$; $k_{дод}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати основних робітників, $k_{дод} = 1,03 \dots 1,1$; $k_{нар}$ – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування, $k_{нар} = 1,38 \dots 1,39$; C_3 – середньозважена погодинна тарифна ставка основних робітників, які зайняті складанням конвеєра, грн.; T_h – трудомісткість складання і налагодження конвеєра, нормогод.

Стандартні конструктивних елементів закуповуються на ринку чи напряму в заводів-виготовлювачів (електродвигуни, редуктори, елементи керування, силові кабелі тощо). Розрахунок виробничої собівартості типових конструктивних елементів напряму пов'язаний із матеріальними витратами на їх виготовлення й укрупнено визначається за формулою:

$$C_r = k_{сер} \times k_{вв} \times k_{тр-з} \times m_M \times \Pi_M - m_B \times \Pi_B \quad (2)$$

де $k_{сер}$ – коефіцієнт серійності, що враховує обсяги виготовлення КЕ, для одиничного виробництва: $k_{сер од} = 1,25 \dots 1,5$, для серійного виробництва: $k_{сер с} = 1,01 \dots 1,25$, для масового виробництва: $k_{сер м} = 1$; $k_{вв}$ – коефіцієнт, що враховує відношення витрат при виготовленні КЕ: виробнича собівартість / витрати на матеріали, $k_{вв} = 1,35 \dots 2$; m_M – маса сортового металопрокату, який використовується для виготовлення КЕ, кг; Π_M – усереднена ціна сортового металопрокату, грн.; m_B – маса відходів з металопрокату, кг; Π_B – усереднена ціна відходів з металопрокату, грн.

Часткові рішення при визначенні собівартості окремих видів конвеєрів є наступними (у приведених формулах вартість запобіжних чи пружних муфт є стандартними, але слід враховувати, що вони можуть бути також і типовими чи оригінальними конструктивних елементів):

- визначення собівартості трубчастого скребкового конвеєра (ТСК) можна проводити за формулою:

$$C_{ТСК} = k_{тр-з} \times (B_{нТСК1} + B_{нТСК2} + B_{нТСК3} + B_{нТСК4}) + C_{rТСК5} + C_{rТСК6} + C_{rТСК7} + i_{ТСК} \times C_{rТСК8} + C_{rТСК9} + k_{допл} \times k_{дод} \times k_{нар} \times C_3 \times T_h \quad (3)$$

де $B_{нТСК1}$ – вартість приводу (електродвигуна), грн.; $B_{нТСК2}$ – вартість редуктора, грн.; $B_{нТСК3}$ – вартість запобіжної (пружної) муфти, грн.; $B_{нТСК4}$ – вартість елементів керування, грн.; $C_{rТСК5}$ –

собівартість жолоба, грн.; C_{rTCK6} – собівартість елементів розвантаження, грн.; C_{rTCK7} – собівартість з'єднувальних та опорно-поворотних елементів, грн.; i_{TCK} – кількість передач (спеціальних зірочок з кріпленням), шт.; C_{yTCK8} – собівартість передач, грн.; C_{yTCK9} – собівартість робочого органу ТСК, грн.

Для прикладу розглянемо насіннєвий зерновий матеріал. При використанні пневматичних та гнучких гвинтових конвеєрів для перевантаження насіння його пошкодження відбувається в межах 1,4...5%. Найменше травмування насіннєвого матеріалу відбувається при його перевантаженні по криволінійних траєкторіях трубчастими скребковими конвеєрами - 0,57...0,7%. При розрахунках ми нехтуємо подальшими втратами, які будуть викликані недоотриманням врожаю, що пов'язано з внесенням в ґрунт пошкодженого насіння. Результати укрупнених розрахунків втрат насіння при транспортуванні, які пов'язані з травмуванням, з врахуванням їх усередненої ціни.

Запропоноване техніко-економічне обґрунтування нових конструкцій скребкових конвеєрів на основі їх порівняльної оцінки з типовими представниками машин, які здійснюють однотипні операції та запропоновано розроблену методику їх інженерного проектування.

На основі проведених досліджень встановлено, що трубчасті скребкові конвеєри, в порівнянні з іншими конвеєрами забезпечують зменшення коефіцієнту травмування зерна у 1,5...2 рази, при цьому на процес травмування найбільше впливає перевищення швидкості руху конвеєра.

Встановлено, що використання сепаруючого бункера дозволяє до відсіювати 70-90% домішок, що запобігає засмічуванню трубопровода дрібнодисперсними відходами на криволінійних траєкторіях та знижує на 10- 20% енергоємність процесу транспортування.

Література

1. Фришев С. Г. Загальний курс транспорту: навч. посібник / С.Г. Фришев, І.І. Мельник, С.М. Бондар: за ред. проф. С. Г. Фришева. — Ніжин : Вид-во «Аспект-поліграф», 2007. — 162 с.
2. Вергун М. Г. Транспортний процес в АПК : навч. посібник / М. Вергун. — Житомир : Вид-во «Житомирський нац. агрокол. ун-т», 2009. — 192 с.
3. Довбиш А.П. Обґрунтування параметрів трубчастого конвеєра із сепаруючим бункером: кандидатська дисертація. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2020. 195 с.
4. Створення та модернізація транспортно-технологічних механізмів машин і обладнання: монографія / О.Л. Ляшук та ін. Тернопіль: ФОП ПАЛЯНИЦЯ В.А., 2019. 167 с.
5. Рудзінський В.В., Маяк М.М., Мельничук С.В., Рябчук О.П., Рябчук П.О. Транспортні технології в АПК: проблеми і перспективи. – Матеріали XII науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту». – Вінниця, ВНТУ, 21-23 жовтня 2019 р. – с. 148-150.

Дьяченко В.О., викладач вищої категорії
Відокремлений структурний підрозділ
Автотранспортний фаховий коледж
Криворізького національного університету

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІШОХОДІВ У КРАЇНАХ ЄС І УКРАЇНИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ МІРИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ БЕЗПЕКИ

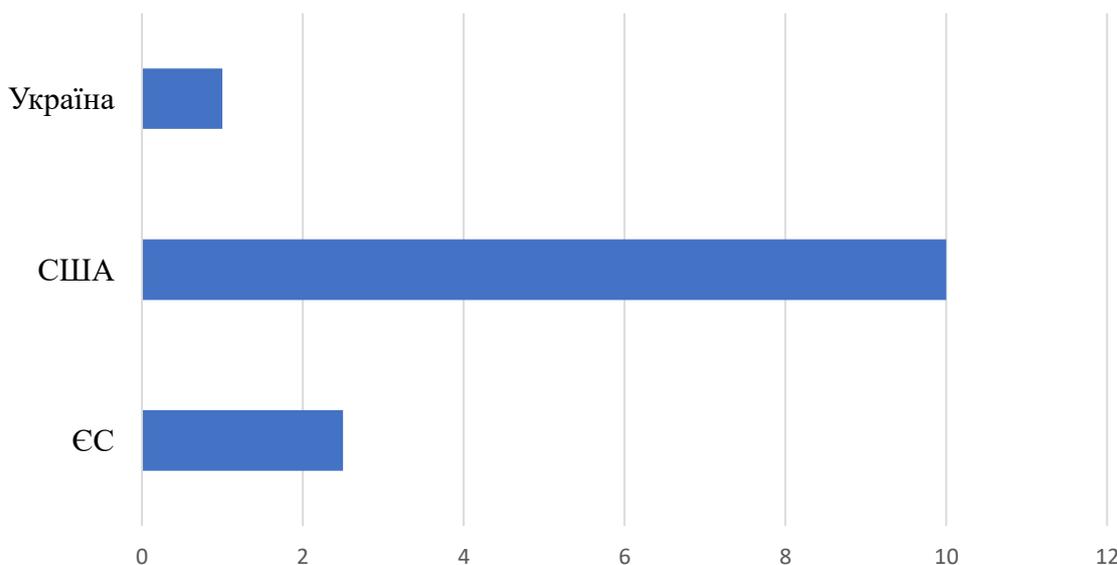
Щороку тисячі людей гинуть, намагаючись перейти дорогу в США, що робить безпеку пішоходів важливою політичною проблемою в містах і селах різного розміру. Саме тому місцеві транспортні служби активно обговорюють питання проєктування та будівництва пішохідних переходів з урядовцями.

Згідно з останнім звітом асоціації пішоходів України, частка смертей пішоходів серед усіх загиблих у дорожньо-транспортних пригодах зросла на 4,6%.

За даними дослідження, опублікованого в журналі *The Journal of Transport and Land Use*, місця з високим рівнем загибелі пішоходів — це дорожні коридори довжиною близько 1 км, де частота смертельних випадків від зіткнень з транспортними засобами є значною. Такі ділянки частіше розташовуються поблизу комерційних зон, мають обмеження швидкості понад 50 км/год і обслуговують понад 25 000 автомобілів на день.

Що стосується вартості життя, в Європі вона оцінюється в 2-5 млн євро, у США — 4-10 млн доларів, а в Україні життя вважається безцінним. Проте за оцінками, витрати для держави становлять від 10 до 20 млн гривень.

Вартість життя внаслідок ДТП



Щорічні втрати від ДТП на дорогах і вулицях України становлять близько 2 трлн гривень, що еквівалентно приблизно 1000 будинкам, в кожному з яких проживає 1000 осіб.

Безпека дорожнього руху в Україні (за кількістю смертей) значно нижча, ніж у США, в 2 рази, і в 5 разів нижча, ніж у Німеччині. При цьому рівень автомобілізації в Україні становить близько 250 автомобілів на 1000 осіб, тоді як у США — 797, а в Німеччині — 572.

Пішоходи гинуть в Україні набагато частіше: у 7 разів частіше, ніж у США, і в 11 разів частіше, ніж у Німеччині. Водії з пасажирами стикаються з ризиком загибелі відповідно в 1,6 рази та в 4 рази менше. Таким чином, безпека автомобілістів в Україні значно вища, ніж у пішоходів.

У міських умовах безпека значно знижена, оскільки пішохід, який важить в середньому в 20 разів менше за автомобіль, не має належного захисту (немає металевої оболонки, ременів або подушок безпеки). При зіткненні з автомобілем на швидкості 100 км/год пішохід може відлетіти на 50 м, а на швидкості 50 км/год — лише на 15 м.

Вулиця та дорога мають принципові відмінності: дорога призначена виключно для руху моторизованих учасників дорожнього руху, тоді як вулиця містить проїжджу частину для автомобілів, іноді — для пішоходів, а також тротуар, який служить лише для пішоходів. Можуть бути також смуги

для велосипедистів. Тому проектування вулиць повинно враховувати потреби найбільш уразливих учасників дорожнього руху.

Серед можливих заходів для підвищення безпеки пішоходів можна виділити: адміністративні (штрафи), організаційні (управління рухом), конструктивні (архітектурні рішення вулиць) та пропаганду безпечної поведінки на дорозі. Штрафи у Німеччині порушення швидкісного режиму загалом у 6 разів вище, ніж в Україні, не враховуючи пунктів. Джерело Німеччина вибрано через низький рівень смертності на дорогах, що свідчить про ефективну систему безпеки дорожнього руху. Країна інвестує значні кошти в дослідження та розробки в цій сфері, що дозволяє постійно оновлювати нормативи та впроваджувати нові рішення.

Також враховуються різноманітні фактори, які впливають на поведінку пішоходів, що допомагає розробляти ефективні стратегії безпеки. Німеччина має схожу структуру міст, що дозволяє використовувати успішний досвід для покращення безпеки дорожнього руху в інших країнах.

Організація дорожнього руху є важливою для забезпечення безпеки на дорогах і оптимізації роботи вулично-дорожньої мережі. Щодо швидкісного режиму, варто враховувати гальмівний шлях, ризики та принципи обмеження швидкості.

Нерегульовані пішохідні переходи (НПП) мають високий рівень аварійності: в Україні 10% всіх ДТП з пішоходами трапляються на НПП, з яких 7% є смертельними. Для порівняння, у Німеччині ці показники значно нижчі — лише 2% з ДТП на НПП, з яких 0,4% смертельні.

Нерегульовані пішохідні переходи дійсно часто характеризуються вищим рівнем аварійності, особливо за неналежного обладнання. Це підкреслює важливість правильної організації дорожнього руху та проектування переходів.



Недавнє дослідження, яке використовує дані автономних автомобілів, показує, як безпілотні транспортні засоби взаємодіють з пішоходами та велосипедистами. За 1500 годин даних з США, Німеччини та України виявлено, що:

Повороти праворуч є особливо небезпечними для пішоходів, оскільки водії можуть не помітити пішоходів, які переходять дорогу.

Повороти ліворуч становлять більшу загрозу для велосипедистів, оскільки водії можуть не бачити їх під час маневру.

Ці висновки підкреслюють необхідність посилення заходів безпеки на перехрестях, таких як використання додаткових сигналів, виділених смуг для велосипедистів та підвищення освітленості. Правильне обладнання нерегульованих переходів може значно знизити ризик аварій за участю вразливих учасників дорожнього руху.

Принципи безпеки для нерегульованих пішохідних переходів включають створення чіткої видимості, належне освітлення та позначення переходів. Світлофори відіграють важливу роль у підвищенні безпеки дорожнього руху, забезпечуючи комфортні умови для всіх учасників.

Закон тяжіння пішохода вказує на те, що рішення перейти дорогу на червоний сигнал може залежати від часу очікування, ширини проїжджої частини та інтервалу між автомобілями.

Порівняння умов руху на регульованих пішохідних переходах для автомобілістів і пішоходів можна оцінити через рівень обслуговування. Наприклад, якщо середній час очікування для автомобілів становить 70 секунд, а для пішоходів — 30 секунд, це вказує на перевагу автомобілістів у певних ситуаціях.

Підземні пішохідні переходи можуть забезпечувати безпеку від автомобільного руху, але мають низький рівень соціального захисту, оскільки ризики крадіжок або обману в таких місцях вищі. Трамвайні зупинки також можуть бути небезпечними, особливо якщо їхнє розташування не є чітким або видимим для пішоходів.

В Німеччині ситуація з трамвайними зупинками більш продумана: вони або повністю відокремлені від проїжджої частини, або мають світлофори, які зупиняють рух автомобілів під час зупинки трамвая. Це значно знижує ризик для пішоходів, які виходять на проїжджу частину, і підвищує загальний рівень безпеки дорожнього руху.

Заходи безпеки для літніх пішоходів є важливою складовою інфраструктури міст. Врахування особливостей руху цієї категорії пішоходів може значно знизити ризик аварій. Транспортні відділи рекомендують враховувати середню швидкість переміщення 3 м/с при розрахунку часу для перетину перехрестя. Якщо на певних переходах регулярно пересуваються люди, які ходять повільніше або користуються інвалідними візками, варто зменшити цю швидкість до 1 м/с. Дослідження показують, що 96% літніх людей переміщуються повільніше 1 м/с, що вказує на необхідність корекції стандартів.

Покращення інфраструктури можна досягнути дотримуючись певних вимог :

- Підняті розділові смуги: Острівці у центрі дороги забезпечують безпечне місце для зупинки пішоходів при перетині ширших доріг.
- Тристоронні перехрестя: Вони менш складні у навігації та безпечніші для літніх пішоходів.
- Насадження: Вулиці, обсажені деревами, чітко визначають межі проїжджої частини та тротуарів, що допомагає пішоходам.

Пішохідні переходи справді можуть бути ефективними для безпеки молодших пішоходів, тоді як літні люди часто виявляють обережність, уникаючи переходів у небезпечних місцях. Це вказує на те, що літні пішоходи потребують особливої уваги при проєктуванні дорожньої інфраструктури.

Безпечні умови для літніх пішоходів:

1. Мотивація переходу: Літні люди можуть бути менш схильні до переходу через дорогу, якщо це здається небезпечним. Важливо створити середовище, яке заохочує їх використовувати пішохідні переходи, включаючи добре освітлені та чітко позначені переходи.

2. Естетика і функціональність: Декоративні пішохідні переходи можуть залучати молодших пішоходів, але їхня ефективність для літніх людей може бути обмежена. Замість цього, функціональність та безпека мають бути на першому місці.

3. Технологічні рішення:

- Освітлення: Яскраве освітлення переходів може суттєво підвищити їх видимість вночі.
- Відеокамери: Можуть допомогти контролювати ситуацію на переходах і виявляти потенційні ризики.

- Знаки: Додаткові попереджувальні знаки можуть нагадувати водіям про наближення пішоходів, особливо на завантажених дорогах.

Ці заходи не лише покращують безпеку, а й підвищують довіру пішоходів до дорожньої інфраструктури.

Мета підвищення безпеки пішоходів полягає у зменшенні економічних втрат для країни та зниженні стресових ситуацій, що, в свою чергу, сприяє підвищенню рівня добробуту, здоров'я та довголіття населення.

Література

1. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA).
2. Pedestrian Safety: A Review of the Literature.
3. World Health Organization (WHO).
4. Pedestrian Safety: A Review of the Literature.
5. Стандарти ЄС щодо захисту пішоходів та практичні аспекти їх застосування в Україні.

**Єфіменко Н.А., професор кафедри
інформаційно-вимірювальних технологій, д.с.н., професор**
Єфіменко В.С., студент
Державний університет «Житомирська політехніка»

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Вступ. При математичному моделюванні процесів, для яких характерна багатокритеріальність класичні методи точного кількісного аналізу завдань виявляються недостатніми через слабку структурованість і невизначеність їх параметрів.

Для вирішення завдань контролю якості надання послуг на автотранспортному підприємстві (АТП) в умовах багатокритеріальності і невизначеності даних пропонується концепція дворівневого підходу в їх моделюванні. Ця концепція полягає в наступному:

- розробка загальної схеми дворівневого моделювання і вибір чисельних методів її реалізації;
- розробка моделі нижнього рівня, тобто моделювання початкових даних і параметрів завдання на базі апарату інтервальної математики, теорії ймовірності та математичної статистики, а також аналізу. Таким чином, на нижньому рівні здійснюється моделювання початкових даних для моделі верхнього рівня;
- розробка моделі верхнього рівня, тобто формулювання і дослідження векторної задачі з нечіткими або інтервально заданими параметрами, які були отримані на нижньому рівні моделювання. Математична модель верхнього рівня – це модель теорії оптимізації, на базі якої будується і обґрунтовується найбільш доцільне рішення поставленої задачі.

За допомогою дворівневого моделювання здійснимо процес моделювання вибору і ухвалення стратегії моніторингу якості технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

На нижньому рівні моделювання здійснюється структуризація експертної інформації про те, що є у розпорядженні АТП (трудові, технічні ресурси). На верхньому рівні моделювання формулюється і досліджується завдання знаходження альтернативних проектів підвищення якості технічного обслуговування та ремонту автомобілів і вибір кращого з них. Математична постановка цієї задачі представляє собою векторну задачу про досконалі поєднання в 3-дольному 3-однорідному гіперграфі.

Моделювання на нижньому рівні.

Наприклад, запропоновано чотири види робіт, що виконуються на підприємстві по технічному обслуговуванню і ремонту транспортних засобів:

- поточний ремонт автомобілів;
- переобладнання автомобілів;
- діагностика стану автомобілів;
- технічне обслуговування автомобілів.

Для розгляду пропонується чотири форми організації підприємств. Це агрегатно-дільнична форма; комплексна форма; операційно-постова форма; агрегатно-зональна форма.

Метою АТП є найбільш якісне задоволення потреб споживачів з урахуванням можливостей АТП. Таким чином, побудова стратегії організації роботи АТП базується на векторних оцінках наступних трьох вимог:

- оцінка послуг, які надає АТП;
- оцінка потреб споживачів;
- оцінка існуючих ресурсів АТП.

На базі кожної з цих векторних оцінок формується інтегральна оцінка відповідно показника привабливості послуг, які пропонуються (P), показника їх споживчої якості (S) і якість виконаних робіт на підприємствах з відповідною формою організації (Q).

Вказане формування оцінок проводиться викладеним нижче методом аналітичної ієрархії (Analytic Hierarchy Process – АНР) що набув в даний час широкого поширення.

Перевагою методу АНР є те, що він може застосовуватися в тих випадках, коли експерти або особи, що ухвалюють рішення, не можуть дати абсолютні оцінки альтернатив по критеріям і користуються слабкішими порівняльними вимірюваннями. На нижньому (першому) рівні ієрархії АНР фахівці відділу маркетингу (експерти) використовуючи шкалу відносної важливості, попарним порівнянням розставляють коефіцієнти важливості для кожного рівня ієрархії: критерії – альтернативи. Відмітимо, що рівні відносної важливості приведені до числових значень (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала відносної важливості	
Рівень відносної важливості	Кількісне значення
Рівна важливість	1
Помірна перевага	3
Істотна або сильна перевага	5
Значна велика перевага	7
Дуже велика перевага	9

Далі обчислюються коефіцієнти важливості кожного рівня і підраховується показник якості кожної альтернативи. Опис реалізації етапів методу АНР представимо на конкретному прикладі груп критеріїв, що відносяться до кожної з трьох вимог і конкретних експертних оцінках рівнів відносної важливості.

Комісія з контроль якості надання послуг розглядає послуги, що пропонуються на АТП H_j , $j = 1 \dots m$, ($m = 4$):

- H_1 – поточний ремонт автомобілів.
- H_2 – переобладнання автомобілів.
- H_3 – діагностика стану автомобілів.
- H_4 – технічне обслуговування автомобілів.

Також визначені критерії АТП:

- K_1 – економічність процесу виконання робіт;
- K_2 – прибутковість з проведених робіт;
- K_3 – термін виконання робіт;
- K_4 – трудомісткість робіт.

За допомогою експертів Компанії, використовуючи шкалу відносної важливості заповнюється табл.

2.

Таблиця 2

Матриця порівнянь критеріїв АТП

Критерії	K_1	K_2	K_3	K_4	Власний вектор	Вага w_i
K_1	1	1/3	3	1/3	0,760	0,151
K_2	3	1	5	1	1,968	0,391
K_3	1/3	1	1	1/3	0,340	0,067
K_4	3	1	5	1	1,968	0,391

Відзначимо, що критерії «прибутковість з проведених робіт K_2 » і «трудомісткість робіт K_4 » мають для АТП рівну важливість, помірно перевершують по важливості критерій «економічність процесу виконання робіт K_1 » і істотно перевершують критерій «термін виконання робіт K_3 ».

Для розрахунку коефіцієнтів важливості критеріїв необхідно обчислити власний вектор матриці, обраховуючи корінь n -го ступеня (n – розмірність матриці порівнянь) з добутку елементів кожного рядка а потім шляхом нормування елементів власного вектору матриці визначаються коефіцієнти важливості або ваги критеріїв w_i , $i=1, n$,

Так само розраховується відносна важливість v_{ji} кожної послуги H_j по кожному з критеріїв K_i , $j = 1 \dots m$, $i = 1 \dots n$ (табл. 3).

Таблиця 3

Відносна важливість послуг по критерію K_1 економічність процесу виконання робіт

Послуги	H_1	H_2	H_3	H_4	Власний вектор	Вага v_{j1}
H_1	1	1/5	3	3	1,16	0,23
H_2	5	1	5	5	3,34	0,65
H_3	1/3	1/5	1	1/3	0,39	0,08
H_4	1/3	1/5	3	1	0,2	0,04

Наступним етапом здійснюється визначення якості кожної альтернативи. Для цього використовуючи метод аналітичної ієрархії, необхідно провести синтез отриманих коефіцієнтів важливості. Необхідні обчислення здійснюються за формулою:

$$S_j = \sum_{i=1}^N w_i \cdot v_{ji} \quad (1)$$

де S_j – показник якості j -ої альтернативи; w_i – вага i -го критерію; v_{ji} – важливість j -ої альтернативи по i -й послугі;

Для чотирьох варіантів послуг проведені обчислення, які дозволяють провести розрахунок показників P_j привабливості послуг для АТП:

$$\begin{aligned} P_1 &= 0,151 \cdot 0,23 + 0,391 \cdot 0,57 + 0,067 \cdot 0,22 + 0,391 \cdot 0,12 = 0,320 \\ P_2 &= 0,151 \cdot 0,65 + 0,391 \cdot 0,26 + 0,067 \cdot 0,57 + 0,391 \cdot 0,06 = 0,261 \\ P_3 &= 0,151 \cdot 0,08 + 0,391 \cdot 0,06 + 0,067 \cdot 0,10 + 0,391 \cdot 0,56 = 0,261 \\ P_4 &= 0,151 \cdot 0,04 + 0,391 \cdot 0,11 + 0,067 \cdot 0,11 + 0,391 \cdot 0,26 = 0,158 \end{aligned} \quad (2)$$

В результаті опиту і анкетування споживачів фахівцями АТП (експертами) виділені наступні споживчі критерії від яких залежить якість C_i (табл. 4).

- C_1 – методи виконання робіт;
- C_2 – кваліфікація персоналу;
- C_3 – швидкість виконання робіт;
- C_4 – обладнання для виконання робіт.

Таблиця 4

Матриця порівнянь споживчих критеріїв C_i

Критерії C_i	C_1	C_2	C_3	C_4	Особистий вектор	Вага w_i
C_1	1	3	3	5	2,590	0,499
C_2	1/3	1	1	1/5	0,508	0,098
C_3	1/3	1	1	1/7	0,467	0,090
C_4	1/5	5	7	1	1,627	0,313

Критерій « C_1 – методи виконання робіт» істотно перевершує критерій « C_4 – обладнання для виконання робіт» і помірно перевершує критерії « C_2 – кваліфікація персоналу;» і « C_3 – швидкість виконання робіт». При цьому розрахунок компонент власного вектору і коефіцієнтів важливості критеріїв, тобто ваги w_i здійснюється аналогічно описаному вище розрахунку.

Оскільки АТП для контролю якості виконуваних послуг може застосовувати будь-які з чотирьох видів технічного контролю (суцільний, вибірковий, безперервний, періодичний), то існує L_j , $j=1...16$ можливих комбінацій виконуваних послуг з використанням певного виду технічного контролю: $j=1$ – поточний ремонт автомобілів з використанням суцільного технічного контролю; $j=2$ – поточний ремонт автомобілів з використанням вибіркового технічного контролю; $j=3$ – поточний ремонт автомобілів з використанням безперервного технічного контролю; $j=4$ – поточний ремонт автомобілів з використанням періодичного технічного контролю; $j=5$ – переобладнання з використанням суцільного технічного контролю; $j=6$ – переобладнання автомобілів з використанням вибіркового технічного контролю; $j=7$ – переобладнання автомобілів з використанням безперервного технічного контролю; $j=8$ – переобладнання автомобілів з використанням періодичного технічного контролю; $j=9$ – діагностика стану автомобілів з використанням суцільного технічного контролю; $j=10$ – діагностика стану автомобілів з використанням вибіркового технічного контролю; $j=11$ – діагностика стану автомобілів з використанням безперервний технічного контролю; $j=12$ – діагностика стану автомобілів з використанням періодичного технічного контролю; $j=13$ – технічне обслуговування автомобілів з використанням суцільного технічного контролю; $j=14$ – технічне обслуговування автомобілів з використанням вибіркового технічного контролю; $j=15$ – технічне обслуговування автомобілів з використанням безперервного технічного контролю; $j=16$ – технічне обслуговування автомобілів з використанням періодичного технічного контролю;

Висновки. Запропонована математична модель контроль якості надання послуг АТП дозволяє визначати відносні оцінки важливості необхідних критеріїв для вибору найбільш пріоритетних видів робіт, враховуючи форму організації виробництва для технічного обслуговування та ремонту автомобілів, використовуючи диференціальний та інтегральний критерії оцінки якості виконаних робіт, економічність процесу виконання робіт, трудомісткість робіт, термін виконання робіт, прибутковість з проведених робіт, методи виконання робіт; кваліфікацію персоналу; швидкість виконання робіт; обладнання для виконання робіт. Ця модель базується на оцінках рівнів відносної важливості кожного критерія.

**Захарчук В.І., професор кафедри автомобілів
і транспортних технологій, д.т.н., проф.
Прохорук І.М., магістрант кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Онуфрук С.О., магістрант кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Нечипоренко М.С., магістрант кафедри
автомобілів і транспортних технологій**
Луцький національний технічний університет

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МОТОРНИХ ПАЛИВ

У роботі розглянуто методологічні підходи до вибору та використання альтернативних моторних палив замість бензинів та дизельного палива з урахуванням різних факторів. Зроблено спробу виконати класифікаційне порівняння показників альтернативних моторних палив.

Ключові слова: автотранспортний засіб, двигуни внутрішнього згорання, енергоекологічна оцінка, альтернативне паливо.

Нині значимість заміни моторного палива нафтового походження іншими альтернативними паливами займає чільне місце у забезпеченні енергетичної та екологічної безпеки багатьох країн.

При розробці та використанні палив-замінників оцінними критеріями можуть бути: природні ресурси палив-замінників; сумарні (за весь життєвий цикл) негативні впливи на довкілля; технологічна (енергетична) сумісність; теплотворність та межі займистості горючих сумішей; детонаційна стійкість або займистість; енерговитрати виробництва та використання; тривалість зберігання, ККД отримання та використання; корозійна активність; безпека та тривалість експлуатації та ін.

Тому нижче представлені матеріали, пов'язані з розробкою методологічних основ вибору та використання альтернативних моторних палив. З урахуванням зазначених вище оціночних критеріїв найбільш значущими паливами-замінниками є природний газ (у стиснутому (СПГ) та зрідженому видах (СкСПГ)), зріджений нафтовий газ (ЗНГ), композиційні рідкі палива з використанням багатофункціональної спиртоєфірової суміші, біогаз, синтетичні палива, включаючи диметиловий ефір (ДМЕ), воднопаливні емульсії (ВПЕ) та ін.

Первинними енергетичними ресурсами отримання композиційних палив є нафта, вугілля, природний газ, горючі сланці, а отримання біопалив – олійна рослинність (біомаса), мінерали, органічні відходи, які у нашій країні є у достатній кількості.

З іншого боку, сучасні екологічні вимоги ставлять перед дослідниками вимоги, пов'язані з розробкою нових методологічних рішень щодо їх вибору та використання з відповідними оціночними критеріями у всіх стадіях життєвого циклу (видобуток, переробка, зберігання, транспортування, експлуатація, утилізація).

При цьому слід пам'ятати про те, що вибір та використання різних моторних палив у свою чергу зумовлює відповідні конструктивно-технологічні рішення щодо систем живлення, запалення, а також за програмами управління двигуна в цілому.

Загалом виконання сучасних енергоекологічних вимог до альтернативних палив має базуватися на застосуванні методів:

- розробки науково-обґрунтованих екологічно чистих замінників/добавок моторних палив з урахуванням впливу різноманітних факторів;
- комплексної (інтегральної оцінки) можливих конструктивно-технологічних рішень повної (часткової) заміни моторного палива.

Дані матеріали можуть бути методологічною основою (наукова сутність, методи і методика, що використовуються, принципи досліджень) даного наукового напряму.

Зазвичай дослідження цього напряму пов'язані з неповною постановкою завдання, тобто. дається об'єкт дослідження та умови вибору (рішень) і при цьому потрібно визначити або встановити правила вибору, які відрізняються від досліджень з повною постановкою завдань, де даються об'єкт, умови та правила вибору, а потрібно лише здійснити вибір. Основу таких досліджень складе системний аналіз, який розглядається за чотирма основними характеристиками: призначенням, функцією (перетворення призначення в дію), потоком (рухом матерії (енергії) та інформації) та структурою (загальний план з досягнення найбільш ймовірного та бажаного результату зі зворотним зв'язком, оцінки результатів).

Застосування методу аналізу ієрархії – ієрархічне уявлення досліджуваної проблеми є доступним методом вивчення цієї проблеми, де поставлені завдання вирішуються поетапно з відповідними пріоритетними оціночними критеріями.

Наприклад, на першому етапі (етап «Паливо») досліджуване паливо проходить наступний перелік випробувань:

- пошукові (попередньо-оціночні), призначені для оцінки обраних експлуатаційних показників; лабораторні, призначені для оцінки фізико-хімічних показників;
- стендові (моторні), призначені для визначення енергетичних, екологічних та інших показників енергетичних установок;
- полігонні, призначені для отримання тягово-швидкісних та паливно-екологічних показників транспортного засобу, а також підтвердження одержаних результатів стендових випробувань;
- експлуатаційні, призначені для встановлення особливостей використання альтернативного палива в умовах експлуатації, оцінки його впливу на надійність техніки, встановлення можливих змін у періодичності та в обсязі технічних обслуговувань, що виконуються.

Спочатку забезпечення оптимального управління ДВЗ за параметрами економічності та емісії шкідливих речовин з ОГ передбачає вибір методики багатопараметрової оптимізації. Серед різних способів найбільше застосування має метод згортки. У цьому узагальнений критерій оптимальності формується як суми добутків часткових критеріїв оптимальності та вагові коефіцієнти.

У методі згортки найскладнішим є вибір обґрунтованої методики обчислення вагових коефіцієнтів. Це пов'язано насамперед з тим, що до цього часу не створено єдиного критерію оцінки заходів, що ведуть до покращення екологічних показників ДВЗ та зниження питомої витрати палива. Постійно проведені роботи зі зниження емісії шкідливих речовин з ВГ вимагають на всіх стадіях створення нового двигуна значного збільшення фінансових витрат, оскільки прості рішення здебільшого давно реалізовані. Тому в сучасному двигуні, що забезпечує знижений рівень викидів токсичних компонентів з ВГ, збільшується кількість нових конструктивних рішень, що застосовуються. Як наслідок, розробник стикається з великими витратами на проведення розрахунково-теоретичних досліджень та супутніх модельних експериментів, зростають зусилля щодо подолання технологічних труднощів при виготовленні нових вузлів та макетних зразків ДВС, суттєво збільшуються обсяги та складність моторних випробувань. Тому для використання в умовах експлуатації більш доцільним є використання альтернативних палив. Це дає змогу як покращити екологічні показники, так і зменшити використання нафтових палив.

Література

1. Захарчук В.І. Використання альтернативних моторних палив у засобах технологічного транспорту. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015 – 233 с.
2. Zaharchuk, V., Zaharchuk, O., Tolstushko, M., Tolstushko, N., Shevchuk, V., Shevchuk, M. (2024). Methods of Choosing Technology for Improving the Environmental Indicators of Vehicles. *Smart Cities: Importance of Management and Innovations for Sustainable Development. Mobility IoT 2023. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56533-5_9

Захарчук О.В., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доц.
Пилипчук А.І., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Щербик І.М., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Кушнірук Б.А., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Власюк В.М., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛЯ, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ

Найбільш сприятливими напрямками вирішення проблеми економного використання нафтових палив є пошук відновлюваних джерел енергії, серед яких широкого розвитку набуває сегмент економіки, який охоплює виробництво і застосування альтернативних палив (АП). Таким чином, на сьогоднішній день актуальними є дослідження які спрямовані на вивчення закономірностей зміни паливної економічності та екологічних показників автомобілів, які працюють на АП.

Ключові слова: експлуатаційні властивості, альтернативні палива, спиртовий бензин, зріджений нафтовий газ

У зв'язку з критичним подорожчанням нафти проблема забезпечення транспорту енергоресурсами визнана у більшості країн світу проблемою національної безпеки, для вирішення якої втілюють надзвичайні заходи з розширення використання АП та підвищення енергоефективності автомобілів [1].

За даними літературних джерел [2], виробництво і застосування біоетанолу у США в 2010...2020 роках зросло більше ніж у п'ять разів. Передбачається до 2025 року збільшення виробництва біоетанолу та біодизельного палива до 25,5 млн.т. При використанні спиртів як палива ДВЗ має можливість працювати на більш бідних сумішах, що дає зменшення приблизно в два рази вмісту NO_x і в 1,3-1,7 рази СН у ВГ [3].

На сьогодні існує більше десяти видів спиртів, найбільш поширеними в промисловості є метиловий та етиловий спирти. Етиловий спирт має кращі властивості ніж метиловий: високе октанове число, близько 110 та нижчу теплоту згоряння 25 МДж/кг, кращу розчинність в нафтових паливах, меншу гігроскопічність [2].

Вже багато десятиліть найбільш популярним АП для застосуванню на транспорті в світі є зріджений нафтовий газ (ЗНГ). Так в США автомобілі, які працюють на цьому паливі (близько 500 тис.) складають близько 90 % всього парку газобалонних транспортних засобів (ТЗ) в цій країні. А в усьому світі налічується більше 20 млн. автомобілів, які живляться ЗНГ [3].

Згідно останніх даних [4] ЗНГ посідає перше місце по застосуванню у світі. У світі налічується близько 30 млн ТЗ які працюють на ЗНГ. В Україні – близько 3 млн ТЗ, що складає 10 % світового парку автомобілів.

Аналітиками Pro-Consulting [5] було проведено дослідження ринку ЗНГ в Україні за 2021-2023 р. Встановлено, що ЗНГ відіграє важливу роль на транспорті й складає 27,3 %. Згідно даних WLPGA Autogas Incentive Policies [6] у 2021 р. транспорт у всьому світі спожив ЗНГ на 3% більше, ніж у 2020 р., що приблизно становило 25,1 млн т. Найбільшими споживачами ЗНГ у 2021р. стали: Туреччина, Південна Корея, Польща та Україна. Туреччина – 3,1 млн т, Південна Корея – 2,56 млн т., Польща – 1,82 млн т., Україна - 1,81 млн т. Частка ЗНГ у структурі палива в Україні становила 30 %, і цей показник найвищий серед вищезгаданих країн.

ЗНГ має хороші фізико-хімічні показники (октанове число – 100; нижчу теплоту згоряння 45,5 МДж/кг; при нормальних атмосферних умовах знаходиться в рідкому стані), доступні технології зберігання, транспортування, заправлення та основне, це на 30...40 % нижчу вартість від бензину [7]. Ще однією перевагою використання газових палив є збільшення моторесурсу ДВЗ, зменшення рівня шуму та ін.

Експериментальні дослідження проводились на автомобілі Daewoo Lanos який живився АП (рис. 1).



Рисунок 1 – Автомобіль під час проведення експериментальних досліджень



Рисунок 2 – Універсальний бортовий комп'ютер Multitronics TC 750

Дослідження відбувалися із використанням сертифікованого обладнання на території підприємства ПРАТ «Волинь-Авто». Заміри витрати палива проводилися пробігом автомобіля, в змішаному циклі, в м. Луцьку та у Волинській області. Еспериментальний автомобіль був в справному технічному стані.

Рівень шкідливих речовин (ШР) у відпрацьованих газах (ВГ) ТЗ на холостому ході ДВЗ перевірявся на вміст оксидів вуглецю (СО) та вуглеводнів (СН). В якості вимірювального обладнання був задіяний газоаналізатор Інфракар М.

Всі методики експериментальних досліджень, прилади, інструменти, обладнання відповідали вимогам ДСТУ 4277:2004 [8].

Під час експериментальних досліджень середня витрата палива автомобіля вимірювалася універсальним бортовим комп'ютером Multitronics TC 750 (рис. 2).

Автомобіль заправлявся по чергово бензином А95, спиртовим бензином А95 Е Premium+ та ЗНГ на АЗС БРСМ, вул. Конякіна, 24 а, м. Луцьк.

Результати експериментальних досліджень експлуатаційних показників автомобіля, при живленні звичайним бензином та АП, наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей автомобіля, при живленні АП

№	Вид палива	Експлуатаційні властивості автомобіля				
		Частота обертання	Вміст ШР у ВГ		Середня витрата палива	
			CO, %	CH, млн ⁻¹	G _п , л/100 км	МДж/100 км
1.	Бензин А95	n _{мін}	0,61	215	9,5	313
		n _{підв}	0,39	126		
2.	А95 Е Premium+	n _{мін}	0,59	193	10,3	340
		n _{підв}	0,37	113		
3.	ЗНГ	n _{мін}	0,34	127	10,45	290
		n _{підв}	0,30	92		

Результати експериментальних досліджень показали що, використання АП для живлення автомобіля, приводить до зменшення вмісту ШР у ВГ у порівнянні з традиційним нафтовим паливом.

Встановлено, що при експлуатації автомобіля на паливі А95 Е Premium+, кількість ШР зменшується: CO на режимі х.х. на 3,3 %; CO на підвищених обертах на 5,2 %; CH на х.х. на 10,3 %; CH на підвищених обертах на 10,4 %. При експлуатації автомобіля на ЗНГ, кількість ШР зменшується: CO на режимі х.х. на 19,6 %; CO на підвищених обертах на 23,1 %; CH на х.х. на 41 %; CH на підвищених обертах на 27 %.

Також встановлено, що при експлуатації автомобіля на паливі А95 Е Premium+ витрата палива збільшується на 7,8 % та на 8 % зведених до єдиних енергетичних одиниць. При експлуатації автомобіля на ЗНГ витрата палива збільшується на 9,88 % та на 1,04 % зведених до єдиних енергетичних одиниць. Враховуючи те, що спиртовий бензин та ЗНГ мають меншу вартість у порівнянні з бензином, експлуатація автомобіля на цих паливах з економічної точки зору є доцільною.

Література

1. Калініченко О.В. Енергетична безпека України в умовах світової енергетичної кризи / О.В. Калініченко, І.В. Перетятко // Екологія плюс. – 2010. – №5. – С. 10–15.
2. Ковтун Г. Альтернативні моторні палива / Г. Ковтун // Вісник НАН України. – 2005. – №2 – С. 22–28.
3. Овчинніков Д.В. Біоетанол як моторне паливо: переваги і недоліки / Д.В. Овчинніков // Вісник Національного транспортного університету. Випуск 1 (37). – 2017. – С. 300-307.
4. Україна на 4 місці в світі за кількістю авто на газу. Мінфін. [Електронний ресурс]: <https://minfin.com.ua/ua/2017/10/16/30426005/>.
5. АНАЛІЗ РИНКУ LPG В УКРАЇНІ ТА ЄС. 2023 РІК. [Електронний ресурс]: <https://proconsulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-lpg-v-ukraine-i-es-2023-god>.
6. Україна увійшла в п'ятірку найбільших ринків автогазу в 2021 р. [Електронний ресурс]: <https://ukravtonomgaz.ua/blog/ukraina-uviyshla-v-pyatirku-naybilshikh-rinkiv-avtogazu-v-2021-r>.
7. Долганов К.Є. Автомобілі з бензогазовими двигунами і газодизелями: особливості конструкції і технічного обслуговування / К.Є. Долганов, А.Г. Говорун, О.І. П'ятничко. – К: Техніка, 1991. – 128 с.
8. Атмосфера. Норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі: ДСТУ 4277:2004. – [Чинний від 2004-01-31]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с. – (Національний стандарт України).

Зозік С.В., завідувач відділу автотехнічних досліджень
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «KINOVEA» ПРИ ПРОВЕДЕННІ СУДОВОЇ ІНЖЕНЕРНО-ТРАНСПОРТНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

Розвиток систем зйомки фото- та відеоінформації про навколишнє середовище, досягнення у сфері обробки, фіксації та передачі цієї інформації засобами цифрових технологій обумовило широке їх застосування в різних галузях суспільного життя: системах спостереження та охорони, контролю за технологічними процесами, дорожнім рухом тощо. Досить часто отримана цими засобами фото- та відеоінформація потрапляє у сферу адміністративного, цивільного чи кримінального судочинства.

В Україні широкого вжитку набули системи фото- та відеофіксації розпочинаючи від використання водіями транспортних засобів автомобільних відеореєстраторів, і значним розповсюдженням систем відеоспостереження охорони будівель та закінчуючи системами зовнішнього відеоспостереження такими як «Безпечне місто». Дані обставини значною мірою вплинули на розвиток судової інженерно-транспортної експертизи, а також необхідність її симбіозу з іншими видами досліджень наприклад таких як судова фототехнічна експертиза та розширення спектру питань, що вона вирішує.

До недавнього часу судова експертиза обставин і механізму дорожньо-транспортних пригод (далі - ДТП) призначалась та проводилась виходячи із заданого комплексу вихідних даних, що були надані ініціатором проведення експертизи та ґрунтувались на основі слідової інформації, що була зафіксована у протоколі огляду місця пригоди, протоколах допиту свідків та результатах проведених із ними слідчих експериментів, які не завжди відповідали дійсності та досить часто суперечили одне одному. Тому під час досудового розслідування в кримінальних провадженнях виникає потреба у призначенні комплексної судової експертизи обставин і механізму ДТП та фототехнічної експертизи, яка ґрунтується на основі даних зафіксованих у файлах, що містять відеозапис (зображень певних подій зафіксованих на кадрах відеограм в визначеному проміжку часу), з якого можливо досить достовірно визначити як статичні параметри об'єктів (лінійні розміри та відстані із застосуванням фотограмметричних вимірів) так і їх динамічні параметри - наприклад швидкість руху транспортного засобу або ж час руху об'єкта (пішохода, велосипедиста та ін.), що знаходиться в полі зору камери відеоспостереження.

Обставини події (швидкість руху, час та інше), що були визначені даним шляхом є беззаперечним доказом у матеріалах провадження, оскільки вони визначаються на основі реально зафіксованих обставин пригоди, а отже можуть бути покладені в основу проведення технічних розрахунків.

Враховуючи, що при проведенні даного виду досліджень судовим експертом витрачається досить значний час, то виникає потреба у використанні програмних продуктів для автоматизації проведення розрахунків та встановлення необхідних параметрів.

У експертному середовищі наявний певний рекомендований перелік програмного забезпечення для проведення даного виду досліджень, серед якого є такі програми як ArmpedFive, Adobe Photoshop та інші.

У даних програмних продуктах наявний необхідний інструментарій (вбудовані функції), що дає можливість провести дослідження та встановити такі параметри як швидкість та час руху об'єктів, провести розкадрування відеозапису, покращити якість зображення, тощо.

Основним недоліком наведеного вище програмного забезпечення є те, що він потребує дороговартісного придбання ліцензій та їх щорічного продовження, але в умовах військового стану, у країні, яка намагається мобілізувати всі можливі ресурси для боротьби із зовнішнім агресором, придбання дороговартісного програмного забезпечення – не на часі.

Враховуючи дані обставини, виникла потреба у пошуку альтернативного програмного забезпечення яке задовольнить потреби експертів у даному напрямку досліджень.

Одним з таких програмних продуктів є Kinovea. Дане програмне забезпечення розроблено компанією Free Software Foundation, Inc. із США, що являє собою відеоплеєр з можливістю покадрового перегляду відеограми та набором інструментарію для захвату, сповільнення (прискорення), дослідження, порівняння та виміру характеристик у кадрах відеограми. Даний програмний продукт є вільно поширюваним, а отже абсолютно безкоштовним. Kinovea по своїй суті була розроблена як відеоплеєр для аналізу рухів спортсменів при виконанні різних вправ (для вивчення рухів спортсменів), але дослідивши функції даного програмного забезпечення було встановлено, що його функціонал можливо застосувати й для аналізу кадрів відеозаписів дорожньо-транспортних пригод.

Наразі, застосування даного продукту є малопоширеним у експертному середовищі, а отже існує потреба у описі можливостей та висвітленні чіткого алгоритму дій при застосуванні даного програмного продукту.

Для опису функціоналу даного програмного забезпечення, а також наочної демонстрації його застосування, працівниками Житомирського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру міністерства внутрішніх справ України створюються методичні рекомендації «Застосування програмного продукту «Kinovea» при проведенні судової інженерно-транспортної експертизи».

Методичні рекомендації сформовані у вигляді покрокової інструкції із використання програмного забезпечення із наглядними ілюстраціями. Також у них наведено порівняння застосування традиційних методів визначення тих чи інших просторово-динамічних параметрів із параметрами, що будуть визначені за допомогою програмного продукту Kinovea.

Висновки. Враховуючи потреби сьогодення та розвиток цифрових технологій виникає потреба у вдосконаленні та оновленні методичних підходів інженерно-транспортних досліджень та використанні програмного забезпечення, яке задовольняє сучасні потреби але при цьому не потребує додаткових витрат. Дослідження відеозаписів та їх окремих кадрів стає невід'ємною складовою при розслідуванні злочинів у сфері транспорту, оскільки у відеозаписі фіксуються не спотворені у часі та просторі параметри, що дає можливість експерту отримати досить повне уявлення про механізм та обставини пригоди та в свою чергу надати об'єктивну оцінку технічній спроможності показів свідків та учасників дорожньо-транспортних пригод.

Програмним продуктом який на сьогодні відповідає сучасним потребам є – «Kinovea», яка дає змогу покадрового перегляду у статистиці та динаміці кадрів відеограми файлу та має у своєму функціоналі набір інструментів для проведення аналізу та графічних побудов. До набору програмних інструментів відносяться: побудова стандартних фігур (лінії, прямокутник, відрізки, криві), накладання перспективної сітки, функція «Секундомір», «Лупа», «Кут», «Відстеження траєкторії», та інші. Застосування даних інструментів можливо безпосередньо на кадрах зображень із їх збереженням та послідовним відображенням. Також важливим аспектом використання даного програмного продукту є можливість проведення калібрування використаних маркерних фігур відповідно до реальних розмірів об'єктів, що дає змогу отримати достовірний результат дослідження. Головними перевагами даного програмного продукту є те, що він вільно-поширюваний як в особистій так і в професійній діяльності (не потребує ліцензії), наявність систематичного вдосконалення та оновлення функціоналу, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що не потребує проведення складних маніпуляцій із використанням додаткових програмних засобів, невибагливість до системних вимог робочих станцій експертів.

Література

1. 6.1.06 – Методика фототехнічної експертизи (загальна частина) / уклад. Ковальов К.М., Костюк С.І., Хомко Б.Р., Свириденко С.М., Переїденко А.О., Кахнич В.Я., Литвицька О.І. Київ: ДНДЕКЦ МВС України, 2021. 18 с.

2. 10.1.16 – Методика проведення комплексної автотехнічної, фототехнічної і відеотехнічної експертизи з метою встановлення обставин ДТП (Київський НДІСЕ Мініюсту України, 2014), державна реєстрація 29.01.2016.

3. Визначення швидкості руху об'єктів, зафіксованих у відеофайлах, під час судової фототехнічної експертизи: методичні рекомендації /уклад. Зозік С.В. Костенко М.С., Костюк С.І., Хомко Б.Р. Київ: ДНДЕКЦ МВС України, 2022. 43с.

4. ДСТУ 2737–94. Записування і відтворення інформації. Терміни та визначення.

5. Офіційний сайт Kinovea - Режим доступу: <https://www.kinovea.org/>, в.т.ч. інструкція користувача: <https://www.kinovea.org/help.html>

6. Тимко Є.В. «Розробка методики досліджень цифрових зображень та засобів їх виготовлення: ЗВІТ про науково-дослідну роботу П.4.3-2012/2». КНДІСЕ, 2013.

Ільченко А.В., доцент кафедри агроінженерії
та технічного сервісу, к.т.н., доцент,
Поліський національний університет

КОНТРОЛЬ ВИТРАТ БІОПАЛИВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Необхідність контролю витрат біопалив, що споживають засоби транспорту, в тому числі автомобільного, не викликає сумнівів. Вона може виникати також в процесі експлуатації стаціонарних силових (енергетичних) установок, що мають двигуни внутрішнього згорання. Для цього використовують витратоміри різних типів та принципу дії, але для засобів автомобільного транспорту найбільш привабливими є термоанеметричні витратоміри [1-2]. При цьому виникає необхідність оцінки ефективності експлуатації засобів транспорту від впровадження вказаних засобів контролю витрат палив (біопалив).

Мета дослідження: визначити вплив застосування контролю витрат палив (біопалив) на ефективність експлуатації засобів автомобільного транспорту.

Ефективність, як загальне поняття, є категорію (не завжди економічною), що характеризує суспільно-економічні, технічні, технологічні та інші системи, і визначається співвідношенням сукупних витрат на впровадження заходів впливу на систему та отриманого ефекту від її реакції на вказаний вплив.

Погляди багатьох вчених (Базилевич В.Д., Блек Дж., Лямець В.І., Тевяшев А.Д., Нусінов В.Я., Турило А.М., Темченко А.Г., Орлов П.А., Райзберг Б.А., Сурмін Ю.П.) на категорію «ефективність» зводяться до того, що вона приймається показником успішності всієї системи щодо досягнення неї цілей, тобто береться до уваги саме її «успішність досягнення цілі». При цьому треба розуміти, що успішність на кожному етапі еволюції системи може бути окремою, але вона повинна підкорятись головній стратегії розвитку даної системи.

Важливо розуміти, що стратегічну ціль не всякої системи можна представити в грошовому еквіваленті. Тому аналіз ефективності таких систем зводиться, наприклад, до аналізу часу досягнення цілі або проміжних її результатів, відповідності отриманих проміжних результатів стратегії всієї системи. Але, на певних етапах розвитку складних систем можуть виникати ситуації щодо зміни цілі, вона може стати неактуальною, наприклад, внаслідок затягування часу досягнення цілі. В такому випадку, якщо в кінцевому рахунку передбачається прогрес системи, повинна бути сформована інша стратегічна ціль.

В той же час ціль складних суспільно-економічних, технічних та інших систем може бути нематеріальною. Наприклад сьогодні потребують уваги такі складні багатовимірні системи, що мають стратегічною ціллю отримання енергетичної незалежності України, при цьому сукупні витрати (втрати) щодо досягнення цілі можуть набагато перевищувати отриманий результат саме для гарантованого його отримання. В даному випадку однозначно стверджувати про ефективність або неефективність системи не має сенсу, оскільки, наприклад, очікуваний результат може бути закладений на далеку перспективу та/або досягнений дуже великою ціною (втратами).

Засоби автомобільного транспорту та підприємства транспортної інфраструктури, як елементи транспортної системи, являють собою складні багатовимірні системи, для аналізу ефективності роботи яких використовують як правило наступні основні економічні показники: обсяг перевезень, продуктивність, прибуток, рентабельність, собівартість перевезень тощо.

Однак, в кожному конкретному випадку проведення аналізу ефективності експлуатації засобів автомобільного транспорту можуть ставати пріоритетними інші показники ефективності: середня технічна швидкість, швидкість доставки, час доставки, коефіцієнт використання пробігу та/або вантажопідйомності, час простою, екологічність, технологічність тощо.

Таким чином, в загальному розумінні експлуатацію засобів автомобільного транспорту необхідно розглядати як складну багатовекторну систему з великою кількістю внутрішніх взаємозв'язків та зовнішніх впливів.

Необхідно зазначити, що на сьогодні теоретичного рішення щодо порівняння багатовекторних систем не існує, як правило показники ефективності таких систем неможливо звести до однієї скалярної величини, що створює труднощі або повну неможливість їх повноцінного аналізу. Тому проблему підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту, в тому числі в процесах впровадження та застосування засобів контролю витрат біопалив, необхідно розглядати введнням багатьох граничних умов та обмежень, проведений аналіз в більшості випадків може характеризувати такі системи лише обмежено, а проведені розрахунки будуть досить умовними.

Аналіз ефективності експлуатації засобів автомобільного транспорту введенням контролю витрат біопалив пропонується провести за отриманими результатами експериментальних досліджень витрат палива автомобіля Citroen Berlingo з дизельним двигуном об'ємом 1,9 л, 2006 року випуску і з пробігом \approx 180 тис. км. Відносна похибка витрат палив, визначена за допомогою термоанемометричного витратоміра [2] для вказаного автомобіля, складає 2,8 % [3]. Якщо врахувати значення витрати палива вказаного автомобіля 6,7 л/100 км, що наведено в його технічній характеристиці, абсолютна похибка визначення і контролю витрати палива за допомогою термоанемометричного витратоміра складає 0,1876 л/100 км, що за сьогоднішніх цін на дизельне паливо (58 грн/л) складе 10,88 грн.

Неважко встановити, що прийнявши вартість термоанемометричного витратоміра при умові його одиночного виробництва 800 грн, економічну ефективність від впровадження засобу контролю, що пропонується, можна очікувати через 7353 км пробігу вказаного автомобіля.

Очевидно, що при більших витратах палив (л/100 км), наприклад для вантажного автомобіля КрАЗ-6510-030, що має витрату палива 32 л/100 км, економічна ефективність від впровадження процесу контролю витрат палив буде досягнутою за значно менший пробіг. Абсолютна похибка вимірювання і контролю витрат палив термоанемометричним витратоміром в даному випадку складає 0,896 л/100 км. Тоді вартість цього палива - 51,97 грн, а економічну ефективність від впровадження контролю витрат палив можна очікувати через 1539 км пробігу даного автомобіля.

Наведені розрахунки треба вважати умовними, тобто оціночними, оскільки вони не враховують всі можливі складові витрат, наприклад, вартість доставки термоанемометричних витратомірів, вартість їх монтажу на автомобілі, накладні витрати, витрати на обслуговування тощо. Зважаючи на це, позитивна економічна ефективність буде мати місце, але за більших значень пробігу автомобіля.

Очевидно, що для аналізу ефективності експлуатації засобів автомобільного транспорту використанням термоанемометричних витратомірів як засобів контролю витрат біопалив необхідно враховувати:

- спискову кількість автомобілів, на яких впроваджується контроль;
- необхідну кількість термоанемометричних витратомірів;
- партію виготовлення витратомірів (одиночний зразок; дрібна/середня/велика партія), що впливає на їх ціну;
- склад парку автомобілів по марках;
- передбачувані на перспективу об'єми витрат всіх видів біопалив, що планується використовувати;
- ціну даних палив (біопалив);
- інші витрати, пов'язані з використанням контролю витрат палив (біопалив) за допомогою термоанемометричних витратомірів.

Треба підкреслити, що запропонований аналіз ефективності експлуатації засобів автомобільного транспорту використанням контролю витрат біопалив є лише умовно пріоритетним в такий складній багатовимірній системі, як автомобільний транспорт, і може розглядатись як головний тільки для конкретних заданих пріоритетів та обмежень даного аналізу в заданий часовий проміжок розвитку системи.

Висновки. Для оцінки ефективності експлуатації засобів транспорту через впровадження контролю витрат біопалив необхідно враховувати особливості парку автомобілів (марки, кількість), заплановані об'єми споживання, існуючі норми витрат палив (біопалив), вартість біопалив конкретної марки, що планується до використання, їх об'єми та інші витрати, які пов'язані з впровадженням та використанням системи контролю витрат палив (біопалив).

Література

1. Bezvesilna, O. Heat transfer in the thermo-anemometric flowmeter for biofuels / Bezvesilna, O., Kamiński, M., Ilchenko, A. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2017, 550, стр. 505–511.
2. Безвесільна, О.М. Високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації / О.М. Безвесільна, Ільченко А.В. Подчашенський Ю.О., Шавурський Ю.О // Патент на винахід № 90985, МПК (2009) F02M 5/00. Заявлено 19.10.09, надрук. 10.06.10., бюл. № 11.
3. Korobiichuk, I. Optimal Design Parameters of Thermal Flowmeter for Fuel Flow Measurement / Korobiichuk, I., Ilchenko, A. // *Sensors* 2022, 22, 8882., 2022. <https://doi.org/10.3390/s22228882>.

Кашканов А.А., професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Буряк В.В., аспірант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ФУНКЦІІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Аграрний сектор економіки є пріоритетним напрямком розвитку України. Розвиток логістики зернових культур є запорукою підвищення ефективності господарювання сільськогосподарських підприємств [1, 2]. Результативність застосування логістичних підходів в сільському господарстві забезпечує такий напрям в логістиці як агрологістика [3].

Агрологістика перевезень зернових культур виконує кілька ключових функцій щодо забезпечення:

- ефективності транспортування (мінімізація втрат зерна під час транспортування за рахунок використання сучасних технологій та обладнання);
- збереження якості зерна (придатності для споживання або для подальшого використання в сільськогосподарському виробництві);
- екологічності (використання екологічно чистих технологій та палив для транспортування зерна з метою мінімізації впливу на навколишнє середовище);
- економічності (оптимізації витрат на транспортування зерна для збереження прибутковості сільськогосподарських підприємств);
- технічних вимог (використання сучасних технологій та обладнання для транспортування зерна з метою підвищення ефективності та зменшення витрат).

Ці функції допомагають покращити процес транспортування зернових культур та забезпечити їхню якість та економічну вигоду для виробників та споживачів.

Логістика зернових вантажів передбачає їх перевезення не лише в Україні, а й експорт продукції до країн ЄС та інших зацікавлених регіонів (рис. 1). Отже, доцільно обирати такі методи транспортування за яких зерно зберігає свою якість і вартість.

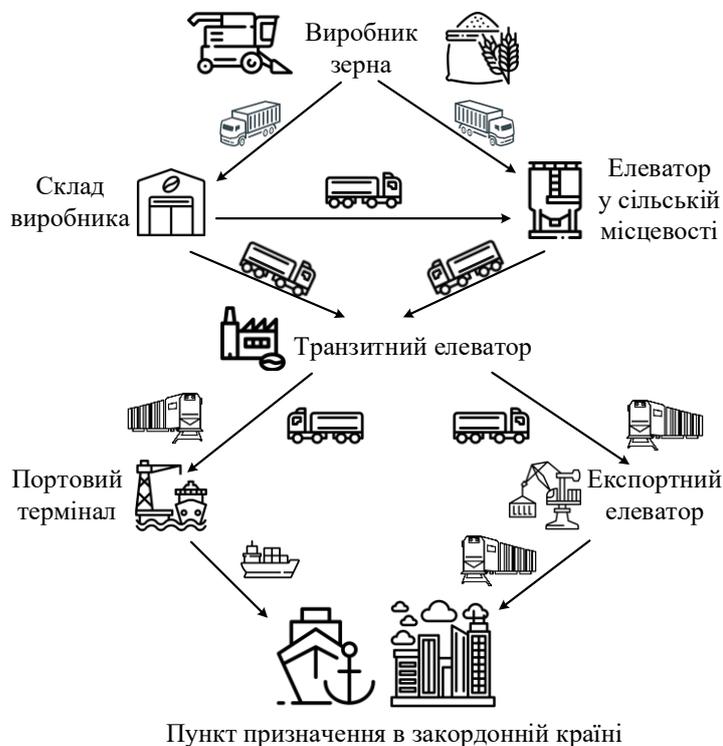


Рисунок 1 – Ланцюг постачань при експорті зернових культур

На формування логістичних ланцюгів постачання в агропромисловому секторі може впливати [4, 5]:

- сезонність виробництва і постачання сировини;
- віддаленість виробників аграрної продукції від логістичної інфраструктури, залежність від розміщення споживачів і постачальників;
- недостатня кількість спеціалізованого транспорту та складських приміщень;
- природні та економічні умови ведення господарської діяльності;
- асортимент продукції, обсяги виробництва, торговельна політика та ціноутворення.

Також слід враховувати, що через повномасштабне вторгнення використання морських портів Чорного моря для експорту зернових є обмеженим. Переорієнтування експортних потоків на західні кордони викликало труднощі через велике навантаження, довгі черги та потребу використовувати додаткове обладнання. Така ситуація сприяє пошуку особливих методів доставки, за яких втрати будуть мінімальними.

Як видно з рис. 1, елементами агрологістичної інфраструктури є спеціалізовані будівлі і споруди, призначені для зберігання та складування зернових культур, та транспортні засоби, які забезпечують переміщення продукції на усіх стадіях від виробника до кінцевого споживача. При цьому найбільш популярними способами перевезення зерна є використання автомобільного, залізничного чи водного транспорту. Перевезення зерна в середині транспортної системи України в переважній більшості випадків забезпечує автомобільний та залізничний транспорт [6, 7, 8]. Враховуючи досвід використання різних методів доставки зернових культур та сучасний рівень цін на перевезення зерна [9, 10] можна оцінити економічну доцільність використання різних видів транспортування територією України (рис. 2).

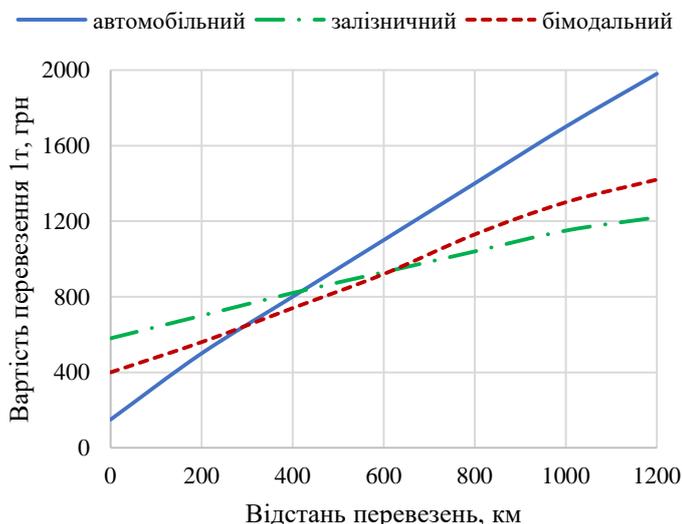


Рисунок 2 – Вартість перевезення 1 тони зерна за видами транспорту

Аналіз рис. 2 показує доцільність використання автомобільного транспорту на коротких відстанях перевезень до 300-400 км, потенціальні можливості використання бімодального способу організації перевезень на дистанціях 300-600 км, безапелючну перевагу залізничного транспорту на відстанях понад 600 км.

Актуальним напрямом наразі є «зелена» логістика [6], концепція застосування якої передбачає використання передових технологій та обладнання з метою зменшення екологічної шкоди під час вирощування та транспортування зернових культур. Цей підхід є актуальним для України як з екологічної так і з соціальної точок зору.

Розвиток аграрної логістики потребує застосування системного підходу до розв'язання наявних проблем щодо:

- стану матеріально-технічного забезпечення виробників сільськогосподарської продукції;
- монополізації ринку певних транспортних послуг;
- страхування продукції аграрних підприємств, яка транспортується до інших країн світу;
- розвитку внутрішньої інфраструктури та дорожньої мережі;
- формування митно-тарифної політики;
- реалізації програм розвитку транспортного забезпечення у міжнародному сполученні;
- налагодження перевезень з використанням різних видів транспорту;
- технічних вимог до засобів транспортування в умовах розвитку міжнародної торгівлі.

Висновки. Транспортно-логістичні системи відіграють важливу роль у розвитку аграрного сектора економіки країни. Їх значення дуже важливе в умовах необхідності забезпечення високого рівня експортних можливостей вітчизняних аграрних підприємств. Гарантування можливості успішного функціонування ланцюжків поставок сільськогосподарської продукції базується на впровадженні системи забезпечення якості та своєчасності постачання сировини та продуктів. Одним з шляхів мінімізації витрат на логістику зернових культур є економіко-математичне моделювання ефективності використання та взаємодії різних видів транспорту при забезпеченні перевезень в межах України.

Література

1. Кашканов А.А., Буряк В.В. Проблемні питання організаційно-технічного розвитку перевезень зернових культур автомобільним транспортом в Україні. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2024. Том1 №22. С. 163-169. DOI: 10.36910/automash.v1i22.1357.
2. Кашканов А.А., Кудровська Р. О. Ефективність перевезення зернових культур на автомобільному транспорті. Матеріали ЛІІІ науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2024) : збірник доповідей [Ел. ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2024. С. 2378-2380. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/832/1453/2726-1>.
3. Резнік Н. П., Дивнич О. Д., Власюк В. В. Сучасні особливості аграрної логістики. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2021. №2. С. 55-59.
4. Волощук В., Богачик С., Іванишин О. Формування ланцюгів постачань ресурсів в інноваційній системі агрологістики. Підприємство та інновації. 2020. № (13). С. 19-23.
5. Кашканов А. А., Буряк В.В., Москалюк М.Л. Аспекти логістичного забезпечення виробничих процесів підприємств автомобільного транспорту України. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 154-156.
6. Киш Л.М. Транспортна логістика в аграрному секторі: реалії та перспективи розвитку. Економіка. фінанси. менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2018, № 8. С. 55-67.
7. Мямлин С. В., Коробйова Р. Г., Малашкин В. В., Бесараб Д. А. Вдосконалення зернової логістики за рахунок впровадження бімодальних технологій. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2017. Вип. 14. С. 69-77.
8. Качуровський С.В., Мацюк Л.В. Транспортна інфраструктура логістики зернових культур. Приазовський економічний вісник. 2019. Вип. 1(12). С. 34-38.
9. Ukrautologistic. Перевезення зернових по Україні та Європі. Веб-сайт. URL: <https://ukrautologistic.com.ua/perevezennya-zernovih-ta-sipkih/>.
10. Elevatorist. В УЗ проінформували про актуальну вартість перевезення зернових вантажів залізницею. Веб-сайт. URL: <https://elevatorist.com/novosti/18343-v-uz-proinformovali-pro-aktualnu-vartist-perevezennya-zernovih-vantajiv-zaliznitseyu>.

Кашканов В.А., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Макарова Т.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.е.н., доцент
Тамтура Л.А., здобувач другого рівня вищої освіти
Вінницький національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ОБСЛУГОВУЮТЬ РЕГУЛЯРНІ МАРШРУТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Наведено аналіз якісного функціонування системи управління міського пасажирського автомобільного транспорту. Розглянуто та проаналізовано підходи до визначення чисельності транспортних засобів, що обслуговують регулярні маршрути міського пасажирського транспорту.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, транспортний засіб, транспортне обслуговування, маршрут міського пасажирського транспорту.

Міський пасажирський транспорт загального користування відіграє критично важливу роль у житті сучасних міст, виконуючи ключові функції щодо підтримки мобільності міського населення, його соціальної та трудової інтеграції, багато в чому визначаючи рівень соціально-економічного розвитку міських територій [1-4]. Поряд із виконанням утилітарних функцій, пов'язаних із задоволенням транспортних потреб населення, міський пасажирський транспорт загального користування сприяє скороченню транспортних заторів та зниженню рівня забруднення навколишнього середовища. Значимість міського пасажирського транспорту загального користування останні десятиліття кратно збільшилася, що зумовлено збільшенням чисельності міського населення, рівнем автомобілізації, інтенсифікацією виробничих процесів, загостренням екологічних проблем.

Формування міської транспортної системи, зазвичай, проводиться органами місцевого самоврядування муніципалітетів. При цьому вирішуються такі ключові питання як формування вулично-дорожньої та маршрутної мереж, організація дорожнього руху, визначення ключових технологічних параметрів процесу транспортного обслуговування населення, проведення конкурсного відбору перевізників, які здійснюють перевезення пасажирів регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту.

Стратегічне управління процесами транспортного обслуговування міського населення нашої країни, зазвичай, здійснюється органами місцевого самоврядування та реалізується транспортними підприємствами (перевізниками) різних організаційно-правових форм. Одним із ключових питань, які вирішуються у процесі управління, є визначення структурних параметрів парку транспортних засобів, закріплених за регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту [2, 4].

Одним з основних факторів, що визначають структурні параметри парку транспортних засобів, закріплених за кожним із міських маршрутів, є пасажиропотік та його розподіл за часовими інтервалами та ділянками маршрутів. Параметри пасажиропотоку, що є вихідними даними щодо чисельності транспортних засобів, визначаються основі аналізу інформації, одержуваної з різних джерел, зокрема за результатами натурного обстеження.

Чисельність транспортних засобів, закріплених за міським пасажирським маршрутом, визначається необхідністю виконання двох умов: забезпеченням регулярності перевезень (дотримання заданого інтервалу руху транспортних засобів); забезпеченням необхідної провізної можливості транспортних засобів, яка визначається їх здатністю забезпечити перевезення всіх пасажирів у піковий час на найбільш навантажених ділянках маршруту [1, 2, 4].

Якісне функціонування системи міських пасажирських перевезень повинно забезпечувати мінімальний час поїздки пасажирів, регулярність руху транспортних засобів на всьому шляху сполучення, раціональне використання рухомого складу та високу якість обслуговування пасажирів при мінімальних витратах.

Структурні параметри парку транспортних засобів, що характеризуються такими показниками, як чисельність транспортних засобів та їх пасажиромісткість, безпосередньо впливають на такі ключові показники якості транспортного процесу, як:

- забезпечення необхідної провізної можливості парку, що відповідає попиту на транспортні послуги;
- забезпечення заданої регулярності перевезень, що визначається встановленими значеннями максимально-допустимих інтервалів руху.

Дані умови покладено в основу ряду відомих наукових та прикладних методів визначення оптимальної чисельності та пасажиромісткості транспортних засобів, закріплених за регулярними маршрутами міського пасажирського транспорту [1].

Використовувані на сьогодні методи визначення пасажиромісткості транспортних засобів на міському маршруті в основному зводяться до трьох, наведених на рисунку 1.



Рисунок 1 – Методи визначення пасажиромісткості автобусів на маршруті [1]

Задоволення попиту на транспортні послуги визначається відповідністю провізної можливості парку величині даного попиту. Провізна можливість парку транспортних засобів визначається їх пасажиромісткістю та кількістю, що проходить дільницею маршруту за одиницю часу. Розрахунок кількості пасажирських транспортних засобів, що забезпечують виконання цієї умови, проводиться за формулою:

$$N_A^{min I} = \frac{Q_M^{max_M}}{P \cdot V_M^{cp} \cdot \gamma} \quad (1)$$

де Q_M^{max} – годинний обсяг перевезень на найбільш навантаженій ділянці маршруту в години пікових навантажень, пас/год; L_M – протяжність оборотного рейсу, км; P – номінальна пасажиромісткість транспортних засобів, чол.; V_M^{cp} – середня швидкість руху транспортних засобів на маршруті, км/год; γ – коефіцієнт наповнення салону, який визначається встановленими вимогами до якості транспортного обслуговування населення.

Чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, повинна бути не менше значення, визначеного за формулою (1). Це є умовою забезпечення першої із зазначених вище вимог до якості транспортного обслуговування населення. Виконання другої вимоги до якості транспортного обслуговування населення при заданих параметрах маршруту та умов руху визначається кількістю рухомого складу, що працює на лінії.

Інтервал руху транспортних засобів на маршруті визначає такі показники якості транспортного обслуговування населення, як регулярність та доступність. Вираз, що дозволяє визначити чисельність транспортних засобів, виходячи з умови дотримання заданого інтервалу руху, має вигляд:

$$N_A^{min II} = \frac{L_M}{I^{max}_{cp}} \quad (2)$$

де I^{max} – встановлений вимогами до якості транспортного обслуговування населення інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год.

Для одночасного виконання двох зазначених умов як результуюча чисельність транспортних засобів, закріплених за маршрутом, приймається максимальне значення із значень чисельності транспортних засобів, визначених за формулами (1) та (2).

На основі результатів аналізу представлених виразів видно, що одним з ключових та нестабільних параметрів, який визначає необхідну чисельність транспортних засобів на регулярних маршрутах міського транспорту, є обсяг перевезень на найбільш завантаженій ділянці в години «пік». Можна висунути гіпотезу, що даний параметр доцільно розглядати як випадкову величину, що змінюється в певних встановлюваних межах і відповідає певному закону розподілу.

Висновки. Для визначення чисельності транспортних засобів, закріплених за маршрутом, виходячи з наявності вимоги щодо повного задоволення попиту на послуги транспорту, доцільно робити розрахунок максимального значення пасажиропотоку, що може бути реалізовано протягом року. Для визначення такого максимуму необхідно проводити комплексне обстеження. Крім того, в найбільш навантаженій період року доцільно проводити дослідження розподілу обсягу перевезень по ділянках маршруту з метою виявлення найбільш навантаженого.

Якщо пасажиропотік, що визначається на найбільш навантаженій ділянці маршруту, в розрахунковому періоді, що розглядається, є випадковою величиною, що визначається з встановлюваною

ймовірністю, то оптимальна стратегія керування чисельністю транспортних засобів може бути визначена за допомогою застосування теорії керування великими системами в умовах нестаціонарного попиту.

Література

1. В.В. Біліченко, С.В. Цимбал, О.В. Цимбал. Аналіз методів визначення кількості та пасажиромісткості рухомого складу на міських маршрутах пасажирських перевезень. Вісник машинобудування та транспорту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2020. №2(12). С. 10-15. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2020-12-2-11-18>.

2. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ Маруніч В.С. та ін.; за ред. Л.Г. Шморгуна. К.: Міленіум, 2017. 528 с.

3. Макарова Т.В., Усатий А.М. Про динаміку пасажирських перевезень в сучасних умовах господарювання. «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» : Матеріали XII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 16-18 квітня 2024 р. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 204-207.

4. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с.

Кашканов А.А., професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Москалюк М.Л., аспірант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Якість процесу перевезення вантажів і пасажирів автомобільним транспортом (АТ) забезпечується на основі використання надійного рухомого складу (РС) [1, 2]. Важливою умовою підтримки експлуатаційної надійності РС АТ є оперативне забезпечення підприємств АТ необхідними запасними частинами і матеріалами [3, 4]. Потіки відмов РС АТ мають стохастичний характер, тому більш точні прогнози попиту на необхідні запасні частини дозволяють покращити функціонування системи підтримки експлуатаційної надійності РС та збільшити прибутковість транспортних процесів [5, 6].

Дослідженням проблем визначення потреби в запасних частинах займалися Vacchetti A., Saccani N., Boylan J.E., Syntetos A.A., Mika S., Pei E., Kaya B., Karabağ O., Fadiloğlu M.M., Wang Q., Liu C., Zheng M., Wang D., Pan E., Голуб Д.В., Аулін В.В., Замуренко А.С., Кічура Р.П., Ювзенко О.Ю., Біліченко В.В., Антонюк О.П., Кравченко О.П., Верітельник Є.А., Бондаренко О., Дрючин Д., Гончаров А., Булатов С., Феклін Є., Стрельников В.П., Стрельников П.В., Субочев О.І., Погорелов М.Г. та багато інших. Аналіз їх досліджень [7-14] показує, що традиційні методи планування запасів запасних частин (рис. 1) засновані на використанні: теорії надійності та результатів прогнозування пробігів, нормативних напрацювань на відмову; теорії керування запасами та статистичних методів прогнозування випадкових процесів; методів дослідження операцій; економіко-математичних методів; стохастичних методів перетворення випадкових величин.

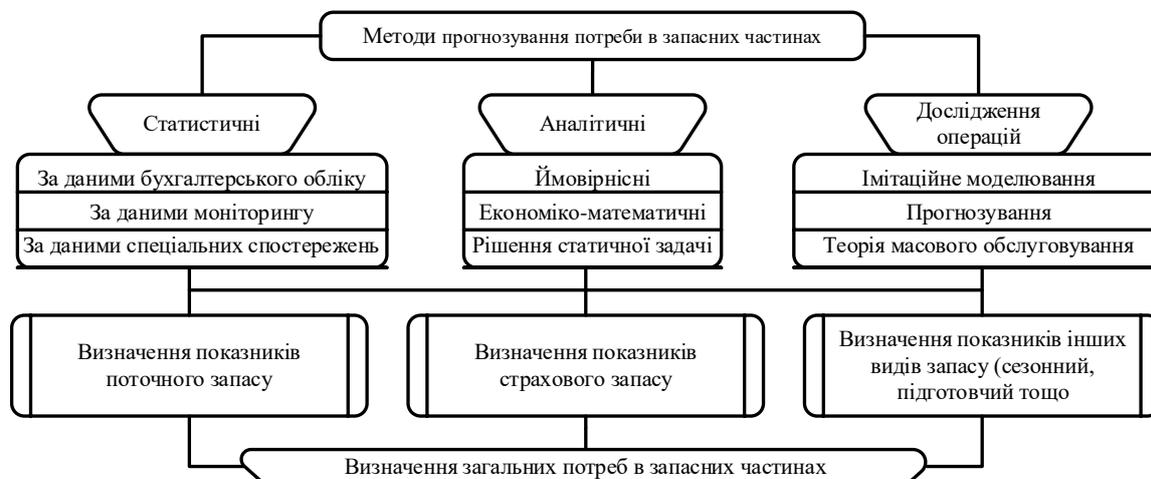


Рисунок 1 – Методи прогнозування потреби в запасних частинах РС АТ

Аналіз сфери експлуатації РС АТ показує, що на величину запасів та номенклатуру запасних частин впливає декілька груп факторів: система організації роботи служб з технічного обслуговування та поточного ремонту РС, структура парку та технічні характеристики РС підприємства, рівень розвитку виробничої бази підприємства, забезпеченість, зацікавленість та кваліфікованість персоналу, умови експлуатації РС.

Повнота врахування визначників попиту на запасні частини в умовах експлуатації РС АТ та точність обраного методу прогнозування потреби в запасних частинах визначають рівень експлуатаційної надійності РС та ефективність транспортних процесів. В якості критерія оптимальності процесів забезпечення запасними частинами окремо взятого підприємства АТ можна обрати сумарні питомі витрати підприємства з підтримки надійності РС в умовах експлуатації, які враховують недоотриманий прибуток внаслідок простою РС через його технічне обслуговування чи ремонт

$$\sum B = B_{ZCH} + B_{ZB} + B_{PR} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де B_{ZCH} – сумарні питомі витрати, пов'язані з придбанням запасних частин;

B_{ZB} – сумарні питомі витрати, пов'язані зі зберіганням запасних частин;

B_{PR} – матеріальні питомі втрати підприємства АТ внаслідок простою РС через його технічне обслуговування чи ремонт, в тому числі і через відсутність запасних частин.

При цьому можна запропонувати такі методичні засади вибору математичних моделей для прогнозування потреб у запасних частинах (рис. 2).



Рисунок 2 – Методичні принципи забезпечення якості прогнозування потреби в запасних частинах

Приступаючи до аналізу вихідних даних, необхідно вирішити, які дані є найбільш актуальними при розробці прогнозу. Не менш важливо встановити відповідні функціональні залежності, тобто дані мають бути узгоджені.

Під час збирання інформації мають бути відображені достовірні дані, підтвержені звітною документацією підприємства. Отримання прогнозів на заданому часовому інтервалі передбачає безперервну послідовність вихідних даних. Обсяг зібраної інформації має бути достатнім для побудови моделей та отримання прогнозів.

Моделі прогнозування повинні реагувати на зміни динаміки низки спостережень, тобто об'єктивно відбивати тенденції зміни витрат запасних частин протягом аналізованого часового інтервалу, мати достатню гнучкість, необхідну для обліку і вирівнювання відхилень в прогностичних оцінках. Модель повинна мати емерджентність, тобто мати властивості, притаманні моделі в цілому, які не є властивостями лише одного конкретного елемента моделі.

Адекватність моделі – основна вимога, що визначає можливість використання побудованої моделі для прогнозування. Для адекватних моделей є сенс ставити завдання оцінки їх точності. Точність моделі характеризується величиною відхилення результату моделі від реального значення модельованої змінної. Моделі прогнозування не повинні втрачати своїх властивостей під впливом випадкових коливань вихідних даних.

Номенклатура запасних частин, що постійно витрачаються, на підприємстві АТ може становити кілька тисяч найменувань. Проведення розрахунків потреби у запасних частинах можливе лише у разі застосування відповідних пакетів прикладних комп'ютерних програм.

Висновки.

Якісне забезпечення транспортного процесу на автомобільному транспорті базується на використанні надійного рухомого складу. Неможливість створення абсолютно надійних об'єктів передбачає створення системи підтримки їх працездатності, невід'ємною частиною якої є ефективне функціонування служб технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів, системи матеріально-технічного забезпечення. Таким чином, удосконалення логістики управління запасами

запасних частин створює передумови покращення показників діяльності автотранспортних підприємств, що є актуальним для розвитку економіки України в сучасних умовах.

Література

1. Кашканов А.А., Москалюк М.Л. Методи обґрунтування запасів запасних частин у системі управління транспортним процесом. Вісник машинобудування та транспорту, 2024. №1(19), С. 68-74. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2024-19-1-68-74>.
2. Антонюк О. П. Покращення процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.20. Житомир, 2021. 24 с.
3. Кашканов А.А., Буряк В. В., Москалюк М. Л. Логістика експлуатаційної надійності та її роль у забезпеченні ефективності та якості системи транспортного обслуговування споживачів. Матеріали ЛПІ науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2024) : збірник доповідей [Електронний ресурс]. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 2416-2419. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/832/1453/2726-1>.
4. Кашканов А. А., Буряк В.В., Москалюк М.Л. Аспекти логістичного забезпечення виробничих процесів підприємств автомобільного транспорту України. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 154-156.
5. Кашканов А. А., Біліченко В. В. Експлуатація та обслуговування транспортних машин: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2004. 136 с.
6. Кашканов А.А., Варчук В.В., Зелінський В.Й., Севостьянов С.М. Аналіз витрат операційної діяльності пасажирського АТП з урахуванням зміни їх структурних елементів. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2009, № 3. С. 7-12.
7. A. Vacchetti, N. Saccani. Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. Omega. Volume 40, Issue 6, December 2012, Pages 722-737. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.06.008>.
8. John E. Boylan, Aris A. Syntetos. Spare parts management: a review of forecasting research and extensions, IMA Journal of Management Mathematics, Volume 21, Issue 3, July 2010, Pages 227-237. <https://doi.org/10.1093/imaman/dpp016>.
9. Mika, S., Pei, E. Additive manufacturing processes and materials for spare parts. J Mech Sci Technol 37, 5979–5990 (2023). <https://doi.org/10.1007/s12206-023-1034-0>.
10. Kaya, B., Karabağ, O., Fadıloğlu, M.M. (2024). Maintenance Decision and Spare Part Selection for Multi-component System. In: Durakbasa, N.M., Gençyılmaz, M.G. (eds) Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era. ISPR 2023. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53991-6_34.
11. Q. Wang, C. Liu, M. Zheng, D. Wang and E. Pan, "Integrated Planning of Multiple Spare Parts Inventory, Warranty, and Service Engineers for a Service-Oriented Manufacturer," in IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 2024. 1-14. <https://doi.org/10.1109/TASE.2024.3354422>.
12. Bondarenko, E., Dryuchin, D., Goncharov, A., Bulatov, S., Feklin, E. (2023). Improving the Efficiency of Vehicle Operation by Defining the Organizational and Methodological Parameters of the Spare Parts Incoming Inspection System. In: Guda, A. (eds) Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles. NN 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 509. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11058-0_110.
13. Strelnikov V.P., Strelnikov P.V. Defining the nomenclature of the spare parts sets and calculating the number of single sets of spare parts. Mathematical machines and systems. 2022. N 2. С. 83–90. <https://doi.org/10.34121/1028-9763-2022-2-83-90>.

Кашканова А.А.¹, аспірантка кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Біліченко В.В.¹, ректор, д.т.н., професор
Кашканов А.А.¹, професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Капіца А.В.², завідувач відділу
автотехнічних досліджень
Діордіца В.М.², заступник завідувача
відділу автотехнічних досліджень

¹Вінницький національний технічний університет;

²Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОБ'ЄКТИВНІСТЬ ВИСНОВКІВ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Забезпечення безпеки та ефективності дорожнього руху є одним із найважливіших завдань сьогодення. Внаслідок активного розвитку транспортної галузі відбувається насичення автомобільних шляхів та ускладнення умов руху, спостерігається високий рівень аварійності на транспорті [1]. Україна відноситься до групи країн з низьким чи середнім рівнем доходу, на які припадає близько 60% світового автопарку, але при цьому в цій групі реєструється 92% усіх дорожньо-транспортних пригод (ДТП) зі смертельним наслідком. За результатами 2023 року в Україні за добу в ДТП отримує травми близько 80 людей, а гине щонайменше вісім [2]. Ефективність розв'язання завдань з підвищення безпеки дорожнього руху в значній мірі залежить від точності та об'єктивності методів аналізу ДТП, виявлення причинно-наслідкових зв'язків.

Прийняття рішень під час розв'язування задач автотехнічної експертизи ДТП здійснюється в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності, яка може мати стохастичну або нечітку природу, а отже є композиційною [3-6]. Основні джерела невизначеності при формуванні експертних висновків автотехнічної експертизи ДТП подані на рисунку 1.



Рисунок 1 – Джерела невизначеності в автотехнічній експертизі ДТП

Розрахунок параметрів руху транспортних засобів (ТЗ) при автотехнічній експертизі в переважній більшості випадків виконується без оцінювання похибки одержуваних результатів, що не задовольняє вимоги Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Це визначає актуальність удосконалення методів розв'язування задач автотехнічної експертизи ДТП [2, 7, 8].

Визначення ефективності гальмування ТЗ в процесі дослідження ДТП є типовим завданням більшості автотехнічних досліджень, при цьому в Європейській мережі установ судової експертизи [8] зупинний та гальмівний шлях визначають так

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a}, \quad S_b = (t_2 + 0.5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a} \quad (1)$$

де t_1 – час реакції водія, с;
 t_2 – час спрацьовування гальмівного приводу, с;
 t_3 – час наростання сповільнення, с;
 V_a – швидкість ТЗ на початку гальмування, м/с;
 j_a – усталене сповільнення ТЗ, м/с².

Основним показником для оцінювання ефективності гальмування автомобілів є усталене сповільнення, величина якого залежить від реалізації потенціалу зчіпних властивостей коліс автомобіля з дорожнім покриттям (рис. 2) [9]. На основі значень усталеного сповільнення експерт може визначити довжину гальмівного чи зупинного шляху ТЗ та його швидкість в процесі гальмування. В структурі обласних науково-дослідних експертно-криміналістичних центрів МВС України значення усталеного сповільнення отримують за допомогою сертифікованих спеціальних сучасних приладів МАНА VZM-300 [10].



Рисунок 2 – Фактори впливу на реалізацію зчіпних властивостей коліс автомобіля з дорожнім покриттям

З метою встановлення впливу конструкції гальмівної системи ТЗ (наявність антиблокувальної системи гальм ABS, асистента гальмування ВА) та типу використовуваних шин на ефективність екстреного гальмування було проаналізовано протоколи випробувань ТЗ категорії М1: без ABS – 51 од., з ABS – 63 од., з ABS та ВА – 48 од. Результати узагальнення експериментальних даних у середовищі MS Excel, отримані для 95% рівня довіри, подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Узагальнені показники усталеного сповільнення в м/с² зі швидкості 40 км/год

Тип шин робота ABS, ВА Дорожнє покриття	Літні шини			Зимові шини			Рекомендоване значення [7]
	без ABS	з ABS	з ABS, ВА	без ABS	з ABS	з ABS, ВА	
Сухий асфальтобетон ¹	7,76	8,29	9,36	7,55	8,03	9,18	7,5
Мокрий асфальтобетон ¹ (плівка 0,2мм)	5,86	6,71	7,16	6,14	6,83	7,21	5
Укочений сніг ²	–	–	–	2,98	3,11	3,28	2,5
Ожеледиця ²	–	–	–	1,65	1,8	1,9	1,5

1 – при температурі навколишнього середовища 6-15°C;

2 – при температурі навколишнього середовища 0°C і нижче.

З таблиці 1 видно, що літні шини мають кращі на 2,7% показники сповільнення при гальмуванні ніж зимові на сухому асфальтобетонному покритті. На мокрому асфальтобетонному покритті (плівка 0,2мм) зимові шини кращі на 2,4% ніж літні за значеннями усталеного сповільнення автомобілів. Дана тенденція буде зростати зі збільшенням товщини водяної плівки [6]. Узагальнені експериментальні значення усталеного сповільнення відрізняються від рекомендованих середньостатистичних даних для експертизи ДТП від 0,7 до 44,2%. Це суттєво для формування експертних висновків щодо конкретної ДТП.

З рисунку 3 видно, що показники гальмівного шляху для зимових шин та літніх на сухому асфальтобетонному покритті майже однакові (різниця між ними знаходиться в межах 0,5%). Гальмівний шлях ТЗ з удосконаленням конструкції гальмівних систем зменшується. Так при швидкості 40 км/год різниця показників для ТЗ з ABS та BA і ТЗ без ABS складає біля 11% (ТЗ з ABS і ТЗ без ABS – біля 4%), а при швидкості 100 км/год – біля 28% (18%). Зі збільшенням початкової швидкості гальмування ця тенденція буде зростати.

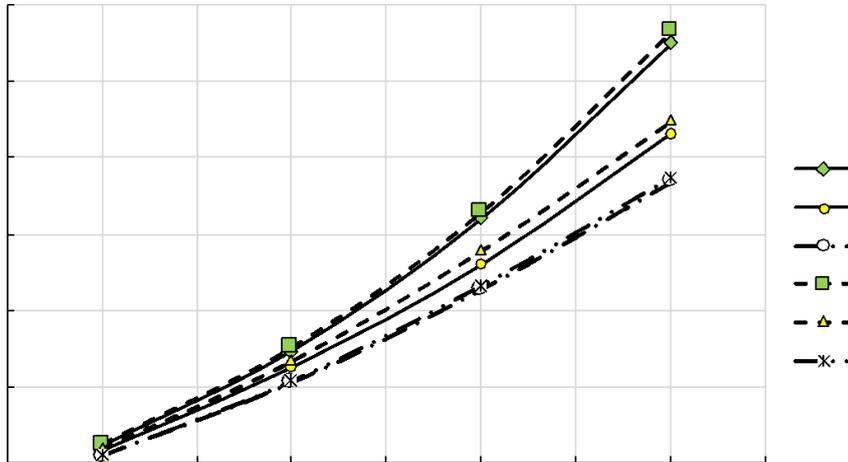


Рисунок 3 – Узагальнені показники гальмівного шляху ТЗ категорії М1 на сухому асфальтобетоні

Висновки. Екстремне гальмування автомобіля є складним динамічним процесом, який залежить від багатьох випадкових факторів, що характеризують фізіологічні особливості водія, конструкцію та умови руху автомобіля в навколишньому середовищі. Процес гальмування дуже добре описується нормальним законом та є стохастичним. Врахування конструкції ГС ТЗ дозволяє мінімізувати похибку моделювання показників ефективності екстремного гальмування сучасних автомобілів. Це підвищить точність та якість автотехнічних досліджень при експертизі дорожньо-транспортних пригод.

Література

1. Кашканова А. А., Біліченко В. В. Аспекти забезпечення безпеки дорожнього руху в транспортних системах міст України. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2024. №1(22). С. 170-181. DOI: 10.36910/automash.v1i22.1358.
2. Статистика. Патрульна поліція України. Веб-сайт. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
3. Кашканов А. А. Технології підвищення ефективності автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2018. 160 с.
4. Brach M. R., Guzek M., Lozia Z. Uncertainty of road accident reconstruction computations, [in:] Proceedings of the 16th Annual EVU Congress, Institute of Forensic Research Publisher, Kraków 2007, P. 35–50.
5. Bartlett W., Fonda A. Evaluating uncertainty in accident reconstruction with finite differences, SAE Technical Paper No. 2003-01-0489, Warrendale, PA, 2003, doi:10.4271/2003-01-0489.
6. Кашканов А. А. Методика оцінювання і зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод. Вісник машинобудування та транспорту. 2020. №1(11). С. 71-78. doi: 10.31649/2413-4503-2020-11-1-71-78.
7. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 № 1950/5 зі змінами № 1414/5 від 13.05.2024).
8. European Network of Forensic Science Institutes. Best Practice Manual for Road Accident Reconstruction, ENFSI, ENFSI-BPM-RAA-01. Version 01 - November 2015. http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/4._road_accident_reconstruction_0.pdf.
9. Кашканова А. А. Застосування нечіткої нейронної мережі для визначення інформативності факторів впливу на реалізацію зчпної здатності дороги і шини. Вісник машинобудування та транспорту. 2022. №1(15). С. 88-99. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-15-1-88-99>.
10. VZM 300. МАНА. URL: <https://maha.com.ua/diahnostychni-linii/vzm-300-300>.

Кишун В.А., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.е.н.,
Денисюк А.В., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет

ЯК ЗМІНИЛИСЯ УПОДОБАННЯ УКРАЇНЦІВ ЗА КЛАСАМИ І ТИПАМИ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЗА 15 РОКІВ

У 2008 році на українському автомобільному ринку склалася сприятлива ситуація, що призвела до рекордної кількості продажів, яку до сьогодні не вдалося перевершити – 623252 нових легкових авто [1]. Такий величезний статистичний масив дозволив провести детальний аналіз та визначити певні особливості українського автомобільного ринку.

Як видно з рисунка 1, у 2008 році за популярністю переважали, відповідно до європейської класифікації, моделі В і С класів. Автомобілі особливо малого класу В – це ЗАЗ «Таврія» і «Славути», Škoda Fabia, Hyundai Getz, Chevrolet Aveo; нижнього середнього класу С – задньоприводні Lada-2107, Lada-2104, передньоприводні ВАЗи 9-го і 10-го сімейств, Mitsubishi Lancer, Opel Astra Classic. Зростанню С-класу посприяв, зокрема, активний продаж корейських моделей українського складання Daewoo Lanos (Сенс) та Chevrolet Lacetti. Майже п'ята частина покупців придбали нові кросовери і позадорожники відзначені на рисунку 1 аббревіатурою SUV (sport utility vehicle): Hyundai Tucson, Mitsubishi Outlander XL, Honda CR-V, Mitsubishi Pajero та інші (див рис. 1) [1].

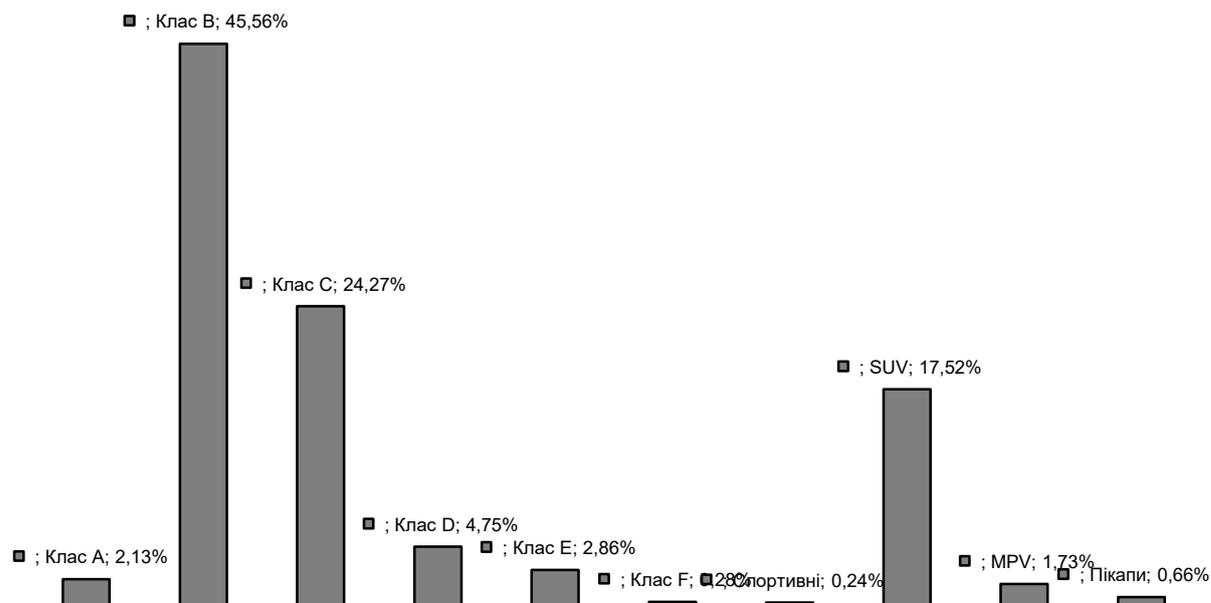


Рисунок 1 – Структура продажу нових легкових автомобілів в Україні за класами у 2008 році

Кросовери були вперше розроблені у США наприкінці 90-х років і отримали назву від аббревіатури SUV (Crossover Utility Vehicle), що означає «автомобіль підвищеної прохідності»; пізніше їх швидко освоїли європейські виробники. Ці транспортні засоби стали чудовою альтернативою традиційним хетчбекам, універсалам і седанам, що десятиліттями домінували на дорогах Європи, і споживачі (українці також) досі готові платити більше за кросовер, аніж за класичні автомобілі. Вони переважають традиційні легковики, в основному, кращою прохідністю за рахунок більшого дорожнього просвіту та менших переднього і заднього звісів; долають вищі бар'єрні і дискретні перешкоди завдяки збільшеному радіусу коліс. Кросовери добре почувуються на дорогах з твердим покриттям, на них можна сміливо їздити бруківкою, міськими вулицями з трамвайними коліями і виїмками на асфальті. Ними можна добратися від шосе до дачі, лісу, на берег водойми ґрунтовою дорогою навіть зимою (при незначних опадах чи ожеледиці), але не більше, позаяк все ж поступаються класичним позадорожникам, яких також зараховують до класу SUV.

На жаль, відсутність подібного масиву даних не дозволила більш точно оцінити вибір споживачів через 15 років, як це було зроблено у 2008-му, оскільки у 2023 році через низку різних причин було

продано у десять разів менше – лише 65086 легковиків. Однак можна чітко розгледіти зростання у відсотковому відношенні купівлі SUV за рахунок решта класів (див. рис. 1 і 2) [2, 3]. За даними сайту AUTO-Consulting, продажі кросоверів систематично зростали впродовж попередніх років, починаючи з 2008 року, і досягли максимуму у 2023 році. У 2021 довоєнному році вони займали 73% від загальної кількості 103650 нових легковиків [2, 4]. На майбутнє експерти прогнозують насичення ринку подібними транспортними засобами на рівні 80% без подальшого зростання.

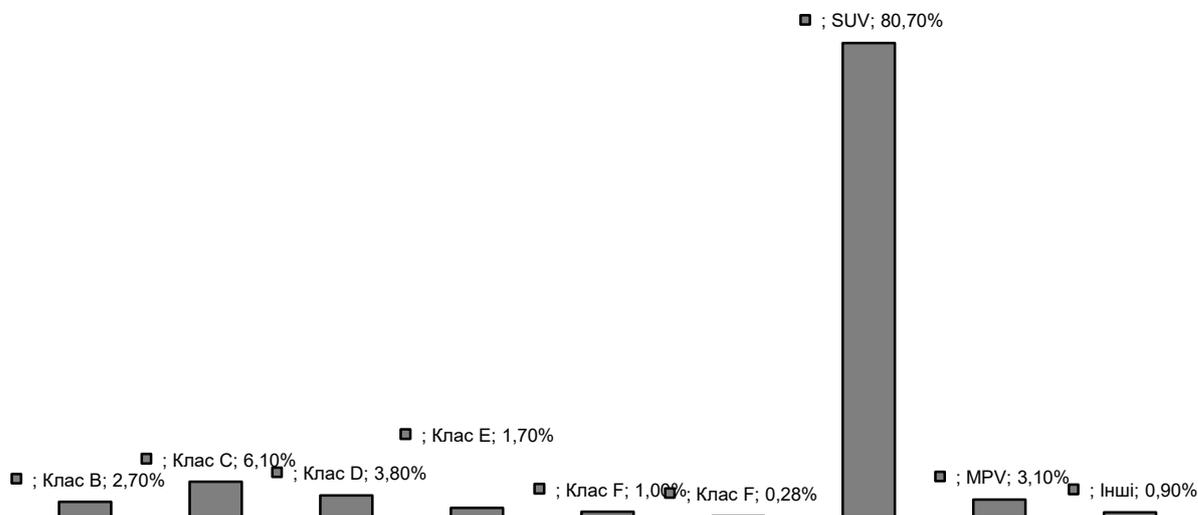


Рисунок 2 – Структура продажу нових легкових автомобілів в Україні за класами у 2023 році [3]

Власне дані таблиці 1 підтверджують вище викладене: серед 30 моделей-лідерів українського ринку у 2021 році більше 20 – це авто сегменту SUV [5]. Серед моделей нових легковиків у 2023 році у першій десятці також кросовери (див. табл. 1). Очолює рейтинг Renault Duster у виконанні для загального ринку (на 7-й позиції ця ж модель, але переобладнана під потреби поліції, інформація про яку зазвичай не потрапляє на відкритий ринок).

Таблиця 1 – Моделі-лідери українського ринку у 2023 році [3]

№ з/п	Марка, модель	Кількість, одиниць	№ з/п	Марка, модель	Кількість, одиниць
1	Renault Duster	4 019	6	Toyota LC Prado	1 455
2	Toyota RAV-4	2 931	7	Renault Duster (пол.)	1 326
3	Volkswagen ID.4	2 615	8	Skoda Kodiaq	1 302
4	Mazda CX-5	1 655	9	Suzuki Vitara	1 269
5	Hyundai Tucson	1 484	10	Nissan Qashqai	1 208

У 2023 році також зросла відносно кількість таких транспортних засобів, як MPV (Multi-Purpose Vehicle), що у побуті носять назву «мінівен» в якому «міні» означає менший, малий, а «вен» – транслітероване з англійської слово «фургон». Побудований переважно на платформі легкового автомобіля, він відрізняється підвищеною місткістю (7–8 осіб) за рахунок збільшеної висоти кузова та, як наслідок, зручної високої посадки водія і пасажирів. Це, у свою чергу, дозволяє розмістити у салоні третій ряд зручних сидінь.

Особливістю мінівена є також зазвичай рівна підлога в салоні; сидіння, які легко трансформуються, складаються або демонтуються, що дозволяє отримувати десятки різних варіантів планування салону; зсувні задні дверцята замість стулкових. Компактність мінівена досягається, у тому числі, за рахунок зменшення розмірів моторного відсіку коли двигун у ньому розміщується впоперек. Подібні транспортні засоби використовуються переважно як сімейні і корпоративні автомобілі.

Можна ще зауважити неабияку стабільність групи покупців автомобілів класу F, іншими словами «люкс-класу» (0,28%), однак абсолютні числа у п'ятнадцятирічному інтервалі різняться у десятки разів (див. рис. 1 і 2).

Так само на українському ринку нових легкових автомобілів за 15 років відбулася радикальна зміна споживчих уподобань за типами двигунів. У 2008 році левову частку покупок (94,3%) становили легковики з бензиновим двигуном, решта – дизельні (див. рис. 3) [6]. Нові автомобілі з встановленим газобалонним обладнанням (ГБО) на заводах практично не ввозилися, а ті, що їздили по українських дорогах на газі зараховувалися до бензинових, оскільки були вже перероблені на спеціалізованих СТО

після купівлі їх в автосалонах. Що стосується електромобілів і гібридів, то вони офіційно з'явилися в Україні лише у 2011 році.

Розподіл ринку у 2023 році за типом двигунів (силових агрегатів) мав такий вигляд: зберігалася перевага за бензиновими версіями, частка яких склала 45,6%; нових дизельних авто купили 25,1%, з гібридними силовими установками – 17,1%, а «чисті» електромобілі зайняли 11,5%. Решта (0,7%) – це нові легкові автомобілі оснащені ГБО у заводському виконанні (див рис. 4) [3]. Через різноманіття пропозицій та інші фактори відбулося поступове зниження популярності моделей з бензиновими двигунами, і навпаки – спостерігається зростання популярності з дизельними, електромобілів і гібридів. Останні якраз і наділені комбінованими силовими агрегатами, які, на додачу до традиційних двигунів внутрішнього згорання обладнані ще й електродвигунами.



Рисунок 3 – Розподіл ринку нових легкових автомобілів у 2008 році за типами двигунів

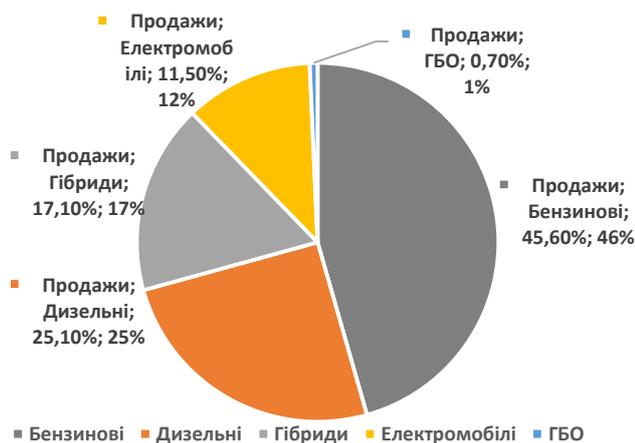


Рисунок 4 – Розподіл ринку нових легкових автомобілів у 2023 році за типами двигунів (силових агрегатів)

Висновки. Беззаперечно за 15 років уподобання українців стосовно легкових автомобілів помінялися. Для автомобільної промисловості це термін, упродовж якого змінюється 4–5 поколінь тієї чи іншої моделі. З кожним разом споживачі отримують новий транспортний засіб, кращий за попередній.

Не стали виключенням і зміни у ринкових пропозиціях стосовно класу (групи), особливо тоді, коли серед транспортних засобів з'явився такий новий вид, як кросовери. Тенденція захоплюватися подібними автомобілями від США дійшла до Європи, а пізніше і до України. Статистика останніх років показує, що кросовери і позадорожники охопили 75...80% (близького до насичення) українського автомобільного ринку.

З двигунами ситуація змінилася ще радикальніше. Гібриди і електромобілі відібрали частину ринку у колись популярних автомобілів з бензиновими двигунами. Якась частка останніх перейшла також до дизельних авто. Однак причини таких змін потребують окремих досліджень, тому у форматі тез викладена лише констатація фактів.

Література

1. Кишун В.А. Інфраструктура та ринок дорожніх транспортних засобів (ДТЗ): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 224 с.
2. Статистика продажів. Sales Statistics. URL: <http://www.oica.net/>.
3. Український ринок нових легкових авто: Підсумки 2023 року. URL: <https://eauto.org.ua/news/482-ukrajinskiy-rinok-novih-legkovih-avto-pidsumki-2023-roku>.
4. Олександр Успішний. В Україні ринок кросоверів досяг максимуму. URL: <https://vnedorozhnik.net.ua/autonews/v-ukrayini-rynok-krossoveriv-dosyag-maksimumu>.
5. Андрій Сурков. На ринку нових авто встановлено рекорд: топ-30 машин, які купували українці 2021 року. URL: <https://tsn.ua/auto/news/ukrayina-na-rinku-novih-avto-vstanovleno-rekord-top-30-mashin-yaki-kupuvali-ukrayinci-2021-roku-1961656.html>
6. Василь Шпира Українці купили рекордну кількість дизельних автомобілів. URL: <https://mmr.net.ua/autoworld/news/69138>.

Кишун В.А., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.е.н.
Зінюк Р.Л., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет

ЯКБИ ETSC ОЦІНЮВАЛА УКРАЇНУ

У 2023 році щорічну нагороду Європейської ради з безпеки на транспорті (ETSC) отримала Польща, яка зуміла за 10 років суттєво знизити смертність на своїх дорогах. За період з 2012 по 2022 роки кількість жертв зі смертельними наслідками в країні знизилася на 47%, що навіть краще за середнє зниження в Євросоюзі (22%). Статистика зменшення втрат на польських дорогах може стати прикладом для всього ЄС. У 2022 році на польських дорогах загинуло 5 осіб на 100 тис. населення, а у 2012-му – 9,3 на 100 тисяч [14].

У найближчого претендента на нагороду, Італії, у 2022 році на дорогах загинуло 5,4 особи на 100 тис. населення. Між іншим, найкращу статистику в Європі щодо безпеки на дорогах у 2022 році мали Норвегія та Швеція з показниками 2,1 та 2,2 смерті на 100 тисяч населення відповідно. А ось на дорогах Євросоюзу загальний показник минулорічної смертності зріс на 4% – до 20 679 загиблих. Така тривожна тенденція не відповідає початковому плану ЄС та ООН щодо дворазового скорочення смертей на дорогах до 2030 року. Для цього вже з 2019-го у Євросоюзі кількість жертв щороку мала би знижуватися на 17,2%, але цього не сталося – жертв більше [1].

Успіх на дорогах Польща забезпечила завдяки кільком ключовим моментам, що допомогли не лише знизити смертність і врятувати життя сотень людей, а й підвищити дисципліну на дорогах і частково вгамувати злісних порушників правил дорожнього руху та водіїв у стані алкогольного сп'яніння. Перелік вжитих заходів щодо скорочення смертності на дорогах включав:

- а) комплексну національну програму безпеки дорожнього руху Польщі на 2021–2030 роки, метою якої було скоротити кількість смертей та серйозних травм на 50%;
- б) великомасштабну чотирирічну програму «Безпечна дорожня інфраструктура»;
- в) розширення мережі камер контролю швидкості та далекомірних камер;
- г) збільшення кількості перевірок за керування у нетверезому вигляді (у середньому на 19% щорічно) у період з 2010 по 2019 роки;
- г) впровадження системи «аварійного коридору», що дозволяє транспортним засобам екстрених служб під'їжджати до місць зіткнень на автомагістралях [1].

Водночас слід зауважити, що обмеження максимальної швидкості 140 км/год на польських автомагістралях перевищує встановлені 130 км/год у більшості країн Євросоюзу.

Повністю позбутися аварій не вдалося, але смертність на дорогах впала до рекордно низького рівня після запровадження жорсткіших штрафів за перевищення швидкості. «За десять років Польща значно підвищила безпеку дорожнього руху і показала приклад серйозного ставлення до цього питання. Було щире прагнення покращити інфраструктуру та посилити правозастосування – усі ключові фактори цього вражаючого скорочення», – підкреслив виконавчий директор Європейської ради безпеки на транспорті Антоніо Авеносо [1].

В Україні кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 тис. населення у передвоєнні роки склала: 2017 рік – 8,1 особи; 2018 рік – 8,0 осіб; 2019 рік – 8,2 особи; 2020-й – 8,5 особи; 2021-й – 7,8 особи при чисельності мешканців 42,2...41,6 мільйона [2, 3]. Аналізуючи перелік вжитих заходів щодо скорочення смертності на дорогах України відносно Польщі можна констатувати наступне:

– за пунктом а): в Україні була розроблена та схвалена Кабінетом Міністрів розпорядженням № 430-р від 30 травня 2018 року «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року», яка передбачала, зокрема, зменшення рівня смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод на 100 000 населення – на 50% до 2030 року. За початок відліку був взятий 2017 рік. [4].

– за пунктом б): в Україні була розроблена і діяла Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року, однак через запровадження воєнного стану не усі завдання і заходи з її реалізації були виконані [5];

– за пунктом в): відбувається, щоправда із запізненням розширення мережі камер контролю швидкості і станом на середину літа 2024 року їх нараховувалося 265 одиниць, хоча на кінець 2023-го їх мало бути 310 одиниць (див. додаток 2 [5]) [6];

– за пунктом г): придбання 680 спеціальних технічних приладів для встановлення стану алкогольного та наркотичного сп'яніння дозволить збільшити кількість перевірок водіїв, які перебувають за кермом (див. додаток 2 [5]);

– за пунктом г): в Україні термін «аварійний коридор» не закріплений у правилах дорожнього руху, тому три громадські організації – Українська асоціація аудиторів безпеки автомобільних доріг, Центр

демократії та верховенства права і «Vision Zero» у грудні 2022 року організували круглий стіл та вийшли до уряду з ініціативою запровадити в Україні так зване правило екстрених коридорів [7].

«Екстрений коридор» означає тимчасову смугу шириною не менше 3,0 метрів, призначену для безперешкодного руху оперативних транспортних засобів зі спеціальними сигналами, яку водії утворюють під час затору між крайньою лівою смугою руху та сусідньою до неї. Правило діє, якщо виник затор: транспорт їде дуже повільно, зазвичай до 5 км/год, або взагалі не рухається.

Водії транспортних засобів, що знаходяться у заторі або повільно рухаються у транспортному потоці зобов'язані завчасно, до появи транспортних засобів із увімкненими спеціальними сигналами, створити екстрений коридор, який може використовуватися виключно транспортними засобами швидкої медичної допомоги, оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, поліції (та транспортними засобами, які супроводжуються поліцією), що рухаються з увімкненими спеціальними світловими або звуковими сигнальними пристроями. Рух екстреним коридором або блокування його іншими транспортними засобами заборонені.

Схема створення аварійного коридору в усіх країнах однакова: його формують між крайньою лівою смугою та смугою правіше від неї (див. рис. 1) [7]. Для цього водії на всіх смугах, окрім лівої, мають зменшити швидкість якомога правіше. Водії крайньої правої смуги можуть виїжджати на узбіччя, якщо воно укріплене.



Рисунок 1 – Схема створення аварійного коридору

У низці європейських держав водіїв законодавчо зобов'язують створювати «аварійний коридор» (emergency/rescue lane). За даними Європейської ради з транспортної безпеки, запровадження обов'язкового екстреного коридору на 40% збільшує шанси людини вижити після нещасного випадку [7].

На переконання учасників круглого столу, зі зростанням рівня автомобілізації та тривалою невизначеністю воєнної ситуації в Україні затори на автодорогах за межами міст і далі будуть частою й відчутною проблемою для України. Тож радикальним вирішенням цієї проблеми в Україні має стати закріплення у Правилах дорожнього руху вимога для водіїв: створювати аварійний коридор за схемою, яка успішно працює в інших державах Європи і допомагає рятувати життя.

Висновки. Заходи, які вживає Україна з метою покращити статистику ДТП на вітчизняних дорогах кореспондуються з прийнятими рішеннями сусідньої Польщі, яка отримала у 2023 році щорічну нагороду Європейської ради з безпеки на транспорті знизивши за 10 років кількість загиблих на 100 тис. населення з 9,3 осіб до 5-ти. Однак їх недостатньо, або вони з різних причин не виконуються повністю (у тому числі через воєнний стан), а показник смертності на вітчизняних дорогах сьогодні перевищує польський у півтора рази. Відповідно досягти очікуваних результатів у 2030 році (4 загиблих на 100 тис. населення) буде проблематично, якщо не вжити більш рішучих заходів з підвищення рівня безпеки дорожнього руху на вітчизняних дорогах.

Література

1. Валентин Ожго. У Польщі знизили смертність від ДТП удвічі: що для цього зробили. URL: https://auto.24tv.ua/u_polshchi_znyzyly_smernnist_vid_dtp_udvichi_shcho_dlja_tsoho_zrobyly_n46050
2. Статистика ДТП в Україні. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.
3. Чисельність населення України з 1990 по 2022 рр. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/people/>.
4. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>.
5. Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1287-2020-%D0%BF#Text>.
6. Причиною понад 41% всіх ДТП є перевищення дозволеної швидкості руху – поліція. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3872298-pricinou-ponad-41-vsih-dtp-e-perevisenna-dozvolenoj-svidkosti-ruhu-policia.html>.
7. Віктор Загребя, Максим Шульга. Екстрені коридори: «Секунди, що рятують життя». URL: <https://cedem.org.ua/analytics/ekstreni-korydory/>.

Коваль А.О., аспірант
Левківський О.А., асистент кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Рихтер В.В., здобувач групи ААГ-21
Бегерський Д.Б., науковий керівник
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ АЕРОДИНАМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОПОЇЗДІВ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА

Аеродинамічний опір є одним із головних факторів, що впливає на витрату палива у великих транспортних засобах, таких як автопоїзди. Велика частка енергії, що витрачається на рух по трасі на високих швидкостях, йде на подолання опору повітря. Зменшення опору може призвести до значного зниження витрат палива, що особливо важливо для вантажних перевезень на далекі дистанції.

Найпростіший спосіб знизити аеродинамічний опір є встановлення на автопоїзд аеродинамічних елементів, таких, як:

- спойлери;
- бокові обтічники;
- задні обтічники;
- підвісні аеродинамічні щитки;
- вітрові відбійники;
- носові обтічники причепа;
- аеродинамічні ковпаки та штори на колеса (Рис. 1).



Рисунок 1 Приклад використання аеродинамічних елементів

Також на аеродинамічний опір впливають особливості автомобільних шин, які можуть бути більш або менш аеродинамічними, а також колісних дисків.

Комплексне встановлення аеродинамічних елементів дозволяє значно зменшити аеродинамічний опір автопоїзда у порівнянні з автопоїздом без даних елементів (Рис. 2).

Дані елементи дозволяють значно знизити аеродинамічний опір автопоїзда, проте використання даних елементів має і свої недоліки. Головним із недоліків є збільшення габаритів автопоїзда або

зменшення корисного об'єму кузова при збереженні габаритів внаслідок встановлення додаткових аеродинамічних елементів. Також автопоїзд, обладнаний додатковими аеродинамічними елементами більш вибагливий до стану дорожнього покриття. Крім того, встановлення додаткових аеродинамічних елементів підвищує складність ремонту автопоїзда через необхідність їх демонтажу і монтажу.



Рисунок 2 Аеродинамічні елементи концепт – траку Volvo

Дані елементи дозволяють значно знизити аеродинамічний опір автопоїзда, проте використання даних елементів має і свої недоліки. Головним із недоліків є збільшення габаритів автопоїзда або зменшення корисного об'єму кузова при збереженні габаритів внаслідок встановлення додаткових аеродинамічних елементів. Також автопоїзд, обладнаний додатковими аеродинамічними елементами більш вибагливий до стану дорожнього покриття. Крім того, встановлення додаткових аеродинамічних елементів підвищує складність ремонту автопоїзда через необхідність їх демонтажу і монтажу.

Розрахувати ефективність різних аеродинамічних елементів можна різними методами, найбільш розповсюдженими є комп'ютерне та фізичне моделювання. Обидва методи дають високу точність отриманих результатів і дозволяють фіксувати найменші зміни аеродинамічного опору, що дозволяє розробляти найбільш аеродинамічні конструкції автопоїздів. Дані методи досліджень дозволяють швидко впроваджувати нові рішення при невеликих затратах часу та коштів.

Оскільки, потужність двигуна транспортного засобу витрачається на подолання сил опору руху, а однією з постійно діючих сил опору є сила опору повітря яка, крім того, має квадратичну залежність від швидкості руху автопоїзда, то зниження аеродинамічного опору дозволяє зменшити потужність двигуна автопоїзда при однаковій швидкості. А це, у свою чергу, дозволяє знизити витрату палива та підвищити надійність автопоїздів.

Козельська К.А., викладач

*Відокремлений структурний підрозділ «Маріупольський фаховий коледж ДВНЗ
Приазовського державного технічного університету»*

АВТОТРАНСПОРТНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Євроінтеграція для України є багатоаспектним процесом, який передбачає перш за все зміни та адаптацію транспортного сектора до європейських стандартів в середині країни. Доведено, що шлях України до ЄС пролягає через її внутрішні соціально-економічні трансформації.

Реалізація євроінтеграційних планів України в економічній сфері базується на двосторонніх домовленостях з ЄС щодо гармонізації секторального законодавства, правил і технічних стандартів. Євроінтеграційним процесам транспорту були присвячені роботи відомих вітчизняних та зарубіжних науковців та вчених. Приміром, за оцінками Єврокомісії, у сфері транспорту, на автомобільному транспорті необхідно 3—5 років, на залізничному — 8—10 років, у дорожній га лузі — 3—6 років, щоб змінити всю структуру, привести у відповідність усі нормативно-правові акти для того, щоб європейська спільнота визнала, що за цими напрямками Україна готова до членства в ЄС.

Транспортні засоби потребують значних змін, які повинні відповідати сучасним вимогам за своєю конструкцією, пасажиромісткістю, класом комфортності, екологічними показниками та переведенням на споживання альтернативних екологічно чистих видів палива. [1, с.64]

Особливості розвитку пасажирських послуг на автомобільному транспорті в Україні дозволяють узагальнити невтішні для подальшого соціально-економічного розвитку країни підсумки: скорочення диспетчерських станцій, автостанцій, автобусних маршрутів, втрата державного контролю за якістю та безпекою автотранспортних послуг. За період незалежності України і до сьогодні у транспортному секторі накопичилася велика кількість проблем, що потребують негайного та першочергового вирішення. [1,с.103] Основними з них є:

- невідповідність вимогам сьогодення як законодавства з питань регулювання діяльності транспортних перевізників, які забезпечують безпеку перевезення пасажирів та вантажів, так і системи державного контролю дотримання персоналом транспортного сектору норм законодавства;
- недостатній обсяг фінансування витрат пасажирських перевізників, що пов'язані з наданням соціально значущих послуг, та відсутність компенсації витрат від регульованого тарифу за рахунок бюджетних коштів;
- відсутність системного підходу до забезпечення функціонування транспорту, створення конкурентного середовища, рівних умов на ринку транспортних послуг.

У сучасних умовах у сфері транспортної політики ЄС триває процес перегляду політики щодо транс'європейських транспортних мереж (TEN-T), яка враховує сучасні вимоги до загрози до зміни клімату та захисту довкілля, збільшення території ЄС, необхідності посилення зовнішнього виміру співпраці у транспортному секторі. До основних напрямів удосконаленої політики TEN-T належать: 1) об'єднання майбутньої TEN/T з транспортними мережами сусідніх країн для поширення TEN-T за межі ЄС; 2) оптимізація структури парку рухомого складу відповідно до потреб населення; [2, с.59] 3) забезпечення економічної ефективності підприємств, що передують приведенню тарифу до реальних умов експлуатації; 4) забезпечення розвитку конкуренції та обмеження монополізму на ринку перевезень; [2, с.74] 5) об'єднання транспортних мереж ЄС та країн партнерів Європейської політики сусідства, а також мереж країн Європейської політики сусідства між собою; 6) забезпечення економічної ефективності підприємств, що передують приведенню тарифу до реальних умов експлуатації.

Сприяння реалізації інвестиційних проектів на інноваційній основі шляхом: 1) надання державної підтримки інноваційних проектів з метою забезпечення розвитку перевезень; 2) надання інноваційним проектам, що пройшли конкурсний відбір, часткових компенсацій вартості проекту; 3) залучення інвестицій на умовах концесії. [3, с.74-75]

Удосконалення податкового регулювання та ціноутворення шляхом: запровадження механізму розрахунку за проїзд на пасажирських маршрутах електронними картками, старт картками (безготівкові розрахунки); запровадження спеціального податкового стимулювання для підприємств, які здійснюють технологічне оновлення; запровадження єдиного механізму оподаткування для транспортних підприємств усіх форм власності; реформування системи пільг та запровадження адресних компенсацій особам, які отримують право на пільговий проїзд.

Підвищення рівня охорони навколишнього природного середовища. Забезпечення безпеки перевезень на транспорті.

Таким чином, можемо стверджувати, що євроінтеграція для України є багатоаспектним процесом, який передбачає перш за все зміни та адаптацію транспортного сектора до європейських стандартів в середині країни.

Література

1. Бондар Н.М. Розвиток транспортної інфраструктури України на засадах державоприватного партнерства: монографія / Н.М. Бондар. –К.: НТУ, 2014. – 336 с.
2. Управління соціально-економічним розвитком країни, регіону, підприємства в умовах кризи (виробнича, будівельна та транспортна галузі): монографія / Череп А.В. та ін.; за ред. Л.М. Савчук. Дніпро: Біла К.О., 2019. 467 с.
3. Загурський О.М. Конкурентоспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз: монографія. Київ: О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.

Колодницька Р.В., доцент кафедри АіТТ, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВІДНОВЛЮВАЛЬНЕ ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО ЯК ЗАМІННИК ВИКОПНОГО ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Відновлювальні джерела енергії є потребою часу в умовах нинішнього дефіциту енергії у світі. Вчені та дослідники шукають шляхи заміни традиційних енергоресурсів відновлюваними, особливо це актуально для транспортного сектору, де витрачається третина енергії, що виробляється. Майже вся ця енергія походить від викопних палив, які містять вуглеводні в їх складі, що приводить до шкідливих викидів та викидів вуглекислого газу. Отже, потрібно замінити викопні палива на палива з відновлювальних джерел енергії. У зв'язку з цим в якості заміни дизельних палив для транспортного сектору розглядають біопалива [1].

Житомирська політехніка, кафедра автомобілів і транспортних технологій займається дослідженнями заміників дизельного палива для автомобільного транспорту, починаючи з 2000 року. Більшість досліджень було присвячено використанню в автомобільному транспорті біодизельних палив (БД) з різної сировини. Дана робота присвячена аналізу складових частин відновлювального дизельного палива (renewable diesel, RD). Це паливо ще називають HVO (hydrotreated vegetable oil). RD вже комерційно виробляють у США, Фінляндії, Швеції та інших країнах світу. У порівнянні з дизельним паливом (ДП) відновлювальне паливо має нижчу густину, порівняну в'язкість, але яка менша, ніж у біодизельного палива [2].

В роботі [3] досліджено випаровування БД та його сумішей у порівнянні з ДП. Враховуючи, що тиск насиченого пару для ДП становить біля 1000 Па, а тиск пару для БД - біля 1 Па, очікується, що ДП буде випаровуватися швидше, ніж біодизельне. Моделювання випаровування біодизельного палива показує, що великий вплив на процес випаровування має склад палива.

Відомо, що до складу палива RD входять в основному алкани. В роботі [4] проведено детальний аналіз структури RD. В таблиці 1 [5] показано складову частину палива, що має назву «адамтан» та її похідні.

Таблиця 1.

Compounds	Речовина	Код	Емпірична формула	Молекулярна маса
Adamantane	Адамтан (трициклодекан)	A	C ₁₀ H ₁₆	136
1-Methyladamantane	1-Метиладамтан	1-MA	C ₁₁ H ₁₈	150
1,3-Dimethyladamantane	1,3-Диметиладамтан	1,3-DMA	C ₁₂ H ₂₀	164
1,3,5-Trimethyladamantane	1,3,5-триметиладамтан	1,3,5-TMA	C ₁₃ H ₂₂	178
1,3,5,7-Tetramethyladamantane	1,3,5,7-тетраметиладамтан	1,3,5,7-TeMA	C ₁₄ H ₂₄	192
2-Methyladamantane	2-метиладамтан	2-MA	C ₁₁ H ₁₈	150
1,4-Dimethyladamantane, <i>cis</i>	1,4-Диметиладамтан, <i>цис</i>	1,4-DMA, <i>cis</i>	C ₁₂ H ₂₀	164
1,4-Dimethyladamantane, <i>trans</i>	1,4-Диметиладамтан, <i>пер</i>	1,4-DMA, <i>trans</i>	C ₁₂ H ₂₀	164
1,3,6-Trimethyladamantane	1,3,6-триметиладамтан	1,3,6-TMA	C ₁₃ H ₂₂	178
1,2-Dimethyladamantane	1,2-Диметиладамтан	1,2-DMA	C ₁₂ H ₂₀	164
1,3,4-Trimethyladamantane, <i>cis</i>	1,3,4-Триметиладамтан, <i>цис</i>	1,3,4-TMA, <i>cis</i>	C ₁₃ H ₂₂	178
1,3,4-Trimethyladamantane, <i>trans</i>	1,3,4-Триметиладамтан, <i>пер</i>	1,3,4-TMA, <i>trans</i>	C ₁₃ H ₂₂	178
1,2,5,7-Tetramethyladamantane	1,2,5,7-тетраметиладамтан	1,2,5,7-TeMA	C ₁₄ H ₂₄	192
1-Ethyladamantane	1-Етиладамтан	1-EA	C ₁₂ H ₂₀	164
1-Ethyl-3-methyladamantane	1-етил-3-метиладамтан	1-E-3-MA	C ₁₃ H ₂₂	178

Оскільки в молекулі адамантану просторове розташування атомів вуглецю повторює розташування атомів в кристалічній решітці алмазу, то назва сполуки походить від грецького слова $\alpha\delta\beta\alpha\varsigma$, що значить «незламний» і також «алмаз». Температура плавлення адамантану складає 268 °С.

На рис. 1 показана концентрація адамантану (мікрограм/грам) та його похідних у відновлювальному паливі (Renewable diesel) у порівнянні в двома дизельними паливами з 5% біодизельного палива, та з трьома дизельними паливами для морських перевезень.

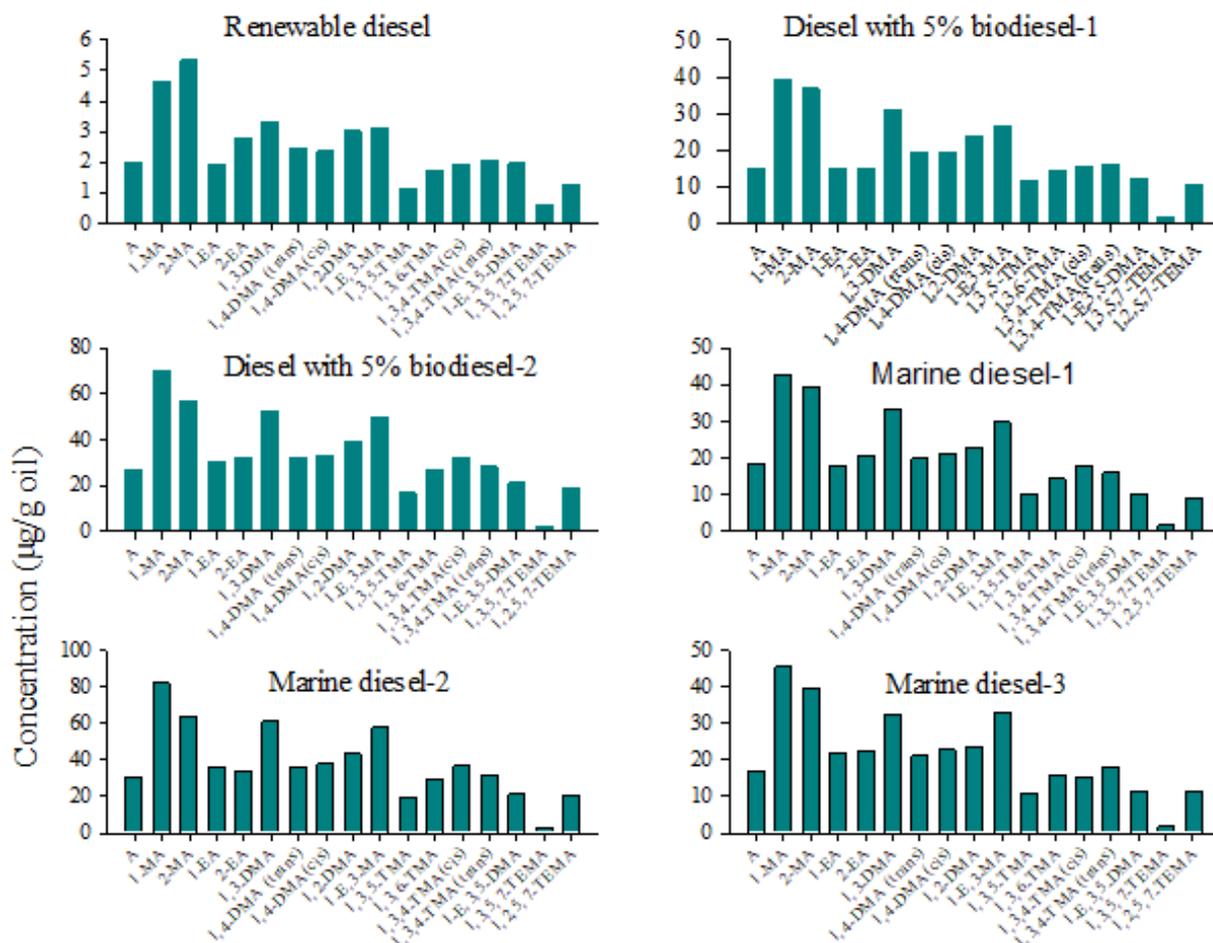


Рисунок 1. Вміст адамантанів в паливах, що випробувувалися (адаптовано з [4])

Хроматографічні характеристики адамантанів в RD і дизельних паливах, що досліджувались в [4], були схожими, що вказує на схожі моделі розподілу. Однак вміст адамантанів у всіх дизельних паливах з переважанням викопних палив, був значно вищим, ніж у RD. Адамантан і його похідні утворюються на ранній діагенетичній стадії органічної речовини в нафтових оліях, так як вони зустрічаються в незрілих і низькозрілих торфах і осадових породах або при високотемпературному крекінгу в процесах переробки нафти [4].

Наявність адамантанів в RD пояснюється процесом ізомеризації парафінового палива в процесі каталітичної гідроочистки вихідних продуктів, вироблених з біомаси при високій температурі [4]. Структура адамантанів надає паливу термічну та мікробну стабільність, роблячи їх стійкими до деградації. Однак адамантани мають температуру кипіння приблизно 190–235 °С, що можна порівняти з температурами кипіння n-алканів у діапазоні від n-C11 до n-C13.

Щоб перевірити це припущення в [4] було досліджено вміст адамантанів у RD. Вміст адамантанів не відрізнявся між свіжим (fresh) RD і W1 RD (втрата маси на 3,13%). Однак з подальшим вивітрюванням чисельність адамантану зменшилася в W2 RD з втратою маси 6,26%. Крім того, адамантани в більш легкому кінці спектру, такі як адамантан 1, 4-диметиламантан (цис), повністю випарувались в W3 RD з втратою маси 9,70%. Нарешті, всі адамантани випарувались в W4 RD, втративши масу на 15,7%.

На рис. 2 показано порівняння випаровування різних видів палив, що досліджувались [4], у порівнянні з відновлювальним паливом.

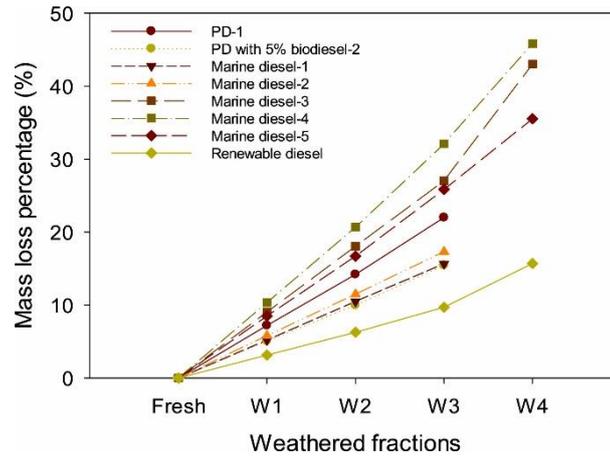


Рисунок 2. Втрата маси в результаті випаровування різних видів палива у порівнянні з відновлювальним паливом [4].

Як видно з рисунку 2 втрати маси RD внаслідок вивітрювання (в основному це було випаровування) були загалом нижчими, ніж у всіх досліджуваних дизельних палив. Ця закономірність свідчить про те, як вважають в [4], що звичайні ДП містять більш високі рівні летких речовин. RD містить набагато менше летких компонентів, ніж ДП-1 і ДП з 5% біодизеля-1.

Отже, актуальною задачею на майбутнє є моделювання випаровування відновлювального палива у ДВЗ автомобільного транспорту.

Література

1. Khan M. A. P., Durez A. and Khan L. A.. Comparison of Evaporation in Conventional Diesel and Bio-Fuel Droplets in Engine Cylinder. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.110683>.
2. Колодницька Р.В., Кравченко О. П. Відновлювальне дизельне паливо та синтетичне паливо як альтернатива для дизельного палива. //Вісник Житомирського державного технологічного Університету – 2019. – № 1 (83). Технічні науки. – С. 3– 11.
3. Saha K., Abu-Ramadan E., Li H. (2012). Multicomponent evaporation model for pure and blended biodieseldroplets in high temperature convective environment. *Applied Energy* 93, 71-79.
4. Yang Z., Shah K., Pilon-McCullough C. Characterization of renewable diesel, petroleum diesel and renewable diesel/biodiesel/petroleum diesel blends. *Renewable Energy* 224 (2024) 120151.
5. Wang Z., Yang C., Yang Z., Brown, C.E., Hollebhone, B.P., Stout, S.A. (2016). Petroleum biomarker fingerprinting for oil spill characterization and source identification. in: Stout, S.A., Wang, Z. (Eds.). *Standard handbook oil spill environmental forensics-fingerprinting and source identification*. Elsevier Inc., London, UK, pp. 131-254.

Комишнюк Р.О., магістр кафедри
технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Ященко М.М., доцент кафедри технічної експлуатації
автомобілів та автосервісу, к.т.н., доцент
Національний транспортний університет

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Експлуатація вантажних автомобілів здійснюється в різних дорожніх умовах, що пов'язано з впливом різних механічних, фізичних та інших факторів, що обумовлюють зміну технічного стану. Автомобіль може приносити певний дохід, якщо він технічно справний і знаходиться в працездатному стані. Технічно несправні автомобілі призводять до зниження продуктивності праці, збільшенню непродуктивних витрат часу і засобів на забезпечення її працездатності. Автомобілі стають більш енергонасиченими, а тому їх простої стають більш дорогими.

Вимоги до надійності вантажних автомобілів підвищуються у зв'язку із збільшенням швидкості і інтенсивності руху, потужності двигунів, вантажопідйомності і місткості автомобілів, а також технологічним і організаційним зв'язком автотранспорту з обслуговуючими підприємствами і іншими видами транспорту.

Надійність вантажних автомобілів може забезпечуватися, з одного боку, за рахунок підвищення надійності автомобілів і їх складових частин на етапах проектування і виробництва шляхом виготовлення деталей з нових матеріалів з більш високими експлуатаційними властивостями, а з іншого боку – за рахунок вдосконалення методів і способів технічного обслуговування (ТО) і забезпечення сприятливіших умов експлуатації.

Технічна експлуатація автомобілів (ТЕА) (табл. 1), виконуючи свої завдання, сприяє підвищенню ефективності роботи автомобільного транспорту, впливає на напрацювання автомобіля, прибуток, продуктивність праці персоналу і безпеку транспортного і супутніх процесів. Цей вплив забезпечується ТЕА в цілому і її підсистемами, які називаються цілереалізованими [1].

Таблиця 1 – Ефективність роботи автомобільного транспорту

Ранги управління	Ефективність роботи автомобільного транспорту			
Показники ефективності автомобільного транспорту	Приріст кінцевого продукту: обсяг перевезень, продуктивність, прибуток	Собівартість перевезень	Продуктивність праці на перевезеннях	Безпека транспортного процесу
Показники ефективності ТЕА	Рівень працездатності парку	Витрати на підтримку працездатності парку	Продуктивність праці персоналу, що забезпечує працездатність парку	Рівень впливу на екологічну і дорожню безпеку транспортного процесу
Рівень впливу ТЕА	25–27%	22–26%	20–36%	24–34%
Часткові показники ефективності підсистем ТЕА	КТГ; напрацювання на відмову; ймовірність безвідмовної роботи впродовж зміни; ресурс до КР і списання; простої в ТО, ремонті в дільницях АТП та ін.	Витрати на ТО і Р по статтях витрат; агрегатам, цехах і дільницях; видам ТО і ремонтів; видам матеріалів і запасних частин	Продуктивність праці ремонтного персоналу в цілому, по цехах і дільницях АТП, видам ТО і ремонтів і т.д.	Напрацювання до транспортної пригоди, напрацювання на відмови агрегатів, що впливають на безпеку руху і довкілля

У підвищенні якості експлуатації вантажних автомобілів, раціональному використанні їх ресурсу, своєчасному виявленні і запобіганню відмов велике значення належить ТО і технічній діагностиці (ТД). Проблема управління технічним станом автомобіля може бути вирішена лише при вдосконаленні методів і засобів технічного обслуговування [2].

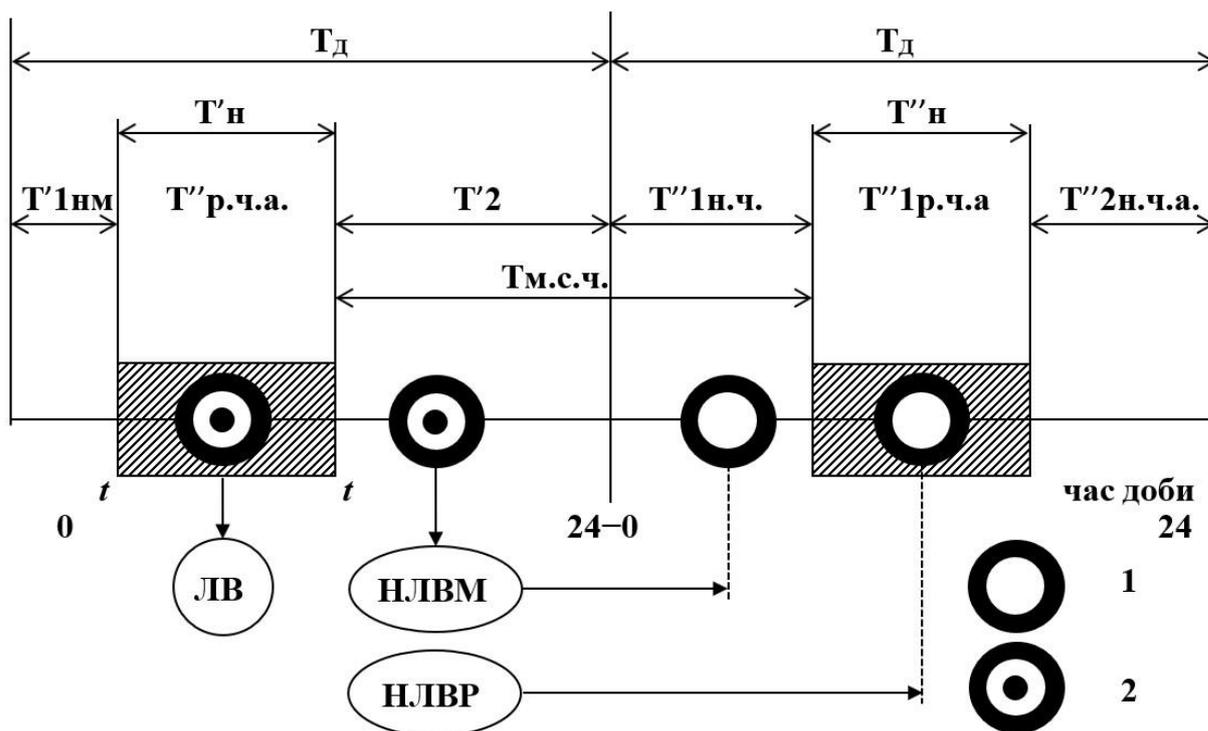


Рисунок 1 – Вплив технічного стану автомобіля на транспортний процес:
 $T_d = 24$ год (доба); T_n – час у наряді – робота автомобіля на лінії; $T_{p.ch.a.}$ – робочий час;
 1 – момент завершення робіт з усунення відмови; 2 – момент виникнення, виявлення або фіксації відмови

Відповідно до рисунка 1 розрізняють наступні фази (цикли) роботи автомобіля [3; 4]:

$T_{p.ch.a.}$ – робочий час (чи конкретна частина доби) впродовж якого автомобіль працює на лінії. Тривалість роботи вантажного автомобіля може полягати від 12 до 15 годин. $T_{p.ch.n.} = T_n$ – робочий час автомобіля, або час в наряді, час, впродовж якого автомобіль повинен знаходитися на лінії, беручи участь в транспортному процесі. Тривалість $T_{p.ch.n.}$ визначається трудовим законодавством і правилами внутрішнього розпорядку (однозмінна, півторазмінна, двозмінна робота). Для конкретного автомобіля встановлюється графік роботи, в якому фіксується початок робочого часу t_p тобто вихід автомобіля на лінію, закінчення робочого часу t_k повернення автомобіля в гараж, і необхідні організаційні і технічні перерви, тобто $T_{p.ch.a.} = T_n = t_k - t_p$. Як правило, $T_{p.ch.a.} < T_{p.v.n.}$;

$T_{n.ch.a.}$ – неробочий час автомобіля – час, впродовж якого автомобіль не повинен знаходитися на лінії. $T_{n.ch.a.} = T_c - T_n$. $T_{n.ch.a.}$ включає частину доби до і після наряду: $T_{n.v.a.} = T_{1n.ch.a.} + T_{2n.ch.a.}$;

$T_{mz.ch.a.}$ – міжзмінний час автомобіля – проміжок часу між послідовними циклами роботи автомобіля на лінії. $T_{mz.ch.a.}$ включає неробочий час автомобіля після чергового наряду ($T'2n.ch.a.$) і до подальшого наряду ($T'1n.ch.a.$).

При роботі автомобілів з початку експлуатації із-за недостатньої їх надійності за строк служби може виникнути потік відмов і несправностей до 500–700 найменувань. Відповідно до рисунка 1, залежно від моменту і місця виникнення, відмови розрізняють [5; 6]:

ЛВ – лінійні відмови, які виникають на лінії впродовж робочого часу автомобіля і порушують транспортний процес;

НЛВ – нелінійні відмови, які виявлені або виникли в міжзмінний час автомобіля.

Лінійні відмови поділяються на [5; 6]:

ЛВУ – що усуваються на лінії з втратою робочого часу (водієм, персоналом технічної допомоги);

ЛВН – що не усуваються на лінії, що вимагають транспортування автомобіля в майстерню для усунення відмови.

Залежно від тривалості усунення (t_{uc}) нелінійні відмови поділяються на [5; 6]:

НЛВМ – що усуваються в міжзмінний час і не впливають на транспортний процес: $t_{uc} < T_{mz.ch.a.}$;

НЛВР – що не усуваються в міжзмінний час, викликають простою автомобіля за рахунок робочого часу і що впливають на транспортний процес.

Для підтримки високого рівня працездатності, необхідно, щоб велика частина відмов і несправностей була попереджена, тобто працездатність була відновлена до настання несправності або відмови. З метою

підтримки надійності автомобілів на необхідному рівні необхідно виконувати своєчасне і якісне їх ТО. Технічне обслуговування автомобілів повинно забезпечувати безвідмовну роботу агрегатів і систем в межах встановлених періодичностей. Основою побудови ТО є планово-запобіжна (профілактична) система з контролем технічного стану. Ця система, у рамках ТО автомобілів, відображена на рисунку 2.

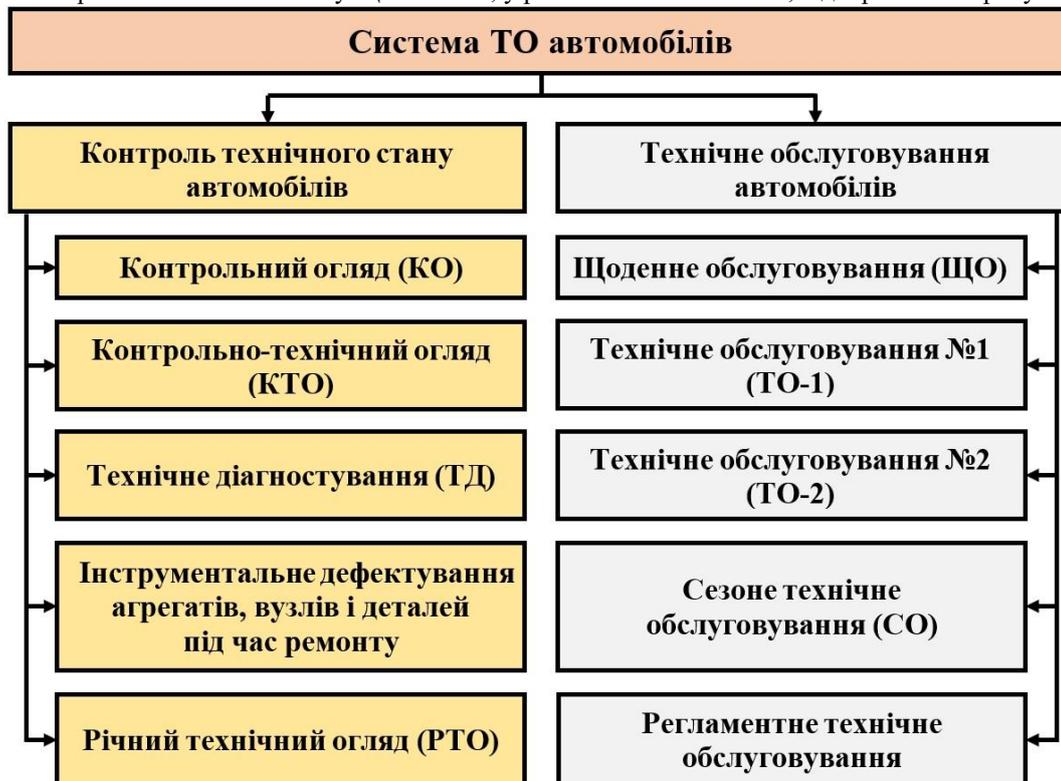
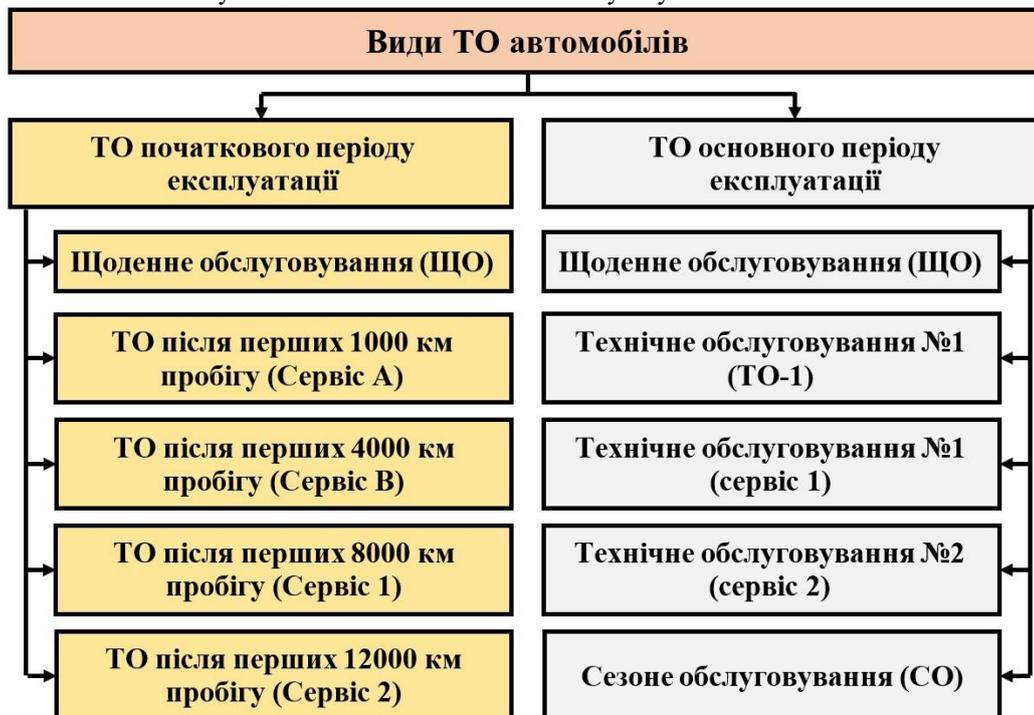


Рисунок 2 – Система технічного обслуговування автомобілів



(сервіс 1) ТО-1 = 2400–4000 км
(сервіс 2) ТО-2 = 8000–12000 км

Рисунок 3 – Види технічного обслуговування автомобілів

Види ТО нових автомобілів, як показано на рисунку 3, включають ТО початкового періоду експлуатації і ТО основного періоду експлуатації. Види контролю технічного стану входять в обсяг технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) автомобілів [7].

Контроль технічного стану автомобільної техніки – визначення фактичних значень показників і якісних ознак, що характеризують технічний стан, зіставлення їх з вимогами, визначеними нормативно-технічною документацією (НТД), з метою оцінки технічного стану цих автомобілів.

Основним методом виконання контрольних робіт є діагностування, яке призначене для визначення технічного стану автомобіля, його агрегатів, вузлів і систем без розбирання і є технологічним елементом технічного обслуговування. Після завершення контролю технічного стану автомобілів визначається фактичний об'єм робіт по ТО, організовується усунення виявлених відмов, ушкоджень і інших недоліків.

Останнім часом, у міру створення доступних засобів діагностування, все більшого поширення почали набувати процедури призначення попереджувальних обслуговуючих робіт за результатами оцінки технічного стану.

Технічне обслуговування вантажних автомобілів виконується на комплексних автотранспортних підприємствах (АТП) або на спеціалізованих автосервісних і ремонтних підприємствах: станціях технічного обслуговування (СТО), ремонтних майстернях, базах централізованого ТО.

Технічне обслуговування належить самих трудомістких робіт по підтримці працездатності автомобілів, від якісного виконання якого залежить безвідмовність, довговічність і продуктивність.

Усі роботи, пов'язані ТО, можна розділити на великі групи [7]: ті, які можна зробити самостійно, і які вимагають участі професіоналів. До першої групи відносяться, наприклад: заміна фільтрів, перевірка рівня технічних рідин, первинна діагностика по індикаторах на дошці приладів, стороннім звукам та іншим ознакам. До другої відносяться роботи, що вимагають спеціального обладнання та навичок. Наприклад: розшифрування складних помилок при діагностуванні, ремонт двигуна, коробки перемикачів передач та інших великих вузлів та механізмів, а також роботи згідно гарантійних зобов'язань.

Водії вантажних автомобілів «своїми силами» виконують щоденні та сезонні ТО. Щоденні ТО зводяться до перевірки автомобіля перед кожним рейсом і включає візуальний і найпростіший інструментальний огляд: перевірку рівнів технічних рідин, стану шин, огляд кузова і підкапотного простору на протікання, пошук вм'ятин і т.п.. Виявлені несправності усувають. Взимку до щоденного ТО входить перевірка заряду акумуляторної батареї, а влітку миття автомобіля. При сезонному ТО автомобіль підготовлюється до нового сезону експлуатації і включає заміну моторної оливи, антифризу та інших технічних рідин відповідно до температурного режиму, зміну фільтрів, заміну розхідників за графіком, видалення конденсату і заміну осушувачів у рідинних та повітряних системах.

Частка участі водіїв у виконанні ТО вантажних автомобілів за останні роки зросла з 25% до 85%, оскільки близько 50% потужностей обслуговуючої бази ремонтно-технічних підприємств комерціалізувалися і змінили свою спеціалізацію.

Висновки. Таким чином для підтримання працездатності вантажних автомобілів застосовується планово-запобіжна (профілактична) система технічного обслуговування, яка включає такі види: щоденне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2), сезонне технічне обслуговування (СО).

Література

1. Дембіцький В.М., Павлюк В.І., Придюк В.М. Технічна експлуатація автомобілів : навчальний посібник. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. 473 с.
2. Rakesh Krishnamoorthy Iyer, Jarod C. Kelly, Amgad Elgowainy. Vehicle-cycle and life-cycle analysis of medium-duty and heavy-duty trucks in the United States. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 891. P. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164093>.
3. Min Xu, Xiaoyuan Yan, Yafeng Yin. Truck routing and platooning optimization considering drivers' mandatory breaks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2022. Vol. 143. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103809>
4. Carlo S. Sartori, Pieter Smet, Greet Vanden Berghe. Truck driver scheduling with interdependent routes and working time constraints. *EURO Journal on Transportation and Logistics*. 2022. Vol. 11. <https://doi.org/10.1016/j.ejtl.2022.100092>
5. Sai Chand, Zhuolin Li, Vinayak V. Dixit, S. Travis Waller. Examining the macro-level factors affecting vehicle breakdown duration. *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2022. Vol. 11. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.03.003>.
6. Sebastjan Škerlić, Edgar Sokolovskij. Analysis of heavy truck maintenance issues. *Scientific Journal of Maritime Research*. 2030. Vol. 34. P. 24–31. DOI:10.31217/p.34.1.3.
7. Sebastjan Škerlić, Edgar Sokolovskij, Vanja Erčulj. Maintenance of heavy trucks: an international study on truck drivers. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2020. Vol. 22(3). DOI:10.17531/ein.2020.3.12.

Корпач А.О., професор кафедри двигунів і теплотехніки, к.т.н., професор
Корпач О.А., доцент кафедри автомобілів, к.т.н, доцент
Національний транспортний університет

ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗНИХ ВИДІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

У сучасному світі, де питання екологічної безпеки набувають дедалі більшої ваги, проблема викидів шкідливих речовин від автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) стає все більш актуальною. Зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері спричиняє глобальні зміни клімату, що ставить під загрозу майбутнє планети. У цьому контексті електромобілі, які є екологічно чистою альтернативою, набувають все більшої популярності. Тому, заміна традиційної силової установки у вигляді ДВЗ на електричну стає важливим кроком у напрямку зменшення впливу транспорту на довкілля.

Електромобілі не лише допомагають знизити рівень шкідливих викидів, але й сприяють зменшенню залежності від викопного палива. Використання електроенергії, особливо з відновлюваних джерел, дозволяє значно скоротити споживання нафти та газу, що є обмеженими ресурсами. До того ж, електромобілі мають вищу енергоефективність у порівнянні з автомобілями на традиційному паливі, оскільки електродвигуни мають значно вищий коефіцієнт корисної дії.

В залежності від габаритних розмірів, електромобілі поділяються на повнорозмірні, міські та мікроелектромобілі (рис. 1):



Рисунок 1 – Види електромобілів в залежності від габаритних розмірів

1. Повнорозмірні електромобілі (рис.1) характеризуються не лише збільшеними розмірами, але й високими показниками експлуатаційних властивостей, що часто перевищують характеристики аналогічних автомобілів з ДВЗ. Повнорозмірні електромобілі оснащені потужними електродвигунами, які забезпечують високий крутний момент, навіть, при низьких частотах, що є важливою перевагою, порівняно з ДВЗ. Їх конструкція також включає акумуляторні батареї великої ємності, які дозволяють досягати значних показників дальності пробігу і максимальної швидкості, подібних до автомобілів з ДВЗ. Проте, через значну вартість електричних компонентів, зокрема, акумуляторних батарей, такі транспортні засоби залишаються доволі дорогими. Повнорозмірні електромобілі випускаються у різних класах від А до F та можуть мати різноманітні типи кузова.

2. Міські електромобілі (рис.1) мають, здебільшого, спеціально розроблений кузов, який базується на рамі з легкими пластиковими панелями, хоча можуть мати і несучий кузов, наприклад, як у автомобіля Smart Fortwo Electric Drive (рис.1). Така конструкція дозволяє значно знизити масу автомобіля, що сприяє підвищенню енергоефективності. Міські електромобілі виконуються переважно двомісними та мають обмеження максимальної швидкості до 80-100 км/год, що дозволяє встановлювати менш потужні та, відповідно, легші електродвигуни. Це рішення спрямоване на оптимізацію використання енергії у міських умовах, де високі швидкості не є потрібними.

3. Мікроелектромобілі (рис.1) є ефективним рішенням для зниження енергоспоживання та покращення мобільності в умовах інтенсивного міського трафіку. Враховуючи, що більшість міських поїздок не перевищує 25-35 км на день, і, часто, автомобіль перевозить лише водія, використання стандартних транспортних засобів є нераціональним. Мікроелектромобілі спроектовані для мінімізації витрат енергії та зменшення впливу транспортних засобів на міську інфраструктуру, що робить їх перспективним варіантом для вирішення проблем урбанізації та екології. Головною особливістю таких електромобілів є мінімальні габарити, наприклад, мікроелектромобіль Renault Twizy (рис.1) має довжину 2320 мм, а ширину та висоту всього 1190 та 1146 мм відповідно.

В залежності від джерела та перетворювача енергії автомобілі з електричним проводом поділяються на (рис. 2): [1]

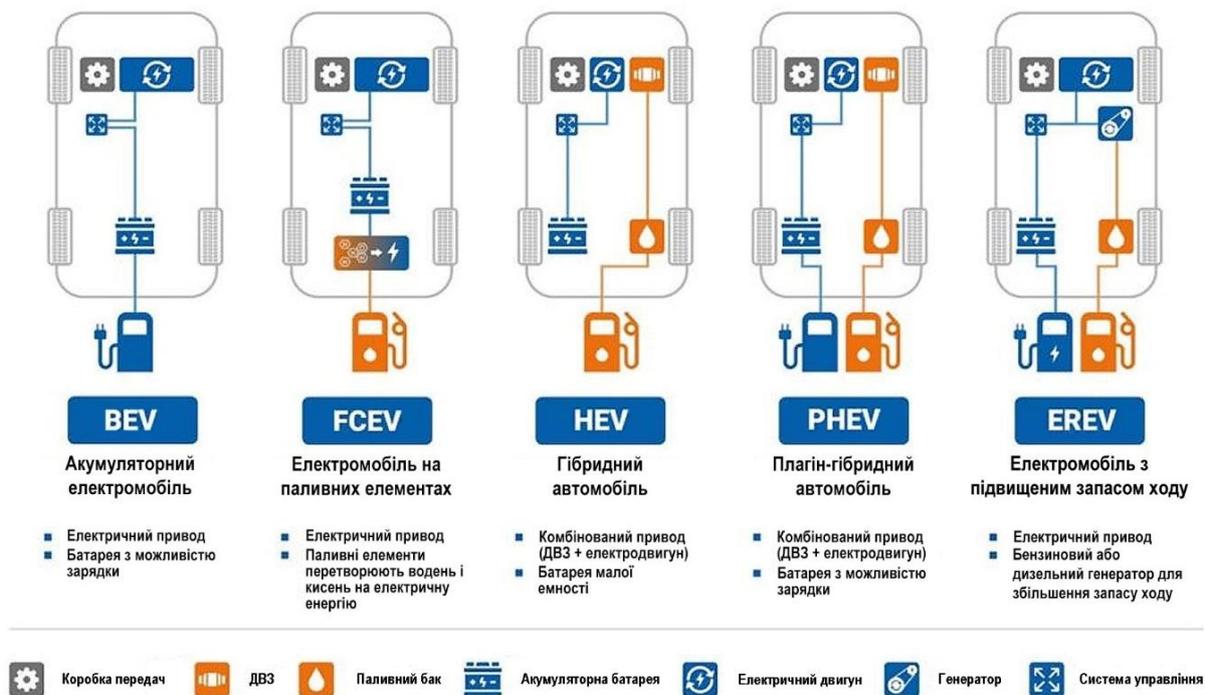


Рисунок 2 – Види автомобілів з електричним приводом в залежності від джерела та перетворювача енергії

1. Акумуляторні електромобілі (Battery Electric Vehicle, BEV) (рис.2). Автомобіль з електроприводом, у якого єдиним джерелом енергії є акумуляторна батарея, її зарядження здійснюється від зовнішніх джерел енергії або від рекуперативного гальмування.

2. Електромобілі на паливних/водневих елементах живлення (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) (рис.2). Для таких автомобілів ключовим є перетворення водню на електричну енергію, за допомогою якої забезпечується рух автомобіля. Це перетворення відбувається в блоці паливних елементів, кожен з яких є електрохімічним генератором, де проходить реакція, при якій водень окислюється і виробляє енергію, яка живить електродвигун та інші системи електромобіля.

3. Гібридні автомобілі (Hybrid Electric Vehicle, HEV) (рис.2). Автомобіль з комбінованою силовою установкою, що складається з ДВЗ та електричного двигуна з акумуляторною батареєю. Ємність бортової батареї гібридного автомобіля дозволяє подолати суто на електричній тязі мінімальну відстань (декілька кілометрів). Основне призначення електроприводу та батареї в даному класі автомобілів – зниження середньої витрати вуглеводневого палива за рахунок рекуперативного гальмування, а також завдяки оптимізації роботи ДВЗ в неусталених режимах руху автомобіля. Важливо зауважити, що у HEV не передбачена можливість зарядження батареї від зовнішніх джерел електроенергії, вона можлива тільки в процесі руху автомобіля.

4. Плагін-гібридні автомобілі (Plug-In Hybrid Electric Vehicle, PHEV)(рис.2). Автомобіль з комбінованою силовою установкою, що складається з ДВЗ та електричного двигуна з акумуляторною батареєю. Ємність акумуляторної батареї такого автомобіля, забезпечує, порівняно, менший пробіг ніж у батарейного електромобіля (30-70 км), але її заряду, зазвичай, достатньо для денної експлуатації в умовах міста. Тут, на відміну від HEV, передбачена можливість зарядження батареї від зовнішніх джерел електроенергії.

5. Електромобілі з підвищеним запасом ходу (Extended Range Electric Vehicle, EREV)(рис.2). Електромобіль з підвищеним запасом ходу оснащений більшими батареями, ніж звичайний гібрид, і може рухатись виключно на електричній тязі протягом певної відстані, яка може становити від кількох десятків до сотень кілометрів. Після розряду батареї ДВЗ запускається для вироблення додаткової електроенергії, яка живить електричний привод автомобіля або заряджає батарею.

Висновки. Сучасні електромобілі можуть класифікуватися за різними показниками, зокрема, за розмірами і видом джерела та перетворювача електроенергії. Найпоширенішими видами електромобілів є повнорозмірні батарейні електромобілі.

Література

1. Electromobility in Europe: EVs and Charging Stations [Електронний ресурс] – 2020. – Режим доступу: <https://www.oponeo.co.uk/blog/electromobility-in-europe>

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І МОЖЛИВОСТЕЙ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

У даній роботі було розглянуто вплив сучасних технологій в галузі вантажних перевезень. Швидкий розвиток технологій та глобалізацію процесів, які потребують застосування в логістичних процесах, що дозволяє швидко оптимізувати процеси.

Важливість використання сучасних технологій у галузі транспорту підвищує ефективність роботи, оптимізує логістичні маршрути для збільшення прибутку компаній та зниження витрат на побудову всього логістичного процесу.

Зростання міжнародної торгівлі та швидкі технологічні зміни створюють нові виклики для логістичних систем. Застосування новітніх сучасних технологій розглядаються як перспективні інструменти для оптимізації логістичних процесів.

Впровадження цих технологій вимагає значних інвестицій, змін компаній традиційних підходів до створення логістичних процесів та соціальна адаптація, яка призведе до покращення ситуація у галузі транспорту.

Ключові слова: Сучасні транспортні технології, логістичні процеси, галузь транспорту.

Сучасний технологічний світ характеризується глобалізацією та швидким технологічним розвитком. Як наслідок, міжнародна торгівля зростає, висуваючи нові вимоги до логістичних систем. Сучасні транспортні технології пропонують нові можливості для впровадження сучасних систем для забезпечення безперебійної роботи та підвищення ефективності з мінімальними витратами.

На ринку вантажних перевезень наразі спостерігається тенденція до розвитку та застосування нових технологій в окремих сферах цієї діяльності. Впровадження нових технологій є досить швидким стрибком і їх застосування вимагає значних інвестицій та зміни традиційного підходу до організації перевезень. Для забезпечення безперебійної роботи та ефективного планування, управління і контролю необхідні інструменти, які дозволять раціонально використовувати кошти та оптимізувати процеси.

Сьогодні ринок насичений різноманітними потенційними програмними рішеннями, що пропонують багато функціональних систем для оптимізації логістичних процесів:

Інтернет речей (IoT): IoT дозволяє в режимі реального часу відстежувати вантаж, контролювати умови транспортування (температуру, вологість тощо), оптимізувати маршрути та зменшити ризик втрати або пошкодження вантажу.

«Технологія Блокчейн»: Технологія блокчейн (рисунк 1.1) забезпечує високий рівень безпеки та прозорості в управлінні ланцюгами поставок. Вона дозволяє відстежувати історію товарів, запобігати підробці та забезпечувати довіру між учасниками логістичної мережі.

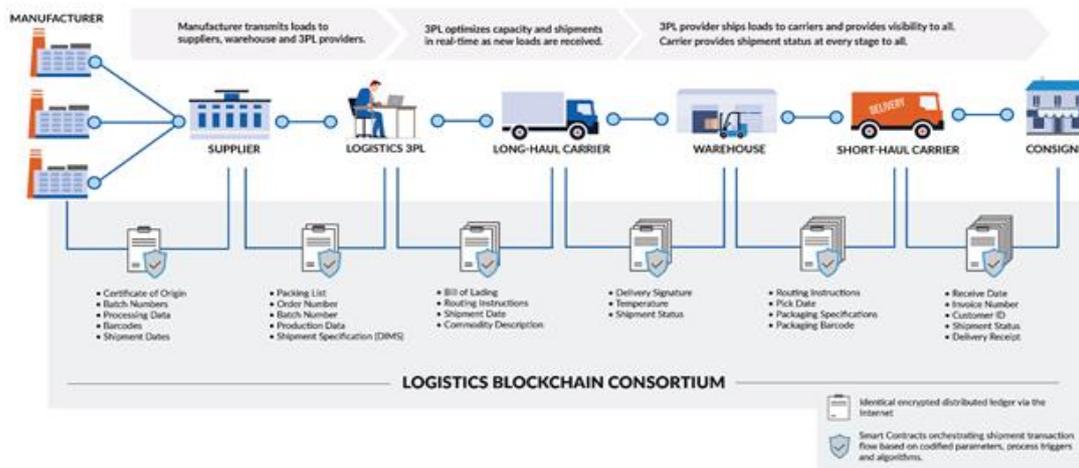


Рисунок 1 - Система блокчейну

Штучний інтелект (ШІ): ШІ використовується для прогнозування попиту, оптимізації маршрутів, автоматизації процесів на складах і митниці та аналізу транспортних даних. Ці інструменти роблять логістичне планування більш ефективним.

У наведених вище технологій, застосування саме цих відіграє значний крок у розвитку міжнародних перевезень. Дані технології дадуть змогу більш поглиблено та більш детальніше організувати роботу й оптимізувати маршрути. Збільшення прозорості відстежуваності автомобіля у реальному часу завдяки інтернет ресурсам, дасть змогу збільшити довіру клієнта та зниження ризику в побудові маршруту.

Система блокчейну, яка на мою думку відіграє одну з ключових ролей сучасних технологій у перевезенні, що дасть змогу раціонально оптимізувати маршрути, знизити витрати на паливо та підвищити ефективність доставки. Також система блокчейну та інші технології дозволять автоматизувати митні процедури, що призведе до скорочення часу оформлення документації, розвантаження кордонів та онлайн документація, яку можна буде перевірити у реальному часі у будь-якому куточку світу. Але як і в будь якій системі існують бар'єри для швидкого впровадження сучасних технологій, і галузь транспорту не виключення. Впровадження даних технологій є неминучим процесом, який відкриє новий шлях та нові можливості в даній галузі, розглянемо деякі з них:

Перша та напевно одним з ключових випускає – фінансові можливості підприємств. Оскільки введення новітніх технологій є доволі дорого вартісним, більшість підприємств не готові вкладати гроші та змінювати процеси напрацьованими роками.

Другим чинником виступає застаріла нормативно правова документація, відсутністю державної підтримки та безпекою підприємств. Недостатнє фінансування державних програм спрямованих на розвиток технологій у транспортній системі обмежує можливість компаній. Безпека також грає одну з ключових ролей у розвитку підприємства, оскільки більшість власників на час військового стану в країні бояться, що з провадженням більшої кількості технологій, збільшується ризик кібератак на їх систему.

Та третій чинник це організаційний бар'єр, який включає у себе декілька чинників. А саме це опір змінам співробітників та відсутність висококваліфікованих працівників. Багато працівників просто бояться змін, оскільки в них присутній страх із за введення новітніх технологій втратити роботу. Із цього також впливає соціальний чинник, який при зміні роботи в галузі вантажних перевезень може вплинути на життя людей, що призводить до адаптації, яка займає доволі багато часу.

Тим не менш, новітні технології в транспортній галузі відкривають нові можливості для підвищення ефективності та оптимізації логістичних процесів. Використання таких технологій зробить міжнародні перевезення швидшими та безпечнішими. Однак впровадження нових технологій вимагає значних інвестицій та зміни традиційних підходів до організації перевезень.

Подолання цих бар'єрів вимагатиме співпраці між урядом, бізнесом та науковою спільнотою. Важливо інвестувати в технологічний розвиток, створювати сприятливе регуляторне середовище, підвищувати цифрову грамотність населення та готувати фахівців для роботи в нових умовах.

Література

1. Інноваційні технології в логістиці: навчальний посібник / Т. О. Колодізева, Р. Руденко. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2013.
2. Клосс Д.Дж. Логістика. Управління ланцюгом поставок. – К.: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2008.
3. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті : навчальний посібник / В. А. Кашканов, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 104 с.

Котенко В.І., доцент кафедри автомобілів
і транспортних технологій, PhD, доц.
Савицький І.В., студент групи ТТм-21
кафедри автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОГО ПІДХОДУ

Розглянуто логістичний підхід до організації транспортного процесу доставки будівельних вантажів. Визначено критерії для організації ефективного транспортного процесу та особливості транспортування будівельних вантажів. Окреслено переваги логістичного підходу до процесу доставки будівельних вантажів. Розглянуто використання системи масового обслуговування для оптимізації транспортного процесу, зокрема, для зменшення простоїв та підвищення продуктивності транспортних засобів.

Ключові слова: логістичний підхід, транспортування будівельних вантажів, система масового обслуговування, оптимізація транспортного процесу.

Організація ефективного процесу доставки вантажів передбачає застосування логістичного підходу до процесу перевезень. Суть даного підходу полягає у забезпеченні «мінімуму-максимуму» процесу перевезень, а саме переміщення максимально можливої кількості вантажів за мінімальний проміжок часу, з максимальною швидкістю та найменшими витратами на можливу найбільш коротку відстань з вибором найефективнішого виду транспорту [1]. Звідси головною задачею, яка визначається при плануванні перевезення, є оптимальний вибір того чи іншого виду транспорту залежно від показників, серед яких: обсяг вантажу; термін та швидкість доставки; гарантованість збереженості вантажу та надійності перевезень; відстань перевезення; пропускна здатність шляхів сполучення; вантажопідйомність рухомого складу; витрати на перевезення; механізація навантажувально-розвантажувальних робіт тощо [1;2]. При порівнянні різних варіантів організації транспортного процесу вирішується багатокритеріальна задача вибору найефективнішого виду транспорту, максимізуючи або мінімізуючи той чи інший показник або групу показників.

Організація процесу доставки будівельних матеріалів має свої особливості та передбачає застосування комплексного підходу, а саме: вибору оптимального автомобіля, дотримання документального супроводу, страхування вантажу; спеціальних інструментів та техніки для навантаження-розвантаження вантажів; отримання всіх необхідних документів для вантажоперевезення [3]. Крім того, при підготовці до вантажоперевезень необхідно провести аналіз факторів, що відіграють важливу роль при транспортуванні будматеріалів. Як правило, доставка будівельних матеріалів здійснюється від виробника або складу постачальника до місця будівництва. Максимальна відстань перевезення, зазвичай, не перевищує 300 км. Також важливим аспектом при транспортуванні будівельних матеріалів є збереження вантажу, оскільки існує ризик пошкодження вантажу (деформація конструкцій, застигання розчинів і сумішей, непридатність крихких матеріалів).

Застосування логістичного підходу до організації транспортного процесу доставки будівельних вантажів дозволяє досягти таких переваг: скорочення складських запасів на складах вантажовідправників та вантажоотримувачів; підвищення якості доставки через зменшення виплат штрафів за несвоєчасну доставку вантажу; підвищення надійності виробництва з підвищенням надійності доставки сировини, матеріалів та комплектуючих; підвищення інтенсивності використання транспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів шляхом скорочення часу простою під навантаженням та розвантаженням; підвищення продуктивності рухомого складу через збільшення його вантажопідйомності та більш повне її використання; зниження витрат на транспортні та інші послуги постачальників та споживачів; скорочення непродуктивного пробігу, що призводить до зменшення собівартості перевезень; зниження трудомісткості та підвищення якості оформлення та обробки оперативної та планової інформації – зменшує відповідні витрати всіх учасників процесу доставки.

Застосування логістичного підходу до організації перевезень будівельних вантажів може бути реалізовано через моделювання транспортного процесу доставки будівельних матеріалів як системи масового обслуговування [4;5].

Система масового обслуговування (СМО) у транспортному процесі вирішує завдання ефективного управління потоками транспортних засобів та вантажів, забезпечуючи раціональне використання ресурсів та оптимізацію процесу перевезень [6]. Вона дозволяє розраховувати та аналізувати черги транспортних засобів на навантажувальних та розвантажувальних майданчиках, планувати обслуговування та зменшувати простой. Крім того, використання СМО до організації транспортного

процесу дозволяє вирішувати проблеми нерівномірності транспортних потоків і підвищувати продуктивність транспортного процесу, забезпечуючи безперебійність і своєчасність перевезень.

Доставка будівельних вантажів характеризується порушенням ритмічності технологічних процесів, статистичною непередбачуваністю тривалості окремих операцій, а також поломкою технічних засобів. Також для зменшення ризиків важливо узгоджувати дії всіх учасників транспортного процесу, особливо варто звернути увагу на спільну роботу транспортних засобів із навантажувально-розвантажувальними механізмами, встановити їх оптимальну кількість для ефективної взаємодії. Застосування теорії масового обслуговування до процесу доставки будівельних вантажів дозволяє вирішити ці завдання, забезпечуючи оптимізацію ресурсів, зменшення простоїв та підвищення продуктивності.

Висновки. Застосування логістичного підходу до організації перевезень будівельних вантажів дозволяє підвищити ефективність процесу доставки та зменшити витрати. При організації перевезень будівельних матеріалів важливо також враховувати вимоги щодо обсягу вантажу, терміну та швидкості доставки, відстані перевезення, а також узгодженої роботи всіх учасників транспортного процесу. Застосування теорії масового обслуговування дозволяє реалізувати логістичний підхід щодо організації процесу доставки будівельних вантажів, оскільки допомагає організувати ефективну роботу, зменшити простої та підвищити продуктивність транспортного процесу.

Література

1. Черніхова О.С. Логістичний підхід до формування ринку транспортних послуг. Причорноморські економічні студії. 2019. Вип. 38. Частина 2. С. 14-18.
2. Калініченко Л. Л. Логістичний підхід до вибору виду транспортування вантажів / Л. Л. Калініченко // Економіка: реалії часу. - 2015. - № 2. - С. 269-274. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econrch_2015_2_43.
3. Особливості організації вантажоперевезень будівельних матеріалів. URL: <https://don-trans.com/golovni-osoblyvosti-perevezen-budivelnyh-materialiv/>
4. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
5. Прокудін Г.С. Система аналізу мережі СМО логістичних ланцюгів доставки вантажів / А.П. Назарова, Т.Г. Хоботня, І.І. Прокудіна // Міжнародна науково-практична конференція “Розумний транспорт та інтегровані транспортні технології” (21-22 листопада 2023 року). Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків. Україна. – С. 47-49.
6. Загорянський В. Г., Гайкова Т. В., Хорольський В. Л., Кузев І. О. Моделювання складу збирально-транспортного комплексу для врожаю зернових як системи масового обслуговування. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2019. Вип. 2 (115). С. 146–151.

Кохан В.Ф., професор кафедри вогневої підготовки, к.т.н.

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного (м. Львів, Україна)

РОЗРОБКА СУЧАСНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ КОЛІСНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ УКРАЇНИ

Проведений аналіз класифікації і типажу колісної військової автомобільної техніки (ВАТ) США, Європи і РФ і сучасного парку України з метою подальшого розроблення удосконаленої класифікації, яка у повній мірі відповідає покладеним на неї завданням і вимогам.

Ключові слова: військова автомобільна техніка, типаж, класифікація, автомобільний парк.

Після розпаду СРСР на території України залишилася велика кількість колісної військової автомобільної техніки (ВАТ). Вони відповідали застарілій Доктрині наступу, яка була актуальною на той час. Проте в 1992 році Концепція національної безпеки України змінилася і для Збройних Сил України був обраний новий вектор розвитку. Це сприяло переходу на нові зразки ВАТ.

У зв'язку з великою кількістю техніки, яка складається з радянських зразків, а також техніки, наданої країнами-партнерами та вітчизняного виробництва, у 1993 році була запропонована нова класифікація ВАТ. Однак ця класифікація не знайшла широкого застосування в технічній документації, а також у науковій, навчальній та технічно-довідковій літературі. Спостерігається значний різномір у трактуванні технічних термінів навіть у спеціалізованих виданнях і публікаціях.

Через це одна і та ж модель ВАТ може відноситися до різних класів (наприклад, малого і середнього, великого і надвеликого тощо). Покращити цю ситуацію могла б універсальна класифікація ВАТ, яка охоплювала б якомога більше моделей військової колісної техніки, що виробляється світовою автомобільною індустрією, і яка б задовольняла потреби всіх зацікавлених сторін — від виробників до підрозділів ЗС України.

Отже, існує нагальна потреба в доопрацюванні класифікації ВАТ, розподілі сучасної техніки за типами, технічними характеристиками та повною масою (вантажопідйомністю). Це дозволить краще укомплектувати підрозділи відповідними зразками ВАТ, що в свою чергу допоможе впоратися з новими загрозами, зменшити проблеми, пов'язані зі старінням і моральним зношенням наявного парку техніки, і залишитися в межах обмежень, пов'язаних зі скороченням фінансування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій стандартів і програм розвитку, що стосуються класифікації парку військової автомобільної техніки (ВАТ) в США, Великобританії, ФРН та РФ [1-7], свідчить про те, що структура і класифікація ВАТ у цих країнах будуються з урахуванням майбутніх бойових завдань та рішень у тактичних і логістичних питаннях. Ці країни орієнтуються на забезпечення максимальної ефективності техніки в умовах сучасного бойового середовища.

Аналіз основних зразків ВАТ, які надходять до Збройних Сил України [8], дозволяє стверджувати, що впровадження нових зразків техніки суттєво вплине на майбутні зміни в класифікації та типажі парку ВАТ. Це пов'язано з новими завданнями, які ці зразки можуть вирішувати у сучасних умовах війни.

Мета цієї роботи полягає в проведенні всебічного аналізу класифікації та типажу ВАТ у США, країнах НАТО та РФ. На основі цього аналізу буде розроблено удосконалений варіант класифікації та типажу для колісного парку Збройних Сил України.

ВАТ забезпечують підрозділам Сухопутних військ різні комбінації використання ВАТ у яких поєднано такі основні фактори як прохідність, вантажність, вогневе прикриття і захист, а також призначення (діапазон можливої експлуатації) необхідних для забезпечення переваги підрозділу над силами противника, що вплине на позитивний показник в досягненні позиційної та психологічної переваги. Сучасний парк ВАТ є важливим елементом для досягнення перевищення, яке є комбінацією можливостей, які перешкоджають ворожим підрозділам успішно використовувати їхнє озброєння (обладнання) і не уможливорює застосовувати їхню тактику.

У цій роботі проведений аналіз класифікації та типології військової автомобільної техніки (ВАТ) США, країн НАТО і Російської Федерації. Розглядаються способи визначення цілей та критеріїв розподілу ВАТ за класами (включно з вантажністю та повною бойовою масою), щоб техніка відповідала вимогам свого класу і типу.

Висновок. Автор пропонує нову класифікацію, яка враховує реальні завдання, що виконуються колісною ВАТ у сучасних військових конфліктах. Ця класифікація дозволяє розподілити існуючі типи колісної ВАТ за такими характеристиками, як характер завдань, місце їх виконання та повна маса. Важливим є те, що нова класифікація відповідає поділу колісної ВАТ, прийнятому в країнах НАТО.

Література

1. MIL-STD-1180B (notice 1), Military standard: safety standards for military ground vehicles (7 AUG 1991)., THE following pages of MIL-STD-1180b, Have been revised and supersede the pages listed (дата звернення 15. 09. 2024)

2. STANAG-2010. Military Load Classification Markings. Appendix B. Vehicle Classification, 2010. 16 p. URL://www.document-center.com/standards/show/stanag-2010 (дата звернення 15. 09. 2024).
3. Army Truck Program (Tactical Wheeled Vehicle Acquisition Strategy). Report to the Congress. – Washington. Headquarters, Department of the Army, June 2010 35 p. URL:https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA536363.pdf (дата звернення 16. 09. 2024)
4. The Army Ground Vehicle Program and Alternatives. Congressional Budget Office: web site. URL: https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA576378 (дата звернення 16. 09. 2024).
5. Department of the Army. Army Truck Program. Tactical Wheeled Acquisition Strategy. Defense Technical Information Center. Washington: web site. URL:https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA536363.pdf (дата звернення 16. 09. 2024).
6. DEF STAN 23-6, Technology Guidance for Military Logistics Vehicles. [Active November, 1, 2005] Washington, DC: Department of Defense, 2005. 82 p.
7. Information from the Parliamentary Commissioner for the Armed Forces. German Bundestag 20th electoral term. Annual Report 2021 (63rd Report). 15 March 2022. С. 1–166.
8. Кохан В. Структура розвитку та оновлення парку колісної техніки армій країн-членів НАТО і Росії з 2012 по 2022 роки. Системи озброєння і військова техніка. Харків, 2022. №2(70). С. 6–15. DOI://doi.org/10.30748/soivt.2022.70.01 (дата звернення 17.09.2024).

**Красота М.В., доцент кафедри
експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доц.
Шепеленко І.В., професор кафедри
експлуатації та ремонту машин, д.т.н., проф.
Осін Р.А., доцент кафедри
експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доц.**
Центральноукраїнський національний технічний університет

ОСНОВНІ ТИПИ ЗАБРУДНЕНЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ТА ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ

В роботі розглянуто основні типи забруднень електромагнітних форсунок бензинових двигунів, встановлено причини їх виникнення, розглянуто механізми утворення твердих відкладень на поверхнях деталей, що визначають працездатність форсунок.

The research examines the main types of contamination of gasoline engines electromagnetic injectors, identified causes of their occurrence, researched mechanisms of solid deposit formation on the components surfaces, which are determining performance of injectors.

Постановка проблеми. Електромагнітна форсунка (ЕМФ) являє собою швидкодіючий гідравлічний клапан з електромагнітним приводом замикаючого елемента. У системах паливоподачі з електронним управлінням форсунки виконують дві функції:

- дозують паливо відповідно з тривалістю електричних управляючих імпульсів, сформованих електронним блоком управління (контролером) по певному алгоритму, залежно від режимних параметрів роботи двигуна;
- розпилюють (диспергують) паливо до частинок необхідних розмірів для досягнення необхідного ступеня гомогенізації паливоповітряної суміші.

На сьогоднішній день всі нові автомобілі з бензиновим двигуном мають системи розподіленого впрыскування. Однак, при цьому виникають специфічні проблеми, пов'язані з експлуатацією цих систем, в основному через невисоку якість бензину (близько 40 % виробленого палива не відповідає чинним вітчизняним технічним регламентам) і недостатньо високу культуру експлуатації автомобільної техніки [1]. Багато в чому ці проблеми і визначають експлуатаційні зміни робочих показників електромагнітних форсунок.

Погіршення технічного стану ЕМФ неминуче приводить до падіння динамічних та економічних характеристик двигунів, а також до підвищення токсичності відпрацьованих газів.

Для зменшення імовірності появи несправностей та погіршення характеристик ЕМФ та недопущення негативного впливу на навколишнє середовище слід приділяти увагу характерним несправностям форсунок та причинам їх виникнення.

Результати дослідження. Основною, і до цих пір не вирішеною проблемою при експлуатації електромагнітних форсунок в складі систем впрыскування бензину, є їх забруднення, що викликається цілим рядом причин.

Механізм утворення забруднень на елементах електромагнітних форсунок вивчений не повністю. Самі забруднення мають складний фізико-хімічний склад, властивості якого визначаються будовою молекул забруднюючих речовин і факторами їх утворення, а також фізичними та хімічними властивостями твердої поверхні. Відомо, що в основі механізму різних забруднень - лежить явище адгезії.

Відповідно до загальної класифікації забруднень деталей поршневих двигунів, забруднення електромагнітних форсунок можна поділити на три види: нагар, лаки і осади [1 - 3]. Кожне з них утворюється за власним механізмом. По взаємодії з поверхнею різні види забруднень принципово можна розділити на три основні групи: слабкозв'язані, помірно зв'язані і міцно зв'язані.

Утворюються відкладення таким чином [1, 2]. Після зупинки гарячого двигуна з плівки палива, що залишилася на штифтах і внутрішніх поверхнях розпилювачів, що нижче запірною клапана, випаровуються легкі фракції. Важкі ж залишаються на деталях, так як змивати їх в цей час нічим. Свіжі порції палива не надходять до розпилювача, і запірні клапани форсунок закриті. До того ж, в цей момент відсутнє охолодження паливом. Корпус форсунки додатково нагрівається, одержуючи тепло від гарячої головки блоку циліндрів через впускний колектор, прискорюючи процес випаровування. З решти важких фракцій і утворюються смолисті відкладення. Накопичуючись, вони перешкоджають запірному конусу щільно сісти на сідло, унаслідок чого порушується герметичність форсунки.

Залишковий тиск палива в рампі після зупинки мотора зберігається. Він проштовхує бензин через негерметичний клапан, і процес закоксування йде інтенсивніше. Втрата герметичності ускладнює запуск двигуна зважаючи на відсутність тиску в паливній магістралі і можливості утворення парових пробок. Крім того, з втратою герметичності погіршується відсічення палива. Замість того щоб різко обірвати факел, відправивши всю порцію до впускного каналу, закінчення уприскування відбувається плавно. Останні краплі його не можуть "вистрілити" і стікають з розпилювача.

Прохідний перетин сопла форсунки - кільцева щілина, утворена корпусом розпилювача і запірним клапаном. З появою відкладень просвіт зменшується. Відповідно зменшується і кількість палива, що дозується форсункою за кожен робочий такт. Якщо система управління не має зворотного зв'язку, то зміна пропускної здатності форсунок приведе до збіднення робочої суміші. Наслідки цього проявляються в зниженні потужності, появі детонації і т.д.

Якщо на автомобілі встановлена система зі зворотним зв'язком по сигналу лямбда-зонда, то вона зможе при невеликій зміні продуктивності компенсувати це шляхом збільшення часу уприскування. Однак, у такого збільшення є межа, яка називається межею регулювання. Більше того, якщо навіть середня продуктивність комплекту форсунок знизиться незначно, але різниця між окремими форсунками буде значна, це приведе до незадовільної роботи системи.

У сучасних системах управління двигуном поки немає досить швидкого зворотного зв'язку, що дозволяв би корегувати час упорскування для кожної форсунки індивідуально. До того ж, багато систем застосовують попарний або одночасний тип уприскування, при якому декілька форсунок управляються ECU одним вихідним ключем.

Порушується і форма факела - отже, частина палива потрапляє не в просвіт впускного каналу, а наприклад, на стінки впускного колектора. Таким чином, паливо надходить в циліндр не у вигляді однорідної суміші, а у вигляді паливної плівки. Також, погіршується однорідність розпилювання. З форсунок вилітають великі краплі, які не встигають випаруватися, перемішатися з повітрям, отже, згоріти в циліндрі [1-3].

Якщо в паливі присутні дрібнодисперсні тверді частки, що проникають через фільтр тонкого очищення (іржа, дрібний пісок, деякі порошкоподібні присадки для підвищення октанового числа і т.п.), то клапан піддається абразивному впливу. Внаслідок цього відбувається спотворення геометрії дозуючого отвору, порушення форми факела палива, нестабільна продуктивність ЕМФ.

У ЕМФ накопичуються не тільки смоли, а й відкладення корозії. Для точного утримання запірного елемента відносно сідла при поздовжніх переміщеннях, грані голки і направляюча втулка виконані у вигляді прецизійної пари. Якщо смоли відкладаються на запірному елементі, клапані і сідлі, головним чином, порушуючи продуктивність форсунки і конус розпилу, то корозія в сполученнях пари збільшує тертя і стає основним чинником зростання інерційності голки в моменти відкриття і закриття інжектора. Залежно від характеру і ступеня забруднення це може призвести як до зменшення, так і до збільшення дози вприснутого ЕМФ палива, а також до погіршення атомізації, часткового або повного переходу в крапельний режим і порушення герметичності.

Значно рідше зустрічається інша причина незадовільної роботи форсунок - забруднення вхідних фільтрів. Вхідні фільтри форсунок відносно невеликих розмірів і покликані лише гарантувати чистоту палива, що поступає у форсунки, відсікаючи особливо дрібні вклучення, що проникли через магістральний фільтр тонкого очищення палива. Поглинаюча здатність їх невелика, а забруднившись, вони залишають форсунки на "голодному" пайку. Щоб цього не допустити, потрібно уважно стежити за станом фільтру тонкого очищення палива.

Діагностичні ознаки забруднених ЕМФ мають однаковий характер практично на всіх моделях сучасних автомобілів [4]:

- нестійкий холостий хід автомобіля : двигун "троїть";
- утруднений пуск двигуна: двигун запускається з другого - третього разу, важко стабілізується холості оберти;
- провал при різкому натисканні на педаль акселератора, некомфортне водіння;
- погіршення розгону автомобіля і втрата потужності: автомобіль з акпп затягуваність нижчої передачі, мляво набирає швидкість, чутні хлопки у впускній системі ;
- пропуски займання паливної суміші: посмикування при розгоні, присутні коди помилок по втраті іскроутворення, що супроводжуються виходом з ладу свічок запалювання, високовольтних проводів, катушок запалювання ;
- вихід з ладу кисневих датчиків і каталітичного нейтралізатора: скорочення ресурсу зумовлено підвищеною температурою вихлопних газів і великою кількістю незгорілих компонентів, які осідають у впускному тракті ;
- постійно збільшується витрата палива: так як забруднення ЕМФ - поступовий процес, то водій зазвичай помічає це не відразу.

Висновки. Таким чином, для недопущення появи різних типів забруднень ЕМФ доцільно дотримуватися сервісних заходів, що передбачають контроль вчасне виконання регламенту з обслуговування паливної апаратури та проведення періодичного очищення ЕМФ, а також, власне, контролю за якістю використовуваного пального.

Література

1. Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського нац. техн. університету сільського господарства. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Харків. 2015. Вип. 158. С. 252–262.
2. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. Посібник. Навчально-методичний комплекс: Начально-методичний посібник для студентів із напрямку підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» рівня «Бакалавр» / І.М. Бендера, В.І. Дуганець, В.П. Кувачов та ін. / За ред. І.М. Бендери. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2016. 420 с.
3. М.В. Красота, І.В. Шепеленко, Р.А. Осін Огляд методів діагностування бензинових форсунок автомобільних двигунів. Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту» Матеріали конференції – Кременчук: КрНУ, 2020.
4. Mohan, V., Du, J., Sim, J., & Roberts, W. L. Hydraulic characterization of high-pressure gasoline multi-hole injector. Flow Measurement and Instrumentation. 2018. 64. pp. 133-141. doi:10.1016/j.flowmeasinst.2018.10.017

Кривда В.В., завідувач кафедри, к.т.н., доцент
Мацюк І.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент
Сакно О.Р., здобувачка 3-го курсу, гр. 274-22-1
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ НАБУТТЯ ФАХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Тип проблем, з якими стикаються люди, та їх вирішення можуть мати наслідки на все життя, наприклад, вибір професії. Враховуючи важливість здатності здобувачів вищої освіти вирішувати проблеми, це одна з центральних цілей освіти [1-2]. Однак деякі характеристики ускладнюють вирішення проблем, наприклад їх залежність від багатьох факторів, невизначеності, нелінійні зв'язки та внутрішній зворотний зв'язок.

Вивчення та викладання конструкції та експлуатації автомобілів вимагає використання ефективних інструментів для покращення розуміння та інтуїції її абстрактних елементів [3]. Традиційно навчання базується на розумінні складних математичних формулювань, сподіваючись, що здобувачі вищої освіти, а отже, і майбутні інженери, зможуть застосувати ці знання. Однак на практиці їм не обов'язково досягають необхідного рівня розуміння математичних формулювань [4], достатньо використовувати їх на практиці.

Використання технологій, зокрема комп'ютерів, викликало значний інтерес у спільноті інженерів автомобільної галузі для покращення розуміння основних концепцій і принципів конструкції і особливостей їх технічного обслуговування.

Теорія ментальних моделей [5] доводить, що пізнання досягається через ментальні уявлення, коли люди організують уявлення про свій досвід або думки таким чином, що це призводить до систематичного представлення цього досвіду або думки з метою розуміння цього.

Ментальні моделі забезпечують спосіб розуміння світу та вирішення проблем; однак природні межі сприйняття та обмежений обсяг пам'яті заважають вирішенню складних проблем [6]. У цих випадках ефективно використання технологій може допомогти зменшити когнітивне навантаження та розширити можливості людини. Electude є прикладом ефективного використання технології, яка може підтримувати мислення, як працює автомобіль.

Ідеї, які обговорювалися вище, мають відношення до викладання та навчання технічних дисциплін в галузі автомобільного транспорту з таких причин:

1) використовувані методи є складними абстрактними математичними уявленнями та ідеалізаціями реального світу,

2) водночас ці методи сягають своїм корінням у вирішення практичних завдань.

Використання технологій і, зокрема, розумових інструментів, може допомогти подолати розрив між теорією та практикою шляхом побудови більш точних розумових уявлень про концепції, принципи та методи, що використовуються в інженерії керування.

Сьогодні Electude виробляє провідні у світі рішення для електронного навчання автомобільної галузі. Їхня платформа використовує ігрові технології, щоб навчати студентів технічного факультету найкращим чином, надаючи інструкторам унікальні інструменти, що економлять час, і детальну групову та індивідуальну аналітику.

Класифікація розумових інструментів показана на рис. 1. Інструменти динамічного моделювання є найбільш відповідними для інженерії автомобільного транспорту, щоб допомогти представити зв'язки між математичними ідеями та компонентами в технічній системі. Крім того, інструменти динамічного моделювання за своєю суттю дозволяють виконувати динамічне моделювання. Кожен компонент у цій категорії більше підходить для одного типу застосування, ніж для інших; отже, вони розвивають специфічні навички мислення. Категорія системного моделювання вимагає від студентів розвитку уявних уявлень про досліджуване явище. У системі управління кілька програм дозволяють моделювати динамічні системи, такі як Matlab (MathWorks), Octave або SciLab тощо. Побудова системного моделювання забезпечує найбільш повну інтелектуальну діяльність, яку можуть виконувати студенти, оскільки побудова моделі вимагає представлення їхніх знань у вигляді семантичних відносин, а також передбачає кількісне представлення реальності.

Симуляції в освіті для вивчення складних знань можуть бути цінні, оскільки викладачі та студенти можуть брати активну участь. Викладач може керувати навчанням, представляючи студентам різні проблеми, які потрібно вирішити за допомогою інструменту моделювання, де вони можуть аналізувати та спостерігати наслідки свого вибору. Незважаючи на те, що моделювання відповідає аналітичному та експериментальному навчанням, методологія навчання перетворює його на діалогове навчання, де

здобувач може розмірковувати над різними результатами. Підтримка симуляцій для розуміння абстрактних і фізичних понять у поєднанні з дидактичними вказівками виходить за рамки експериментів, проб і помилок. Поступово можливість взаємодії з інструментом моделювання шляхом маніпулювання різними змінними дозволяє учням самостійно регулювати свій процес навчання.



Рисунок 1 – Класифікація розумових інструментів програми для візуалізації технічних систем автомобіля

Освітнє моделювання є потенційним рішенням, коли зміст і взаємодія бажані для передачі концептуальних і процедурних знань. Можна виділити три загальні сутності в інтерфейсі для навчального моделювання технічних систем в автомобільній галузі: модель, навчання та контроль (управління). Навчальна сутність складається з навчального аспекту, якого можна досягти.

До проектування моделювання підходимо з різних точок зору, з яких можна виділити деякі загальні характеристики, наприклад:

- симуляції - це не просто зображення; вони передають значення;
- симуляції інтерактивні; тобто їх потрібно переглядати та маніпулювати ними;
- моделювання є представленням реальних процесів функціонування механізмів і складових частин автомобіля.

З точки зору дизайну, три основні компоненти освітньої симуляції показані на рис. 2: 1) механізми моделювання, які стосуються програми або інтерфейсу, 2) техніко-педагогічний дизайн, який забезпечує наукову модель і дидактичне планування, і 3) гейміфікацію, яка створює сценарії та контекст для навчання (рис. 3). Деталі кожного компонентів описано нижче.



Рисунок 2 – Елементи навчального моделювання

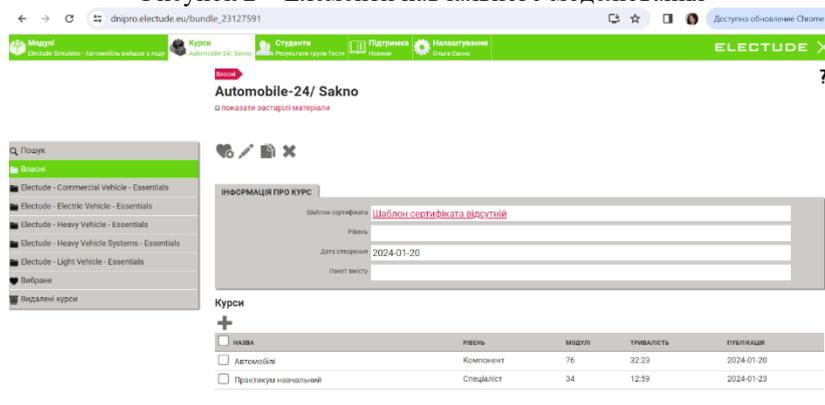


Рисунок 3 – Екран програми Electude

Компонент моделювання пов'язаний з об'єктами взаємодії, які дозволяють відкривати, експериментувати та досліджувати інструмент. На цьому етапі визначається жанр симуляції (тобто двигун, зчеплення, симулятор керування автомобілем тощо) та їхні характерні елементи. Одним з аспектів, який слід враховувати при розробці симуляції в інженерії, є те, що вона повинна бути точною та узгодженою з контекстом. З цієї причини інструмент було розроблено у формі інтерактивного зображення, яке включає типову графіку, показану в підручниках з техніки керування, але з можливістю змінювати параметри за бажанням.

Компонент симуляції також визначає, чи відбувається вивчення вмісту циклічно чи лінійно. Перший дозволяє користувачеві практикувати його виконання, наприклад, досягти мети за певний час, тоді як лінійні стратегії допомагають вивчати процедурні знання. У контексті керування автомобілем або його діагностика впрями були адаптовані до тестів (деталізовано в педагогічному компоненті), щоб пов'язати взаємодію з етапами аналізу динамічних систем першого та другого порядку. Інструмент надає простір для дослідження, і це функція, яка дозволяє користувачам дізнатися про систему.

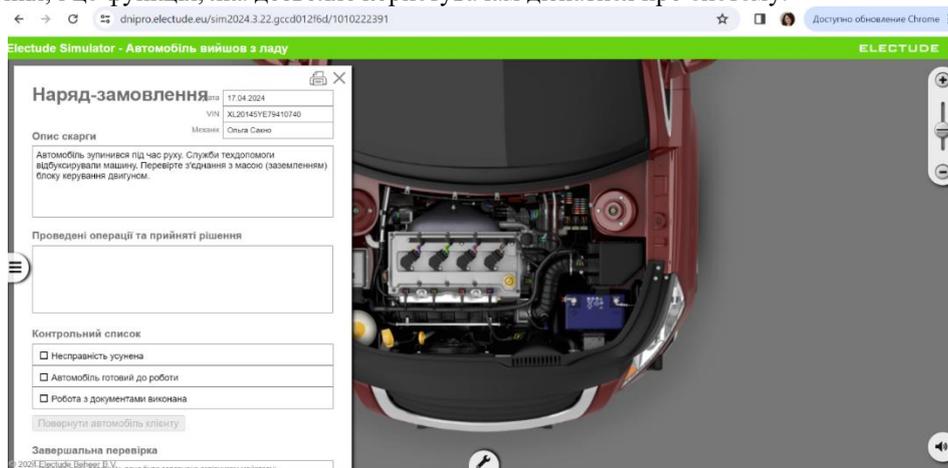


Рисунок 4 – Симуляція діагностування автомобіля на платформі Electude

З точки зору дизайну, інтерактивний інструмент дотримується принципів створення мультимедійних матеріалів, розумових інструментів, освітніх комп'ютерних симуляцій та навчальних втручань.

Висновки. Таким чином, інструмент інтерактивного моделювання включає гейміфікацію та педагогічні елементи для розробки дидактичних послідовностей, які є привабливими та цікавими для студентів і водночас дозволяють їм досягти цілей навчання. Це відмінна риса, яка відрізняє розроблену платформу від інших.

Порівняно з іншими більш загальними платформами, Electude принципово відрізняється з педагогічної точки зору. Загальні програми чисельного моделювання можна вважати найкращим інструментом моделювання, де студент має свободу вивчати конструкцію автомобіля, проводити технічне обслуговування, діагностику автомобіля тощо. Інструмент моделювання є кроком ближче до цієї мети, оскільки він дозволяє студенту спочатку розвинути необхідні навички та отримати відповідні концепції на конкретних прикладах.

Досвід, описаний у цій роботі, може бути корисним для інших дослідників для моделювання в інших напрямках керування автомобілем, діагностика, обслуговування, а також в інших галузях транспорту.

Література

1. Jonassen D. H. The trouble with learning environments. *Educational Technology*, 33(1), 1993, 35–37. <https://www.learntechlib.org/p/170916/>
2. Herrington J., Kervin L. Authentic learning supported by technology: Ten suggestions and cases of integration in classrooms. *Educational Media International*, 44(3), 2007. 219–236. <https://doi.org/10.1080/09523980701491666>
3. Wittenmark B., Haglund H., Johansson M. Dynamic pictures and interactive learning. *IEEE Control Systems*, 18(3), 1998. 26–32
4. Dormido Bencomo S. Control learning: present and future. *Annual Reviews in Control*, 28(1), 2004, 115–136.
5. Johnson-Laird P. N. *Psychology of Reasoning*. In K. Manktelow & M. C. Chung (Eds.), *Psychology of Reasoning: Theoretical and Historical Perspectives*. Psychology Press, 2004.
6. Chao Rebolledo C. Simulaciones digitales interactivas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencias naturales. In F. Diaz Barriga (Ed.), *Experiencias de aprendizaje mediadas por las tecnologías gitales*, 2015. pp. 211–231.

Кужель В.П., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Кравець С.І., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Руденко В.Ю., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Нікіфоров Н.С., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Відмітимо, що при визначенні шляхів покращення ефективності роботи автосервісних підприємств варто врахувати вдосконалення конструкцій самих автомобілів, враховуючи стрімкий розвиток автомобільної електроніки. Зрозуміло, що для переходу економіки України до швидких її форм необхідно в найкоротші терміни перебудувати існуючі підходи виконання робіт і навіть структуру автосервісних підприємств, швидко створювати приватні малі і середні виробничі підприємства.

Слід враховувати, що фірма-виробник рухомого складу постійно контролює процеси післяпродажного гарантійного і післягарантійного обслуговування і ремонту автомобілів. В обстановці гострої конкурентної боротьби обов'язковою умовою успішної торгівлі транспортними засобами на внутрішніх і особливо зовнішніх ринках є організація мережі сервісних центрів, консультаційних пунктів, учбових центрів по підготовці фахівців і т.п.

У високорозвинутих країнах швидшає процес переорієнтації автомобільних концернів на розробку гнучкої тактики післяпродажного обслуговування, реалізованої за допомогою обширної мережі різноманітних по потужності підприємств автосервісу. Лише до недавнього часу стратегічною метою фірм-виробників легкових автомобілів в світовій практиці був тільки продаж їх на ринку, а станом на сьогодні це іакож інтенсивне післяпродажне обслуговування.

Отже на даний момент в Україні існує перелік задач, вирішення яких має забезпечити:

- поліпшення структури і співвідношення автосервісних підприємств в конкретному місті, районі або області з метою досягнення збалансованості між потребами в послугах і наявною автосервісною системою, яка їх задовільняє;

- підвищення технічного рівня діючих підприємств і якості послуг за рахунок упровадження високих технологій діагностики, технічного обслуговування і усунення несправностей, а також сертифікації виконуваних робіт;

- оптимізацію пропускнуої спроможності виробничих зон підприємств за кількістю РС.

На сьогоднішній день система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) регулюється комплексом взаємозв'язаних положень і норм, що визначають порядок, організацію, зміст і нормативи проведення робіт з забезпечення працездатності РС.

До системи ТО і Р автомобілів висувуються наступні основні вимоги:

- забезпечення заданих рівнів експлуатаційної надійності автомобільного парку при раціональних матеріальних і трудових витратах;

- ресурсосберегаюча і природоохоронна спрямованість, забезпечення дорожньої безпеки;

- планово-нормативний (планово-запобіжний) характер, що дозволяє:

- а) визначати і розраховувати програму роботи і ресурси для забезпечення працездатності РС;

- б) планувати і організувати ТО і ремонт на всіх рівнях;

- в) нормативно забезпечувати господарські відносини усередині підприємств і між ними;

- г) конкретність, доступність і придатність для керівництва і ухвалення рішень всіма ланками;

- д) стабільність основних принципів і гнучкість конкретних нормативів, що враховує зміну умов експлуатації, конструкції і надійності автомобілів;

- ж) врахування різноманітності умов експлуатації автомобілів;

- об'єктивна оцінка і фіксація за допомогою нормативів рівнів експлуатаційної надійності і реалізованих показників якості автомобілів, що дозволяє порівнювати виробниці, пред'являти вимоги до виробників і визначати основні напрями вдосконалення технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) і конструкції автомобілів.

Вдосконалення системи ТО і ремонту автомобілів є складною і трудомісткою науково-практичною задачею, для вирішення якій використовуються закономірності ТЕА. Основою системи є її структура і

нормативи. Структура системи визначається видами (ступенями) відповідних дій і їх числом. Нормативи включають конкретні значення періодичності дій, трудомісткості, переліки операцій та ін. Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість складають режими технічного обслуговування.

На структуру системи ТО і ремонту впливають рівні надійності і якості автомобілів; цілі, які були поставлені перед автомобільним транспортом і ТЕА; умови експлуатації; наявні ресурси; організаційно-технічні обмеження.

В свою чергу фірмові системи розробляються виробниками автомобілів, орієнтовані головним чином на власників індивідуальних (некомерційних) автомобілів, фірмові сервісні підприємства (дилерські) і стимулюють проведення ТО і ремонту на цих підприємствах.

Отже дилерські підходи організації системи ТО і ремонту засновані на планово-запобіжній стратегії і інформаційний підтримуються рядом документів.

1. В керівництві з експлуатації, які мають в розпорядженні власники автомобілів, приводиться мінімум відомостей, враховуючи, що значна частина власників автомобілів обслуговують автомобілі зовні заводських сервісних підприємств, цих відомостей явно недостатньо.

2. Структура системи ТО фіксується в сервісних книгах, в яких указується послідовність проведення ТО з визначеною, як правило постійної, періодичністю.

Виконаємо оцінку ефективності роботи автосервісної системи. Зазначимо, що автосервіс включає декілька систем (рисунок 1). Вимоги до автосервісу як інфраструктурі автомобільного транспорту витікають з соціально-економічної функції автомобіля: інфраструктура повинна забезпечити найповніше використання його можливостей.



Рисунок 1 – Головні складові системи автосервісу

Кожний з чинників, від яких залежить ефективність використання автомобіля, має свої умови реалізації. Те, що закладено в автомобілі з погляду його характеристик - швидкість, вантажопідйомність, комфортність, технічні характеристики - не залежить від автосервісу. Його задача зводиться до того, щоб в процесі експлуатації ці характеристики не погіршувалися, іншими словами – ефективність автосервісу визначається тим, наскільки він забезпечує використання можливостей автомобіля (таблиця 1).

Таблиця 1 - Ефективність автосервісу

Для кого	Соціальна ефективність	Економічна ефективність
Фірми-виробники	Підвищення іміджу і престижу виробника. Умови для позитивної оцінки якості автомобіля і виробника	Зростання конкурентоспроможності. Збільшення об'єму продажу. Зростання прибутку
Споживачі	Гарантії ефективного використання автомобіля. Гарантії безпеки. Збільшення частки вільного часу	Економія часу. Збільшення терміну служби автомобіля. Підвищення ефективності використання автомобіля
Суспільство	Збільшення мобільності і швидкості пересування. Поява нових можливостей. Прогнозована автомобілізація. Безпека. Відсутність шкідливих наслідків	Зростання продуктивності. Економія робочого і вільного часу. Підвищення ефективності транспортного процесу. Економія за рахунок безпеки і екологічної складової
Автосервісні підприємства	Гарантії зайнятості. Зростання насиченості ринку	Зростання об'єму робіт. Отримання прибутку

Отже соціальна ефективність експлуатації автомобільного транспорту може бути виражена наступними показниками: мобільність, яку він забезпечує (тобто розширення транспортних можливостей суспільства); надання «нових можливостей» (автомобіль дозволяє вирішувати задачі, які без нього бути вирішеними не можуть); комфортність умов пересування.

З іншої сторони економічна ефективність автомобільного транспорту полягає в тому, що він економить час і сприяє прискоренню економічних процесів. Автомобіль є не тільки засобом пересування, але і чинником соціальної трансформації. Він забезпечує комфорт, престиж, приносить задоволення. Задача автосервісу - забезпечити можливість використання функцій автомобіля, не знижуючи їх.

Низька якість робіт на СТО, деформація пропозиції по відношенню до попиту (обумовлена нераціональністю розташування станцій і їх виробничої структури), відсутність запасних частин призводили до таких втрат часу клієнтурою, які в сумі десятикратно перевищують доходи самого автосервісу. Тому мета автосервісу як інфраструктури автомобільного транспорту полягає в забезпеченні соціально-економічної ефективності автомобіля, реалізується декількома шляхами:

- задоволення попиту на автомобілі відповідно їх кількості, ціни, якості, класу, модифікації і призначенню;
- задоволення попиту на послуги, пов'язані з підтримкою і відновленням працездатності автомобіля в процесі його експлуатації;
- задоволення попиту на запасні частини і витратні матеріали до автомобіля;
- задоволення попиту, пов'язаного з технічною експлуатацією автомобілів;
- задоволення потреб осіб, які користуються автомобілем;
- створення ефективної системи забезпечення безпеки руху і усунення шкідливого впливу автомобіля на навколишнє середовище.

Згрупуємо основні недоліки існуючої планово-запобіжної системи ТО і Р та шляхи її вдосконалення

Існуюча планово-запобіжна система має на меті забезпечення справного стану рухомого складу при мінімальних матеріальних і трудових витратах, а також при мінімальному часі вилучення рухомого складу з експлуатації для відновлення його придатності до подальшої роботи. Своєчасне і якісне виконання ТО у

Планово-запобіжний характер системи ТО і ремонту визначається плановим і попереджувальним виконанням контрольних-діагностичних операцій з подальшим виконанням робіт з ТО і Р при потребі..

Всі роботи, виконані за технологією планово-запобіжної системи виконуються рефлекторно і за шаблоном на основі статистичних даних і не можуть виявити ймовірних пошкоджень, неполадок в процесі експлуатації. А це дуже важливий фактор, як для ефективності експлуатації самого автомобіля так і для безпеки руху. Тому вдосконалення підходів і принципів системи ТО і ремонту автомобілів є складною і трудомісткою науково-практичною задачею, для вирішення якої використовуються закономірності ТЕА.

Ця робота потребує виконання ряду етапів і є результатом теоретичних і експериментальних досліджень, критичного узагальнення вже наявного вітчизняного і зарубіжного досвіду, врахування усталених традицій виконання ТО і Р за планово-запобіжною системою, прогнозу розвитку конструкції і надійності автомобілів.

Висновки. В роботі була проведена оцінка ефективності роботи автосервісної системи, оцінка можливостей покращення ефективності і оптимізації формування мережі, потужності і ефективності функціонування автосервісних підприємств, що дозволило в перспективі вибрати оптимальний варіант переходу на сучасну технологію обслуговування і ремонту. Слід наголосити на необхідності цілеспрямованого розвитку мережі автосервісу з метою підвищення ефективності та безпеки транспортної системи України. Для розвитку автосервісу необхідно розвивати також і методики їх розрахунків з урахуванням рішення прямого і зворотнього завдання при технологічному проектуванні підприємств автосервісу.

Література

1. Кужель В.П. Перспективні напрямки розвитку послуг підприємств автосервісу / В.П. Кужель, Я.А. Мельник // Тези XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 24-26 жовтня 2022 року. – Житомир : Житомирська політехніка, 2022. С. 80 – 81.

2. Кужель В.П. Розвиток мультибрендового технічного сервісу на території України у післявоєнний період / В.П. Кужель, Б.В. Зелінський, М.В. Матусевич, О.О. Костюк // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р.: Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2023. – С. 195 – 197.

3. Обслуговування клієнтів автосервісу : навчальний посібник / О. Д. Марков, Н. В. Веретельникова. – К. : Видавництво Каравела, 2015. – 263 с.

4. Управління якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко, Володимир Чередник; за ред. О.А. Лудченка. - К. : Ун-т "Україна", 2012. – 327 с.

5. Технології підвищення ефективності виробничої бази підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук. – К. : Медінформ, 2017. – 212 с.

Кузь В.Г., магістр кафедри
технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Ященко М.М., доцент кафедри технічної експлуатації
автомобілів та автосервісу, к.т.н., доцент
Національний транспортний університет

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ І ОЦІНКИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

При виборі і оцінці вантажних автомобілів використовують сукупність критеріїв, які можна класифікувати за різними ознаками в залежності від вирішуваного завдання. Критерії можуть бути класифіковані таким чином:

- за кількістю факторів, що враховуються: одиничні (часткові) і комплексні (узагальнені);
- за рівнем залежності: повністю залежні від зовнішніх умов експлуатації, частково залежні і незалежні;
- за характером: кількісні і якісні;
- за кількісним значенням: абсолютні і відносні.

У роботі [1] при оцінці і виборі парку рухомого складу рекомендується керуватися тим, щоб рухомий склад найбільшою мірою відповідав:

- характеру і структурі вантажопотоку;
- об'ємній вазі і партійності вантажу;
- дорожнім умовам;
- забезпеченню максимальної швидкості і безпеки руху;
- забезпеченню мінімальних витрат, пов'язаних з перевезенням вантажів.

Схема вибору рухомого складу з урахуванням перерахованих умов представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Схема і критерії вибору вантажних автомобілів

Загальна послідовність оцінки і вибору автотранспортних засобів за цією методикою [1–5] складається з наступних основних етапів:

1) аналіз умов перевезень і характеристики вантажу. Оціночними критеріями на цьому етапі є тип кузова (бортова платформа, цистерна, фургон) і його місткість. Тип кузова визначається родом вантажу – його фізичними властивостями, щільністю, типом і формою тари і т.д.;

2) вибір вантажопідйомності автомобіля (основний критерій), який визначається обсягом і партійністю перевезень. Загальне правило полягає в тому, що при перевезенні дрібнопартійних вантажів застосовуються автомобілі малої вантажопідйомності, а при великому і постійному вантажопотоці – переважно спеціалізовані і великовантажні автомобілі;

3) аналіз пристосованості конструкції до дорожніх умов. Тут виділяють автомобілі загального призначення (дорожня група А), підвищеної прохідності (дорожня група Б), позашляхові автомобілі. На труднопрохідних дорогах важливим критерієм вибору є прохідність, на дорогах з твердим, але нерівним покриттям – плавність ходу, на гірських дорогах, що мають значні ухили, – динамічність і гальмівні властивості. На вдосконалених дорогах обмежуються повна маса транспортного засобу і навантаження на одну вісь за умовами вантажопідйомності штучних споруд і міцності дорожнього покриття, можуть бути обмеження по габаритах рухомого складу;

4) аналіз техніко-експлуатаційних властивостей автомобілів;

5) техніко-економічна оцінка зразків, відібраних на перших чотирьох етапах, яка може бути виконана за різними критеріями.

Наприклад, для перевезення масових вантажів найбільш поширена методика вибору універсальної моделі автотранспорту за критеріями продуктивності і собівартості. При перевезенні вантажів з використанням спеціалізованого рухомого складу керуються критерієм собівартості перевезень [2–5]. При виборі автосамоскида при розробці порід в кар'єрах використовують критерій собівартості експлуатації і транспортування. При оцінці і виборі спеціалізованого і універсального рухомого складу визначають рівноважний стан перевезення, спираючись на критерій продуктивності і собівартості перевезення. На транспортно-експедиційних підприємствах першочерговими критеріями оцінки і вибору автотранспортних засобів є деякі техніко-експлуатаційні параметри компонентів транспортного процесу [3–5]. Для рухомого складу такими критеріями є: технічна і експлуатаційна швидкість; габаритні розміри вантажних місткостей і самих транспортних засобів; повна маса, навантаження на вісі; потужність двигуна (силових установок); вантажопідйомність і габаритні розміри причепів, напівпричепів і т.п.

Схожістю усіх цих методик оцінки і вибору вантажних автомобілів є оцінка рухомого складу за окремими показниками його роботи в залежності від конкретних техніко-експлуатаційних властивостей автомобілів. Крім того в них не враховуються якісні характеристики перевезень [3; 4; 9; 56; 60]: мінімальний час доставки; мінімум ризику несвоєчасної доставки (надійність перевезення); максимум провізної здатності транспорту (можливість перевезти необхідні обсяги вантажу); готовність до перевезення у будь-який довільний момент часу і можливість забезпечення перевезень в різних умовах (доступність транспортних послуг, їх незалежність від погодних, кліматичних, часових і просторових характеристик); мінімум втрат вантажу при перевезенні (збереження товару, його захищеність від втрат, псування, ушкоджень і розкрадань при транспортуванні і перевантажувальних операціях).

Ці вимоги до автомобілів, що використовуються при перевезенні вантажів можна оцінити узагальненим критерієм – коефіцієнт ефективності перевізного процесу, є відношенням витрат, пов'язаних із задоволенням потреб клієнтів транспортних підприємств в перевезенні вантажів до фактичних витрат:

$$K_{EП} = \frac{(S_{ПВ} + S_{НР} + S + S_x) \cdot W_Q - R_B}{(S_{ПВ} + S_{НР} + S + S_x) \cdot W_Q + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_9 + R_{10}} \quad (1)$$

де $S_{ПВ}$ – собівартість підготовки вантажу до перевезення, грн/т;

$S_{НР}$ – собівартість навантажувально-розвантажувальних робіт, грн/т;

S – собівартість транспортування, грн/т;

S_x – собівартість складування вантажу, грн/т;

W_Q – обсяг транспортної продукції, т-км;

R_1 – витрати, пов'язані зі збільшенням відстані транспортування, грн;

R_2 – витрати через невідповідність автомобіля роду і характеру перевізного вантажу, грн;

R_3 – витрати, пов'язані з ушкодженням і втратою вантажу, грн;

R_4 – витрати, пов'язані з виконанням додаткових розвантажувально-навантажувальних робіт, грн;

R_5 – витрати, пов'язані з додатковим зберіганням вантажу, грн;

R_6 – витрати, пов'язані з інерційністю перевізного процесу, грн;

R_7 – витрати, пов'язані зі збільшенням собівартості перевізного процесу, грн;

R_8 – витрати, пов'язані зі збільшенням собівартості навантажувально-розвантажувальних робіт, грн;

R_9 – витрати, пов'язані із збільшенням собівартості підготовки вантажу до перевезення, грн;

R_{10} – витрати, пов'язані зі збільшенням собівартості складування, грн.

Але запропонований критерій що не враховує споживчих властивостей автомобілів. Оцінює перевізний процес в цілому, що не дозволяє робити вибір конкретної моделі автомобіля. Орієнтуючись на його значення складно зробити висновки про кількісне задоволення потреби клієнтів в перевезенні

вантажів. Також він є безрозмірним, що не дає можливості оцінювати ефективність автомобілів в грошовому еквіваленті.

Оцінка споживчих властивостей автомобілів враховується в методиці запропонованою авторами [5–7]. У цій методиці спочатку виділяються десять комплексних критеріїв оцінки автотранспортних засобів: ідентифікація вантажного автомобіля (тип кузова і вантажопідйомність), наявність нормативно-технічної документації, технічні дані автомобіля, суб'єктивна оцінка вантажного автомобіля, суб'єктивна оцінка вантажного автомобіля в процесі експлуатації, оцінка вантажного автомобіля в процесі експлуатаційних випробувань (паливна економічність надійність, екологічність), експлуатаційні і виробничо-економічні показники роботи автомобілів, оцінка рівня сервісного обслуговування вантажного автомобіля, оцінка можливості і умов придбання вантажних автомобілів, оцінка участі у виставках, рейтингах, салонах, презентаціях. Оскільки техніко-економічні властивості, що входять в перераховані комплексні критерії, мають різний фізичний сенс і розмірність, авторами розроблені моделі, що дозволяють приводити критерії до одного диференціального (формула 2) або інтегрального (формула 3) показника якості [5–7]:

$$Y_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n [V_{ij}]^{W_{ij}}} \quad (2)$$

$$E = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m [Y_{ij}]^{W_{ij}}} \quad (3)$$

де Π – ваговий коефіцієнт показника ефективності автомобіля;
 V_{ij} – i -й показник ефективності j -го рівня;
 W_{ij} – величина ступеню i -го показника ефективності j -го рівня;
 m – кількість вагових коефіцієнтів;
 n – кількість диференціальних показників якості.

Запропонований критерій охоплює великий комплекс часткових показників, що характеризують автомобіль як транспортний засіб, вирішене завдання оцінки споживчих властивостей в сукупності з техніко-експлуатаційними властивостями автомобілів. Але запропоновані моделі приведення комплексних критеріїв до порівнянного виду потребують використання складного математичного апарату, розробки специфічних класифікацій техніко-експлуатаційних властивостей, що впливають на кінцевий показник якості, залучення експертів для суб'єктивної оцінки споживчих властивостей.

Висновки. Таким чином при виборі вантажних автомобілів для підприємства на початковому етапі необхідно аналізувати реальні умови їх експлуатації та характер транспортної роботи. Використання методики оцінки вантажних автомобілів передбачатиме приведення різномірних критеріїв в один комплексний або інтегральний показник якості вантажних автомобілів при їх виборі.

Література

1. Поляков А.П., Галушак О.О., Галушак Д.О., Грабенко М.Д. Методика вибору рухомого складу, маршруту і графіка перевезення вантажів. Наукові праці ВНТУ. 2011, №3. С. 1–10.
2. Tajudeen Hassan, Petri Helo. Performance assessment of high capacity trucks: Understanding truck selection and deployment economics. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2021. Vol. 10. P. 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100363>
3. Abate M., De Jong G. The Optimal Shipment Size and Truck Size Choice: The Allocation of Trucka Across Hauls. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2014. Issue 59. P. 262–277.
4. Sanchez-Rodrigues V., Piecyk M., Mason R., Boenders T., 2015. The longer and heavier vehicle debate: A review of empirical evidence from Germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2015. 40. P. 114–131.
5. Sławomir Augustyn, Igor Vušanović, Paulina Owczarek, Małgorzata Oziębło. The assessment of the truck operation efficiency in safety engineering aspect. MATEC Web of Conferences, 20th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles. 2021. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202135101013>
6. Shauna L. Hallmark, Stephen Lamptey. Evaluation of Different Methods to Calculate Heavy-Truck VMT. Final Report–December 2004. 55 p.
7. Martin Kügemann, Heracles Polatidis. Methodological Framework to Select Evaluation Criteria for Multi-Criteria Decision Analysis of Road Transportation Fuels and Vehicles. *Energies*. 2022. Vol. 15. P. 1–18. <https://doi.org/10.3390/en15145267>

**Куць Н.Г., доцент кафедри автомобілів
і транспортних технологій, к.т.н.**
Луцький національний технічний університет

ЯК ЗАБЕЗПЕЧИТИ РОБОТУ ВІДКРИТОЇ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ

Відкриті механічні системи на транспорті відіграють ключову роль у забезпеченні пересування та ефективною роботі транспортних засобів. Розуміння їх особливостей та впливу зовнішніх факторів є критичним для підвищення їх надійності, безпеки та енергоефективності. Нині в енергетиці виникла практично революційна ситуація, коли розпочалися інтенсивні пошуки нових способів отримання та перетворення енергії [1].

Вентилятор — це відкрита механічна система, яка виконує функцію переміщення повітря або інших газів за допомогою обертальних лопатей. Принцип роботи вентилятора як відкритої механічної системи полягає в обертанні лопатей вентилятора, які створюють рух повітря за рахунок різниці тиску між передньою та задньою частинами лопатей. Відкрита механічна система вентилятора взаємодіє із зовнішнім середовищем, забираючи повітря з навколишнього простору і передаючи його до відповідних систем. Потік повітря, що проходить через вентилятор, може змінюватися залежно від умов навколишнього середовища, наприклад, температури, вологості, і навіть наявності перешкод.

У процесі взаємодії лопаток вентилятора з навколишнім середовищем виникає ударний момент окремих молекул повітря, відцентрові сили, гідродинамічні сили, що зумовлені законом Бернуллі. Ці сили взаємодіють, створюючи потік повітря, який визначає ефективність роботи вентилятора.

При ударному моменті молекул повітря лопаті вентилятора захоплюють ці молекули повітря, передаючи їм кінетичну енергію. Це сприяє збільшенню швидкості повітря, що проходить через вентилятор. Чим більше молекул повітря залучено, тим більший потік створюється. Коли лопаті вентилятора обертаються, вони створюють відцентрові сили, які відштовхують повітря в бік від центру обертання. Це впливає на напрямок і швидкість повітряного потоку, розподіляючи його рівномірно. Закон Бернуллі стверджує, що зі збільшенням швидкості потоку рідини (в даному випадку – повітря) тиск зменшується. Це означає, що в зоні, де лопаті рухаються швидше, тиск буде нижчим, ніж у зоні, де повітря рухається повільніше. Це створює додаткові гідродинамічні сили, які сприяють переміщенню повітря через вентилятор.

Таким чином, об'єднання цих сил забезпечує постійний рух повітря, що робить вентилятор ефективним засобом для вентиляції, охолодження або обігріву. Керуючи швидкістю обертання лопатей і їх формою, можна оптимізувати роботу вентилятора під різні умови експлуатації.

Ця взаємодія також визначає шум, який виробляється вентилятором, оскільки швидкість і форма лопатей можуть впливати на турбулентність повітря, що викликає звукові коливання. Встановлено, що потужність, яку споживає вентилятор, залежить від частоти обертання не в кубічному ступені, а в ступені $3/2$ з переходом у лінійний зв'язок. і зі зростанням швидкості обертання зменшується та переходить у лінійну залежність. Це результат впливу багатьох сил на лопаті вентилятора, які виникають унаслідок взаємодії їх із навколишньою атмосферою.

Важливо визначити під яким кутом слід розташовувати лопатки вентилятора, щоб забезпечити охолодження повітря всією взаємодіючою площиною лопатки та коли таке охолодження створюватиме максимальне збільшення моменту на валу обертання вентилятора. Для цього визначимо умови розташування лопаток відносно осі обертання вентилятора шляхом розрахунку моментів сил, що виникають унаслідок взаємодії з лопаткою вентилятора. Так під час удару молекул повітря об опуклу поверхню лопатки виникає гальмівний момент. Тангенціальний рух повітря, що виникає при цьому, визначає виникнення відцентрових прискорень і дію закону Бернуллі, моменти сил яких протилежні ударному механізму.

Коли лопатки вентилятора рухаються своїм увігнутим боком, то вони ніби захоплюють потік (рисунок 1) [1].

Впливаючи на кожну молекулу повітря, відбувається збільшення її швидкості, і тим самим відбувається зростання ентальпії потоку повітря, що відкидається лопаткою. Повітря по опуклій стороні лопатки може здійснювати одночасно як рух у ламінарному режимі, так і шляхом утворення зривної течії. Під час ламінарного обтікання ентальпія потоку повітря не змінюється, а під час зривної течії виникає зона розрідження. Ця зона заповнюється повітрям навколишньої атмосфери зі швидкістю звуку.

Удари молекул повітря об опуклий бік лопатки віддають частину своєї кінетичної енергії самій лопатці, і водночас відбувається зменшення ентальпії потоку повітря, що на нього впливає. Повітря

охолоджується, а його потік призводить до формування відцентрового, внаслідок закону Бернуллі, відтоку повітря від опуклої поверхні протилежно до обертання вентилятора. На це витрачається робота за рахунок додаткового споживання енергії від джерела. За вентилятором потік повітря від вигнутої і опуклої поверхонь лопаті змішуються і практично ентальпія результуючого потоку повітря істотно не змінюється.

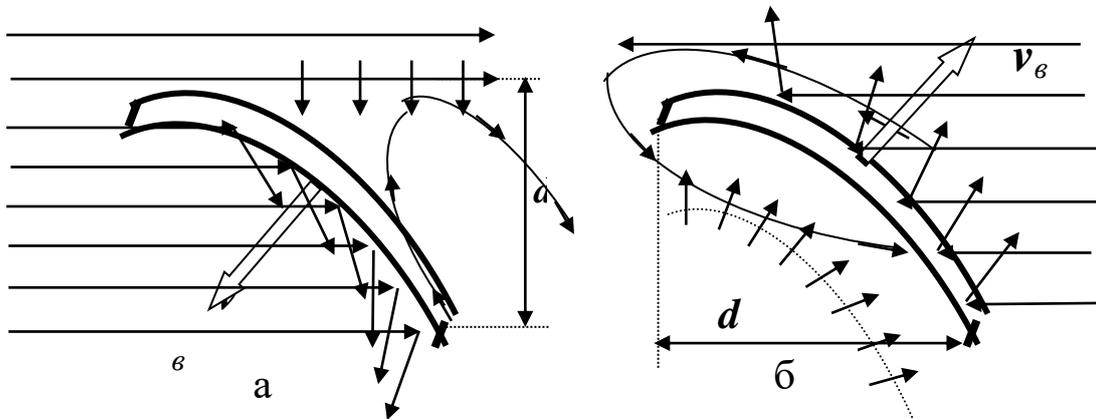


Рисунок 1. Схема обгортання лопатки вентилятора при його обертанні:
а) в напрямку вигнутої сторони б) в напрямку опуклої сторони

де V_v - лінійна швидкість елемента лопатки на відстані r від осі обертання;
 d - довжина кривизни елемента дуги, що розглядається, яка біля основи лопатки.

Залежність потужності, споживаної вентилятором, за частоти обертання 75 Гц залежить від кута встановлення лопатей. Зменшення потужності зумовлене тим, що під час зростання кута встановлення лопатей відносно осі обертання відбувається зменшення площі взаємодії з навколишньою атмосферою. У разі встановлення лопатей понад 40° вентилятор генерує потік, протилежний обертанню, і припиняє створювати потік повітря в напрямку обертання.

У разі обертання вентилятора в напрямку опуклої поверхні тільки одна сила перешкоджає руху, а всі інші сили, що виникають унаслідок обертання вентилятора, спрямовані в напрямку обертання. Тому енергоспоживання за заданої швидкості обертання різко зменшується і, особливо, при зростанні швидкості обертання вентилятора.

Охолоджений потік є джерелом відсмоктування теплової енергії з довкілля і витрачається ця енергія на створення механічної роботи, яка за великих швидкостей обертання вентилятора може повністю перетворювати теплову енергію на роботу. Так працює тепловий насос. Отже, вентилятор, що працює, можна трактувати, як діючий вихровий тепловий насос.

Важливого значення набуває розробка умов створення комплексованих енергосистем. Особливо коли йдеться про використання теплових насосів спільно з іншими перетворювачами енергії. Такі системи дозволяють оптимізувати використання енергії та підвищити ефективність її перетворення, що є ключовим завданням у контексті сталого розвитку. Зокрема, інтеграція теплових насосів із сонячними панелями, вітрогенераторами та системами акумуляції енергії дозволяє забезпечити безперервне енергопостачання і знизити залежність від традиційних викопних джерел [2].

Впровадження подібних комплексних систем також сприяє зменшенню викидів парникових газів і підвищенню енергетичної безпеки. Основний виклик при їх розробці полягає у створенні гнучких моделей керування та інтеграції різних елементів системи з метою досягнення синергетичного ефекту між різними джерелами енергії. Теплові насоси відіграють ключову роль у таких системах, оскільки вони можуть ефективно використовувати низькопотенційну енергію навколишнього середовища (наприклад, геотермальну чи повітряну) для обігріву чи охолодження двигуна.

Таким чином, розробка комплексованих енергосистем відкриває нові можливості для підвищення енергоефективності та екологічної сталості в умовах глобальних змін клімату. У процесі роботи теплових насосів реалізуються умови, коли складна енергосистема стає відкритою. У роботі [3] показано, що під час роботи теплового насоса навколишнє середовище є активним середовищем. З цих позицій розглянемо на прикладі роботи вентилятора, як відкритої системи, що використовується для охолодження різних нагрівальних елементів у складних енергосистемах. Тож виникає мета: з'ясувати принцип роботи вентилятора, та за яких умов він може працювати як тепловий насос.

Коли використовується багатоступенева система обертючих лопатей, то тоді це звичайний компресор. У компресорах потоком повітря керують сопловими апаратами. Такі системи вимагають свого підходу і виходять за рамки розгляду вентилятора. Якщо не використовувати соплові апарати, то наступний

ступінь перешкоджає роботі попереднього ступеня. Система стає неефективною. Експериментально це відомі факти, але потребують з позицій молекулярно-кінетичної теорії детального розгляду.

Забезпечення роботи відкритої механічної системи транспорту вимагає комплексного підходу, оскільки така система пов'язана з постійною взаємодією із зовнішнім середовищем і впливом зовнішніх чинників. Для забезпечення ефективної роботи механічних систем, які використовуються на транспорті, важливо врахувати аеродинамічні характеристики. Зменшення опору повітря дозволяє знизити споживання енергії. Для роботи транспорту у відкритій механічній системі необхідно забезпечити оптимальний баланс між енергетичними потребами і джерелами енергії. Це може бути досягнуто шляхом використання відновлювальних джерел енергії (сонячні панелі, вітрові установки) для живлення систем; використання високоефективних двигунів і технологій рекуперації енергії (наприклад, гібридні або електричні двигуни).

Відкриті механічні системи транспорту піддаються значним коливанням температури через змінні умови зовнішнього середовища (високі або низькі температури, вологість тощо). Це потребує інтеграції: систем охолодження для запобігання перегріву; теплоізоляційних матеріалів для збереження енергії та мінімізації втрат тепла.

Таким чином, забезпечення роботи відкритої механічної системи транспорту вимагає комплексної інтеграції енергоефективних технологій, надійних механізмів, аеродинамічної оптимізації та екологічної свідомості для досягнення максимальних показників ефективності та безпеки.

Література

1. Гречихін Л.І., Куць Н. Сучасна енергетика. Шляхи і методи розвитку та застосування на транспорті /Наукові нотатки, 2010. Вип. 28 (травень 2010). С. 162 - 165.
2. Гречихін Л. І. Отримання і перетворення енергії у відкритих системах /Енергетика, 2004, № 4. С. 76 – 81
3. Гацукевич А. С. Робота турбін як теплового насоса // А. С. Гацукевич, Л. І. Гречихин Цивільна авіація ХХІ століття: Сб. матеріалів 1 Міжнародної молодіжної наукової конференції, 2009 р. - УВАУ ГА - 2009 - С. 9 - 10.

ЛОГІСТИКА В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Логістика – це кровоносна система економіки, яку докорінно змінила збройна агресія російської федерації. Вторгнення практично паралізувало експортні можливості України, а спроби перевозити зернові сухопутним транспортом призвели до логістичного колапсу.

Війна в Україні створила низку проблем для логістичної галузі країни. До основних проблем належать:

- Зруйнована інфраструктура. Військові дії призвели до руйнування значної частини логістичної інфраструктури України, включно з дорогами, мостами, залізничними коліями та складами.

- Обмеження доступу до території. У деяких регіонах України доступ до території обмежений через бойові дії. Це ускладнює доставку вантажів.

- Зростання цін. Війна призвела до зростання цін на паливо та інші логістичні послуги. Це збільшує витрати логістичних компаній.

Фізичні обсяги експорту в 2022 році скоротилися на 38,4%. Але результати, як для умов воєнного часу можна вважати позитивними.

Згідно із даними Державної служби статистики України протягом січня-вересня 2023 року в Україні перевезено 235,1 млн тонн вантажів. Зазначений обсяг на 2,9% менший від аналогічного періоду 2022 року. Вантажообіг у січні-вересні 2023 року склав близько 119,45 млрд тонно-кілометрів. Це на 8,4% менше від аналогічного періоду 2022 року. Протягом січня-вересня 2023 року перевезено близько 1,49 млрд пасажирів. Це на 26,4% більше від аналогічного періоду 2022 року. Пасажирообіг у січні-вересні 2023 року склав близько 28,87 млрд пасажиро-кілометрів. Це на 23,2% більше від аналогічного періоду 2022 року.

У 2022 році перевезення вантажів скоротилося на 49%, а пасажирів – на 40%. Також раніше повідомлялося, що у 2021 році перевезення пасажирів зросли на 3,3% порівняно з попереднім роком, а вантажоперевезення – на 3,5%.

Організація перевезень автомобільним транспортом стала складним завданням через низьку пропускну спроможність прикордонних переходів на заході України, а вартість логістики значно зросла, адже відстань транспортування до портів ЄС збільшилась у рази.

Оскільки велику кількість вантажів спрямували на сухопутні шляхи, пункти пропуску були заблоковані. На початку вересня 2022 черга досягла рекордних значень у понад 2 600 вантажівок і розтягнулася на 58 км, майже досягнувши Ковеля.

У сфері автоперевезень під час війни сталися й позитивні зрушення. Держава ввела так званий транспортний безвіз або ж скасувала адміністративний бар'єр у вигляді дозволів на автомобільні перевезення, який був стримуючим фактором для вільного ринку.

Це був величезний бій для автоперевізників, логістів і експедиторів: щороку дозволів не вистачало й велися перемовини про збільшення їхньої кількості. Скасування цього адміністративного бар'єру, інтенсифікувало міжнародні автомобільні перевезення та загалом економічні процеси.

Нині бізнес адаптувався, переорієнтувався й почав розвивати нові експортні шляхи сухопутними коридорами через країни Європи. Їх умовно можна розділити на два глобальних напрями: західний транспортний коридор на Польщу, Німеччину та Балтійські країни і південний транспортний коридор здебільшого на Румунію.

Поки на західному кордоні відбувається боротьба з заторами на автошляхах, пропускну здатністю пунктів пропуску, різницею в ширині залізничної колії та іншими викликами.

Попри всі негаразди треба відзначити неабияку допомогу зі сторони колег експедиторів із сусідніх країн. З початку війни українцям сильно та практично допомагали асоціації експедиторів з Туреччини, Румунії, Болгарії, Польщі та Словаччини, активну позицію зайняли колеги з Угорської асоціації.

Саме вони допомогли вирішити проблеми з контейнерами в турецьких і румунських портах, пояснили питання, пов'язані з турецькою митницею та допуском українських автоперевізників до роботи в Туреччині, питання вивезення контейнерів з терміналів в порту "Констанца" в Румунії.

Адаптація – це одна з сутностей логістики, яка не може зупинитися, бо зупинка – це відсутність торгівлі й обміну товарами, практично відсутність споживання, що в сучасному світі дорівнює відсутності життя.

Попри великий шок, який українська транспортно-логістична система пережила на початку війни, вона впоралася з викликом і змогла забезпечити транспортування необхідних товарів до та з України.

Після війни логістична галузь України розвиватиметься в таких напрямках:

- Розвиток міжнародних перевезень. Україна прагнучиме відновити зв'язки із зарубіжними партнерами та залучити нові інвестиції в логістичну галузь.

- Розвиток логістичної інфраструктури. Україні необхідно буде відновити пошкоджену логістичну інфраструктуру та побудувати нові об'єкти.

Цифровізація логістики. Україна прагнучиме впровадити цифрові технології в логістичну галузь, щоб підвищити її ефективність і знизити витрати.

Література

1. Логістика під час війни в Україні <https://glc.in.ua/uk/logistika-vo-vremya-voyny-v-ukraine/> (дата звернення 03.10.24р.)

2. Обсяги перевезень URL: <https://skilky-skilky.info/obsiahy-vantazhoperevezen-skorotylysia-na-3-a-pasazhyoperevezen-zrosly-na-26/> (дата звернення 03.10.24р.)

3. Як логістика адаптувалася до війни <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/07/24/702529/> (дата звернення 03.10.24р.)

**Лютак З.П., професор кафедри метрології
та інформаційно-виміральної техніки**
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

Актуальність розробки пристрою для контролю напружено-деформованого стану технологічних трубопроводів автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій обумовлена необхідністю забезпечення безпечної та надійної роботи газотранспортних систем. В умовах постійного підвищення вимог до екологічної безпеки та енергетичної ефективності виникає потреба у моніторингу стану трубопроводів, які працюють під високим тиском. Технічні трубопроводи можуть зазнавати значних механічних і теплових навантажень, що може призводити до їх пошкоджень і аварійних ситуацій. Тому створення ефективних методів та пристроїв для безперервного контролю таких систем є надзвичайно важливим для запобігання можливим небезпекам. Особливістю розробки пристрою є необхідність використання надійних та точних сенсорних елементів, здатних працювати в екстремальних умовах. П'єзоелектричні матеріали, такі як кварц, відіграють ключову роль у створенні п'єзодатчиків для таких пристроїв. Вони дозволяють точно визначати рівень деформації та напруження в трубопроводах під дією зовнішніх факторів. Також важливо забезпечити тривалу експлуатацію пристрою без значного зносу компонентів, що підкреслює актуальність вибору матеріалів з високою стабільністю та надійністю.

Принцип роботи пристрою для контролю напружено-деформованого стану технологічних трубопроводів, який реалізує метод синхрокільця, полягає в багаторазовому вимірюванні часу проходження ультразвукової хвилі для підвищення точності. Суть методу полягає в тому, що ультразвукова хвиля збуджується генератором зондуючих імпульсів і проходить через досліджувану ділянку трубопроводу. Відбиті луносигнали, які отримуються в результаті багаторазових відбитків хвилі, послідовно надходять на вхід підсилювача, де їхні значення посилюються до необхідного рівня для подальшої обробки. Ключовою особливістю методу синхрокільця є багаторазове повторення вимірювань (до 1000 разів) для забезпечення стабільності та точності результатів. Завдяки цьому підходу, вплив можливих зовнішніх перешкод та похибок при вимірюванні мінімізується, що дозволяє отримувати достовірні дані щодо стану трубопроводу. На основі цих даних можна виявити наявність механічних пошкоджень, тріщин або змін у структурі матеріалу, що допомагає у ранньому виявленні потенційних аварійних ситуацій. Основними викликами при реалізації методу є забезпечення стабільної роботи елементів схеми під час багатократних вимірювань, а також вибір оптимального періоду коливань луноімпульсу, який не спотворюється. Це критично важливо для точності вимірювання, адже навіть незначні зміни у періоді можуть призвести до помилкових результатів. Надійність і точність вимірювань підтверджуються дослідженнями та патентами [1, 2].

Схема роботи пристрою для контролю напружено-деформованого стану трубопроводів складається з декількох основних блоків. Генератор зондуючих імпульсів подає сигнал на п'єзоелектричний давач, який встановлений на поверхню об'єкта контролю — трубопроводу. Ультразвукова хвиля передається в матеріал труби, і після відбиття від внутрішньої поверхні або від дефектів вона повертається до давача, де знову перетворюється в електричний сигнал. Цей сигнал потім посилюється підсилювачем для подальшої обробки. Посилений сигнал передається на схему обробки луносигналу, де відбувається його аналіз. Для підвищення точності роботи системи використовується кварцовий генератор, який забезпечує стабільність частоти зондуючих імпульсів та синхронізацію вимірювань. На етапі обробки сигналу визначаються характеристики відбитих хвиль, які дозволяють оцінити стан трубопроводу — наявність деформацій, тріщин або інших дефектів. Отримані дані передаються на мікропроцесорний пристрій, де здійснюється обчислювальна обробка та підготовка інформації для відображення. Результати вимірювань можуть бути виведені на відеоблок або передані на комп'ютер для подальшого аналізу і зберігання. Такий підхід забезпечує високоточний моніторинг трубопроводу в реальному часі та дозволяє швидко реагувати на зміни у його технічному стані.

Література

1. Лютак З. П., Ніколаєв О. В., Лютак І. З. Пристрій для контролю технічного стану газопровідних систем в експлуатаційних умовах // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2001. - № 37. – Т. 6 – С. 166-170.
2. Пат. 50914 А, G 01 Н 5/00. Пристрій для вимірювання швидкості ультразвуку / І. З. Лютак. - № 2001021357, Заявл. 27.02.2001 Опубл. 15.11.2002, Бюл. № 11.

Лютак І.З., професор кафедри інженерії
програмного забезпечення

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВИБІР МАТЕРІАЛІВ П'ЄЗОПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

Вибір матеріалів п'єзоперетворювача є ключовим етапом у створенні пристрою для контролю напружено-деформованого стану технологічних трубопроводів автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій. Ці трубопроводи зазнають значних механічних навантажень через високий тиск газу, що транспортується, а також через температурні коливання. Тому точний моніторинг їхнього стану дозволяє запобігти аваріям і підтримувати ефективну роботу системи. Для цього необхідні надійні п'єзоперетворювачі, здатні точно вимірювати напруження і деформації в різних умовах експлуатації. При виборі матеріалів для п'єзоперетворювача важливо враховувати їхні фізико-механічні властивості, зокрема п'єзоелектричний коефіцієнт, електромеханічну стабільність, термостійкість і корозійну стійкість. Також важливо, щоб обраний матеріал був сумісним із середовищем трубопроводів і міг витримувати довготривалий вплив високих тисків та температур. Ефективність роботи п'єзоперетворювача напряму залежить від правильного вибору матеріалу, що забезпечить стабільну і точну роботу пристрою в умовах реальної експлуатації на компресорних станціях.

Класифікація матеріалів п'єзоперетворювача на основі їхніх п'єзоелектричних властивостей. Загалом п'єзоматеріали поділяються на дві основні групи: неполярні та полярні п'єзоелектрики. Ці групи включають в себе різні класи речовин, що використовуються у п'єзоперетворювачах, залежно від їхньої внутрішньої структури та здатності генерувати електричний заряд під впливом механічного навантаження. До неполярних п'єзоелектриків відносяться дві підгрупи: п'єзодіелектрики та п'єзонапівпровідники. П'єзодіелектрики, як, наприклад, кварц, характеризуються тим, що не проводять електричний струм, але здатні акумулювати електричний заряд у відповідь на механічну деформацію. П'єзонапівпровідники, такі як сульфід та селенід кадмію, поєднують в собі властивості п'єзоелектриків і напівпровідників, що дозволяє їм частково проводити електричний струм. Полярні п'єзоелектрики, в свою чергу, поділяються на піроелектрики та сегнетоелектрики. Піроелектрики, такі як турмалін і сульфат літію, здатні генерувати електричний заряд не лише під дією механічного тиску, але й у відповідь на зміни температури. Це робить їх придатними для використання у різних датчиках, що реагують на температурні коливання. Сегнетоелектрики, до яких належать титанат барію, полівінілденфторид (ПВДФ) та ЦТС (цирконат-титанат свинцю), мають здатність зберігати поляризацію навіть після зняття зовнішнього електричного поля. Завдяки своїм властивостям сегнетоелектрики широко використовуються в сучасних п'єзоелектричних пристроях для точного вимірювання механічних параметрів.

Використання кварцу як матеріалу для п'єзоперетворювачів є одним із найбільш вигідних варіантів завдяки його винятковим фізико-механічним властивостям. По-перше, кварц має високу стабільність і стійкість до старіння, що робить його надзвичайно надійним для тривалого використання. Він не втрачає своїх п'єзоелектричних властивостей з часом, забезпечуючи точні вимірювання протягом довгих періодів. Крім того, кварц добре переносить вплив температурних коливань, що дозволяє використовувати його у складних умовах експлуатації. Простота виготовлення та обробки цього матеріалу також робить його економічно вигідним варіантом для широкого застосування в різних галузях, зокрема в технологіях контролю напружено-деформованого стану трубопроводів. Щодо ультразвукових застосувань, кварц залишається одним із провідних матеріалів завдяки своїй високій точності передачі та прийому ультразвукових сигналів. Останні дослідження [1, 2] підтверджують його ефективність у створенні точних ультразвукових п'єзодатчиків, які використовуються для моніторингу механічних напружень і дефектоскопії. Зокрема, дослідження показали, що кварцові п'єзоперетворювачі мають високу чутливість і низький рівень деградації властивостей навіть після тривалих періодів експлуатації в умовах високих частот ультразвуку.

Вибір матеріалів для п'єзоперетворювачів є критично важливим для забезпечення точного і стабільного моніторингу напружено-деформованого стану трубопроводів автомобільних газонаповнюючих компресорних станцій. Серед численних матеріалів, кварц є одним із найефективніших завдяки своїм високим п'єзоелектричним властивостям, стабільності та довговічності.

Література

1. Rupitsch, S. (2019). Piezoelectric Sensors and Actuators: Fundamentals and Applications. Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-57534-5.
2. Fachberger, R., Bruckner, G., Knoll, G., & Hauser, R. (2004). Applicability of LiNbO₃, langasite, and GaPO₄ in high-temperature SAW sensors operating at radio frequencies. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, 51(11), 1427–1431.

Макаров В.А., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Андрощук В.Д., здобувач третього рівня вищої освіти кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Рзасв Р.Р., здобувач другого рівня вищої освіти
Вінницький національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ НЕОБХІДНОСТІ НА МОЖЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Аварійність на автомобільних дорогах є загальною великою планетарною проблемою, яка має приклади успішного розв'язання. Запропоновано можливі аспекти рішення проблеми.

Ключові слова: автомобіль, дорога, аварійність, дослідження, дієва система, сценарії ДТП.

Необхідність зниження рівня аварійності на автомобільних дорогах наших регіонів пояснюється великою різницею її показників в ФРН та Україні. Приклад наведено для річної кількості загиблих в ДТП на 1 млн. мешканців (рис. 1).

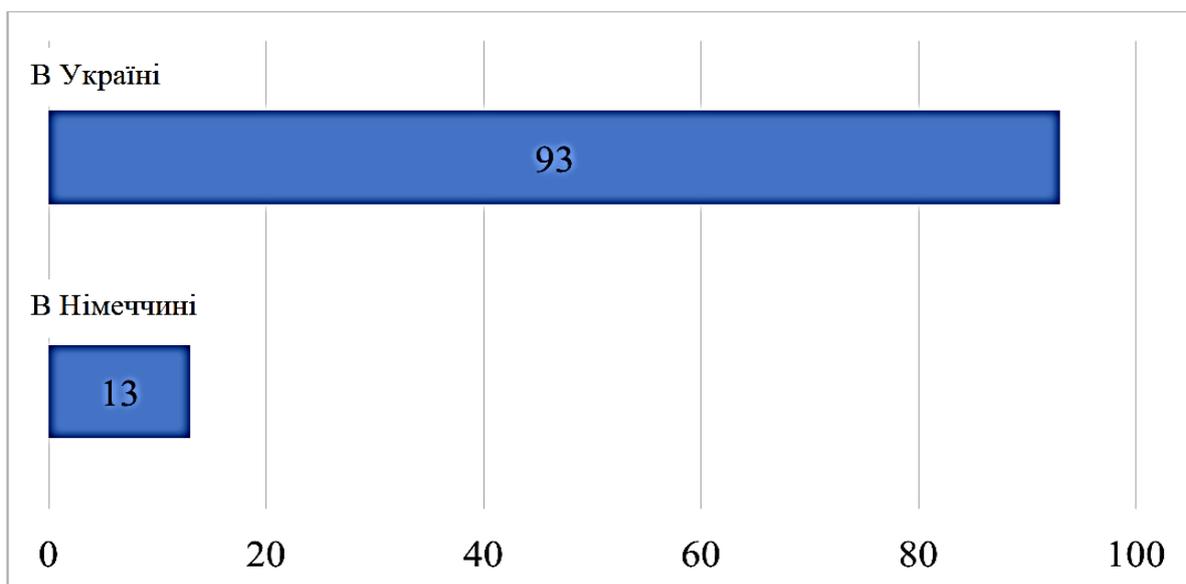


Рисунок 1 - Діаграма щодо візуалізації залежності річної кількості загиблих в ДТП на 1 млн. мешканців від країни де вони проживають

Можливі аспекти поліпшення показників аварійності висвітлено за результатами аналізу наукової роботи та практичної діяльності ТОВ по дослідженню аварійності на автомобільних дорогах (VUFO) при Технічному університеті Дрездена (ТУД). На протязі 25 років до теперішнього часу рівень означеної аварійності в зоні тяжіння VUFO перманентно знижувався. Показники на дорогах ФРН є найкращими серед значущих економічно розвинених країн. Німецьке поглиблене дослідження ДТП на дорогах відомо як GIDAS [1].

Професор Хорст Бруннер зміг створити ефективне функціонування ТОВ шляхом формування дієвої системи, яка має наступні складові: автомобільні та шинні заводи (фінансують діяльність ТОВ), ТУД, транспортну поліцію, полігони Decra, медичний інститут, дорожню організацію тощо. VUFO має автомобілі для виїзду на ДТП та необхідних спеціалістів [2]. Науковці визначили більше 3000 параметрів, що необхідні для фіксації характеристик кожного ДТП (рис. 2) [2].

Під час роботи німецьких автомобільних заводів для створення нових транспортних засобів із системами допомоги водієві або високоавтоматизованими функціями водіння колісних транспортних засобів потрібні відповідні варіанти їх поведінки. VUFO автоматично переносить необхідні сценарії аварій з GIDAS – PCM до Open DRIVE 1.6 та Open SCENARIO 1.0. Означені сценарії описують різні негативні варіанти розв'язки дорожніх транспортних ситуацій за різних просторових умов: відносно нескладної геометрії доріг.



Рисунок 2 - Інформація в базі даних GIDAS

Після двох років роботи VUFO випустило найбільший у світі каталог EES (Energy Equivalent Speed). Завдяки цьому веб-каталогу стають доступними унікальні портали із наборами даних про транспортні засоби та різні варіанти зіткнень за великою кількістю умов. Наступний аспект віднесено для підвищення кваліфікації експертів та аналітиків аварійних ситуацій. Сприяє функціонуванню VUFO суспільна організація автомобілістів ФРН (ADAC). Вона оцінює, що робота VUFO одночасно сприяє розв'язанню завдань ADAC.

Можливості дослідження аспектів автодорожньої аварійності у Вінницькому регіоні з'явилися після сумісної участі в науково-практичних конференціях у Вінниці та Києві професорів ТУД Хорста Бруннера та Гюнтера Прокопа та науковців Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) [3].

Висновки. Можливість зниження рівня аварійності на автомобільних дорогах Вінницької області підсилена після підписання Меморандуму про співробітництво між факультетом транспортних наук ТУД та факультетом машинобудування та транспорту ВНТУ. Передбачається взаємодія між здобувачами різних рівнів вищої освіти та науковцями ВНТУ.

Література

1. Х. Бруннер, Х. Ліерс, Т. Унгер, В. Макаров, С. Смирнов, Т. Макарова. Про важливий досвід наукового дослідження та практичного зниження аварійності на автодорогах Німеччини “Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури”: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ: ДП «ДержавтотрансНДПроект», 2022. С. 31-33.

2. Х. Бруннер, Т. Унгер, В. Макаров Про розвиток прогресу дослідження аварійності на дорогах Німеччини. Матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2023 року: збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2023. С. 338-340.

3. Х. Бруннер, Г. Прокоп, В.А. Макаров До питання створення співробітництва в сферах науки та освіти між факультетами транспортних наук Технічного університету Дрездена і машинобудування та транспорту ВНТУ. Матеріали XVI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (23-25 жовтня 2023 року, м. Вінниця). С. 82-84.

Макарова Т.В., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, к.е.н., доцент
Кашканов В.А., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Каспрук Н.Ю., здобувач другого рівня вищої освіти
Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТУРИЗМУ НА РОЗВИТОК ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Наведений аналіз взаємозв'язку між розвитком туризму та пасажирського автомобільного транспорту. Пропонується інтегральний показник для оцінки транспортного обслуговування пасажирів при здійсненні подорожей. Визначені основні етапи для забезпечення ефективного управління пасажирськими перевезеннями.

Ключові слова: пасажирські перевезення, автобус, транспорт, туризм, управління.

Пасажирські автомобільні перевезення є вкрай важливими для сучасного стану економіки та обороноздатності України. Автобусні перевезення забезпечують життєдіяльність населення та сприяють досягненню інтеграційних цілей країни [1,2]. Особливу роль займають міжнародні автобусні сполучення, які залежать від зовнішньоекономічних відносин між країнами та у військовий час мають свої закономірності розвитку [3]. Проте, не менш важливим є стимулювання внутрішньообласних пасажирських автобусних перевезень на основі розвитку туризму. Так, у Вінниці з лютого 2022 р. по вересень 2024 р. менеджерками комунального підприємства «Офіс туризму Вінниці» було надано понад 17000 безкоштовних консультацій та проведено 700 екскурсійних, культурно-мистецьких та просвітницьких заходів для більш ніж 8000 осіб [4]. З жовтня 2024 року почав свою роботу Туристичний хаб Visit Vinnytsia з сучасним центром туристичної інформації, робітники якого зорієнтовують гостей з інших міст України та зарубіжжя з питань міських та регіональних екскурсій, основних пам'яток у Вінниці та регіоні тощо [4]. Зовнішній вигляд приміщення хабу наведений на рис. 1.

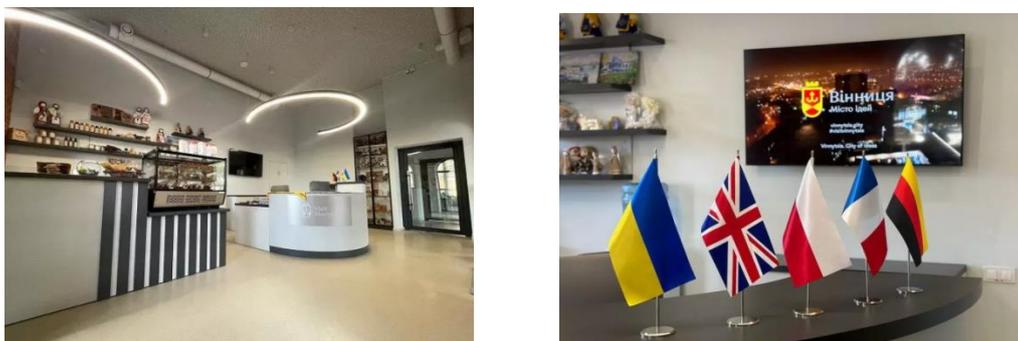


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд приміщення туристичного хабу Visit Vinnytsia [4]

Розвиток туристичної діяльності впливає на збільшення обсягів пасажирських автобусних перевезень. Транспорт, у свою чергу, дозволяє розширити географію будь-якої подорожі [5]. Транспортні послуги є одними з основних видів послуг у туристичній галузі. Вони займають основну частку в структурі цін на подорожі [5]. Ця частка коливається (у більшості випадків) від 20% до 60% залежно від тривалості та відстані поїздки. Збільшення попиту на подорожі позитивно впливає на розвиток транспортної інфраструктури. Таким чином, існує корисна та вигідна взаємодія між транспортом та туризмом. Дані сфери рекомендовано розглядати у тісному зв'язку, тому що їх взаємодія забезпечує синергетичний ефект для підприємств, регіону та країни. Нижче візуалізований взаємовплив туристичної та транспортної складових (рис. 2).

З розвитком попиту на туристичні перевезення слід забезпечувати високий рівень якості автотранспортних послуг. Тому пропонується обслуговування пасажирських послуг виділяти як об'єкт оптимізації задля досягнення цільової функції. Нижче представлений показник якості транспортних послуг:

$$S = S_1^{k_1} \times S_2^{k_2} \times S_3^{k_3} \times S_4^{k_4} \times S_5^{k_5} \times S_6^{k_6} \quad (1)$$

де: S_1 - надійність переміщення точно за графіком (час поїздки);

S_2 - доступність (частота руху транспорту);

S_3 - безпека (ймовірність безвідмовної роботи транспорту);

S_4 - комфортність поїздки;
 S_5 - вартісний показник (величина транспортного тарифу);
 S_6 - показник інформаційного сервісу (рівень інформаційного забезпечення);
 k_1, \dots, k_6 - показники ступеня, що характеризують вагомість рівня сервісу для відповідного показника.

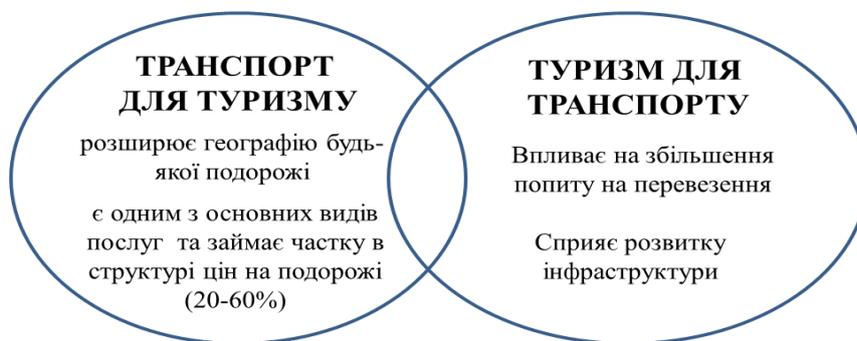


Рисунок 2 - Взаємозв'язок пасажирського автомобільного транспорту та туризму

Дослідження показує, що універсальних, всеосяжних комплексних показників якості перевезень пасажирів поки що не розроблено. Вибір найбільш відповідного розрахунку з наявних має бути зроблений виходячи з конкретних умов визначення необхідних параметрів. Підбір тих чи інших критеріїв та показників визначається тим, наскільки вони відповідають напрямку розвитку продуктивних сил та виробничих відносин. Дослідники та практики використовують їх для забезпечення поєднання суспільних, колективних та особистих інтересів, що виникають та реалізуються на підставі розвитку суспільних відносин. Після розгляду показників якості транспортного процесу виділені сім основних етапів для забезпечення ефективного управління перевезеннями (рис. 3).

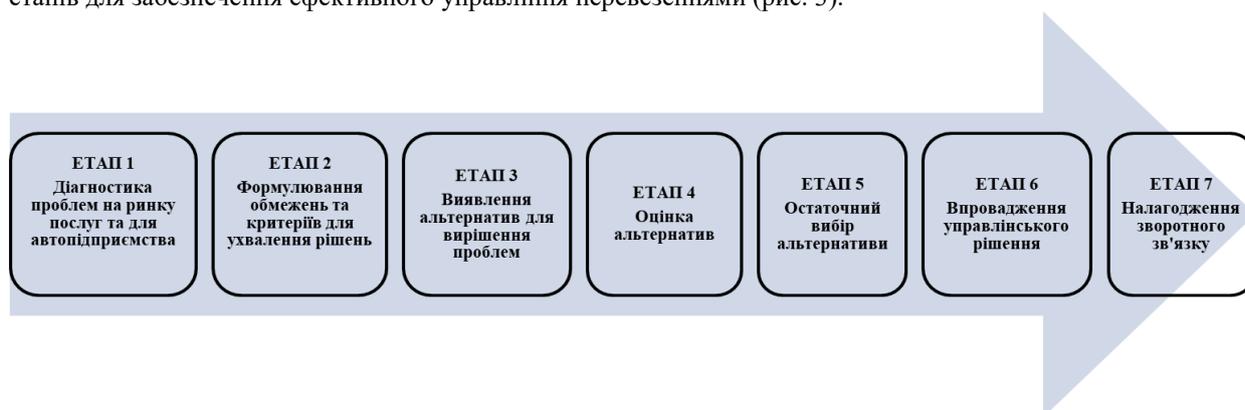


Рисунок 3 – Етапи ефективного управління пасажирськими перевезеннями

На першому етапі виконується діагностика проблем. Для ринку автотранспортних послуг симптомом може бути низька якість перевезень чи низький рівень прибутковості автопідприємств. Другий етап – формулювання обмежень та критеріїв для ухвалення рішень. На цьому етапі встановлюються норми транспортного обслуговування пасажирів, норми прибутковості підприємств, а також критерії прийняття рішень. Третім етапом є виявлення альтернатив вирішення проблеми. Необхідно встановити досить широкий спектр можливих рішень. Поглиблений аналіз важких проблем необхідний для розробки декількох альтернатив, що дійсно різняться, включаючи можливість бездіяльності. Четвертий етап – оцінка альтернатив. На цьому етапі важливо оцінити ступінь впливу кожного управлінського рішення на зміну критерію ефективності. Чим точніше буде кількісна оцінка залежностей, тим простіше підібрати альтернативне вирішення проблеми. П'ятий етап – остаточний вибір альтернативи. Шостий – реалізація. Впровадження управлінського рішення неможливе без обмеження інтересів деяких учасників ринку. Сьомий та останній етап – налагодження зворотного зв'язку. На ринку автотранспортних послуг це побудова чіткої системи контролю виконання вимог підприємствами автотранспорту.

Системоутворюючим фактором для реалізації етапів, який поєднує велику кількість об'єктів транспортного комплексу в єдину систему, що функціонує на користь усіх її учасників, є інформаційна структура, яка координує та забезпечує взаємодію всіх ланок. В даний час облік показників, що прямо чи опосередковано стосуються пасажирських автоперевезень ведеться державними органами, комерційними структурами, а також окремими фізичними особами. Враховуються результати перевізної діяльності

(кількість перевезених пасажирів), контролюється законність економічної діяльності підприємств (сплата податків), ведеться контроль у сфері безпеки дорожнього руху (дотримання транспортного законодавства в галузі БДР), враховуються результати соціальної діяльності підприємств. У галузі науки також ведеться збір даних про роботу транспортних підприємств, у тому числі і якості транспортного обслуговування пасажирів. В деяких випадках інформація, отримана від виконавчих структур, використовується тільки для їх функціонального забезпечення, а дані, отримані в результаті наукових досліджень не завжди застосовуються на практиці.

Висновки. Використання системного підходу до взаєморозвитку туризму та пасажирського автомобільного транспорту дозволить забезпечити зростання обсягів перевезень. Втримання позитивної динаміки обумовлюється моніторингом та розвитком складових інтегрального показника якості транспортного обслуговування туристичних поїздок. Для подальшого ефективного управління пасажирськими автомобільними перевезеннями запропонований алгоритм, який передбачає плідну взаємодію всіх учасників транспортного процесу.

Література

1. Оліскевич М. Організація автомобільних перевезень. Частина перша. Л., 2017. 336 с.
2. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ Маруніч В.С. та ін.; за ред. Л.Г. Шморгуна. К.: Міленіум, 2017. 528 с.
3. Макарова Т.В., Усатий А.М. Про динаміку пасажирських перевезень в сучасних умовах господарювання. «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту» : Матеріали XII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, 16-18 квітня 2024 р. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 204-207.
4. У Вінниці відкрили центр туристичної інформації. Вінницькі новини : веб. сайт. URL : <https://vn.20minut.ua/Podii/u-vinnitsi-vidkrili-tsentr-turistichnoyi-informatsiyi-11942184.html>.
5. Панченко Ю.В., Лугінін О.Є., Фомішин С.В. Менеджмент внутрішнього і міжнародного туризму. К., видавництво Олді+, 2017. 342 с.

Макарова Т.В., доцент кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.е.н., доцент
Хайнацький Р.Ю., здобувач другого рівня вищої освіти
Шкуратовський А.О., здобувач другого рівня вищої освіти
Вінницький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВАНТАЖОПЕРЕРОБКИ В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ

Визначена сутність вантажопереробки в системі доставки збірних вантажів автомобільним транспортом. Розроблена схема системи вантажопереробки на складі. Пропонується сукупність принципів для забезпечення ефективних транспортно-логістичних операцій.

Ключові слова: вантаж, переробка, доставка, транспорт, ефективність, склад.

Процес переробки вантажів займає важливе місце в різних системах доставки та набуває особливого значення при перевезеннях збірних вантажів. Останні характеризуються формуванням невеликих партій товарів від різних вантажовідправників в одному автотранспортному засобі. Таким чином, місце у вантажному автомобілі та оплата за перевезення розподіляються між усіма клієнтами. Важливою задачею є формування ефективної системи вантажопереробки (ВП) товарів.

Вантажопереробка виконується разом із логістичними функціями складування та транспортування. Характеризується переміщенням вантажів на короткі відстані в середині підприємства чи складу або між зонами зберігання та транспортними засобами [1-3]. Схема процесу вантажопереробки представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема системи вантажопереробки на складі

В наведеній вище схемі представлені основні задачі, етапи та принципи вантажопереробки. До операцій ВП належать наступні: розвантаження та транспортування товарів (вантажів) до місця приймання; приймання продукції за кількістю та якістю; розміщення на зберігання (укладання товарів у

стелажі, штабелі); відбірка товарів із місць зберігання на замовлення споживачів; комплектування замовлень та упаковка; відпуск товарів; навантаження у транспортний засіб.

У розробленій схемі виділений процес комісіювання, який охоплює такі основні етапи: відбір товару із місць зберігання, комплектація замовлення кожного клієнта, формування партій відвантаження із замовлень відповідно до маршруту доставки клієнтам. Комісіювання замовлень клієнтів проводиться у зоні комплектації. Підготовка та оформлення документації здійснюються через інформаційну систему, що полегшує виконання функції об'єднання вантажів до економічної партії відвантаження, що дозволяє максимально використовувати транспортний засіб.

Основними задачами ВП є наступні: покращення ефективності використання складської потужності, підвищення операційної ефективності, поліпшення умов праці персоналу (безпеки, ергономічних та екологічних характеристик робочих місць), забезпечення належного рівня логістичного сервісу.

В процесі ВП слід використовувати наступні принципи: планування (план ВП складається спільно з планом складування для забезпечення максимальної операційної ефективності); системного підходу та інтеграції (усі рішення мають бути інтегровані з іншими логістичними функціями); ритмічності роботи автомобільного транспорту та навантажувально – розвантажувальної техніки; гравітації (врахування власної ваги вантажних партій); використання простору; раціональності (зменшення, усунення або комбінування нерациональних операцій та/або обладнання); максимального використання вантажопідйомності для різної навантажувально – розвантажувальної техніки та обладнання для обробки вантажів; адаптивності (вибір методів та обладнання має бути адаптований до широкого кола завдань логістичного менеджменту); автоматизації та механізації технологічних операцій. Всі наведені принципи є взаємопов'язані.

Висновки. Вантажопереробка є одним з найскладніших процесів в технології доставки збірних вантажів автомобільним транспортом. Для забезпечення безперебійних перевезень продукції слід виконувати основні етапи вантажопереробки з урахуванням запропонованих задач та принципів. Розвиток системного підходу та інтеграції дозволить забезпечити покращення як окремих операцій вантажопереробки так і роботи транспортно-складської системи в цілому.

Література

1. Турченко М.О., Кірічок О.Г., Швець М.Д., Кристочук М.С. Проектування транспортно – складських комплексів»: Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2014. 190 с.
2. Крикавський Є.В., Чернописька Н.В. Логістичні системи : навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. 264 с.
3. Транспортно-експедиторська діяльність: навч. посібник / В. М. Запара та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2017. 214 с.

Марисюк В.О., студент групи 1ТТ-206,
факультет машинобудування та транспорту
Вінницький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ АВТОМОБІЛЯМИ

Автомобільний транспорт, з урахуванням технічного прогресу, відіграє ключову роль у загальній транспортній системі нашої країни. Нині автомобільний транспорт є об'єктом-центром підвищеної небезпеки (припадає близько 75% усіх вантажоперевезень по Україні щодо залізничного, водного й повітряного транспорту), тому сертифікація й ліцензування спрямовані на безпеку дорожнього руху, життя й здоров'я громадян України, а також довкілля [1]. Дуже вагомим чинником, який примушує суспільство привертнути увагу до транспортної системи як украй важливої для держави, є різко збільшена значущість безпеки перевезень. Транспорт, що є, як відомо, джерелом підвищеної небезпеки, опинився у фокусі особливої уваги Національної поліції України, депутатів верховної ради України, власників великих транспортних компаній, учених і громадськості. Ринок транспортних послуг України не гарантує єдності інтересів споживачів і суспільства з інтересами окремих виробників. Державним структурам України відводиться важлива роль, основними завданнями яких є розмежування правового простору й проведення ефективних контролюючих і регулюючих заходів відповідно до чинного законодавства. Особлива й відповідальна роль у цьому напрямі відводиться Міністерству внутрішніх справ і Національній поліції України. Досвід передових країн світу Німеччини, Франції, Італії, Великобританії, Канади й США демонструє, що саме сертифікація, яка проводиться незалежною стороною, є тією багатofункціональною складовою, що дає можливість ефективно здійснювати контроль за діяльністю операторів ринку автотранспортних послуг на відповідність міжнародним і внутрішньодержавним нормативним вимогам.

На рекомендаціях Комітету експертів з перевезення небезпечних вантажів Економічної й соціальної ради Організації Об'єднаних Націй для всіх видів транспорту ґрунтується міжнародне законодавство з питань перевезення небезпечних вантажів. Цей Комітет розробляє Рекомендації з перевезення небезпечних вантажів у формі Типових правил перевезення небезпечних вантажів, які ще називають «помаранчевою книгою», і які щорічно переглядаються. При цьому Типові правила є рекомендаційним документом. Але на їх основі міжнародні організації й національні органи влади різних держав розробляють нормативні документи, що регламентують перевезення небезпечних вантажів різними видами транспорту. У них передбачається таке [2]:

- перелік небезпечних вантажів, які найчастіше перевозяться, їх ідентифікація й класифікація;
- процедури відправки вантажів; порядок нанесення етикеток, маркування й підготовки транспортних документів;
- стандарти по упаковці, процедури випробувань і сертифікації;
- стандартні вимоги до контейнерів для перевезення різними видами транспорту, процедури проведення випробувань і видача відповідної документації.

Крім того, у цих рекомендаціях пропонується система розподілу вантажів по категоріях залежно від виду ризику, пов'язаного з їх перевезенням. Система міжнародного регулювання перевезень небезпечних вантажів включає велику кількість конвенцій і угод, основними з яких є:

- Правила безпечного перевезення радіоактивних матеріалів;
- Міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів;
- Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі;
- Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню із судів;
- Кодекс безпечної практики перевезення не зернових навалювальних вантажів;
- Технічні інструкції щодо безпечного перевезення небезпечних вантажів по повітрю;
- IATA DGR (IATA Правила перевезення небезпечних вантажів); – Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ=ADR);
- Правила міжнародного перевезення небезпечних вантажів по залізницях (МПНВ=RID);
- Додаток 2 Правил перевезень небезпечних вантажів до Угоди про міжнародне вантажне сполучення (СМВС);
- Правила перевезення небезпечних вантажів залізницями, затверджені на 15-му засіданні Ради із залізничного транспорту держав - учасниць Співдружності 05 квітня 1996 року;
- Європейська угода про міжнародне перевезення небезпечних вантажів по внутрішніх водних шляхах (ВОПНВ=ADN).

Нині на всій території України діє Закон «Про перевезення небезпечних вантажів» (N 1644-III від 06 квітня 2000 року) [3]. У Законі чітко прописано терміни, які вживаються в такому значенні:

– небезпечний вантаж – речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які внаслідок притаманних їм властивостей за наявності певних чинників можуть під час перевезення послужити причиною вибуху, пожежі, ушкодженню технічних засобів, пристроїв, споруд і інших об'єктів, заподіяти матеріальні збитки й шкоду довкіллю, а також призвести до загибелі, травмування, отруєння людей, тварин і які за міжнародними договорами, згоду щодо зобов'язання на виконання яких надала Верховна Рада України, або за результатами випробувань в установленому порядку залежно від міри їх впливу на довкілля або людей віднесено до одного з класів небезпечних речовин. Небезпечні речовини підрозділяються за такими класами: клас 1 – вибухові речовини й вироби; клас 2 – гази; клас 3 – легкозаймисті розчини; клас 4.1 – легкозаймисті тверді речовини; клас 4.2 – речовини, схильні до самозаймання; клас 4.3 – речовини, які виділяють легкозаймисті гази при взаємодії з водою; клас 5.1 – речовини, які окислюють; клас 5.2 – органічні пероксиди; клас 6.1 – токсичні речовини; клас 6.2 – інфекційні речовини; клас 7 – радіоактивні матеріали; клас 8 – корозійні речовини; клас 9 – інші небезпечні речовини й вироби;

– компетентний орган по перевезенню небезпечних вантажів – орган, який таким визнається Кабінетом Міністрів України для виконання міжнародних договорів України у сфері перевезень небезпечних вантажів;

– суб'єкт перевезення небезпечних вантажів – підприємство, установа, організація або фізична особа, які відправляють, перевозять або отримують небезпечні вантажі (відправники, перевізники та одержувачі);

– відправник небезпечного вантажу – указана в перевізних документах юридична (резидент і нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), яка готує й подає цей вантаж для перевезення; – перевізник небезпечного вантажу – юридична (резидент і нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), яка здійснює перевезення небезпечного вантажу;

– одержувач небезпечного вантажу – указана в перевізних документах юридична (резидент і нерезидент) або фізична особа (громадянин України, іноземець, особа без громадянства), яка отримує небезпечний вантаж від перевізника; – перевезення небезпечних вантажів – діяльність, пов'язана з переміщенням небезпечних вантажів від місць їх виготовлення або збереження до місця призначення з підготовкою вантажу, тари, транспортних засобів та екіпажа, прийомом вантажу, здійсненням вантажних операцій і короткостроковим збереженням вантажів на усіх етапах переміщення;

– місця збереження небезпечних вантажів – спеціально обладнані місця, майданчики, складські приміщення й споруди, де зберігаються прийняті до/після перевезення небезпечні вантажі;

– маршрути перевезення небезпечних вантажів – залізничні колії, автомобільні дороги, внутрішні водні шляхи, морський і повітряний простір, де дозволений рух транспортних засобів, які перевозять небезпечні вантажі;

– міжнародне перевезення небезпечних вантажів – перевезення небезпечних вантажів з території України на територію іноземної держави; з території іноземної держави на територію України; транзитом через територію України.

Одними із різновидів небезпечних вантажів є тверді промислові [4, 5] та побутові відходи [6-9].

Транспортні засоби, що перевозять небезпечні вантажі, повинні відповідати вимогам державних стандартів, безпеки, охорони праці та екології, а також у встановлених законодавством випадках мати відповідне маркування і свідоцтво про допущення до перевезення небезпечних вантажів. У разі дорожнього перевезення таких вантажів відповідні свідоцтва видають територіальні органи МВС. Періодичність обов'язкового технічного контролю для спеціалізованих транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі, незалежно від строку експлуатації становить двічі на рік. Для транспортування твердих побутових відходів, які є різновидом небезпечних вантажів, використовуються спеціальні автомобілі – сміттєвози [10-13], як характеризуються різноманітністю конструкцій [14-16], а керування робочими органами яких здійснюється за допомогою гідравлічного приводу [17-22], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [23-27].

Перевезення відходів регламентується також національними стандартами, зокрема: ДСТУ 4462.3.01:2006 «Охорона природи. Поводження з відходами». Проте порядок здійснення операцій (застосування стандартів) є добровільним.

Висновки. Перевезення небезпечних вантажів спеціальними автомобілями, незалежно від класу, потребує посиленого контролю з боку контролюючих органів.

Література

1. Болоташвілі З.У. Автомобільне транспортування небезпечних вантажів у зоні АТО та шляхи зниження ризику загрози життю й здоров'ю населення, Вісник ЛДУВС, 2018, Вип. 1 (81), с. 151-160.

2. ДОПНВ. Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів, Нью-Йорк і Женева: Організація Об'єднаних Націй, 2008, Том I.
3. Закон України "Про перевезення небезпечних вантажів" № 1644-III від 06.04.2000 р.
4. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology, Primedia eLaunch, 2023, 305 p.
5. Alieva M. Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology, International Science Group, 2023, 117 p.
6. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів, Вібрації в техніці та технологіях, 2009, № 3(55), с. 92-97.
7. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 1, с. 3-8.
8. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ВПІ, 2009, № 4, с. 81-86.
9. Березюк О.В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів, Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2008, № 1 (5), с. 110-116.
10. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
11. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д. т. н., Хмельницький, 2021, 46 с.
12. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, 2017, Т. 27, № 10, с. 111-116.
13. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів, Машинознавство, 2008, № 10 (136), с. 25-28.
14. Березюк О.В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 3-7.
15. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ОДАБА, 2009, № 33, с. 403-406.
16. Савуляк В.І., Березюк О.В. Дослідження динаміки приводу плити для пресування твердих побутових відходів, Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2002, № 4, с. 83-86.
17. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdome V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148. DOI: 10.1201/9781003224136-12
18. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
19. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2017, № 2, 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>
20. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
21. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
22. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
23. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
24. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022, № 16(2), с. 96-100.
25. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiar W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
26. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
27. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavskaya O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.

Мельник Р.В., аспірантка кафедри
автомобілів та транспортного менеджменту
Цимбал С.В., завідувач кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Транспорт є важливою ланкою логістичної системи. Значна частина логістичних операцій на шляху руху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживання здійснюється із застосуванням різних транспортних засобів. Витрати виконання цих операцій становлять до 50% від суми загальних витрат за логістику.

У галузях харчової промисловості спостерігається велика різноманітність продукції, що випускається, видів сировини, призначених для переробки в готову продукцію, які перевозяться у великих кількостях між об'єктами ланцюгів постачань (постачальниками, виробниками, споживачами, розподільчими центрами та ін). При цьому кожен вид матеріального потоку має унікальні характеристики (фізико-хімічні властивості, тип тари, температурний режим доставки, яка, у свою черга, впливає на терміновість поставки, розміром партії поставки і т.д.), які в сукупності визначають вибір схеми доставки, типу та виду транспортних засобів для доставки та рішення деяких інших завдань транспортної логістики, класифікація яких представлена у таблиці 1.

Таблиця 1 - Основні завдання транспортної логістики

Завдання	Вихідні дані	Методи розв'язання задач
Вибір типу та виду транспортного засоби	Фізико-хімічні властивості вантажів Спосіб виконання вантажно-розвантажувальних робіт Розмір партії постачання Терміновість поставки	Одно- та багатокритеріальна оптимізація із застосуванням пошуку варіантів та сценаріїв поведінки в ланцюгах поставок
Спільне планування транспортних процесів зі складськими та виробничими операціями	Асортимент продукції План випуску продукції Місткість складів Швидкість прийому та відвантаження товарів Провізна спроможність транспортних засобів Дислокація учасників ланцюга постачання	Змішане цілечисленне лінійне програмування Динамічне програмування Методи теорії масового обслуговування Стохастична оптимізація Імітаційне моделювання Агрегування та декомпозиція
Спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту	Дислокація учасників ланцюга поставок Технології прийому та відправлення транспортних засобів у транспортних вузлах Норми часу на проведення транспортно-технологічних операцій Графіки та розклади роботи ліній та операторів різних видів транспорту	Змішане цілечисленне лінійне програмування Динамічне програмування Стохастична оптимізація Імітаційне моделювання
Забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу	План зон прийому та відвантаження продукції зі складу Складські потужності Схеми консолідації та розконсолідації вантажопотоків Норми часу на проведення транспортно-складських операцій Провізна здатність та спеціалізація транспортних засобів	Змішане цілечисленне лінійне програмування Імітаційне моделювання Методи теорії масового обслуговування
Визначення раціональних маршрутів постачання	Дислокація учасників ланцюга постачань Характеристики транспортної мережі (пропускна здатність, швидкість переміщення і т.д.) Умови та вимоги постачань продукції (терміновість, періодичність і т.д.) Спеціалізація та диверсифікація рухомого складу	Змішане цілечисленне лінійне програмування Теорія графів Динамічне програмування Стохастична оптимізація Метод «гілок та кордонів» Евристичні методи Метаевристичні методи

Як видно з табл.1, при вирішенні завдань необхідні аналіз та обробка великої кількості інформації з метою отримання найкращих результатів транспортного обслуговування у ланцюгах постачання. Вирішення цих завдань можливе різними економіко-математичними методами, найчастіше використовуються кілька методів відразу для отримання якісних результатів, тому наявність надійних інформаційних технологій, комп'ютерних програм відіграє важливу роль у одержання своєчасного та прийняттого результату розв'язання задачі управління доставкою вантажів.

Також до завдань транспортної логістики слід віднести забезпечення технічної та технологічної сполученості учасників транспортного процесу, узгодження їх економічних інтересів, а також використання єдиних систем планування. [1]

На шляху вирішення завдань транспортної логістики виникає низка проблем, що перешкоджають якісному обслуговуванню учасників ланцюгів постачання. Серед проблем, насамперед, слід зазначити недостатньо якісне транспортне обслуговування. Деякі компанії харчової промисловості вдаються до послуг зовнішніх перевізників. Найчастіше це звичайні

транспортні організації, керівництво яких не надто замислюється про оптимізацію процесу доставки. Природно, що оперативність та якість їхніх послуг далеко не завжди відповідає високим стандартам. Тому необхідне встановлення пропорцій між власним рухомим складом, що залучається. Якщо використовувати лише власний рухомий склад, то необхідно постійно відстежувати наступну проблему – зношеності транспортних засобів, що призводить до погіршення продуктивності та надійності системи доставки, потребує наявності ремонтної бази, відволікання штату співробітників підприємств харчової промисловості на виконання операцій підтримки працездатності рухомого складу.

Проблема зношеності транспортних засобів може вплинути на проблему забезпечення безпеки вантажу, що перевозиться. Крім розглянутих раніше проблем, можна також відзначити проблеми недостатнього завантаження рухомого складу, неправильної конфігурації маршрутів перевезень, несвоєчасної чи неповної інформаційної підтримки під час планування та управлінні процесом доставки вантажів харчової промисловості.

Зрештою, неякісне рішення даних проблем призводить до зриву термінів доставки, резервування зайвих складських площ у ланцюгах постачань, збільшенню основного та оборотного капіталу, логістичних витрат, погіршення взаємодії учасників ланцюгів постачання харчової промисловості.

Під час вирішення завдань транспортної логістики необхідно, насамперед, розглядати об'єкти, що обслуговуються у взаємозв'язку та взаємодії у складі деякої системи або ланцюга постачань. Оцінка ефективності ланцюга постачань повинна проводитись набором показників, які дають комплексне уявлення про вплив ефективності діяльності у різних бізнес-процесах на кінцеві стратегічні фінансові показники. Порівняння досягнутих у ланцюзі постачань показників з еталонними у цій галузі дозволяє виявити шляхи поліпшення функціонування ланцюга постачань загалом та окремих її елементів зокрема. Застосування транспортних метрик дозволяє оцінити ефективність використання автотранспорту в ланцюгах постачань та вплив транспортних технологій обслуговування на ключові показники ефективності ланцюга постачання.

Враховуючи вищезазвані рекомендації та підходи, розглянемо особливості розв'язання задач транспортно-логістичного обслуговування у харчовій промисловості. Наприклад, при виборі типу та виду транспортного засобу необхідно брати до уваги специфіку продукції в ланцюгах постачань, що визначається розміром та терміновістю партії постачань. З урахуванням фізико-хімічних властивостей самої продукції ці фактори надають вирішальне значення на вибір рухомого складу, який буде основною логістичною транспортною одиницею, що у свою чергу, впливає на інтенсивність завезення та вивезення вантажів у межах ланцюга постачань, рівень запасів у ланках даних ланцюгів, транспортні витрати та, зрештою, на фінансові показники діяльності підприємств харчової промисловості.

Таким чином, вже на цій стадії необхідний ретельний аналіз варіантів вибору рухомого складу для одержання якісних характеристик функціонування ланцюгів постачань. Неоптимальний вибір транспортних засобів буде призводити до збільшення термінів доставки вантажів, зайвому накопиченню запасів продукції у вузлах ланцюгів постачань харчової промисловості і, як наслідок, втрати конкурентних переваг на ринках збуту.

Розглянута задача вибору рухомого складу має бути нерозривно пов'язана з іншим завданням транспортної логістики - завданням спільного планування транспортних процесів з складськими та виробничими операціями.

Особливо гостро стоїть завдання планування та управління такими системами в молочній промисловості, тому що весь цикл від постачання сировини до виробництва, а потім реалізації продукції має обмежений період часу. Крім цього, при розробці схеми доставки сировини та реалізації готової продукції враховуються фізико-хімічні властивості молока та інших компонентів, їх температурний режим перевезення, нерівномірність постачань сировини та готової продукції в часі та інші фактори [2].

Термін придатності продукції для багатьох підприємств харчової промисловості є визначальним і налаштовує весь ланцюг постачань на певний ритм. Невеликий термін придатності готової продукції

характеризується коротким періодом збереження споживчих властивостей і в середньому встановлюється від декількох годин до місяця.

Продукція хлібопекарської, молочної та деяких інших підгалузей харчової промисловості характеризується невеликим терміном придатності, у зв'язку з чим потрібен своєчасний збут товарів споживачам. Тривалий термін придатності характерний для решти продукції харчової промисловості, встановлюється не більше одного місяця.

Для цієї категорії товарів можливе застосування різних стратегічних і тактичних підходів у сфері збуту з метою задоволення інтересів замовників при мінімальних витратах на товарорух.

Поряд із терміном придатності важливими факторами, що впливають на вибір схеми транспортного обслуговування та узгодження транспортно-складських та виробничих операцій, є тип використовуваної тари, температурний режим, розмір відправлення та питома ціна товару.

У разі розширення зон збуту [3] виникає необхідність вирішення наступних двох завдань – спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту та забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу. У цьому випадку шукається компроміс між застосуванням різних видів транспорту під час доставки продукції підприємств харчової промисловості з урахуванням можливості використання регіональних розподільчих та координуючих центрів у ланцюгах постачань, систем передачі вантажів за технологією «кроссдокінг» або багатоешелонної системи доставки продукції [4].

Найбільш динамічною та непередбачуваною є останнє завдання транспортної логістики - визначення раціональних маршрутів поставки. У галузях харчової промисловості можливе вирішення 9 класів таких завдань [5]. Ці завдання відносяться в основному до короткострокових періодів планування діяльності ланцюга постачань та максимально враховують динаміку зміни попиту на продукцію, випадкові фактори зовнішнього середовища (затори на дорогах, нерівномірність завантаження транспортних магістралей, обмеження в проїзді ними, терміновість і періодичність постачань, зміна асортименту продукції, що доставляється і т.д.) та вплив рішень попередніх 4 завдань транспортної логістики.

З огляду великої мережі обслуговування ланцюгів постачань харчової промисловості, для побудови раціональних маршрутів перевезень найчастіше застосовуються евристичні та метаевристичні методи вирішення завдань.

Висновки. Підсумовуючи аналіз особливостей рішення задач транспортної логістики, можна відзначити, що вибір методів і способів транспортного обслуговування ланцюгів постачання харчової промисловості повинен визначатися критерієм ефективності функціонування всього ланцюга в цілому. враховуючи інтереси кожного об'єкта та виникаючі конфлікти між ними на основі узгодження та координації матеріальних, фінансових та інформаційних потоків у ланцюгах постачань.

Література

1. Blackburn, J. Supply Chain Strategies for Perishable Products: The Case of Fresh Produce. *Production and Operations Management*. – 2009. – Vol. 18, Issue 2. – P. 129-137.
2. Балан О.С. Моніторинг реалізації продукції в логістичних системах виробничих підприємств: [моногр.] / О.С. Балан, А.А. Балан // Одеса: ОНПУ, ФОП Бондаренко М.О., 2017. – 175 с.
3. Логістика: навч. посіб. / О.М.Трийд. Г.М.Азаренкова. С.В.Мішина. І.І.Борисенко. – К.: Знання. 2008. – 566 с.
4. Щербаков В.В. Логістика та управління ланцюгами постачання // *Проблеми логістики*. 2015. Т. 1, вип. 4. С. 12-18
5. Aktas E. Penalty and Reward Contracts Between a Manufacturer and Logistics Service Provider // *Logistics Research*. 2016. Vol. 9, No. 1. P. 7-14

ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ У СЕКТОРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ

Важливою частиною економіки країни є автомобільний транспорт. Транспортний зв'язок між різними сферами, підприємствами та галузями народного господарства це має вирішальне значення для стратегічного розміщення фабрик і підприємств і є необхідною умовою для логічного розміщення виробничих ділянок. Незважаючи на це, існує низка важливих питань щодо стану розвитку технологій автомобільного транспорту, які вимагають технологічних рішень. Створення та застосування передових, новітніх технологій, швидкий розвиток яких відкриває практично безмежні можливості для автомобільних перевезень, є найбільш значущим і перспективним напрямком складного вирішення актуальних проблем автомобільного транспорту.

Застосування досягнень науки у вигляді нових технологій, видів продукції та послуг, організаційно-технічних і соціально-економічних рішень виробничого, фінансового, комерційного, адміністративного чи іншого характеру з метою отримання економічної, соціальної чи екологічної ефект вважаються інноваціями в сфері автосервісу. Водночас інноваційна діяльність автотранспортної організації спрямована насамперед на підвищення конкурентоспроможності послуг [3]. Ключові напрямки інновацій в автомобільному транспорті зосереджені навколо застосування передових технологій для спеціалізованих транспортних засобів. Основними факторами, за якими оцінюється ефективність застосування інновацій у цій галузі, є: динаміка енергозберігаючої технології [4], загальний та основні компоненти автотранспортного комплексу рівень екологічної безпеки, облік енерго- та ресурсоємності, ступінь автоматизації систем управління, і доставка вантажів з високою надійністю транспортування при мінімальних витратах і вчасно.

Трансформація автомобільного комплексу на інноваційний шлях розвитку вимагає масштабного впровадження нових технологій. В автотранспортних послугах застосовано такі інноваційні технології, як контроль позиціонування автомобіля, оперативний облік палива, мобільна відеореєстрація.

Основні ініціативи щодо зменшення негативного впливу автомобілів на навколишнє середовище включають:

1. Метою дизайну автомобіля є зменшення викидів шкідливих речовин у вихлопних газах і зменшення шуму, створюваного транспортним засобом.
2. Удосконалення методів ремонту, технічного обслуговування та експлуатації транспортних засобів для зменшення викидів шкідливих речовин у вихлопних газах, шуму від транспортних засобів та впливу матеріалів автомобіля на навколишнє середовище.
3. Використання методів і правил управління дорожнім рухом, які сприяють ефективному транспортному потоку, мінімізують зупинки на світлофорах, обмежують перемикання передач і оптимізують використання двигуна для збереження ресурсів.

Зараз є багато цікавих нових ідей і досягнень у технічному обслуговуванні та експлуатації транспортних засобів, а також прогрес в інфраструктурі та технологіях, розроблених спеціально для вдосконалення спеціалізованих транспортних засобів. Міністерство транспорту України активно підтримує ініціативи щодо сприяння подальшій співпраці у розвитку спеціалізованих транспортних систем. Новітні компоненти сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної транспортної системи на регіональному та світовому ринках та стимулюватимуть активну участь у нових ініціативах та проектах, які отримують найвищу національну та міжнародну підтримку.

Спеціальний транспорт — транспортний засіб, що використовується для виконання спеціальних робочих функцій (для аварійно-ремонтних робіт, автокрани, пожежні автомобілі, автобетонозмішувачі, розвідувальні чи бурові установки на транспортних засобах, для транспортування сміття та інших відходів, технічної допомоги, прибирання). транспортні засоби, автомайстерні, радіологічні майстерні, пересувні телевізійні та аудіостанції тощо) [8]. Для виконання нестандартних завдань призначені автомобілі спеціального призначення, такі як спецавтомобілі або комунальні машини. До списку входять [9]:

- комунальні автомобілі, які виконують різні завдання з ремонту та обслуговування;
- пожежні автомобілі;
- мобільні магазини;
- мобільні офіси;
- автомобілі рятувальних служб і технічної підтримки;

- мобільні ремонтні майстерні;
- автомобілі для перевезення мототранспорту та спортивного обладнання;
- автомобілі для перевезення спорядження для серфінгу та віндсерфінгу;
- мобільні лабораторії тощо.

В Україні є кілька компаній, які спеціалізуються на модифікації транспортних засобів. Спеціалізовані автомобілі оснащені різноманітним додатковим обладнанням. Найпопулярнішими з них є вантажні стелажі, обігрівачі, системи водопостачання та кондиціонування повітря, телескопічні драбини тощо.

Спецавтомобілі, що виконують функції, відмінні від транспортних, можуть бути обладнані різними інвентарями відповідно до поставлених завдань, такими як лабораторне обладнання, шафи, столи ремонтної майстерні-ремонтне обладнання, шафи для інструменту тощо. Візьмемо, наприклад, досягнення «Reform» — одного з провідних підприємств України з виробництва спецтехніки. Компанія випустила більше 2000 спецавтомобілів для різних сфер діяльності. Ці автомобілі середнього розміру виробництва «Reform» призначені для технічного забезпечення пошуково-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт, які проводяться на основних транспортних магістралях, включаючи об'єкти підвищеної небезпеки, густонаселені райони та промислові об'єкти.

На сайті компанії [10] перераховані наступні категорії:

Спеціальні автомобілі: мобільні майстерні, аварійно-рятувальні, аварійно-ремонтні, кінологічні, піротехнічні, для перевезення радіоактивних відходів, перевезення затриманих та проведення операцій. Мобільні рішення включають електричні лабораторії Nissan, мобільні офіси та мобільні кухні.

Комерційні автомобілі: евакуатори, вантажні автомобілі, легкові автомобілі, автобуси.

Автомобілі швидкої допомоги: карети швидкої допомоги, Medicar, Infina, Infina Military та автомобілі для людей з обмеженими фізичними можливостями. Медичні автомобілі, оснащені необхідним обладнанням та устаткуванням для надання першої медичної допомоги та транспортування поранених і хворих до медичних закладів.

Броньовані автомобілі: автомобілі швидкої допомоги на базі Toyota LC79, броньовані автомобілі швидкої допомоги Reform MLA, інкасаторські автомобілі, автомобілі гуманітарного розмінування, цивільні броньовані автомобілі, правоохоронні автомобілі та VIP-броньовані автомобілі.

Аварійно-рятувальні автомобілі - це спеціалізовані транспортні засоби, призначені для використання в надзвичайних ситуаціях, що вимагають швидкого та ефективного реагування, таких як пожежі, дорожньо-транспортні пригоди та стихійні лиха.

Ці автомобілі, як правило, оснащені спеціальними системами та обладнанням для надання допомоги та проведення рятувальних операцій. Найпоширенішими типами аварійних транспортних засобів є:

Пожежні машини. Пожежні машини обладнані системами для пожежогасіння, такими як водяні насоси, резервуари для води, системи пінного та газового пожежогасіння.

Аварійно-рятувальні команди. Автомобілі, оснащені спеціальним обладнанням для порятунку людей, які опинилися під завалами, затопленими будівлями тощо.

Автомобілі дорожньо-патрульної служби. Транспортні засоби, що використовуються для надання допомоги на дорозі в разі ДТП і для координації дій дорожньо-патрульної служби та рятувальних бригад.

Аварійно-технічні служби. Транспортні засоби, оснащені спеціальним обладнанням для вилучення транспортних засобів з місця аварії або для усунення наслідків аварії.

До таких автомобілів можна віднести Peugeot Boxer 4×4 і Volkswagen Crafter 4 Motion, які побудовані на шасі підвищеної прохідності. Висока прохідність і маневреність дозволяють їм швидко транспортувати рятувальників і спецтехніку до місць надзвичайних ситуацій навіть у складних дорожніх і кліматичних умовах. Аварійно-рятувальні автомобілі МНС використовуються для екстреного транспортування рятувальних підрозділів до місць виникнення надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру. Автомобіль оснащений спеціальним рятувальним обладнанням для швидкого розгортання та проведення аварійно-рятувальних робіт.

Завдяки інноваційним компонентам сучасні системи моніторингу відповідають вимогам транспортних процесів щодо підвищення якості професійних перевезень.

Література

1. Колодізева Т. О., Руденко Г. Р. Інноваційні технології в логістиці: навч. посіб. Харків: ХНЕУ, 2013. 268 с.
2. Чухрай Н.І. Маркетинг інновацій: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 256 с.
3. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2022. №1(11), С. 44–50. DOI: 10.20998/2413-4295.2022.01.07
4. Гайкова Т.В., Мурашко О.А. Сприяння впровадженню електромобілів як науково-технічна інновація в галузі автомобільного транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.

2023. Вип. 7(38), Ч. II. С. 130-138. DOI: 10.32515/2664-262X.2023.7(38).2.130-138

5. Розпорядження КМУ від 30.05.2018 № 430-р «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2030 р.» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text> (дата звернення: 16.01.2024).

6. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. № 7 (38), ч. I. С. 229–235. DOI: 10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235

7. Гайкова Т. В., Мороз М.М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю.Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань. Вісник машинобудування та транспорту. 2023. Вип. № 1 (17). С. 17-22. DOI: 10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22

8. Форнальчик Є. Ю., Олісевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є. Ю. Форнальчика. Львів: Афіша, 2004 – 492 с.

9. Кашканов А.А., Ребедайло В.М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція. Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 164 с.

10. Компанія Reform. URL: <https://www.reform.ua/ryatuvalni/>

11. Аварійно-рятувальний Peugeot Boxer Dangel 4x4. URL: <https://youtu.be/WT86BktlZxY>

12. Огляд на аварійно-рятувальний автомобіль. URL: <https://youtu.be/4diEZTkkZw0>.

Мороз Л.В., старший викладач кафедри військової підготовки
Шевчук В.М., магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет університет

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ НА ЦИКЛОВУ ПОДАЧУ ПАЛИВА

Автомобільний транспорт на сьогодні є одним із найбільш розповсюджених видів транспорту. Так як він забезпечує потреби населення і економіки, за рахунок здійснення пасажирських та вантажних автомобільних перевезень і комплексу послуг що з ним пов'язані.

Нині процес автомобілізації має глобальний характер як у світі так і в Україні. За період з 2010 по 2015 рік автомобільний парк України в цілому зріс на 21,2 %, парк легкових на 23,2 %, пасажирських автобусів на 38,7 %, вантажних автомобілів збільшився на 37,2 % .

Основний приріст автомобільного парку України відбувається за рахунок легкових автомобілів, що відповідає загальносвітовим тенденціям. Здійснюючи своє призначення, автотранспорт, як правило, завдає негативного впливу навколишньому середовищу, викидаючи в атмосферу велику кількість забруднюючих речовин. Викиди забруднювальних речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять 39 % від усього обсягу шкідливих викидів в Україні [1].

Зростання кількості автомобільного транспорту стало причиною збільшення витрати палива, переважно нафтового походження. За рахунок того що запаси нафти зменшуються постає необхідність у підвищенні економічних показників двигунів автомобілів, а також пошук більш дешевих та відновлювальних видів палива.

Існують три основні напрями зниження шкідливих викидів автомобілями: удосконалення конструкції ДВЗ, очищення відпрацьованих газів у системі випуску та використання альтернативних палив.

Використання сучасних систем живлення дизельних двигунів типу Common Rail з електронним блоком керування, за даними виробників автомобілів, у порівнянні з системами впорскування з паливним насосом високого тиску дозволяє досягти економії палива до 15%, крім того покращуються технічні та екологічні показники двигуна. Проте, встановлення системи Common Rail на двигуни з системами впорскування з паливним насосом високого тиску передбачає значні конструктивні складності та фінансові витрати [2].

Значний вплив на зниження токсичності відпрацьованих газів здійснює застосування каталітичних нейтралізаторів у випускній системі автомобілів.

Встановлення у випускній системі дизельного двигуна автомобіля каталітичного нейтралізатора приводить до зниження димності відпрацьованих газів до 30 %. Для зменшення токсичності відпрацьованих газів запропоновано одночасно використовувати у випускній системі дизельного двигуна каталітичного нейтралізатора та окиснювальний каталізатор. При застосовуванні фільтрації часток сажі на вході в каталітичний блок ступінь очищення каталізатором відпрацьованих газів від оксиду вуглецю збільшується на 25-30 % [2].

Необхідно відмітити, що використання каталітичних нейтралізаторів на автомобілях, які знаходяться в експлуатації потребують змін в конструкції та фінансових затрат.

Покращення екологічних показників швидкохідного дизеля відбувається за рахунок багатостадійного впорскування палива. Встановлено, що використання системи гомогенізованого змінюваного запалювання від стиснення для дизеля Д21А при роботі на номінальному режимі дозволяє знизити концентрацію NO у відпрацьованих газах дизеля на 22 % за рахунок вигорання палива при більш низькій максимальній температурі циклу, знизити масовий викид сажі та сульфатів на 20 % за рахунок переважання об'ємного сумішоутворення і зменшення ділянок «холодного полум'я» у пристінковому шарі камери згорання [2].

Проблема використання альтернативних джерел енергії з поновлюваної сировини стає все більш актуальною для сучасного суспільства як у зв'язку з енергетичною кризою, так і зі станом екології. Використання біодизельного палива знаходить все більш широке застосування. Біодизельне паливо є відновленим джерелом енергії з рослинних масел. Біодизель є метиловим ефіром з хімічної точки зору, воно є екологічно чистою альтернативою рідкого палива, який може бути використаний в будь-якому дизельному двигуні без змін.

Використання біодизельного палива здійснює суттєвий вплив на паливо-економічні та екологічні показники вантажного автомобіля при зміні кута випередження впорскування встановлено, що при штатному регулюванні кута випередження впорскування витрата біодизельного палива в середньому збільшується на 15%, а сумарні масові викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами в середньому знижуються на 9%. Зменшення кута випередження впорскування до 24° дозволяє знизити витрату біодизельного палива в середньому на 10% та досягти економії палива в тепловому еквіваленті

до 3%. Сумарні масові викиди шкідливих речовин при роботі на біодизельному паливі з оптимальним кутом випередження впорскування знижуються до 15% [2].

З діаграми (рис. 1) видно, циклова подача палива залежить від трьох параметрів горіння - коефіцієнту надлишку повітря, тривалості горіння, тривалості розпилювання. Розглянемо, як змінюються параметри горіння залежно від фізико-хімічних властивостей біодизельного палива і як ці зміни вплинуть на циклову подачу [1].

Тривалість горіння і тривалість розпилювання.

Аналіз впливу параметрів горіння на визначення оптимального кута випередження палива показує, що тривалість горіння і розпилювання обумовлюють його збільшення при переведенні дизеля на роботу на біодизельне паливо.

Аналіз діаграми для визначення впливу коефіцієнта надлишку повітря, тривалості горіння і розпилювання на циклову подачу палива, показав що, при переведенні дизеля на біодизельне паливо, щоб зберегти ефективність роботи двигуна, потрібно збільшити циклову подачу палива.

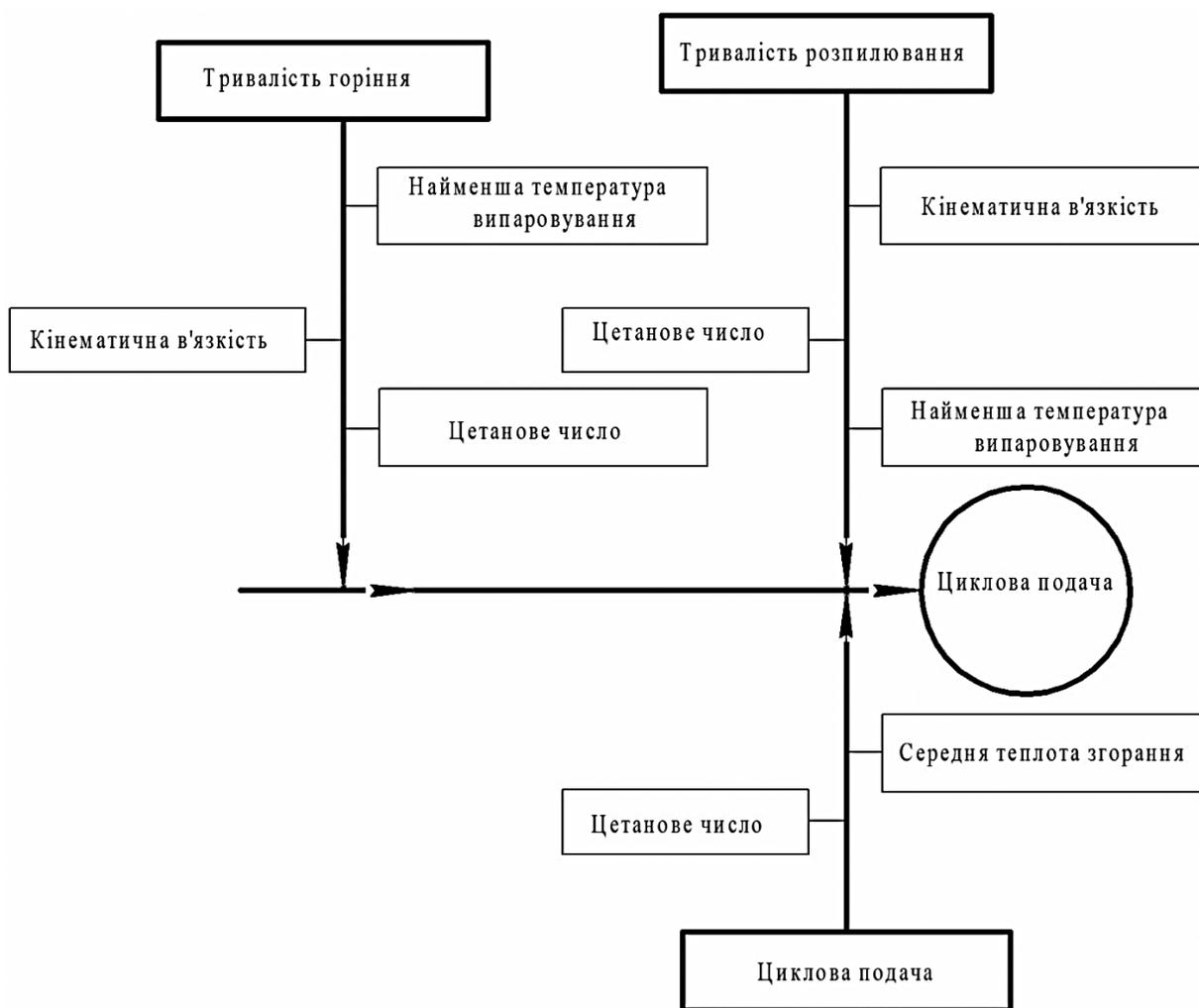


Рисунок 1 - Діаграма для визначення параметрів горіння при переведенні дизеля на біодизельне паливо

Коефіцієнт надлишку повітря.

Коефіцієнт надлишку повітря залежить від цетаного числа, середньої теплота згорання і кінематичної в'язкості. Проаналізуємо вплив цих параметрів на коефіцієнт надлишку повітря.

Цетанове число - цетанове число визначає здатність палива до запалювання. У біодизельного палива вище цетанове число чим у дизельного палива, тому можна припустити, що для згорання біодизельного палива потрібна менша кількість повітря. Тому, якщо окремо розглядати вплив цетанового числа, то можна сказати, що при переведенні дизеля на біодизельне паливо можна понизити коефіцієнт надлишку повітря.

Кінематична в'язкість – велика кінематична в'язкість біодизельного палива приводить до збільшення розміру крапель палива, що затрудняє процес горіння за рахунок зменшення далькостійності. Дрібність

розпилювання забезпечує краще згорання палива, за наявності великих крапель необхідно збільшити кількість повітря для повного горіння, при цьому доведеться збільшити коефіцієнт надлишку повітря.

Середня теплота згорання - як вище розглядалося, щоб зберегти ефективність роботи двигуна, потрібно збільшити циклову подачу палива. Відомо, що чим більша кількість палива, тим потрібно більше повітря, це означає, що при переведенні на біодизельне паливо потрібно збільшити коефіцієнт надлишку повітря.

Основним завданням управління робочими процесами дизеля при переведенні на біодизельне паливо є забезпечення збереження ефективності роботи двигуна.

Середня теплота згорання і кінематична в'язкість мають більший вплив на параметр ефективності роботи дизеля, ніж цетанове число. Тому при переведенні дизеля на біодизельне паливо, з метою збереження ефективності його роботи потрібно збільшити коефіцієнт надлишку повітря.

Висновки.

Аналіз діаграми для визначення параметрів горіння при переведенні дизеля на біодизельне паливо показує що збільшення циклової подачі біодизельного палива для отримання базових показників дизеля обмежується тривалістю горіння та розпилювання палива. Хоча біодизельне паливо має високе цетанове число, його висока в'язкість, висока температура випаровування і середня теплота згорання затрудняють його горіння і приводять до недогорання, закоксованості форсунок, зниженню ефективності роботи двигуна і можливому виходу двигуна з ладу.

Література

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.
2. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П.Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов. – К.: НТУ, 2015. – 224 с.

Музикін М.І.¹, доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики, к.т.н., доцент Бібік С.І.², доцент кафедри технологій транспорту та управління процесами перевезень, к.т.н., доцент Бузова А.П.¹, студентка гр. Т21-3

¹Університет митної справи та фінансів
²Державний університет інфраструктури та технологій

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛОТНОГО ПРОЕКТУ "ЄЧЕРГА" ПРИ ПЕРЕТИНІ КОРДОНУ У ПОРІВНЯННІ З АНАЛОГІЧНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ КРАЇН ЄВРОПИ

Автомобільний транспорт є одним з найвигідніших та найбільш розповсюдженим у міжнародних перевезеннях. Це обумовлено такими факторами як: перевезення вантажу у потрібну точку країни та за конкретною адресою, варіативність шляхів доставки; поставки різних обсягів товару, а також різноманітні види спеціалізованих вантажних автомобілів практично під всі види вантажу.

Міжнародні перевезення відіграють одну з головних ролей у розвитку міжнародних економічних відносин. Вони забезпечують переміщення товарів, людей та інформації між різними країнами, що сприяє розвитку торгівлі, інвестицій, туризму та культурним обмінам міжнародних партнерів. Такі перевезення мають багато переваг. Але з перевагами є й недоліки. Що ж, одним з таких недоліків є довгий час очікування автомобілів під час перетину кордону. З цією проблемою стикалося багато країн, тому розглянемо декілька технологій, які допомагають уникнути заторів на кордоні.

На даний момент, через скрутне становище в Україні, люди щодня стикаються з проблемою перетину кордонів: з метою еміграції, роботи, відпустки, з іншої сторони прямує великий потік гуманітарної допомоги, і тих людей, хто повертається додому. Люди можуть знаходитись на кордоні великий проміжок часу, який може сягати до 24 год. Тому, Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури у співпраці з Міністерством цифрової трансформації, Державною службою з безпеки на транспорті, Державним агентством відновлення та розвитку інфраструктури, Державною митною службою та Державною прикордонною службою було створено проект - "Електронна черга перетину кордону" або "єЧерга" з метою поліпшення ситуації щодо довгих черг на державному кордоні.

Отже, «єЧерга» – це безкоштовний сервіс, у якому перевізники можуть стати в чергу та прослідкувати за тим, як вона рухається в режимі онлайн. Єдине, що потрібно зробити водію, щоб потрапити до черги – це зареєструватися. Це може бути зроблено за допомогою мобільного додатка, веб-сайту або інших електронних каналів. Під час реєстрації, система надає інформацію про доступні години та локації, де особа може вибрати зручний для себе слот-тайм та місце для перетину кордону. Після реєстрації вона отримує електронний талон або квиток, який підтверджує її місце в черзі та час прибуття. На кордоні, особа пред'являє свій електронний талон контролеру. Завдяки камерам сканування номерних знаків, які встановлені на кожному прикордонному пункті, з якими працює проект, а станом на кінець 2023 р. їх кількість становила 16, відслідковується кожна машина, яка проїхала. Таким чином особа може відстежувати свою позицію в черзі в режимі реального часу. Вона буде отримувати оновлення про очікуваний час прибуття до кордону.

Але попри це, все одно проект не вирішує проблему існування самої черги, а лише упорядковує її. Проте таким чином, водії мають змогу планувати день і час прибуття до пропускного пункту, оскільки мають змогу прослідкувати, у який період часу їм треба під'їхати та перетнути кордон. Також це дає змогу оптимізувати час, витрачений на перебування в черзі та скоротити витрати часу на транспортування товарів.

Розглянемо також технології, які використовуються у країнах Європи для зменшення простою у чергах на кордоні. Однією з таких технологій є TIR-EPD. На даний момент, TIR-EPD працює в 15 країнах: Бельгії, Болгарії, Чехії, Естонії, Фінляндії, Франції, Німеччині, Угорщині, Латвії, Литві, Молдові, Польщі, Румунії, Словаччині та Словенії. TIR-EPD – це безпечна інтеграція невеликого програмного модуля у відповідну інформаційну систему митниці для автоматичного обміну електронною інформацією про процедури між МДП та митним органом. Національні асоціації надають своїм перевізникам – власникам книжок МДП доступ до програми безкоштовно, присвоївши їм персональний логін і пароль. Після цього зареєстровані перевізники можуть самостійно створювати власну мережу користувачів програми з метою попереднього декларування своїх книжок. TIR-EPD – це процедура митного оформлення товарів, де заздалегідь надається митним органам повна інформація про вантаж і яка здійснюється за допомогою інтернет, тобто відстань між декларантом і митним інспектором

не має значення. Завдяки попередньому електронному декларуванню, декларант має можливість працювати з декількома митними точками. Завдяки створеному сервісу, митні органи впевнені, що інформація надходить від авторизованого перевізника, вони можуть заздалегідь провести аналіз ризиків, будучи впевненими в дійсності книжки МДП перевізника через базу МСАР "Cute-Wise" та бачити вже заздалегідь точну та достовірну інформацію про вантаж який перевозиться. За допомогою цього значно скорочується час митного оформлення, що відповідно знижує час простою у заторах на кордоні.

Також, у країнах Європи користується попитом така технологія, як радіочастотна ідентифікація або RFID (англ. Radio frequency identification). RFID-міткою називають мініатюрний запам'ятовуючий пристрій. В його основі лежить мікрочіп, який зберігає унікальні інформаційні дані та номер, а також антена, яка відповідає за передачу та отримання даних. Ця мітка може працювати від джерела живлення, таким чином бути активною, але в більшості випадків данні прилади не потребують живлення. Цей метод вже став основою побудови сучасних безконтактних інформаційних систем. На кордоні та на митницях за допомогою радіочастотних сигналів розміщені зчитувачі RFID здійснюють зв'язок з RFID-мітками. Зчитувач «читає» інформацію з мітки та ідентифікує цей об'єкт. Інформація, зчитана з RFID-міток, надсилається до комп'ютерної системи, яка автоматично обробляє ці дані. Це дозволяє швидко та точно ідентифікувати товар. А головне, це відбувається без необхідного ручного введення даних. Спеціальні мітки можуть бути зчитані з відстані, що дозволяє зберегти фізичний контакт з об'єктами. Також це дозволяє швидше та ефективніше обробляти велику кількість товарів. Інформація, зчитана з RFID-міток, надсилається до комп'ютерної системи, яка автоматично обробляє ці дані. В разі необхідності можуть бути проведені додаткові перевірки. Такий вид технологій вже використовується на кордонах таких країн, як Німеччина, Франція, Іспанія, Італія та Греція.

Отже, розглянувши три види технологій для скорочення заторів на кордоні, можемо прийти висновку, що всі вони різні за своїми властивостями одна від одної, але вони мають спільну мету – скорочення черг при перетині кордонів. На нашу думку, доцільним рішенням цього питання в напрямку підвищення ефективності роботи автомобільних пунктів пропуску є інтеграція цих технологій, які б працювали злагоджено та доповнювали одне одного в єдиній інформаційно-керуючій системі. Повністю інтегрована та автоматизована інтелектуальна система контрольно-пропускних пунктів у разі скоротить час на оформлення документів, витрати на фізичну перевірку та зменшить їх загальну кількість.

Музикін М. І.¹, доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики, к.т.н., доцент
Нестеренко Г.І.², доцент кафедри транспортний сервіс та логістика, к.т.н., доцент
Чубенко О. І.², аспірант
Клочкова Н.Д.¹, студентка гр. Т21-1
¹Університет митної справи та фінансів
²Український державний університет науки і технологій

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В ДНІПРОВСЬКОМУ ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ

Під час повномасштабного вторгнення тимчасово призупинили або обмежили роботу порти, припинено авіап перевезення, тому залізничний та автомобільний транспорт на сьогоднішній день залишаються логістичними ланками регіону. Залізниця пов'язує промислові центри області та допомагає бізнесу вести експортні та імпорتنі операції із сусідніми державами. Стабільно працюють пасажирські перевезення, транспортування гуманітарної та військової допомоги.

Найбільшим автотранспортним вузлом області є Дніпро. Мережа шосейних доріг пов'язує його з усіма містами та селищами міського типу області та іншими регіонами України. Завдяки наявності європейських доріг підприємства регіону продовжують свою зовнішньоекономічну діяльність. Продовжується активне відновлення інфраструктури, пошкодженої внаслідок бойових дій, а також ведеться будівництво та ремонт автомобільних шляхів.

Один із основних видів транспорту у Дніпропетровській області – залізничний. Регіон є лідером із концентрації залізничного сполучення в державі, протяжність колій складає 1023,7 км. Оператором залізничного сполучення в Дніпропетровській області виступає регіональна філія «Придніпровська залізниця» АТ «Українська залізниця».

Розглянемо шляхи та засоби підвищення ефективності взаємодії автомобільного та залізничного транспорту в Дніпровському транспортному вузлі на прикладі УДЦТС "Ліски".

На території комплексу "Дніпро-Ліски" розташовані зони митного контролю та функціонують такі об'єкти: 4 критичні склади ангарного типу; майданчик для переробки великовагових вантажів, з козловими кранами, які мають можливість підключення електромагнітної шайби для вивантаження металопрокату з напіввагонів; майданчики для переробки 20 та 40 футових контейнерів; зона митного контролю з представниками державних органів митного, екологічного та ветеринарно-карантинного контролю; місце прибуття автотранспортних засобів з вантажами під митним контролем. Усі вантажні об'єкти мають можливість одночасного обслуговування залізничних і автомобільних транспортних засобів.

На перевантажувальному комплексі "Дніпро-Ліски" проводяться операції по прийманню та відправленню різноманітних вантажів у контейнерах та вагонах. Такі перевезення мають наступні переваги: прискорення доставки вантажів у місце призначення; скорочення часу на початково-кінцеві та перевантажувальні операції за рахунок прискорення виконання вантажних операцій та часу простою рухомого складу у терміналах; зведення до мінімуму фізичну працю на вантажних операціях за рахунок механізації, яка підвищує продуктивність праці та зменшує собівартість перевезень; поєднання безпеки й економічності залізничних перевезень із гнучкістю й мобільністю автотранспорту.

Також підвищення обсягів переробки на терміналі і обсягів загальної переробки та експедирування вантажів відбувається за рахунок раціональної побудови роботи зони митного контролю, що дає змогу вантажовласникам зменшити витрати, пов'язані з митним оформленням вантажів, а також відкриттям вантажної станції, яка забезпечує повне транспортне обслуговування вантажовласників [1, 2].

Для підвищення ефективності роботи УДЦТС «Ліски» впровадила [2, 3]: атестоване виробництво за стандартами ISO в галузі ремонту контейнерів; розроблення технічних норм роботи контейнерного парку та контроль їх виконання; організацію маркетингової роботи з розвитку та здійснення комбінованих перевезень; взаємодію з експедиторськими організаціями щодо організації як контейнерних, так і комбінованих перевезень; розроблення та затвердження планів перевезення вантажів у контейнерах у всіх видах сполучень, контроль над виконанням, звітністю про використання та облік резерву контейнерного парку; автоматизовану систему контролю та стеження за контейнерами (АССК). Для кращого функціонування терміналів було впроваджено автоматизовану систему управління й обліку та електронний документообіг (ЕДО).

Система автоматизації терміналу складається з таких підсистем: АРМ «Контрольно-пропускний пункт»; АРМ «Лабораторія»; АРМ «Вагова»; блок кількісно-якісного обліку; блок складського обліку; блок приймання інформації від АТ «Українська залізниця» та роботи із залізничними перевізними документами; блок обліку наданих послуг і контролю фінансових розрахунків; блок звітності; мобільні застосунки для співробітників (облік у складах, розкредитування та огляд вагонів і ЗПП, логістів, інформація для керівників і т. і.). Зокрема зручними та ефективними для використання виявились мобільні застосунки, що дають змогу співробітникам, які працюють «у полі», здійснювати приймання та огляд вагонів, контролювати цілісність пломб ЗПУ, розкредитувати залізничні накладні і т. і. Так само у своїх мобільних застосунках керівництво терміналу може бачити оперативний стан справ: завантаженість складів і силосів, виконання контрактів, розрахунків та іншу потрібну їм інформацію.

В результаті цього: збільшилася швидкість обробки машин і вагонів, які прибули на термінал; зменшилася собівартість обробки одиниці транспорту в терміналі; автоматизовано управлінські процеси, а також облік вантажів і наданих послуг; зменшився обсяг виконуваних співробітниками «паперових», монотонних й одноманітних операцій; усі облікові та бізнес-процеси стали формалізованими, немає дублювання введення однієї й тієї самої інформації на різних етапах роботи; мінімізувався ризик помилок і «людського фактора» в роботі.

Висновки. Для підвищення ефективності взаємодії автомобільного та залізничного транспорту можна застосовувати такі заходи як впровадження автоматизованої системи управління й обліку та електронного документообігу, інвестиції у нові навантажувально-розвантажувальні механізми, скорочення часу на початково-кінцеві та перевантажувальні операції.

Література

1. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І., Іванушкіна Д. М. Шляхи забезпечення ефективної взаємодії різних видів транспорту. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : Матеріали 80 Міжнародної науково-практичної конференції. Д.: ДНУЗТ, 2020. С. 268-269.

2. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І., Щербина Р. С. Аналіз ефективності взаємодії автомобільного та залізничного транспорту при контейнерних перевезеннях. Транспорт: наука та практика : Збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: СЧУ імені В. Даля, 2023. С. 97-99.

3. Центр транспортного сервісу «Ліски» URL: <https://liski.uz.gov.ua/terminaly/dniprovskiy-terminal>

Мурований І.С., доцент кафедри автомобілів
і транспортних технологій, к.т.н., доц.
Трофімчук А.В., студент групи ТТм-21 кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ СТАНУ РИНКУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Проаналізовано поточний стан ринку міжнародних вантажних перевезень. Виявлено основні тенденції для автомобільних перевезень. Проведено аналіз структури експорту-імпорту вантажів у 2023 році та виявлено ключові групи вантажів. Наведено рекомендації щодо удосконалення міжнародних автомобільних перевезень.

Ключові слова: міжнародні перевезення, вантажні перевезення, експорт-іспорт товарів, удосконалення міжнародних автомобільних перевезень.

Міжнародні вантажні автомобільні перевезення відіграють важливу роль у забезпеченні ефективності експортно-імпортних операцій. Після початку повномасштабного російського вторгнення в Україну ситуація на ринку вантажних перевезень зазнала значних змін. На сьогодні попит на автомобільні перевезення зріс порівняно з іншими видами транспорту. Крім того, автомобільний транспорт частково сприяє відновленню експорту сільськогосподарської продукції, який скоротився через обмежену можливість використання морського та залізничного транспорту Україною [1]. Саме тому важливо провести аналіз сучасного стану ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень в Україні та визначити основні тенденції, що впливають на його розвиток.

Аналіз обсягів вантажних перевезень, як внутрішніх, так і міжнародних, показав значне зниження в 2022 році, що було обумовлено повномасштабним вторгненням, воєнними діями та подальшим економічним спадом. Однак, за даними Державної служби статистики України [2], обсяги вантажних перевезень починають зростати. Так, у 1 кварталі 2024 року загальні обсяги перевезень усіма видами транспорту досягли 177,4 млн тонн, що становить 54% порівняно із 2023 роком.

Також в Україні спостерігається чітка тенденція до збільшення частки автомобільних перевезень у міжнародному сполученні (Рисунок 1). Дані про структуру експорту-імпорту товарів за видами транспорту за 2021-2023 роки свідчать про зростання частки вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом, з 37% у 2021 році до 64% у 2023 році. Це спричинено тим, що значну частину великих вантажопотоків була перенаправлено на наземний транспорт. Також чинником, що надає перевагу автомобільному виду транспорту над залізничним, є невідповідність ширини колій європейським стандартам. Подальшому розвитку міжнародних вантажних автомобільних перевезень сприяє продовження чинної угоди про автомобільні вантажні перевезення до 30 червня 2025 року, метою якої є допомога в отриманні доступу Україною до світових ринків шляхом спрощення транзиту через країни ЄС і подальший розвиток зв'язків із ринком ЄС, зокрема через «Шляхи солідарності між Україною та ЄС» [3]. Поряд з цим найбільшою проблемою для перевізників залишається блокування автомобільних переходів на кордонах з європейськими країнами, для якого наразі немає чіткого рішення [4].

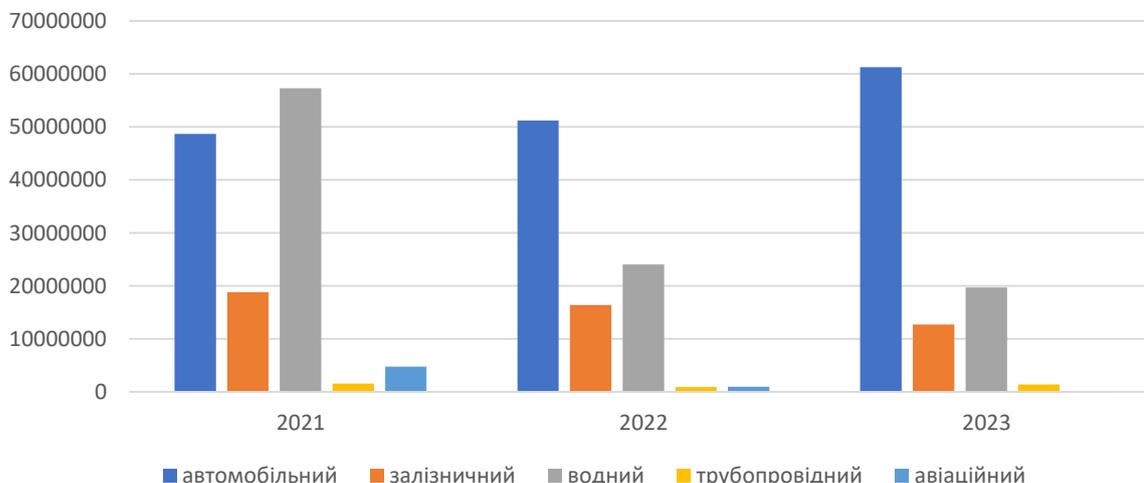


Рисунок 1 – Обсяги міжнародних вантажних перевезень за 2021 –2023 роки, тис.дол. США

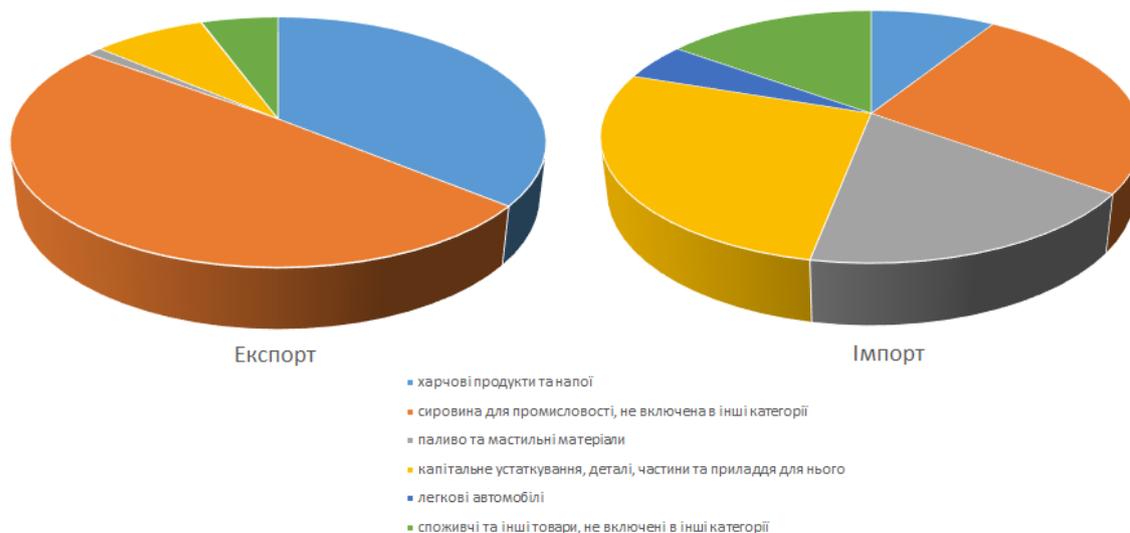


Рисунок 2 – Структура експорту-імпорту товарів у 2023 році

Аналіз показав, що з України найбільше транспортували сировину для промисловості (49,23%) та харчові продукти і напої (35,99%) [2]. Показники імпорту свідчать, що до України найчастіше доставляли сировину для промисловості (26,17%), паливо та мастильні матеріали (17,96%), а також устаткування та його комплектуючі (16,61%) [2]. Це вказує на те, що структура вантажів, які перевозяться в міжнародному сполученні, суттєво не змінилася порівняно з попередніми роками. Попит на перевезення сировини для промисловості та продуктів харчової промисловості залишається високим. За вартісною оцінкою в міжнародних перевезеннях переважає імпорт товарів, що зумовлено відносно низькою вартістю сировини та харчових продуктів, що експортуються, і високій вартості устаткування та палива, які імпортуються в Україну.

Серед основних напрямів удосконалення міжнародних автомобільних перевезень науковці виокремлюють наступні:

- модернізація прикордонних пунктів, а саме збільшення пропускної спроможності наявних пунктів пропуску та побудувати нові, облаштовані стоянками для вантажівок, готелями, закладами харчування і санітарно-гігієнічними об'єктами [5];
- збільшення пропускної спроможності автошляхів, виконуючи будівництво згідно з європейськими стандартами якості, безпеки та розвитку придорожніх об'єктів інфраструктури [5];
- створення та впровадження універсальних логістичних платформ, які забезпечуватимуть зручний доступ до актуальної інформації про можливості вантажних перевезень та складів [6]. Особливу увагу слід приділити пропозиціям щодо вдосконалення існуючого програмного забезпечення та активного використання нових розробок у транспортній сфері.

Висновки. Міжнародні вантажні автомобільні перевезення є важливим елементом забезпечення експорту та імпорту в Україні, попит на які продовжує зростати незважаючи на існуючі виклики. Пріоритетними завданнями підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень є модернізація прикордонної та дорожньої інфраструктури, а також впровадження логістичних платформ.

Література

1. Козаченко Л. 80% експорту Україна здійснює через Чорноморський морський коридор. URL: <http://www.nrcu.gov.ua/news.html?newsID=105516> (дата звернення 13.10.2024).
2. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Транспорт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.10.2024).
3. ЄС та Україна продовжили угоду про вантажні перевезення автомобільним транспортом. URL: <https://euneighbourseast.eu/uk/news/latest-news/yes-ta-ukrayina-prodovzhyly-ugodu-pro-vantazhni-perevezennya-avtomobilnym-transportom> (дата звернення 10.10.2024).
4. Ринок вантажних перевезень – Pro-Consulting. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/gynok-gruzovyh-perevozok-pro-consulting-vystupila-s-dokladom-na-logistic-innovation-forum-2024> (дата звернення 10.10.2024).
5. Дмитрів Д., Дмитрів О., Репак О. Аналіз ринку міжнародних вантажних автоперевезень в Україні в умовах воєнного стану. Соціально-економічні проблеми і держава. 2023. Вип. 2 (29). С. 48-60. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23ddvuvs.pdf> (дата звернення 10.10.2024).
6. Гнедіна, К. В., Нагорний, П. В. (2023). Ринок вантажних перевезень в Україні: аналіз сучасного стану, виклики воєнного часу та перспективи розвитку. Підприємство і торгівля, (38), 19-28. <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-38-03>.

Нагорний Т.В., аспірант кафедри економічної та соціальної географії
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАРШРУТУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ РУХОМИМ СКЛАДОМ

У публікації розкрито контекст і фактори, які впливають на підвищення якості пасажирських перевезень, зокрема у великих містах. Охарактеризовано основні технології організації пасажирських перевезень, наведено контекст їхнього оптимального застосування для різних категорій перевезень. Наголошено на перевагах впровадження тактового розкладу руху для маршрутів громадського транспорту в умовах міських перевезень. Запропоновано авторську методику визначення потреби маршруту в рухомому складі в залежності від попередньо визначених характеристик бажаного інтервалу руху та режиму міжрейсового відстоювання на кінцевих зупинках. Апробовано авторську методику в академічному та практичному середовищі.

Ключові слова: місто, планування, логістика, транспорт, маршрут.

Пасажирські перевезення – одна з найважливіших систем життєдіяльності міст і регіонів. Організація і розвиток громадського транспорту має велике значення у функціонуванні будь-якої системи розселення. Основними задачами організації перевезень є: мінімальні витрати часу на проїзд, оптимізація логістики використання рухомого складу, забезпечення найвищого можливого рівня комфорту та доступності, а також максимальний рівень безпеки пасажирів.

На якість пасажирських перевезень впливають такі фактори:

- просторова організація транспортної мережі та маршрутної системи;
- забезпечення достатньої кількості рухомого складу та його раціональне використання;
- транспортне обслуговування та супутні сервіси (система оплати проїзду, інфраструктурне забезпечення на зупинках тощо);
- категоризація маршрутів за функціональним призначенням: магістральні, районні, соціальні; експреси; шатли; пікові тощо.

З метою покращення якості перевезень розробляються заходи щодо підвищення якості обслуговування, покращення техніко-експлуатаційних показників роботи і ефективності використання рухомого складу. Велику роль у покращенні якості перевезень відіграє комплексне дослідження та аналіз пасажирських перевезень.

Маршрутна технологія транспортного обслуговування застосовується за стійких пасажиропотоків. При організації маршрутних перевезень враховується спільність інтересів достатньо великої групи пасажирів у напрямках пересувань протягом значного періоду часу. Просторова характеристика пересувань враховується при виборі траси маршруту, а часова – при складанні розкладу руху. Суть маршрутної технології перевезень пасажирів полягає в організації руху рухомого складу на незмінному шляху проходження (маршруту) у вигляді циклічної послідовності рейсів. Рейси, в свою чергу, відбуваються через певний чіткий проміжок часу (інтервал руху), який може відрізнитися в залежності від періоду доби – ранній ранок, години пікових навантажень, денний “розрив”, пізній вечір, ніч.

На відміну від маршрутної технології, на транспортних коридорах з нижчою інтенсивністю переміщення пасажирів (приміські, частіше міжміські перевезення) застосовується рейсова технологія (певна кількість рейсів у кожен бік протягом доби або в певні дні тижня без чіткого інтервалу руху) або технологія паратранзиту (рейси без постійного розкладу і зупинних пунктів на основі замовлень поїздок через диспетчера або онлайн-сервіс).

У разі використання маршрутної технології постає первинна задача оптимального забезпечення великих обсягів пасажиропотоків. Графік руху транспорту та, відповідно, випуск рухомого складу на маршрут, повинен бути обумовлений його категорією, реальною та потенційною кількістю користувачів, а також особливостями забезпечення його руху вулично-дорожньою мережею та режиму роботи водіїв. Найбільш чітким для перевізника і найбільш зручним для пасажирів є впровадження тактового розкладу з чітким інтервалом руху протягом конкретних періодів доби. Для прикладу, тактовий інтервал відправлення з кінцевих зупинок маршруту може складати 10 хв у години пікових навантажень, 15 хв під час денного “розриву”, 20 хв для перших ранкових й останніх вечірніх рейсів, 60 хв для нічних маршрутів. Відповідно до п. 10.4.10 ДБН Б.2.2-12:2019 “Планування та забудова населених пунктів”, у міжпіковий період передбачається зняття з лінії в міжпіковий період близько 30% рухомого складу. Крім цього, треба враховувати наявність резервного рухомого складу для оперативного реагування на можливе зняття несправних транспортних одиниць з маршруту. За досвідом роботи підприємств громадського транспорту великих міст України випуск рухомого складу на маршрути відносно наявного парку транспортних засобів використовується коефіцієнт 0,8-0,85.

У ході досліджень просторової структури та оптимізації маршрутів громадського транспорту автором було опрацьовано задачу розробки моделі оптимального забезпечення маршруту рухомих складом в залежності від бажаного інтервалу руху, часу відстоювання на кінцевих зупинках, а також інфраструктурних умов. пропонуємо Емпіричним шляхом було виведено формулу (1), яка рекомендується для використання у розв'язанні подібних задач:

$$n = 2,2 \frac{l + \Omega}{S} \quad (1)$$

$$\Omega = f * v / 60 \quad (2)$$

$$S = T * v / 60 \quad (3)$$

де:

n – потреба маршруту в рухомого складі, од.;

l – довжина маршруту в один бік, км;

Ω – просторовий інтервал, км;

S – холостий інтервал, км;

f – часовий інтервал руху на маршруті, хв;

T – час відстоювання на кінцевих зупинках, хв;

v – середня маршрутна швидкість, км/год.

Коефіцієнт 2,2 використовується для врахування обох напрямків маршруту, а також оперативного резерву рухомого складу з коефіцієнтом випуску 0,85.

При застосуванні просторово-часового підходу до розроблення формули виникли нестандартні показники, які пропонуємо визначати наступним чином. Просторовий інтервал – фізична відстань між транспортними засобами за дотримання часового інтервалу руху на маршруті з урахуванням середньої маршрутної відстані на ньому. Холостий інтервал – умовна фізична відстань, яка могла би утворитися між транспортними засобами на маршруті за час відстоювання рухомого складу на кінцевій зупинці.

Водночас, перспективна середня маршрутна швидкість для нового маршруту обраховується через середнє арифметичне значення реального відповідного показника для чинних маршрутів (не менше п'яти), подібних за трасою на основних ділянках вулично-дорожньої мережі. Цей показник обраховується за стандартною формулою (4):

$$v = 60 \frac{l}{t} \quad (4)$$

де:

l – довжина маршруту в один бік, км;

t – час проходження маршруту в один бік, хв.

Такий підхід буде корисним для визначення загальних первинних потреб в рухомому складі в контексті планованих змін маршрутної мережі або створення нових маршрутів конкретної категорії для забезпечення певної функції. Подальше прийняття управлінських рішень повинно ґрунтуватися на результатах транспортного моделювання.

Методику було апробовано у червні-листопаді 2022 року в м. Чернігові в рамках розробки розділу «Громадський транспорт» концепції розвитку «Чернігів – стійке місто». Крім цього, її впроваджено в освітній процес кафедри економічної та соціальної географії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках курсу «Міський транспорт і комунікації» для студентів 2 року навчання ОКР «Бакалавр» освітньої програми «Урбаністика та міське планування». У 2022-2023 та 2023-2024 навчальному роках здобувачами освіти при виконанні практичної роботи «Розробка маршруту громадського транспорту» було проаналізовано 41 маршрут громадського транспорту в 22 містах з використанням методики автора.

Література

1. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова населених пунктів. — Київ: Мінрегіон, 2019. — 177 с.;
2. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів (зі Зміною №1). — Київ: Мінрегіон, 2018. — 55 с.;
3. ДСТУ ISO 37120:2019 Сталі міста та громади. Показники міських послуг і якості життя. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. — 109 с.;
4. Madani Larijani, M., Nahorni, T., & Crizzle, A. M. (2019). Using GIS to examine transportation connectivity in Saskatchewan. *The Journal of Rural and Community Development*, 14 (3), 87–99;
5. Vuchic, Vukan R. (2005). *Urban Transit. Operations, Planning and Economics*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 672 p.;
6. Vuchic, Vukan R. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 664 p.

Огневий В.О., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, к.е.н. доцент Мурга Б.О., магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ НАСОС-ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Сучасні автомобілі оснащуються двигунами з електроннокерованими насос-форсунками, в процесі експлуатації до яких занадто завищені вимоги що призводять до необґрунтованих замін ще працездатних деталей, що істотно збільшує вартість ремонту. Проведення якісного ремонту насос-форсунок стримується відсутністю широко доступних і зрозумілих технологій ремонту, а також недорогого спеціалізованого інструменту.

У зв'язку з цим, в умовах повсюдного імпортозаміщення є значний інтерес до розробки нових, науково-обґрунтованих методів діагностування та ремонту насос-форсунок, а також розробка нових технічних засобів їх випробування, які не потребують авторизації у виробників агрегатів і враховують реальний технічний стан кожного елемента системи подачі палива.

При визначенні технічного стану паливної апаратури дизелів можна застосовувати різні методи діагностування, які розподіляться за ознаками використовуваного фізичного процесу.

Діагностування ППС віброакустичним методом. Процес впорскування палива супроводжується формуванням в різних місцях системи подачі палива віброакустичних сигналів, що викликаються як переміщеннями рухомих деталей ППС (голки форсунки, нагнітального клапана, муфти приводу, деталей приводу плунжера), так і хвилями тиску палива в лініях низького і високого тисків [3].

Між тиском початку впорскування і максимальним віброприскоренням форсунки, що виникають при підйомі і посадці голки розпилювача, існує лінійний зв'язок. Зменшення тиску початку впорскування, що відбувається в умовах експлуатації, збільшує амплітуду вібрації, що виникає при ударі голки розпилювача об корпус форсунки, і зменшує амплітуду вібрації, що виникає при посадці голки розпилювача [2].

Безумовною перевагою віброакустичної діагностики є найпростіший спосіб закріплення первинних перетворювачів на об'єкті. Такі нові методи, як лазерна вібродіагностика взагалі допускають безконтактне зняття сигналу. Найпростіше реалізуються методи з обмеженою інформативністю, наприклад, що забезпечують фіксування початку і кінця подачі.

Ряд дефектів ППС при цьому взагалі не виявляється, побудова багатофакторної діагностичної моделі з урахуванням взаємодії чинників стає практично нездійсненною. Так в роботі [3] відзначається, що при вібродіагностиці форсунок наявність більшості поширених дефектів (зависання голки, закоксування сопел розпилювача, зрізання головки розпилювача) характеризується зниженням рівня вібрації форсунки з якого неможливо точно вказати вид дефекту. Ефективність діагностування обмежується похибкою. За даними [3] похибка помилки діагностування становить 16%. Ці недоліки не виключаються навіть вибором режимів діагностування, де автори [2] пропонують здійснювати оцінку сигналу на режимі пуску (від 20хв⁻¹) по вібраціям уприскування (дзвінкі, глухі).

Магнітоелектричний метод діагностування за параметрами переміщень рухомих деталей. Метод заснований на реєстрації змінюючого магнітного потоку в попередньо намагнічених деталях діагностичного механізму. Діагностуєма ЕРС в магніточутливому елементі датчика пропорційна швидкості руху намагніченої деталі. Метод дозволяє реєструвати переміщення, фазові параметри деталей агрегатів, визначати відхилення цих параметрів від номінальних значень. При діагностуванні цим методом можуть виникнути складнощі у зв'язку з нестабільністю з плином часу магнітних властивостей діагностуємого елемента. Визначення параметрів руху елементів форсунки (голки, штанги), за якими можна більш точно визначити характеристики подачі палива, викликає серйозні труднощі. У зв'язку з цим можна припустити, що при цьому методі можна витягти обмежену інформацію про стан ППС [3].

Спектрографічні методи («метал в середовищі») дуже зручні, мають добре розроблене математичне забезпечення та апробовані, наприклад, при діагностуванні та прогнозуванні залишкового ресурсу поршневої групи дизеля. Фірмами «Spectro Incorp» і «Caldwell Development» (США) розроблено для таких цілей «датчики-феррографи», які реєструють частинки розміром менше 150 мікрон [3]. Але для задач з ППС вони навряд чи знайдуть застосування через відсутність накопичення металу в рідині, незначному зношуванні, універсальності матеріалів для різних деталей і абсолютно недостатній інформативності.

Теплові методи діагностування засновані на визначенні температури відпрацьованих газів, аналізі температури певних деталей, наприклад, випускного колектора. Коваленко В.М. пропонує оцінювати стан ППА за допомогою інфрачервоного пірометра (радіометра), спрямованого на випускний колектор

дизеля. Провівши експеримент по заданій режимній програмі роботи дизеля, як стверджують автори, можна виявити порушення в регулюванні усереднених по циліндрах циклової подачі, тиску початку впорскування і куту випередження подачі. Схожий метод вимірювання нестационарного тиску відпрацьованих газів вже є контактним, але використовує більш освоєні вимірювання, ідентифікує роботу циліндрів [1].

Кінематичний метод діагностування характеризується зміною положення, руху деталей і їх сполучень з геометричної точки зору. Цей метод включає в себе безпосереднє вимірювання розмірів, зносів деталей, зазорів їх сполучень (установчі розміри важелів регулятора, хід рейки і т. п.), застосовується при перевірці окремих вузлів і деталей ППС і, як правило, проводиться при непрацюючому дизелі або розібраних вузлах.

Газоаналітичний метод оцінки стану ПА за вмістом шкідливих речовин у відпрацьованих газах дизеля Д-240 розглядається в роботі [2]. За вмістом в відпрацьованих газах O_2 і CO_2 оцінюється якість процесів сумішоутворення і згоряння і на цій основі пропонується визначати технічний стан вузлів ППС.

До числа найбільш популярних методів вивчення і діагностування роботи ППС відносяться гідравлічні методи і, в першу чергу, метод вимірювання тиску в нагнітальному трубопроводі (біля насоса або біля форсунки). Його головна і безперечна перевага - вимір параметра, безпосередньо пов'язаного з інтенсивністю і особливостями впорскування. З використанням додаткової інформації та розрахункових методів цей сигнал дозволяє точно розраховувати найважливіші показники подачі для даної системи. До переваг методу також відносять і допустимі для задач діагностики складність монтажу датчика, яка при використанні комбінованих пьезоплівочних датчиків фірм AVL, Kistler стає мінімальною [3].

Разом з розглянутими методами продовжують застосовуватися і вдосконалюватися старі методи часткового діагностування ППС: підключення до форсунки через трійник тарований випробувальної форсунки (максиметра), безперервний запис підйому голки, вимір продуктивності і фази подачі палива, вимір запасу по продуктивності, візуальна оцінка якості розпилювання палива форсункою і т. д.

Підсумовуючи вище сказане варто відзначити, що для оцінки технічного стану ППС застосовуються різні методи діагностування (таблиця 1.1) [3], що застосовуються відповідно до завдань діагностування.

Таблиця 1.1 - Класифікація методів діагностування ППС

Класифікаційні ознаки	Методи діагностування
Задачі діагностування	Перевірка працездатності; перевірка правильності функціонування; пошук дефектів
Застосування діагностичних засобів	Органолептичні; інструментальні
Характер вимірюваних параметрів	Прямий; опосередкований
Періодичність діагностування	Регламентний; заявочний; безперервний
Умови проведення діагностування	Польові; станція ТО; безмоторні;
По ступені розборки об'єкта діагностування	Розбірна; нерозбірна
Режим роботи об'єкта	При встановленому режимі; при невстановленому режимі; при статодинамічному режимі
Діагностичні параметри	Параметри робочого процесу; параметри супутніх процесів; структурні параметри
Використаний фізичний процес	Віброакустичний; магнітоелектричний; спектрографічний; тепловий; гідравлічний; газоаналітичний; кінематичний; інші

Висновки. Короткий огляд і аналіз стану проблеми показав, що до теперішнього часу створені певні наукова і технічна основи забезпечення надійності і оцінки якості роботи паливної апаратури в процесі експлуатації. Разом з тим, існуючі технології і методи діагностування, контролю і оцінки технічного стану електрокерованих елементів сучасних ППС не враховують повною мірою особливостей їх функціонування.

Застосування електронного керування та необхідність роботи з високими тисками впорскування ускладнює обслуговування і ремонт насос-форсунок. На даний момент в нашій країні відсутні будь-які стандарти, що регламентують методи перевірки насос-форсунок з електронним управлінням. Тому розробка технології діагностування та ремонту систем паливоподаючі з насос-форсунками є актуальним завданням.

Література

1. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів. Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.
2. Основи діагностики автомобіля / [В. С. Люлька, М. М. Коньок, Ю. Є. Перинський, О. М. Клімов]. – Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. –188 с.
3. Operating Instructions. KMA 802/822. Description of unit. Robert Bosch GmbH. Automotive Aftermarket. Test Equipment. 1 689 979 674 UBF 851/3 De,En,Fr,Sp,It,Sv (2005-02-28). Printed in Germany.

Олексієнко Р.Б., студент групи ІТТ-24м,
факультет машинобудування та транспорту
Вінницький національний технічний університет

СПЕЦИФІКА ПЕРЕМІЩЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Транспортна система виступає ключовим елементом інфраструктури міста, забезпечуючи його функціонування в усіх сферах життєдіяльності [1]. Вона грає важливу роль у підтримці економічної стабільності, сприяє зростанню та розвитку бізнесу, дозволяючи підприємствам ефективно взаємодіяти з постачальниками та клієнтами. Соціальний аспект транспорту також є надзвичайно важливим, оскільки він забезпечує доступність різних частин міста для населення, полегшує мобільність громадян та забезпечує можливість реалізації їхніх соціальних потреб. Крім того, транспорт сприяє виробничій діяльності, дозволяючи транспортувати сировину, товари та продукти між виробничими майданчиками та ринками збуту, що безпосередньо впливає на ефективність функціонування підприємств. Транспорт є невід'ємною складовою інтеграції всіх аспектів життя міста, включаючи культурні, екологічні та інші сфери, що забезпечує сталий розвиток міської інфраструктури і сприяє підвищенню якості життя мешканців.

В сучасних містах транспортна система формується, як взаємопов'язана сукупність таких елементів, як транспортна інфраструктура та транспортні засоби (включають громадський транспорт, приватні автомобілі та спеціалізована техніка різних видів тощо). На стан транспортної системи, а також, безпосередньо підприємств, суттєвою складовою діяльності яких є перевезення, впливає низка чинників, зокрема стан дорожньої інфраструктури. Покращення стану транспортної інфраструктури міста є однією із заповук його розвитку. Не менш важливою також є проблема безпеки дорожнього руху. Проте, не слід забувати і за ряд інших питань та проблем, які мають вагоме значення на розвиток інфраструктури міст. В даному випадку мова йтиме про тверді побутові відходи [2, 3] та їхнє транспортування [4, 5].

Тверді побутові відходи (ТПВ) – відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення [6, 7]. Збирання ТПВ є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється спеціальними автомобілями спеціалізованих цехів (підприємств) [8-10]. Для збирання та тимчасового зберігання ТПВ використовуються контейнери для сміття.

В Україні у сільських населених пунктах відсутні спеціалізовані підприємства у сфері поводження з ТПВ та санкціоновані звалища відходів [11]. Питання збирання ТПВ вирішується або територіальними громадами, або наявне стихійне викидання сміття. При цьому ТПВ складаються у природних рельєфних утвореннях – балках, ярах, долинах річок. Це становить екологічну небезпеку, оскільки стічні води, насичені забруднювальними речовинами, потрапляють у водні об'єкти.

Власники або балансоутримувачі житлових будинків, земельних ділянок укладають договори з особою, яка визначена виконавцем послуг з вивезення твердих побутових відходів, та забезпечують роздільне збирання твердих побутових відходів.

Виконавець послуг з вивезення твердих побутових відходів визначається на конкурсних засадах у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

До послуг належать операції поводження з твердих побутовими відходами (збирання, зберігання, перевезення, перероблення, утилізація, знешкодження та захоронення), що здійснюються у населеному пункті згідно з правилами благоустрою, затвердженими органом місцевого самоврядування.

Збирання та перевезення ТПВ здійснюються спеціально обладнаними для цього транспортними засобами – смітєвозами [12-14], які здійснюють технологічні операції здійснюється за допомогою гідравлічного приводу робочих органів [15-20], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [21-25]. Вивезення ТПВ здійснюється відповідно до схеми санітарного очищення населених пунктів із забезпеченням роздільного збирання ТПВ. Під час надання послуг з вивезення ТПВ великогабаритні та ремонтні відходи у складі ТПВ вивозяться окремо від інших видів побутових відходів.

Небезпечні відходи у складі ТПВ збираються окремо від інших видів побутових відходів, а також повинні відокремлюватися на етапі збирання чи сортування і передаватися споживачами та виконавцями послуг з вивезення побутових відходів спеціалізованим підприємствам, що одержали ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами.

Житлові масиви і внутрішньодворові території, дороги загального користування та інші об'єкти благоустрою населених пунктів обладнуються контейнерними майданчиками, урнами для твердих побутових відходів.

Послуги надаються з урахуванням розміру території, схеми санітарного очищення, затвердженої в установленому порядку, та інших умов, передбачених законодавством у сфері житлово-комунального господарства.

Обсяг надання послуг розраховується на підставі норм, затверджених органом місцевого самоврядування.

Норми надання послуг визначаються на підставі правил, встановлених центральним органом виконавчої влади з питань житлово-комунального господарства.

Перевезення небезпечних відходів здійснюється згідно з законом України «Про перевезення небезпечних вантажів» та з Положенням про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків [26].

Положення визначає порядок здійснення державного контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням під час їх експорту з України, імпорту в Україну чи транзиту через територію України.

Основними документами, що застосовуються у процедурі повідомлення та для отримання письмової згоди на перевезення, а також для супроводження транскордонних перевезень небезпечних відходів, є повідомлення, у якому засвідчується згода на транскордонне перевезення, і документ про перевезення, у якому засвідчується факт відвантаження, проходження пунктів пропуску через державний кордон, отримання одержувачем і завершення утилізації/видалення відходів.

Небезпечні відходи у разі їх транскордонного перевезення підлягають класифікації згідно з Міжнародним кодом ідентифікації відходів, крім випадків, коли транскордонне перевезення здійснюється на підставі відповідного міжнародного договору, у якому зазначається інший метод класифікації.

Транспортують відходи в непошкодженому пакуванні використовуючи транспортні засоби, призначені для відходів відповідного класу безпеки, з дотриманням вимог [27]:

- перевозять небезпечні відходи за межами підприємства за наявності ліцензії на поводження з ними та паспорта відходу і за порядком, визначеним чинним законодавством про перевезення небезпечних вантажів;

- транспортні засоби повинні бути спеціально устатковані таким чином, щоб під час їхньої експлуатації унеможливити втрати відходів і забруднення ними довкілля та негативний вплив на здоров'я людей;

- кількість перевезених відходів не повинна перевищувати вантажного об'єму відповідного транспортного засобу;

- усі процеси, пов'язані з навантаженням, перевезенням і розвантаженням найбільш небезпечних відходів (I-III класів), повинні бути максимально механізовані. Під час перевезення напіврідких (пастоподібних) відходів, які течуть використовують транспортні засоби, що мають шланговий пристрій для зливу;

- для твердих, сипучих і пилоподібних відходів використовують транспортні засоби, оснащені пристосованою тарою або самостійним пристроєм для розвантаження автокраном. Для запобігання пилоутворення відходи закривають поліетиленовою плівкою тощо; пилоподібні відходи необхідно зволожувати перед навантаженням, перевезенням і розвантаженням;

- під час перевезення токсичних відходів заборонена присутність сторонніх осіб, крім водія, що пройшов спеціальний інструктаж з техніки безпеки при поводженні з небезпечними, зокрема токсичними відходами, і представника підприємства-власника (утворювача) відходів, що супроводжує вантаж. Транспортні засоби при перевезенні відходів повинні мати спеціальні позначки, що характеризують їх використання.

Висновки. Допоки існує суспільство, то буде виникати питання щодо перевезення та утилізації ТПВ. Тому держава повинна забезпечувати процес їхнього виконання, створюючи ті умови, що необхідні для реалізації транспортування ТПВ.

Література

1. Ращенко А.В. та ін. Перевезення твердих побутових відходів як частина транспортної системи міст та ОТГ, Економіка та держава, 2020, № 11, с. 88-91.
2. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів, Вісник ВПІ, 2011, № 5, с. 154-156.
3. Березюк О.В. Дослідження кінематики пристрою для сортування твердих побутових відходів, Вісник НТУ «ХПІ», 2010, № 65, с. 49-55.
4. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, 2017, Т. 27, № 10, с. 111-116.

5. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
6. Khrebtiі H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology, Primedia eLaunch, 2023, 305 p.
7. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів, Вібрації в техніці та технологіях, 2009, № 3(55), с. 92-97.
8. Коц І.В., Березюк О.В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів, Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2006, № 5, с. 146-149.
9. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
10. Bereziuk O., Petrov O., Lemeshev M., Slabkyi A., Sukhorukov S. Transient Processes Quality Indicators of the Rotation Lever Hydraulic Drive for the Dust-Cart Manipulator, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2023, Vol. 2, p. 3-12. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32774-2_1
11. Bereziuk O.V., Lemeshev M.S., Bogachuk V.V., Akseleod R.B., Vinnichuk A.P., Smolarz A., Arshidinova M., Kulakova O. Increasing the Efficiency of Municipal Solid Waste Pre-processing Technology to Reduce Its Water Permeability, Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals, 2021, p. 33-41. <https://doi.org/10.1201/9781003177593-4>
12. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д. т. н., Хмельницький, 2021, 46 с.
13. Березюк О.В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів, Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2008, № 1 (5), с. 110-116.
14. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 1, с. 3-8.
15. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022. № 16(2), с. 96-100.
16. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
17. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdome V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148. DOI: 10.1201/9781003224136-12
18. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2017, № 2, 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>
19. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
20. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
21. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
22. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
23. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavaska O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
24. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiaru W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
25. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
26. Нестеренко Г.І. та ін. Загальні основи транспортної географії: підручник, К.: Видавничий дім "Кондор", 2019, 184 с.
27. Попович В.В., Бучковський А.І., Попович Н.П. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста, Вісник ЛДУ БЖД, 2013, № 8, с. 166-171.

Перегуда М.М., аспірант кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Шумляківський В.П., завідувач кафедри автомобілів
і транспортних технологій, к.т.н.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ВДОСКОНАЛЕННЯМ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ СИЛОВОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

Еволюція транспорту спрямована на покращення екологічності та енергоефективності КТЗ, а виробництво електромобілів на сьогодні є основним вектором в автомобільній промисловості. У цій роботі, увага зосереджена на вдосконаленні конструкції корпусу силової батареї, як безпечного несучого елемента кузова легкового автомобіля.

До днища несучого кузова легкового автомобіля є багато функціональних вимог, але до наступних основних приділена особлива увага розробників і дослідників [1].

Структурна функція: статична та динамічна міцність і жорсткість мають вирішальне значення для динамічних і NVH (тест на шум, вібрацію та жорсткість автомобіля) характеристик автомобіля. Статична жорсткість кузова (як на вигин, так і на кручення) повинна бути оптимальною, як для комфорту пасажирів, так і для точності водіння, при цьому маса повинна бути якомога меншою. Усереднені довідкові дані для жорсткості Body In White (BIW) становлять близько 11 кН/мм для жорсткості на згин і 1500 кНм/рад для жорсткості на кручення [2].

Для реалізації функції безпеки днище має сприяти належному захисту пасажирів, оскільки це невід'ємна частина пасажирського салону і, в більш загальному плані, розподіляти поглинання енергії під час зіткнень, як фронтальних, так і бокових. У випадку з електромобілями, днище повинно забезпечувати належний захист від пошкодження акумуляторної батареї, щоб уникнути небезпеки пожежі або вибуху цього компонента [3].

Для забезпечення структурних та безпекових функцій оптимальним дизайном є блок батареї в конфігурації «скейтборд» (рис.1). Скейтборд - це тип конфігурації автомобільного шасі, який використовується для акумуляторних електромобілів. Шасі скейтборду включає базову конструкцію або платформу, на якій розміщені батареї, електродвигуни, інші електричні та електронні компоненти, які є основними для електромобіля. Основними ознаки цієї конфігурації є:

- плоский блок акумуляторів знаходиться максимально низько за умов необхідної геометричної прохідності та є структурною частиною кузова сучасного електромобіля, його можна досить легко подовжити або вкоротити для різних моделей за допомогою незначних втручань в дизайн днища;
- компактні двигуни на кінцях або в кутах шасі займають значно менше місця у порівнянні з громіздкими силовими агрегатами, трансмісією більшості автомобілів з ДВЗ.

Вперше така платформа була представлена в 2002 році компанією General Motors в концепті автомобіля AUTOnomy.

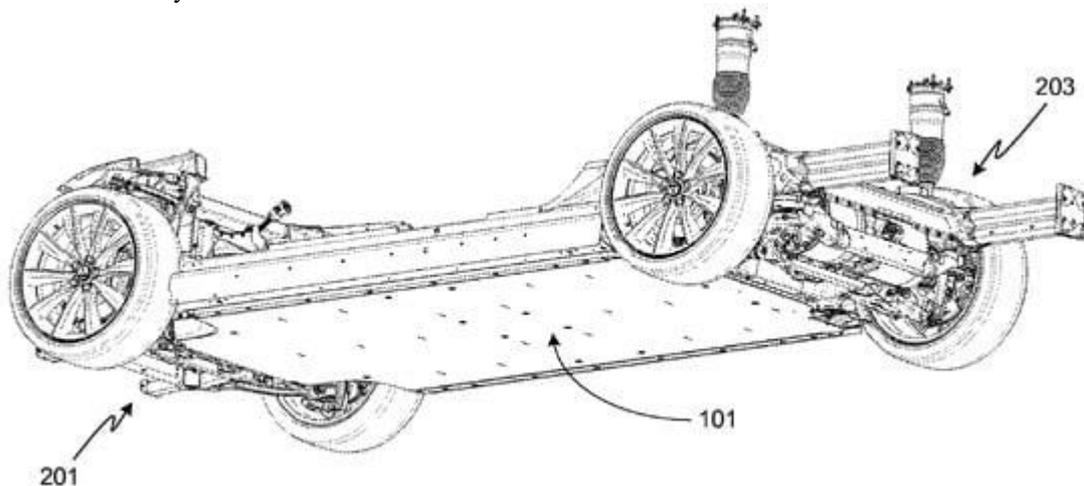


Рисунок 1. Запатентоване компанією Tesla рішення для інтеграції акумуляторної батареї в структуру днища [4].

Такий тип платформи надає багато структурних переваг, такі як низький центр ваги, модульність, легка можливість модифікації. Тож багато автовиробників взяли цю конфігурацію за основу.

На рисунку 2 показаний приклад еволюції дизайну акумуляторної батареї автомобілів виробництва Volkswagen. Платформа MQB розроблена в 2014 році, порівнюється з новою акумуляторною платформою MEB, прийнятою нещодавно. На платформі MQB акумуляторна батарея була розташована, таким чином, щоб використовувати простір, доступний у традиційній архітектурі підлоги, де присутній поздовжній тунель, тоді як на платформі MEB, акумуляторна батарея плоска і розташована під підлогою салону. Нова акумуляторна батарея дозволила VW покращити продуктивність автомобіля та запас автономності, скоротивши витрати виробництва на 50%, спрощення конструкції можемо візуально оцінити на рисунку 2 [5].

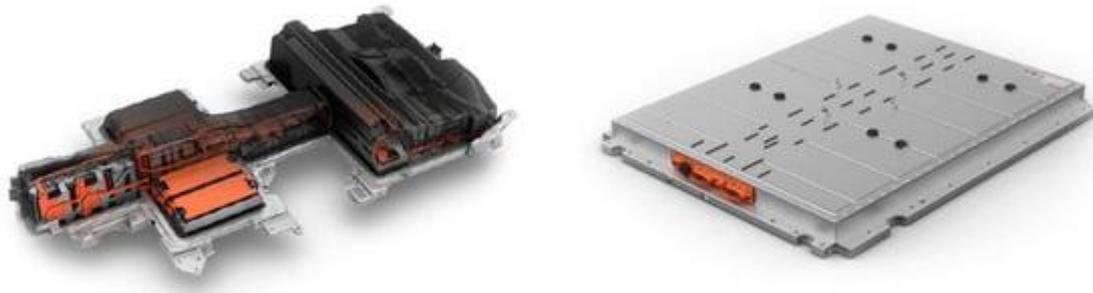


Рисунок 2. Порівняння акумуляторних блоків платформи VW MQB (ліворуч) і платформи VW MEB (праворуч)

Дану конфігурацію можливо покращити, використовуючи альтернативні матеріали. Асортимент матеріалів для розробки корпусів акумуляторів для електромобілів зростає, скловолокно та композити відкривають варіанти дизайну від модульних систем до повних корпусів, тоді як інші матеріали допомагають покращити властивості корпусів, від теплового та електричного екранування до збору вологи, яка може спричинити корозію.

Порівняно зі звичайними конструкціями корпусів із використанням традиційних матеріалів, таких як алюміній та інші метали, легкі термопластики потенційно можуть забезпечити 30-50% зменшення ваги на компонент, підвищити щільність енергії, спростити процес складання та покращити термоконтроль і безпеку, а також підвищити стійкість до ударів.

Займистість, безумовно, є головним фактором безпеки конструкції при виборі матеріалу для корпусу батареї, тому що навіть алюмінієві та сталеві пластини можуть мати проблеми з опором високим температурам, які виникають під час горіння батареї.

Ключовим стандартом є рейтинг горючості пластикових матеріалів UL94 V-0, який тепер узгоджено зі стандартами IEC 60695-11-10 і IEC 60695-11-20, а також ISO 9772 і ISO 9773. Вони визначають схильність пластикового матеріалу до вогнегасності або розповсюдження полум'я, коли зразок підпалюється. Матеріали з рейтингом V-0 зупиняють горіння протягом 10 секунд.

Багато розробників вагається, і вважає що пластик не підходить для акумуляторних блоків, оскільки він не може запобігти перегріву та пожежі. Однак під час тестування, алюмінієву пластину протягом 5 хвилин піддавали впливу полум'я з температурою 1100 °C. Таке саме випробування провели на кришці блоку батарей, виготовленій із поліпропілену з довгим скловолокном і вогнезахисною смолою (рис. 3). В результаті полум'я пропало алюміній за 2,5 хвилини, тоді як пластина зі скловолокна з FR смолою витримала температуру протягом повних 5 хвилин.



Рисунок 3. Кришка блоку батарей, сформована з використанням смоли Stamax FR, яка відповідає рейтингу горючості UL94 V-0 [6].

Висновки. Використання альтернативних матеріалів для виготовлення корпусу акумуляторної силової батареї покращує їх структурні функції та пожежну безпеку. Заміна сталі або алюмінію на пластики та композити пропонує легші корпуси та спрощення технології складання за рахунок зменшення кількості компонентів. Такий підхід відкриває більше можливостей для модульного дизайну та подальшої вторинної переробки таких корпусів. Нові вогнезахисні добавки для смол і матеріалів покриття композитів можуть підвищити теплопровідні та вогнезахисні характеристики корпусу силової акумуляторної батареї.

Література

1. Giovanni Belingardi; Alessandro Scattina; Battery Pack and Underbody: Integration in the Structure Design for Battery Electric Vehicles—Challenges and Solutions. 2023.
2. Park, D.; Jeong, S.H.; Kim, C.W.; Yang, H.W.; Kim, D.S.; Choi, D.H. Material arrangement optimization for weight minimization of an automotive body in white using a bi-level design strategy. 2016, 395–405.
3. Ascurra, J.; Luzzi, F.; Panfili, A.; Masoero, G.L.; Puppini, R.; Stolcis, L.; Belingardi, G.; Scattina, A. Underbody design for Battery Electric Vehicles. In Proceedings of the International Automotive Body Congress IABC, Torino, Italy. 2022.
4. Rawlinson, P. Underbody for a Motor Vehicle. U.S. Patent US-8286743-B2. 2012.
5. Luttenberger, P.; Ostrowski, M.; Kurz, M.; Sinz, W. Structural analysis of a body in white for battery integration using finite element and macro element with the focus on pole crash optimization. In Proceedings of the European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2012), Vienna, Austria, 2012.
6. Battery case materials, URL: <https://www.emobility-engineering.com/battery-case-materials/>

Півнюк М.П., студент групи 2СП-24м,
факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Вінницький національний технічний університет

ПОКРАЩЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТПВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Одним із найважливіших етапів управління відходами є їхній збір та транспортування [1-3], що вимагає відповідального та ефективного підходу з боку організацій, що займаються управлінням відходами. У цьому контексті інформаційно-вимірювальні системи стають дедалі більш важливим інструментом для підвищення ефективності процесу транспортування твердих побутових відходів (ТПВ) [4-6]. Їхнє використання дозволяє зменшити витрати на транспортування та збільшити точність та швидкість збору ТПВ.

Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) для транспортування ТПВ є однією з найважливіших компонентів системи управління відходами. Вони використовуються для збору даних про вагу, місцезнаходження та маршрути транспортування відходів. Інформація, яка збирається за допомогою ІВС, може бути використана для підвищення ефективності управління відходами та зниження витрат на їх транспортування [7].

ІВС для транспортування ТПВ виконують різноманітні функції, які значно сприяють ефективному управлінню відходами та зниженню витрат на їхнє транспортування сміттєвозами [8-10], що виконують технологічні операції за допомогою гідравлічного приводу робочих органів [11-15], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [16-20].

Однією з основних функцій ІВС є збір даних про вагу відходів, що дозволяє точно визначити вагу зібраних відходів та уникнути перевезення неповної вантажівки, що знижує витрати на паливо та знижує вплив транспорту на довкілля. Крім того, збір даних про вагу відходів дозволяє точно розрахувати обсяги відходів, що може бути корисним для планування їх подальшої переробки та утилізації.

Іншою важливою функцією ІВС є визначення місцезнаходження транспорту з відходами за допомогою систем GPS, що дозволяє ефективніше планувати маршрути та зменшувати час на транспортування відходів. Крім того, системи GPS дозволяють зменшити витрати на паливо та знизити вплив транспорту на довкілля, оскільки вони допомагають обирати найбільш оптимальний маршрут.

Третьою функцією ІВС є моніторинг маршруту транспорту з відходами, що дозволяє визначати час, що витрачається на проїзд кожної ділянки маршруту та зменшувати витрати на паливо [21].

ІВС для транспортування ТПВ мають багато переваг, які сприяють ефективному управлінню відходами та зменшенню витрат на їх транспортування. Ось кілька головних переваг:

Зменшення витрат на паливо: ІВС дозволяють визначити найкоротший та найоптимальніший маршрут, що зменшує час транспортування відходів та витрати на паливо. Крім того, системи GPS дозволяють точно визначити місцезнаходження транспорту з відходами, що дозволяє уникнути зайвих пробігів та зменшити витрати на паливо.

Зменшення впливу на довкілля: Ефективне управління транспортуванням відходів за допомогою ІВС дозволяє зменшити кількість викидів в атмосферу та забруднення ґрунту [22-24]. Також, зменшення кількості часу, що витрачається на транспортування відходів, допомагає зменшити транспортні затори та забруднення повітря.

Точність та надійність: Завдяки використанню сучасних технологій, ІВС забезпечують точне та надійне вимірювання ваги відходів та місцезнаходження транспорту з відходами. Це дозволяє зменшити кількість помилок та уникнути зайвих витрат на перевезення неповних вантажівок [25-27].

Ефективне управління відходами: ІВС дозволяють збирати та аналізувати дані про вагу та обсяги відходів, що збираються. Це дозволяє ефективніше планувати їх подальшу переробку та утилізацію [28].

Висновки. Інформаційно-вимірювальні системи для транспортування ТПВ є важливим елементом в ефективному управлінні відходами та охороні довкілля, що дозволяє зменшити витрати на збір та транспортування, а також збільшити ефективність утилізації та переробки відходів.

Література

1. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017, Т. 27, № 10, с. 111-116.
2. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д. т. н., Хмельницький, 2021, 46 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 березня 2004 року № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами".

4. Березюк О.В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія у 2 т, Т. 2, Павлоград: АРТ Синтез-Т, 2014, с. 75-83.
5. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ВПІ, 2009, № 4, с. 81-86.
6. Сміттєвоз кузовний КО-436: технічний опис і інструкція з експлуатації, Турбів, 1996, 27 с.
7. Kovalev M.P., Kovaleva I.V. Information-measuring systems for transportation of solid household waste, 2019, URL: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-021-12274-7>
8. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ОДАБА, 2009, № 33, с. 403-406.
9. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз. Вісник ВПІ. 2010. № 3. С. 93-98.
10. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
11. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022. № 16(2), с. 96-100.
12. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
13. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdome V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148.
14. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці ВНТУ, 2017, № 2, 9 с.
15. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
16. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
17. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
18. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavskaya O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
19. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiarowy W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
20. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
21. Akimov A.I. et al. System for monitoring the transportation of solid household waste, 2017, URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/23/13104>
22. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів, Вісник ВПІ, 2011, № 5, с. 154-156.
23. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology, Primedia eLaunch, 2023, 305 p.
24. Коц І.В., Березюк О.В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів, Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2006, № 5, с. 146-149.
25. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів. Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 3. С. 92-97.
26. Bereziuk O., Petrov O., Lemeshev M., Slabkyi A., Sukhorukov S. Transient Processes Quality Indicators of the Rotation Lever Hydraulic Drive for the Dust-Cart Manipulator, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2023, Vol. 2, p. 3-12.
27. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза. Промислова гідравліка і пневматика. 2011. № 34(4). С. 80-83.
28. Kozlov A.V., Pchelintsev D.V. The development of information and measuring system for solid household waste collection, 2016, URL: <https://www.roedl.com/insights/kazakhstan-waste-management-effectiveness-environmental-code>

**Пількевич І.А., професор кафедри
комп'ютерно-інтегрованих технологій та кібербезпеки, д.т.н., професор
Омельчук І.А., викладач кафедри електротехніки та електроніки
Мірошніченко С.І., викладач кафедри
комп'ютерно-інтегрованих технологій та кібербезпеки
Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова**

РОЗРОБКА СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ КОЛІСНОГО ТИПУ

Інтенсивний розвиток сучасних інформаційних систем створює умови для розробки та впровадження засобів, що дозволяють автоматизувати й дистанціювати, і тим самим більш ефективно реалізувати процеси управління. Разом зі зростаючою складністю систем і використовуваних у них інформаційних технологій збільшується їх функціональність та можливості щодо використання. Розробка та втілення новітніх систем передачі даних, зокрема відео потоку в реальному часі, дозволила створити систему керування з «ефектом присутності» (FPV дрони) як для літальних апаратів, так і для наземних роботизованих комплексів.

Хоча розвиток сучасних технологій зумовлює стрімке впровадження в різних галузях діяльності широкого спектра роботизованих дистанційно керованих систем різноманітного призначення, однак недостатньою мірою висвітлено проблеми автоматизації процесів керування цими комплексами шляхом функціонування мобільних роботів на рівнях управління оператором та адаптації їх до умов використання в конкретних умовах місцевості.

Останнім часом з'явилося кілька потужних світових шкіл та проєктів, наприклад ROS (Robot Operating System), підтримкою та розвитком якого займається відомий американський Стенфордський університет, а також окремі фахівці з усього світу [1]. Також багато наукових закладів військового та цивільного спрямування працюють над розробкою та вдосконаленням наземних роботизованих комплексів. Так, у публікаціях науковців Національного університету «Львівська політехніка» та Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного [1] виділено основні напрямки застосування мобільних роботизованих комплексів. Наведено класифікацію систем за функціональним призначенням. Проаналізовано шляхи підвищення оперативності роботизованих систем та викладено методику формування рівнянь динаміки руху даних комплексів. Також у СЕО/СТО ТОВ «Конструкторське бюро «Роботікс»» [2] було досліджено передумови активізації процесу розробки мобільних роботів на початку ХХІ сторіччя. Наведено перелік факторів, що безпосередньо впливають на інтенсифікацію розвитку робототехніки. Автором запропоновано систему класифікації бойових наземних роботизованих комплексів у розрізі масогабаритних характеристик та ступеня їх автономності, описано особливості кожного виду класифікації.

У віснику Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського [3] опубліковано статтю, у якій наведено розробку програмно-апаратного забезпечення для управління мобільною робототехнічною платформою на базі мікроконтролера ESP8266 з використанням програмно-апаратних способів реалізації, також було проведено аналіз наявних систем управління мобільними роботами.

Основною метою роботи є розробка та впровадження системи стабілізації курсової стійкості роботизованих комплексів у процесі руху та маневрування. В основу системи покладено принцип вимірювання відцентрової сили, що діє на рухомий апарат, порівняння її з розрахунковими параметрами, а також алгоритм селекції позаштатних ситуацій, що можуть виникнути в процесі виконання маневрів на конкретному дорожньому покритті та рельєфі в місці виконання різноманітних завдань. В основу алгоритму покладено аналіз значення відцентрових сил та побудову лінії прогнозного тренду щодо їх поведінки на правій та лівій поворотній цапфах комплексу. На основі цих даних проводиться програмний аналіз стабільності траєкторії, або обирається варіант реагування на поведінку колісного агрегату на зміну траєкторії, що були спричинені характеристиками дорожнього покриття, які є непрогнозованими та непередбачуваними в конкретних умовах.

У роботі [4] було показано, що швидкість повороту керованих коліс в несталій стадії повороту чинить суттєвий вплив на керованість автомобілів й одну з її властивостей. У автомобілів з недостатньою керованістю в початковий момент входження в поворот з'являються від'ємні значення кутового прискорення і кутової швидкості в площині дороги, що покладено в основу запропонованого методу. Його реалізовано шляхом встановлення на поворотних цапфах роботизованого комплексу давачів відцентрового прискорення та постійного контролю його вимірюваного значення з наступним порівнянням розрахункового параметра й вимірюваного. На рис. 1 зображено спосіб визначення

найменшого радіуса повороту рухомого агрегату, роботизованого комплексу, а також його залежність від кута повороту передніх коліс.

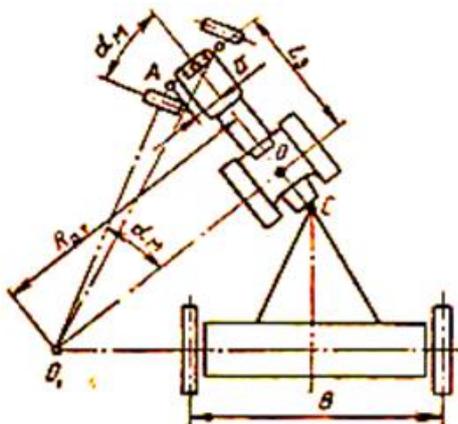


Рисунок 1 – Визначення найменшого радіуса повороту

Аналіз рис. 1 показує, що найменший радіус повороту машини можна визначити за такою формулою, м:

$$R_{0.T} = L_d \cdot \operatorname{ctg} \alpha_M + a, \quad (1)$$

де L_d – довжина колісної бази (подовження колісна база) машини;

α_M – кут маневру (повороту рульового колеса);

a – половина відстані між осями поворотних цапф, м.

Під час руху на опори та колеса рухомого комплексу діють сили реакції, які залежать від швидкості, ваги та багатьох інших факторів [5]. Також є залежність від кута повороту керуючих коліс, що доводить наявність прямої математичної залежності між масогабаритними параметрами рухомого агрегату, його швидкістю та силами реакції, що діють на нього в процесі виконання маневру.

Таким чином, вимірявши сили реакції, можна вирахувати оптимальні кути повороту для забезпечення допустимих сил реакції для конкретного маневру або розрахувати максимальну допустиму швидкість для виконання цього маневреного руху.

Крім того, на основі результатів замірів сил реакції на початку маневру є можливість побудувати лінію тренду для даного конкретного моменту руху з прогнозуванням розвитку подій. Отже, маючи масив замірів на початку маневру, можна математично спрогнозувати розвиток події та поведінку рухомого апарату (рис. 2).

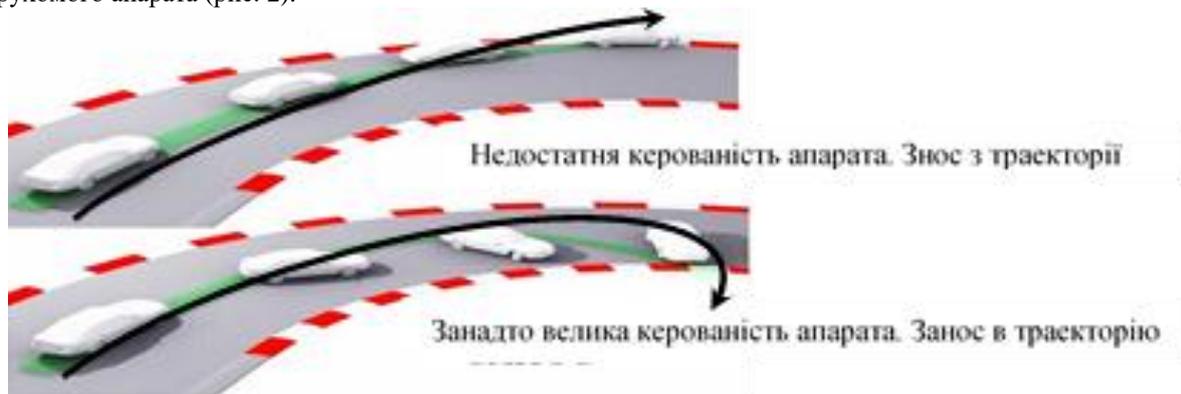


Рисунок 2 – Варіанти відхилення від траєкторії руху

Математичний апарат та методика прогнозування розвитку сил реакції під час виконання маневру, що пропонується. На сьогоднішній день методи статистичного моделювання широко використовуються в економічних розрахунках та прогнозах. Так, джерело [6] присвячене побудові статистичних моделей зі змінними параметрами для прогнозування нестационарних часових рядів, експонентного згладжування – одного з найпростіших і розповсюдженіших прийомів вирівнювання ряду, в основі якого лежить розрахунок експонентних середніх.

Враховуючи, що використання вимірювань під час руху рухомого агрегату є циклічним, результати вимірювань, отримані під час руху, можуть бути розглянуті як дискретний стохастичний часовий ряд із

певним кроком, який в умовах конкретної дорожньої обстановки також є різним і визначає поведінку рухомого об'єкта в конкретний момент часу. Очевидно, що для кожного відрізка шляху і маневру цей ряд є індивідуальним.

Як вказано в [6], експонентну середню S_t можна виразити через значення часового ряду x :

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha x_t + \beta S_{t-1} = \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = \\ &= \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \alpha \beta^2 x_{t-2} + \dots + \alpha \beta^l x_{t-l} + \dots + \beta^N S_0 = \dots = \\ &= \alpha \sum_{i=0}^{N-l} \beta^l x_{t-i} + \beta^N S_0, \end{aligned} \quad (2)$$

де N – кількість членів ряду;

S_0 – деяка величина, що характеризує початкові умови для першого застосування формули при $t = 1$;

α – параметр згладжування, $\alpha = \text{const}$, $0 \leq \alpha \leq 1$; $\beta = 1 - \alpha$.

Отже,

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i x_{i-t}. \quad (3)$$

Таким чином, величина S_t є зваженою сумою всіх членів ряду, причому вага падає експоненційно залежно від давнини (віку) спостереження. Це й пояснює, чому величина S_t названа експонентною середньою.

Тому, використовуючи дану математичну модель, можна з великим ступенем імовірності спрогнозувати розвиток сил реакції при виконанні маневру в конкретних умовах і застосувати завчасно дії щодо коригування курсу рухомого агрегату.

Такими діями може бути або швидка коригуюча зміна положення керованих коліс, або коригування курсової стійкості динамічним способом.

Динамічний спосіб здійснення повороту може бути реалізований такими трьома варіантами: швидкісним, силовим і комбінованим [7]. Під час швидкісного способу поворот здійснюють шляхом розгону коліс зовнішнього борту машини, а в ході силового – шляхом збільшення крутних моментів дотичних реакцій на колесах зовнішнього борту.

Крім того, є можливість стабілізації курсу шляхом визначення необхідних кутів повороту і кутових швидкостей повороту передніх керованих коліс в разі стабілізації курсового кута шляхом повороту останніх у бік заносу під час руху автомобіля в тяговому і гальмівному режимах [8].

Висновок. Використовуючи запропонований метод, можна значно покращити тактико-технічні характеристики наземних рухомих роботизованих комплексів, таких як: маневреність, прохідність та надійність, – оскільки забезпечення стійкості агрегату в ході виконання маневру є ключовим показником під час виконання ним поставлених завдань.

Література

1. Перспективи використання мобільних роботизованих комплексів в широкому спектрі вирішення задач мілітарного спрямування / Зінько Р. В., Ванкевич П. І., Черненко А. Д. та ін. // Збірник наукових праць Військової академії. Одеса, 2018. Вип. № 1 (9). С. 17–27. http://zbirnyk.vaodessa.org.ua/images/zbirnyk_9/03.pdf
2. Кириченко І. В. Наземні роботизовані комплекси: основи та майбутнє // Молодий вчений. № 12 (100). С. 16–20. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-12-100-4>
3. Розробка програмного забезпечення управлінням мобільним роботом / Мошенський А. О., Олещенко Л. М., Новак Д. С. та ін. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Київ, 2022. Том 33 (72), № 5. С. 129–134. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/18>
4. Сіренко Ю. В. Дослідження та обґрунтування ефективних прийомів використання польових агрегатів: дис. на здобуття ступеня доктора філософії за спец. 133 – Галузеве машинобудування / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021. 199 с.
5. Бобошко О. А. Наукові основи підвищення показників маневреності автомобілів: дис. на здобуття ступеня доктора технічних наук за спец. 05.22.02 – Автомобілі і трактори / Харківський нац. автомобільно-дорожній університет. Харків, 2019. 332 с.
6. Моцик С. Р. Адаптивні моделі короткострокового прогнозування часових рядів : кваліфікаційна робота ... бакалавра за спец. 124 – Системний аналіз / КНУ імені Тараса Шевченка. Київ, 2022. 58 с.
7. Carlos E. and Ferro E. Technical Overview of Brake Performance Testing for Original Equipment and Aftermarket Industries in The US and European Markets // Link Tech. Rep. FEV2005-01. 2005. P. 1–27.
8. Спосіб визначення опору повітря при русі гальмівних дисків: Патент на винахід № 121929. Заявл. 10.08.2020 / Кравченко К. О., Хаусер В., Герліці Ю. та ін. // Бюл. № 15. 2020.

Подригало М.А., завідувач кафедри технології машинобудування та ремонту машин, доктор технічних наук, професор
Рибалко І.В., доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин, кандидат технічних наук, доцент
Вахнюк С.А., аспірант кафедри технології машинобудування та ремонту машин

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВІБРОСТІЙКІСТЬ МОТОРНО-ТРАНСМІСІЙНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ УСТАНОВЦІ НА АВТОМОБІЛЬ ДВОХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Питанням використанню двох двигунів внутрішнього згорання (далі - ДВЗ) в моторно-трансмiсійних установках автомобілів останнім часом приділяється дуже багато уваги. При виборі методів зниженні розходу потужності двигуна автомобіля на малих навантаженнях, з метою зменшення витрати палива, використання двох ДВЗ розглядалось як альтернатива методу відключення частини циліндрів. Починалось все з установки на легковий автомобіль послідовно два двигуна меншої розмірності. Далі розглядалось встановлення двох цілком ідентичних, моторно-трансмiсійних установок, кожна з яких керувала одним бортом машини. Зараз з'явилися розробки чотиривісних броньованих машин в яких встановлюються два ДВЗ різної розмірності, які приводять до руху колеса, що розташовані на різних вісях. При цих розробках з'являється проблема функціональної нестабільності роботи трансмісії через взаємовплив двох коливальних систем одна на одну та погіршення вібростійкості останніх.

Дослідженню питань забезпечення вібростійкості моторно-трансмiсійних установок автомобілів та тракторів посвячені роботи [1-4].

В роботі [2] був визначений цикловий пружно-динамічний ККД як новий показник енергетичної ефективності моторно-трансмiсійної установки.

$$\left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл} = 1 - \frac{A_{M_i} \left(1 - \frac{A_{M_i}}{2M_i}\right)}{\pi J_{np} \bar{\omega}_e \omega_M \left(\frac{k^2}{\omega_M^2} - 1\right)} \quad (1)$$

де A_{M_i} – амплітуда коливань індикаторного крутного моменту ДВЗ;

\bar{M}_i – середнє значення індикаторного крутного моменту ДВЗ;

J_{np} – приведений до колінчастого валу двигуна момент інерції трансмісії та поступово рухомої маси автомобіля або трактора;

$\bar{\omega}_e$ – середня за цикл роботи ДВЗ кутова швидкість колінчастого валу;

ω_M – кругова частота коливань крутного моменту [2],

$$\omega_M = 0,5 \bar{\omega}_e i_{\psi} \quad (2)$$

i_{ψ} – кількість циліндрів ДВЗ;

k – кругова частота власних (вільних) коливань вхідного валу трансмісії,

$$k = \sqrt{\frac{C_{np}}{J_{np}}} \quad (3)$$

При використанні двох моторно-трансмiсійних установок, що підключено паралельно, загальний ККД моторно-трансмiсійних установок буде дорівнювати

$$\left(\eta_{мту}^{ynp}\right)_{цикл} = \frac{A_{\delta\epsilon 1} \left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл1} + A_{\delta\epsilon 2} \left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл2}}{A_{\delta\epsilon 1} + A_{\delta\epsilon 2}} \quad (4)$$

де $A_{\delta\epsilon 1}$, $A_{\delta\epsilon 2}$ – роботи першого та другого двигунів, здійснені за рівний проміжок часу;

$\left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл1}$; $\left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл2}$ – цикловий пружний ККД моторно-трансмiсійних установок з першим та другим двигунами, відповідно.

Методами класичного математичного аналізу вирішуємо завдання отримання максимального значення ККД моторно-трансмiсійної установки $\left[\left(\eta_{mp}^{ynp}\right)_{цикл}\right]_{max}$ і визначаємо, що для цього необхідно забезпечити рівність

$$\left(\eta_{mp}^{ypp}\right)_{цикл1} = \left(\eta_{mp}^{ypp}\right)_{цикл2} \quad (5)$$

при роботі двох ДВЗ на будь-яких режимах.

При встановленні на автомобіль двох двигунів зі своїми трансмісіями, що керують різними групами мостів машини виникає проблеми вирівнювання ККД.

З цього випливає, що необхідно забезпечити рівність наступних параметрів:

$$A_{M_{i2}} = A_{M_{i1}} \quad (6)$$

$$\overline{M_{i2}} = \overline{M_{i1}} \quad (7)$$

$$\overline{\omega_{e2}} = \overline{\omega_{e1}} \quad (8)$$

$$\omega_{M_2} = \omega_{M_1} \quad (9)$$

$$k_2 = k_1 \quad (10)$$

$$J_{np2} = J_{np1} \quad (11)$$

У виразах всі параметри з індексом "1" відносяться до першої моторно-трансмісійної установки, а з індексом "2" - до другої моторно-трансмісійної установки.

Приведені моменти інерції трансмісії та частини маси автомобіля до першого та другого двигуна [2]

$$J_{np1} = J_{np11}^{mp} + J_{np111}^{mp} + J_{mnp1} \quad (12)$$

$$J_{np2} = J_{np12}^{mp} + J_{np112}^{mp} + J_{mnp2} \quad (13)$$

де $J_{np11}^{mp}; J_{np12}^{mp}$ – приведені до колінчатих валів першого і другого двигунів моменти інерції обертових мас трансмісії, що пов'язано з ним постійним передатним відношенням;

$J_{np111}^{mp}; J_{np112}^{mp}$ – приведені до колінчатих валів першого і другого двигунів моменти інерції трансмісії, пов'язані змінним передатним відношенням;

$J_{mnp1}; J_{mnp2}$ – приведені до колінчатих валів першого і другого двигунів відповідні частини маси автомобіля, що поступово рухається,

$$J_{mnp1} = \frac{m_{np1} r_k^2}{U_{mp1}^2} \quad (14)$$

$$J_{mnp2} = \frac{m_{np2} r_k^2}{U_{mp2}^2} \quad (15)$$

де r_k – кінематичний радіус коліс автомобіля;

$U_{mp1}; U_{mp2}$ – передатне відношення трансмісій першої та другої моторно-трансмісійних установок.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження визначено умову отримання максимального значення пружно-динамічного циклового ККД моторно-трансмісійної установки з двома двигунами, що виконується за рахунок рівності пружно-динамічних ККД моторно-трансмісійних установок першого і другого двигунів.

Висновки: Використання двох моторно-трансмісійних установок, підключених паралельно, при рівності значень ККД обох моторно-трансмісійних установок, може збільшити до максимального значення їх загальний цикловий пружно-динамічний ККД. Методика приведення поступально-рухомої маси автомобіля до першої та другої моторно-трансмісійних установок, дозволяє більш коректно визначити наведені до колінчастих валів моменти інерції трансмісії та пружно-динамічний ККД моторно-трансмісійної установки.

Література

1. Podrigalo, M., Kholodov, M., Baitsur, M., Podrigalo, N., Koryak, A. et al., "Methods of Evaluating the Efficiency and Vibration Stability of Vehicles with Internal Combustion Engine," SAE Technical Paper 2021-01-1025, 2021, doi: 10.4271/2021-01-1025.

2. Подригало Н.М. Концепція забезпечення ефективності та контролю функціональної стабільності моторно-трансмісійних установок транспортно-тягових засобів: автореферат дис. на отримання наукового ступеня доктор технічних наук : спец. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. / Н.М. Подригало. - Харків, 2016. 36 с.

3. Тарасов Ю.В. Наукові основи забезпечення технічного рівня автотранспортних засобів при проектуванні та модернізації: автореферат дис. на отримання наукового ступеня доктора технічних наук / Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2020. 40 с.

4. Артьомов М.П. Динамічна стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів : автореферат дис. На здобуття наукового ступеня доктор технічних наук 6 05.05.11/М.П. Артьомов. - Харків, 2014. 41 с.

**Полив'янчук А.П., професор кафедри
«Автомобілі та транспортний менеджмент», д-р техн. наук, професор
Рзасв С.Р., магістрант кафедри
«Автомобілі та транспортний менеджмент»
Вінницький національний технічний університет**

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ - МІКРОТУНЕЛІВ

Анотація. Проаналізовано вимоги нормативних документів щодо умов використання еталонних повнопотокових і компактних частковопотокових систем екологічної діагностики транспортних дизелів, світовий та вітчизняний досвід їх експлуатації. Розроблено математичні моделі для визначення температури проби в цих системах та результуючої похибки вимірювань нормованого показника - масового викиду твердих частинок з відпрацьованими газами дизеля. За результатами випробувань дизелів 1Ч12/14 та 4ЧН12/14 за автомобільним циклом ESC доведено доцільність регулювання температури проби в найбільш компактній вимірювальній системі – мікротунелі з метою підвищення її точності.

Ключові слова: транспортний дизель, екологічна діагностика, відпрацьовані гази, тверді частинки, мікротунель.

Проблематика досліджень. При використанні компактних систем екологічної діагностики автомобільних дизелів – міні- та мікротунелів слід виконувати вимогу щодо забезпечення їх точності: відносні відхилення результатів вимірювань нормованого показника РМ – масового викиду твердих частинок з відпрацьованими газами (ВГ), визначені компактною (частковопотоковою) та еталонною (повнопотоковою) системами не повинні перевищувати $\pm 5\%$ [1, 2]. При використанні компактних тунелів при вимірюванні показника РМ виникає методична похибка вимірювань цієї величини – δPM_t , обумовлена зміною температури розбавлених ВГ у тунелі, від якої залежить маса розчинної органічної фракції (РОФ) у складі ТЧ [3-5]. Похибка δPM_t може бути усунена за рахунок використання в компактних системах регуляторів температури проби, які забезпечують відповідні еталонній системі умови розбавлення ВГ. Оскільки такі регулятори є вартісними, високотехнологічними пристроями, встановлення яких ускладнює та здорожує вимірювальні системи, доцільність їх використання повинна бути досліджена.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відповідності до вимог нормативних документів – Правил ЄЕК ООН R-49, міжнародного стандарту ISO 8178 та ін. вимірювання масових викидів ТЧ від автомобільних дизелів можуть здійснюватися з використанням різних вимірювальних систем [1]: еталонних повнопотокових тунелів з 1 та 2-кратним розбавленням ВГ чистим повітрям та компактних частковопотокових тунелів, які поділяються на мінітунелі (мають діаметр 7,5...12 см і довжину 75...120 см) та мікротунелі (мають діаметр 2,5...4 см і довжину 25...40 см). До найбільш відомих частковопотокових тунелів відносяться: мінітунель з ізокінетичним пробовідбірником МТ 474 (AVL), мінітунель багатотрубного типу (Mitsubishi), мікротунелі з диференціальним способом визначення масової витрати ВГ – SPC 472 (AVL), РТР 2000 (Pirburg) та ін. [6-9].

Для визначення нормованого екологічного показника РМ – середньоексплуатаційного масового викиду ТЧ з ВГ проводяться стендові випробування автомобільних дизелів за регламентованими випробувальними циклами, які складаються з нормованих режимів роботи двигуна з заданими значеннями числа обертів колінчастого валу – n , навантаження на вал двигуна – L , вагового фактору – WF , який враховує відносний час роботи дизеля на режимі в процесі експлуатації, та тривалості режиму випробувань – t . При цьому в тунелях можуть використовуватись різні режими розбавлення ВГ повітрям: D_1 – режим з постійною масовою витратою розбавлених ВГ або CVS-режим; D_2 – CVS-режим з зовнішнім повітряним охолодженням тунелю; D_3 – режим з постійним коефіцієнтом розбавлення ВГ; D_4 – режим з постійним коефіцієнтом розбавлення ВГ та зовнішнім повітряним охолодженням тунелю.

Ступінь впливу температури проби в тунелі на контрольований масовий викид ТЧ може бути оцінено за результатами експериментальних досліджень зарубіжних та вітчизняних авторів [7,9,10], які свідчать про наступне: 1) збільшення температури розбавлених ВГ перед фільтрами – t_f призводить до зменшення контрольованого за масою навішування ТЧ викиду ТЧ – m_f і навпаки; 2) вплив температури t_f на величину m_f може бути врахований за допомогою встановлених емпіричних лінійних залежностей [7, 10]; 3) значення коефіцієнту пропорційності цих залежностей залежить від режиму роботи двигуна: при збільшенні потужності дизеля їх величина зменшується.

Постановка завдання. Мета роботи полягала у оцінюванні доцільності регулювання температури проби в компактних системах – міні- та мікротунелях на основі досліджень їх точності з врахуванням

методичної похибки вимірювань показника РМ. Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання: 1) аналіз літературних джерел за тематикою дослідження; 2) розробка математичних моделей для визначення температури проби розбавлених ВГ в тунелі та результуючої похибки вимірювань показника РМ – δPM_i ; 3) дослідження доцільності регулювання температури проби в міні- та мікротунелях.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В основі математичної моделі для визначення температури проби розбавлених ВГ в тунелі – t_f , використано рівняння теплового балансу процесу теплообміну нагрітого газу в циліндричному трубопроводі з навколишнім повітрям [11]. В результаті перетворення цього рівняння отримано основну розрахункову формулу, для визначення температури газового потоку в кінці трубопроводів протікання розбавлених ВГ. Послідовне обчислення кінцевих температур газових потоків у всіх трубопроводах системи розбавлення ВГ дозволяє визначити температуру проби перед фільтром – t_f .

Математична модель для визначення результуючої похибки вимірювань показника РМ – δPM передбачає визначення цієї величини, як суми її інструментальної – δPM_{in} та методичної – δPM_t складових: Величина δPT_{in} визначається за допомогою залежності для обчислення похибки результату непрямих вимірювань [10]. Похибка δPM_t чисельно дорівнює відносному відхиленню контрольованого масового викиду ТЧ, визначеного при фактичних значеннях температур t_{fi} , від масового викиду ТЧ, визначеного при значеннях температур t_{f0i} , прийнятих за базові і відповідних розбавленню ВГ у еталонній системі при $t_{dil} = 20^\circ C$, $t_{f(max)} = 52^\circ C$ [11].

Дослідження доцільності регулювання температури проби в міні- та мікротунелях проведені за критерієм відносного відхилення результатів вимірювань показника РМ часковопотоковою та еталонною системами – δPM . На основі результатів екологічних випробувань дизелів 1Ч12/14, оснащеного мінітунелем МТ-1, та 4ЧН12/14, оснащеного мікротунелем МКТ-2 [5, 10, 12] за 13-ступінчастим циклом ESC (рис. 1) за допомогою наведених математичних моделей проведено розрахункові дослідження абсолютних відхилень температур проб в повнопотоковій системі з діаметром 46 см від аналогічних температур в мінітунелі з діаметром 10 см та мікротунелі з діаметром 3 см – Δt_f , а також виникаючих при цьому методичних похибок вимірювань масових викидів ТЧ – m_f (рис. 2).

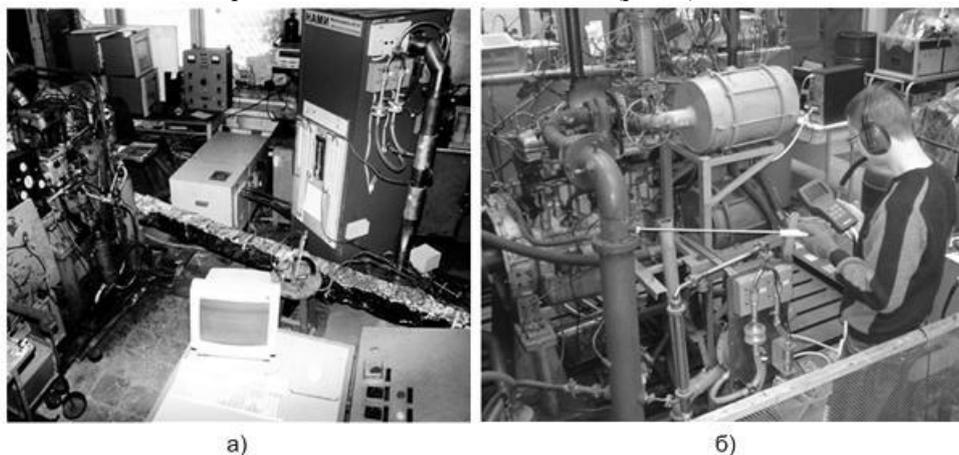


Рисунок 1 – Гальмівні стенди для проведення екологічної діагностики:
а) дизеля 1Ч12/14 з мінітунелем МТ-1; б) дизеля 4ЧН12/14 з мікротунелем.

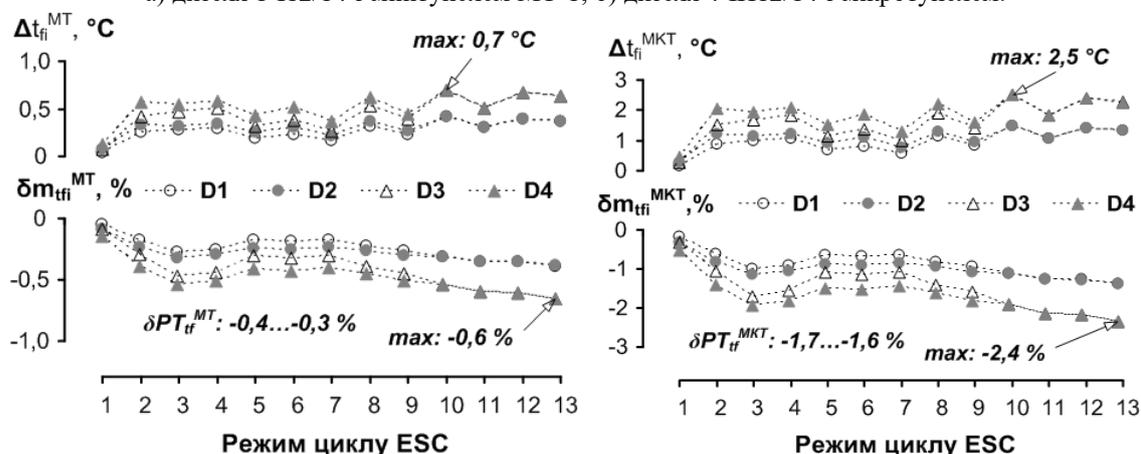


Рисунок 2 – Результати експериментальних досліджень точності міні- та мікротунелів

Результати проведених досліджень свідчать про наступне: теплові умови розбавлення ВГ в мінітунелі і еталонній системі є приблизно рівними: відхилення температур проби в цих системах є меншими 0,7 °С, виникаючі при цьому методичні похибки вимірювань показника РМ не перевищують 0,4 % і не впливають суттєво на результуючу похибку тунелю; теплові умови розбавлення ВГ в мікротунелі і еталонній системі мають суттєві відмінності: відхилення температур проби в цих системах досягають 2,5 °С, виникаючі при цьому методичні похибки вимірювань РМ складають 1,6 – 1,7 %, що призводить до збільшення результуючої похибки до $\pm 5,9\%$.

Таким чином регулювання температури проби в мінітунелях можна не застосовувати, а в мікротунелі воно є доцільним і дозволяє забезпечити потрібну точність вимірювань показника РМ.

Висновки. 1. За результатами аналізу нормативних документів – Правил ЄЕК ООН R-49, R-96, міжнародного стандарту ISO 8178 та ін., світового та вітчизняного досвіду використання розбавляючих тунелів встановлено: технічні характеристики та умови експлуатації еталонних повнопотокових та частковопотокових тунелів, емпіричні залежності, що характеризують ступінь впливу температури проби в тунелі на точність вимірювань масових викидів ТЧ на різних режимах роботи дизеля. 2. Розроблено математичні моделі для визначення: температур проби розбавлених повітрям ВГ в тунелях різних типів, результуючої похибки визначення середньоексплуатаційного викиду ТЧ - показника РМ з врахуванням впливу температури проби в тунелі на точність вимірювань РМ. 3. На основі результатів випробувань дизелів 1Ч12/14 та 4ЧН12/14 за циклом ESC та розроблених математичних моделей проведено розрахункові дослідження з оцінювання впливу на точність мінітунелю та мікротунелю з діаметрами 10 см і 3 см, відповідно, температурних режимів прободготовки, які порівнювались з еталонною системою з діаметром 46 см. Результати досліджень довели доцільність регулювання температури проби в мікротунелі для усунення суттєвих методичних похибок вимірювань показника РМ, які складають -1,6 ... -1,7 %. В мінітунелі відповідні похибки є не суттєвими: -0,3 ... -0,4 %, тому потреби в регулюванні температури проби в цій системі немає.

Література

1. Regulation № 49-06. Uniform Provisions Concerning the Measures to be Taken Against the Emission of Gaseous and Particulate Pollutants from Compression-ignition Engines and Positive-ignition Engines for Use in Vehicles. E/ECE/TRANS/505, 2013. – 541 p.
2. Lianga Z. Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS / Z. Lianga, J. Tiana, S. Zeraati Rezaeia, Y. Zhanga et al. // School of Mechanical Engineering, University of Birmingham, UK, 2022. – 31 p.
3. Foote E. Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement / E. Foote, M. Maricq, M. Sherman, D. Carpenter et al. // SAE Technical Paper № 2013-01-1567, 2023. – 10 p.
4. Клименко О.А. Дослідження та створення перспективної системи для визначення масових викидів забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигунів / О.А. Клименко, А.М. Редзюк, О.В. Кудренко, С.О. Ричок // Автошляховик України, 2012. – № 5 (229) – С. 2–8.
5. Polivyanchuk A.P. Mathematical modeling of diesel engine operation mode influence on mass emission of particulate matter with exhaust gases using microtunnel / A.P. Polivyanchuk, I.V. Gritsuk, E.A. Skuridina // Theoretical and practical aspects of the development of the European Research Area: monograph / edited by authors. – 4th ed. – Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2020. – P. 269-301.
6. Редзюк А.М. Щодо визначення масових викидів забруднюючих речовин двигунами колісних транспортних засобів / А.М. Редзюк, О.А. Клименко, О.В. Кудренко // Автошляховик України, 2012. – № 4 (228) – С. 2–7.
7. Alozie, N. Influence of Dilution Conditions on Diesel Exhaust Particle Measurement Using a Mixing Tube Diluter / N. Alozie, D. Peirce, A. Lindner, W. Winklmayr et al. // SAE Technical Paper № 2014-01-1568, 2014. – 14 p.
8. Smart Sampler PC SPC 472. PC program for SPC 472 control. – AVL, List GmbH Graz, Austria, 1993. – 76 p.
9. Russel R. Development of a Miniaturized, Dilution-Based Diesel Engine Particulate Sampling System for Gravimetric Measurement of Particulates / R. Russel // SAE Techn. Pap. Ser. №931190, 1993. – 12 p.
10. Polivyanchuk A.P. Features of Environmental Diagnostics of Heat Motors and Boiler Plants by Information Methods / A. Polivyanchuk, M. Ahieiev, A. Kagramanian, A. Baranovskis, O. Samarin // ICTE in Transportation and Logistics 2019. Series: Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham, 2020. – P. 360-367.
11. Полив'ячук А.П. Підвищення ефективності систем контролю викидів твердих частинок з відпрацьованими газами дизелів: монографія / А.П. Полив'ячук. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 224 с.

Поляков В.М., професор кафедри автомобілів, к.т.н., доцент
Разбойніков О.О., доцент кафедри автомобілів, к.т.н.
Губарєв Д.Д., аспірант
Умінський Б.С., магістр групи АБМ-П-1 спеціальність 133
«Галузеве машинобудування», ОП «Автомобілі транспортні засоби»
Національний транспортний університет (м. Київ, Україна);

СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА ТА ЙОГО ВЗАЄМОДІЇ З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

На динаміку руху автомобіля впливає велика кількість параметрів та робочих процесів його систем та механізмів [1]. Разом з тим, суттєвої уваги заслуговують параметри автомобільного колеса та його взаємодії з опорною поверхнею дороги. Це пояснюється тим, що саме пневматична шина автомобільного колеса є кінцевим елементом конструкції автомобіля, яка безпосередньо взаємодіє з опорною поверхнею і передає всі сили та моменти (що діють в плямі контакту з дорогою) на його підвіску та рульове керування. До основних параметрів автомобільного колеса та його взаємодії з опорною поверхнею слід віднести радіальну та бічну жорсткості пневматичної шини, повздовжній та поперечний коефіцієнти зчеплення з дорогою, коефіцієнт опору бічному відведенню тощо. Для визначення цих параметрів проводяться відповідні стендові випробування. Так, для визначення радіальної жорсткості шини c_{tz} необхідно визначити її пружну характеристику, тобто залежність деформації шини s_T від вертикального навантаження F на неї (рис. 1).

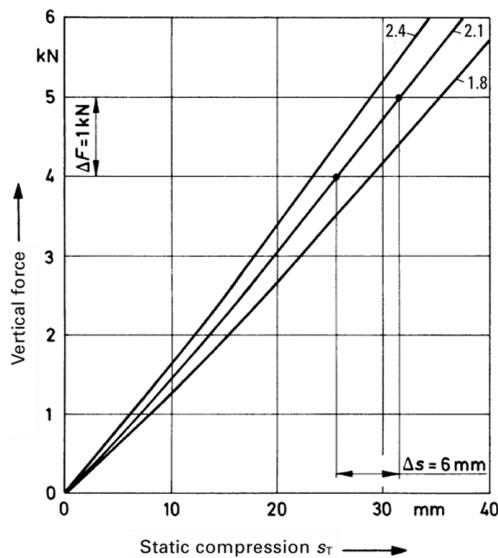


Рисунок 1 – Залежність деформації s_T шини 175/70 R 13 80 S від вертикального навантаження F на неї

при різних (1,8 bar; 2,1 bar; 2,4 bar) значеннях внутрішнього тиску [1]

Отримані параметри шин та їх взаємодії з дорогою можуть бути використанні при математичному моделюванні руху автомобіля. Крім того, такі дані можуть бути використанні з метою побудови універсальних розрахунково-експериментальних залежностей, наприклад, для визначення бічної c_{ty} (табл. 1) та радіальної c_{tz} (табл. 2) жорсткостей шин різних моделей, розмірів і типів шин в залежності від допустимого навантаження P_z [2].

Таблиця 1 – Універсальні залежності для розрахунку коефіцієнтів бічної жорсткості шини [2]

№	Вид отриманою залежності $c_{ty} = f(P_z)$	Значення постійних коефіцієнтів			Середня відносна похибка, %
		a	b	c	
1	$c_{ty} = a \cdot P_z^b$	1,12	0,73	–	4,50
2	$c_{ty} = \frac{1}{(a + b \cdot P_z^c)}$	0,08755	-0,0595	0,0448	10,2

Таблиця 2 – Апроксимуючі залежності результатів досліджень радіальної жорсткості шин [2]

Тип шин	Залежність	Середня відносна похибка, %
Легкові радіальні шини	$c_{tz} \left(\frac{H}{мм} \right) = 1,6221 \cdot P_z^{0,54438} (H)$	7
Легкові діагональні шини	$c_{tz} \left(\frac{H}{мм} \right) = 0,3311 \cdot P_z^{0,7531} (H)$	14,2
Вантажні радіальні шини	$c_{tz} \left(\frac{H}{мм} \right) = 0,3240 \cdot P_z^{0,7731} (H)$	6,4
Вантажні діагональні шини	$c_{tz} \left(\frac{H}{мм} \right) = 52,06 \cdot P_z (\kappa H) - 0,84 \cdot P_z^2 (\kappa H)$	4,9
Всі шини	$c_{tz} \left(\frac{H}{мм} \right) = 0,1244 \cdot P_z^{0,8616} (H)$	12,1

Разом з тим, найбільш точний підхід до визначення параметрів автомобільного колеса та його взаємодії з опорною поверхнею є стендові випробування для конкретної шини з конкретним внутрішнім тиском в ній. В лабораторії кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету є стенд для дослідження кочення коліс з бічним відведенням (далі за текстом –«Стенд») (рис. 2, а). Стенд складається з рами 4 (рис. 2,б), вантажної платформи 8, колеса 7, рухомої осі колеса 5, яка має можливість переміщуватися в поперечному напрямку, сталевих канатів 13, блоків 12, 14, 15, вантажу 11, що створюють бічну силу на колесо, і вантажу 10, що створюють вертикальне навантаження. Варто зазначити, що Стенд має можливість вертикального переміщення вантажної платформи 8 по вертикальним напрямним 9, а також переміщення вздовж опорної поверхні 1 на роликах 3 по швелерах 2. Рухома вісь 5 колеса 7 має можливість переміщення разом із колесом в поперечному напрямку по рухомим напрямним Стенду [3].

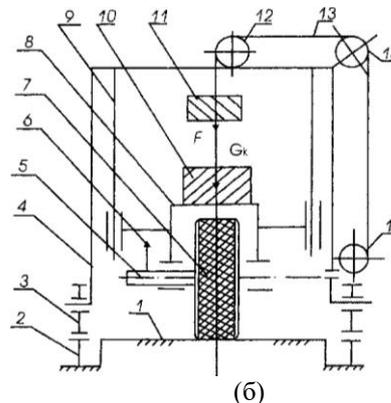


Рисунок 2 – Загальний вигляд Стенду (а) та його кінематична схема (б)

На Стенді проведено експериментальні дослідження щодо визначення радіальної жорсткості c_{tz} шини 175/70 R 13 82 T (внутрішній тиск 0,2 МПа) та розмірів плями її контакту з опорною поверхнею (рис. 3). Вертикальне переміщення вантажної платформи для відриву автомобільного колеса від опорної поверхні (рис. 3, а) та поновлення його контакту (рис. 3, б) відбувалось з залученням тельферу. Для визначення розмірів плями контакту між шиною та опорною поверхнею (рис. 3, в) на шину нанесено крейду (рис. 3, а).

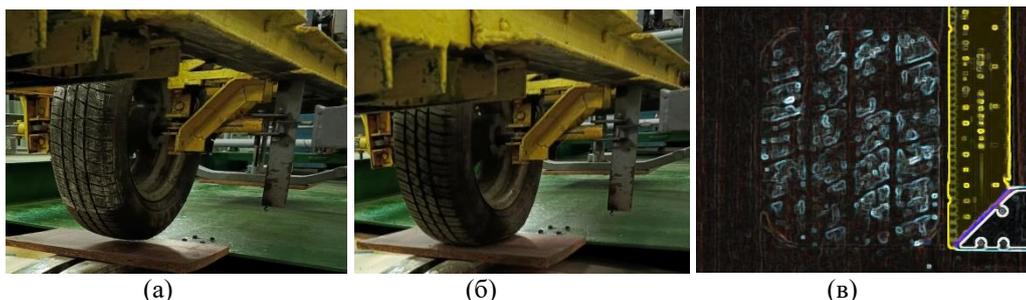


Рисунок 3 – Експериментальні дослідження щодо визначення радіальної жорсткості c_{tz} шини 175/70 R 13 82 T і розмірів плями її контакту з опорною поверхнею

За результатами експериментальних досліджень визначено, що радіальна жорсткість s_T шини 175/70 R 13 82 T становить 164 Н/мм. За результатами отриманих експериментальних даних було нанесено точки на поле графіка щодо залежності деформації шини s_T від вертикального навантаження F на неї, а потім було побудовано апроксимуючу зазначеної графічної залежності (рис. 4). Вертикальне навантаження F забезпечувалось масою самої платформи (110 кг) і вісьма зйомними вантажами по 30 кг кожний (рис. 2, а).

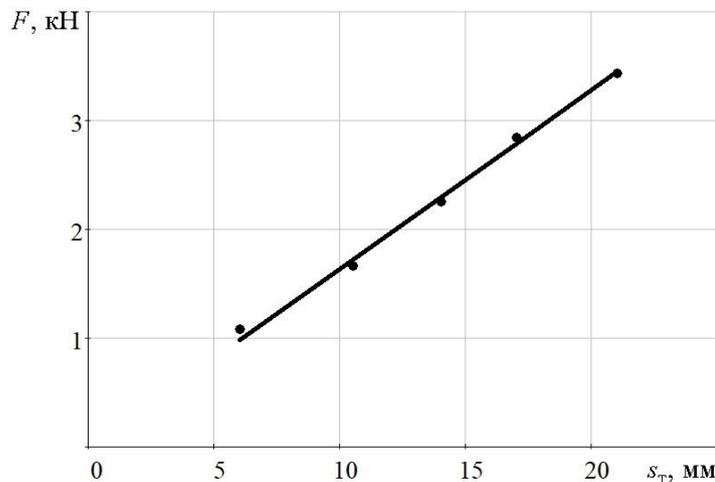


Рисунок 4 – Залежність деформації s_T шини 175/70 R 13 82 T (внутрішній тиск 0,2 МПа) від вертикального навантаження F

Проведено порівняння отриманих на Стенді експериментальних даних (рис. 4) з даними визначеними на основі відомостей наведених в роботах [1, 2]. Так, в роботі [1] для шини 175/70 R 13 80 S з внутрішнім тиском 0,21 МПа (рис. 1) її радіальна жорсткість s_T становить 167 Н/мм. Відносна розбіжність менше 2%. За результатами розрахунку по апроксимуючій залежності для радіальної шини (табл. 2) [2] отримане значення радіальної жорсткості становить 155 Н/мм. Відносна розбіжність 5,5%.

Висновки.

В лабораторії кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету проведено стендові дослідження щодо визначення радіальної жорсткості шини автомобільного колеса та розмірів плями її контакту з опорною поверхнею. За результатами експериментальних досліджень визначено, що радіальна жорсткість шини 175/70 R 13 82 T (внутрішній тиск 0,2 МПа) становить 164 Н/мм. Проведено порівняння отриманих на Стенді експериментальних даних з даними для шини 175/70 R 13 80 S з внутрішнім тиском 0,21 МПа, де її радіальна жорсткість становить 167 Н/мм. Відносна розбіжність між даними менше 2%. Також проведено порівняння з результатами розрахунку по апроксимуючій залежності для радіальної шини легкового автомобіля. Розрахункове значення радіальної жорсткості становить 155 Н/мм. Відносна розбіжність 5,5%. Результати стендових випробувань можуть бути використанні при математичному моделюванні руху автомобіля з шинами 175/70 R 13 82 T (внутрішній тиск 0,2 МПа).

Література

1. Jörnßen Reimpell. The automotive chassis: engineering principles / Reimpell Jörnßen, Stoll Helmut, W. Betzler Jürgen. – [2nd edition]. – Oxford : Butterworth-Heinemann Elsevier Science, 2001. – 460 p. – ISBN 0-7506-5054-0.
2. Розробка та реалізація методу визначення розрахункових залежностей для радіальної та бічної жорсткостей автомобільних шин / Балакіна К. В. та ін. Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування : Наук. пр. Міжнар. науково-практ. конф. присвяч. 90-річчю Харків. автомоб.-дорож. ун-ту та 90-річчю автомоб. ф-ту, м. Харків, 16 верес. 2024 р. – 18 верес. 2020 р. Харків, 2020. С. 229–231. URL: https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/Конференції/2020/_тези20п.pdf (дата звернення: 12.10.2024).
3. Костенко А. В. Прогнозування показників курсової стійкості легкового автомобіля з урахуванням розкиду жорсткісних характеристик шин : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.02 / Нац. трансп. ун-т. Київ, 2007. 168 с.

Поляков А.П., завідувач кафедри, доктор технічних наук, професор
Шевчук В.М., магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПЕРЕВЕДЕННІ ДИЗЕЛЯ НА РОБОТУ НА СУМІШ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ

В даний час двигуни внутрішнього згорання залишаються основною рушійною силою автомобіля. У зв'язку з цим єдиний шлях вирішення енергетичної проблеми автомобільного транспорту - це використання альтернативних видів палива. Нове пальне має задовольнити дуже багатьом вимогам: мати необхідні сировинні ресурси, низьку вартість, не погіршувати роботу двигуна, як можна менше забруднювати навколишнє середовище, по можливості поєднуватися зі сформованою системою постачання палива.

Біодизельне паливо - є альтернативним і екологічним чистим видом палива, його отримують з рослинних олій і використовують для заміни звичайного дизельного палива. Сировиною для виробництва біодизельного палива можуть бути різні рослинні олії: рапсова, соєва, арахісова, пальмова, відпрацьовані соняшникова та оливкова, а також тваринні жири.

Біодизельне паливо має такі переваги по відношенню до викопних палив: міжремонтний термін експлуатації двигуна, що працює на біодизелі збільшується приблизно на 50%; вищий показник змащувальної здатності біодизелю порівняно зі звичайним дизельним паливом - перевага, що сприяє тривалішому ресурсу форсунок; цетанове число біодизелю становить 51 (тоді як в мінерального дизпалива - близько 45), що покращує запуск двигуна; висока температура спалаху, що робить біодизель одним з найбільш пожегобезпечних видів палива; кількість викидів шкідливих сполук і твердих часток при роботі двигуна на біодизелі зменшується на 20-25%, чадного газу - на 10-12%, ніж при роботі на мінеральному дизельному паливі; біодизель відноситься до екологічних видів палива, а вуглекислого газу в вихлопі рівно стільки, скільки споживається із атмосфери тими ж рослинами, з яких отримується олія.

При роботі двигунів на біодизелі зменшуються шкідливі викиди інших продуктів згорання, в тому числі сірки - на 98%, а сажі - від 50 до 61%, гідрокарбонатів - та вуглекислих монооксидів - на 30-34%.

Також необхідно відзначити недоліки біодизельного палива, хоча більшості з них можна позбавитись шляхом нескладних налагоджувальних робіт двигуна: при пробігу 1000-1500 км з моменту переходу на біодизель рекомендується заміна паливних фільтрів, оскільки при переході на біодизель відбувається руйнування відкладень у паливопроводах, що веде до засмічення фільтрів та форсунок; температура випаровування значно вище ніж у звичайного дизельного палива, це може призвести до неповного згорання палива; в'язкість біодизельного палива більша, це створить додаткове навантаження на систему подачі палива та погіршить розпилування палива; при довгостроковому зберіганні відбувається розкладання палива; менша енергетична цінність, це приведе до більшої витрати палива.

Головним завданням управління робочими процесами дизеля є збереження параметрів ефективності роботи дизеля під час його експлуатації при переведенні на біодизельне паливо. Для організацій управління робочими процесами дизеля при переведенні його на роботу на біодизельне паливо потрібно визначити вплив фізико-хімічних характеристик двох основних параметрів роботи двигуна:

параметри роботи паливної системи дизеля: циклова подача; кут випередження вприскування палива; тиск підйому голки форсунки;

параметри горіння: коефіцієнт залишкових газів в циліндрі; коефіцієнт надлишку повітря; затримка займання; тривалість горіння робочої суміші; тривалість розпилування; повнота згорання.

Для вирішення цього завдання, використовуємо діаграму, яка використовується для ухвалення управлінських рішень на базі структурованого аналізу впливаючих чинників. У діаграмі використовуються фізико-хімічні властивості біодизельного палива, як постійні впливаючі параметри роботи двигуна. Об'єктами управління взяти параметри роботи паливної системи дизеля, оскільки від них залежать якісні показники ефективності його роботи. Як чинники, які впливають на об'єкти управління, взяти параметри горіння [1].

Метою дослідження є визначення, як фізико-хімічні властивості біодизельного палива впливатимуть на показники ефективності дизеля при певних параметрах роботи паливної системи дизеля, і як слід змінити ці параметри роботи паливної системи при переведенні на біодизельне паливо для забезпечення збереження техніко-економічних і екологічних показників.

Ці параметри залежать головним образом від фізико-хімічних властивостей палива. Вплив деяких з цих властивостей можна теоретично визначити. Розглянемо діаграми для кожного з параметрів роботи паливної системи дизеля.

З діаграми (рис. 1) видно, що визначення оптимального кута випередження впорскування палива залежить від деяких параметрів горіння - коефіцієнту залишкових газів в циліндрі, затримки займання, тривалості горіння, тривалості розпилювання, повноти згорання [1].

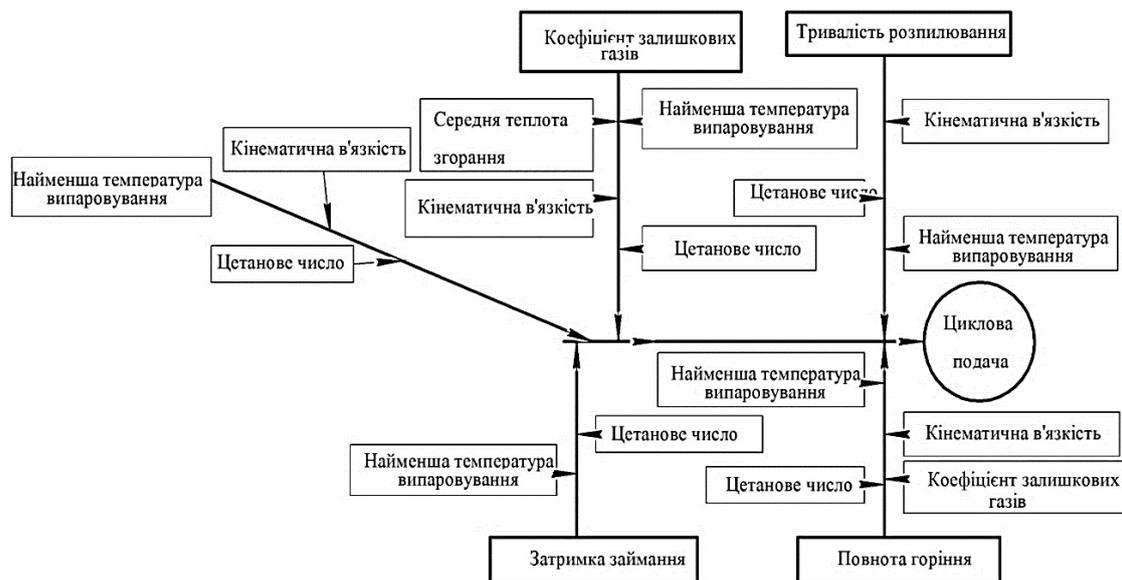


Рисунок 1 – Діаграма для визначення оптимального кута випередження впорскування палива

Розглянемо, як змінюються параметри горіння залежно від фізико-хімічних властивостей біодизельного палива і як ці зміни впливають на визначення оптимального кута випередження впорскування палива.

Коефіцієнт залишкових газів.

Цетанове число – біодизельне паливо має цетанове число, яке складає 51 на шкалі 100. Якщо брати за стандартом, воно по цетановому числу входить в ряд преміального палива. Цей параметр забезпечує кращу повноту горіння і, отже, зниження коефіцієнта залишкових газів.

Кінематична в'язкість - велика кінематична в'язкість біодизельного палива приводить до збільшення розміру крапель палива при розпилюванні і дальності. При переведенні на біодизельне паливо крапля палива на 1,3 більше, ніж у дизельного палива, що приводить до збільшення дальності струменя. Найменша температура випаровування у біодизельного палива досить велика, що може привести до недогорання і, відповідно до підвищення коефіцієнта залишкових газів в циліндрі.

Можна дійти до висновку, що при переведенні на біодизельне паливо коефіцієнт залишкових газів збільшиться, тому що цетанове число біодизельного палива перевищує цетанове число дизельного палива, велика в'язкість і температура випаровування біодизельного палива затрудняють процес розпилювання і отже процес горіння, паливо не встигає повністю догоріти за даних умов. Щоб значення цього коефіцієнта знаходилось в необхідному діапазоні потрібно забезпечити збільшення кута випередження впорскування палива, щоб паливо встигло догоріти при тактах горіння та розширення [2].

Тривалість горіння.

По діаграмі, тривалість горіння залежить від цетаного числа, найменшої температури випаровування, середньої теплоти згорання і кінематичної в'язкості.

Цетанове число – цетанове число біодизельного палива, як розглядали вище, забезпечує краще горіння палива, у принципі, якщо взяти цю характеристику окремо, то тривалість горіння знижується при переведенні на біодизельне паливо.

Найменша температура випаровування - висока температура випаровування біодизельного палива утрудняє його застосування при низьких температурах, часто для позбавлення цього недоліка паливо підігривають при використанні. Можна припустити що, наявність палива з високою температурою випаровування може збільшити затримку займання і, отже, тривалість згорання палива.

Середня теплота згорання – виділена теплота при згоранні дизельного палива вище на 1,2 разу виділеної теплоти при згоранні ефірів пальмового масла. Це означає, що для одержання продуктивності при роботі дизеля на біодизельному паливі таку ж як при роботі на звичайному дизелі, потрібна більше кількість палива і, отже, потрібен більше час для його горіння. Можна відмитити, що низька теплота згорання біодизельного палива приведе до підвищення тривалості згорання палива при робочому процесі двигуна.

Кінематична в'язкість – висока в'язкість біодизельного палива приводить до збільшення крапель уприскуваного палива, це погіршує сумішеутворення і утрудняє процес горіння палива. Отже, при переведенні на біодизельне паливо тривалість горіння повинна бути більше.

При переведенні дизеля на біодизельне паливо, тривалість горіння залежить від цетаного числа, найменшої температури випаровування, середньої теплоти згорання і кінематичної в'язкості. З цих чинників єдиним, який дозволяє понизити тривалість горіння, є цетанове число. Проте, оскільки решта параметрів теж робить істотний вплив на тривалість згорання і збільшують його, то треба забезпечити повне згорання палива на тактах згорання і розширення. Це можна здійснити шляхом збільшення кута випередження впорскування палива.

Тривалість розпилювання.

По діаграмі, тривалість розпилювання залежить від цетаного числа, найменшої температури випаровування, середньої теплоти згорання і кінематичної в'язкості [2].

Цетанове число – високе цетанове число біодизельного палива покращує процес згорання.

Найменша температура випаровування – як вище розглянуто, висока температура випаровування біодизельного палива може збільшити затримку займання і, як наслідок, тривалість розпилювання повинна зростати, щоб забезпечувати повноту горіння.

Середня теплота згорання – оскільки вона нижче, ніж у звичайного дизельного палива, це потребує збільшення циклової подачі палива і, відповідно часу впорскування палива.

Кінематична в'язкість - більша в'язкість біодизельного палива приводить до отримання великих крапель при уприскуванні, погіршення сумішеутворення, а також зменшення далекобійності струменя. Щоб забезпечити якісний процес згорання потрібно забезпечити тонкість розпилення палива і достатній тиск для оптимальної далекобійності і якісного горіння. Можна відмітити, що велика кінематична в'язкість біодизельного палива подовжує процес розпилювання за рахунок меншої текучості.

Тривалість розпилювання залежить від цетаного числа, найменшої температури випаровування, середньої теплоти згорання і кінематичної в'язкості. З цих параметрів цетанове число є єдиним який дозволяє зменшити тривалість розпилювання. Решта параметрів робить істотний вплив на якість розпилювання, тому при виборі кута випередження впорскування палива потрібно їх враховувати. Припускаємо, що збільшення кута випередження дозволяє до потрібних ступенів зберегти необхідні показники ефективності роботи двигуна.

Повнота згорання.

По діаграмі, повнота згорання залежить від цетанового числа, середньої теплоти згорання і кінематичної в'язкості [1].

Цетанове число – як вище сказано, цетанове число визначає здібність палива до самозаймання. Якщо його брати окремо, високе цетанове число біодизельного палива покращує процес горіння в дизелі і забезпечує кращу повноту горіння.

Середня теплота горіння – у біодизельного низька середня теплота горіння в порівнянні зі звичайним дизелем. Це означає, що потрібно більше часу згорання біодизельного палива при однаковому режимі роботи, чим при застосуванні дизельного палива. Тоді, якщо залишимо двигун працювати в таких же умовах роботи при переведенні на біодизельне паливо, то воно не зможе повністю згоріти. Це означає, що при переведенні дизеля на біодизельне паливо повнота згорання погіршується.

Кінематична в'язкість - більша кінематична в'язкість біодизельного палива погіршує тонкість розпилювання і, отже, процес горіння в двигуні. Тому спостерігається погіршення повноти горіння унаслідок великої кінематичної в'язкості біодизельного палива.

Висновки. Таким чином, хоча високе цетанове число біодизельного палива повинно забезпечувати краще його згорання, якщо необхідно забезпечити ефективність роботи дизеля при переведенні на біодизельне паливо, потрібно враховувати вплив більшої в'язкості палива на процес згорання, тому доцільно збільшити кут випередження впорскування палива для того, щоб необхідна кількість палива встигла горіти при тактах стиснення і розширення [1].

Аналіз діаграми для визначення оптимального кута випередження впорскування палива показує що його доцільно збільшити у порівнянні з використанням звичайного дизельного палива. Хоча біодизельне паливо має високе цетанове число, його висока в'язкість, висока температура випаровування і середня теплота згорання утрудняють його горіння і приводять до недогорання, закоксованості форсунок, зниженню ефективності роботи двигуна і можливого виходу двигуна з ладу.

Література

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / В.І. Захарчук. - Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.
2. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П.Мерживська, О.В. Сирота, Д.М. Трифонов. – К.: НТУ, 2015. – 224 с.

Прохорчук М.В., старший викладач
кафедри автомобілів та транспортних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗШЕПЛЕНОЇ ФАЗИ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОФАЗОВОГО РОЗІЇЗДУ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Найбільш проблемними ділянками вулично-дорожньої мережі міст при розробці заходів організації дорожнього руху є перехрестя. Для організації безпечного руху на перехресті найчастіше використовують світлофорне регулювання. Введення світлофорного регулювання дає можливість мінімізувати кількість конфліктних точок, скоротити затримки учасників дорожнього руху, зменшити негативний вплив на довкілля.

При введенні світлофорного регулювання на перехресті важливою задачею є визначення кількості фаз регулювання. Максимальна кількість фаз забезпечує мінімум конфліктних точок для регульованих напрямків, однак збільшує тривалість циклу і сумарну тривалість додаткових тактів. Тому при визначенні кількості фаз слід враховувати конкретні умови, що склалися на перехресті (кількість і тип конфліктних точок, обсяг руху, геометрію перехрестя тощо) [1].

На перехрестях, де проїзна частина вузька, а інтенсивність транспортних потоків у зустрічних напрямках значно відрізняється, вдаються до введення розщепленої фази, що дає час транспортним засобам зробити поворот ліворуч при великій інтенсивності зустрічного руху. Існує два методи розщеплення фази: метод затримки старту і метод ранньої відсічки. Пофазовий роз'їзд при застосуванні даних методів наведено на рисунках 1,2.

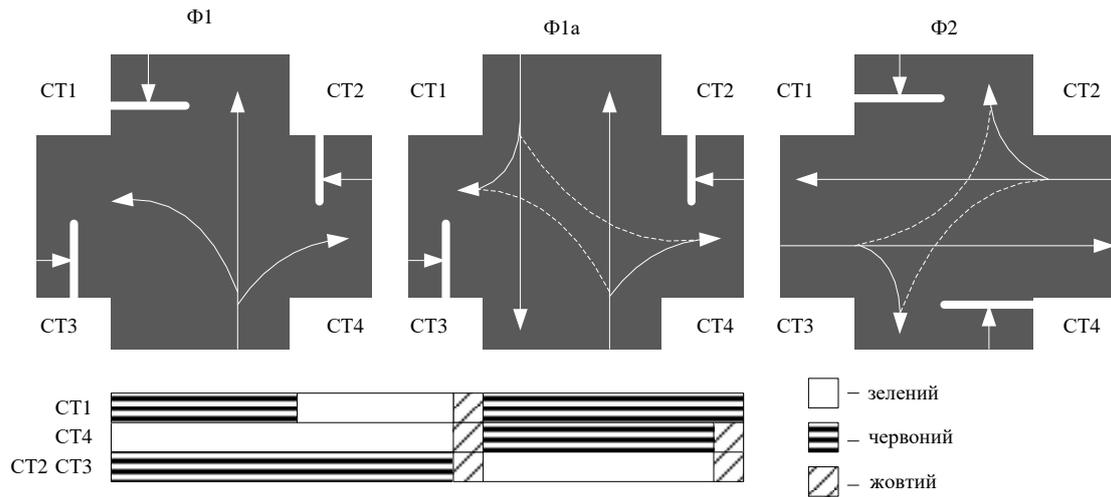


Рисунок 1. – Пофазний роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом затримки старту

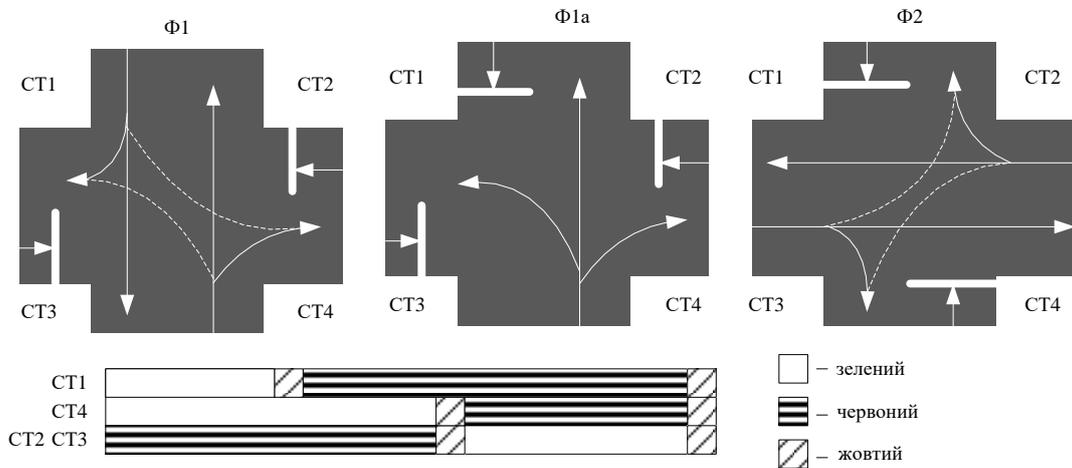


Рисунок 2. – Пофазний роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом ранньої відсічки

Надані схеми пофазного роз'їзду знайшли широке використання на перехрестях, де існує велика різниця інтенсивності зустрічного руху, але відсутня додаткова смуга для введення поворотної секції. Даний метод організації роз'їзду дозволяє зробити транспортним засобам поворот ліворуч при високій інтенсивності зустрічного руху, що зменшує транспортні затримки на перехресті. Але метод розщеплення фаз при цьому має великий недолік, який полягає у відсутності у водіїв інформації про момент ввімкнення або вимикання зеленого сигналу на зустрічній смузі. При застосуванні двофазного циклу ліво- і правоповоротні маневри, а також рух пішоходів здійснюється за наявності конфліктів. [1]. Використання розщепленої фази при двофазовому циклі не міняє цю ситуацію, конфлікти лишаються при здійсненні поворотів. Конфліктні точки на перехресті при застосуванні двофазного циклу вказані на рисунку 3

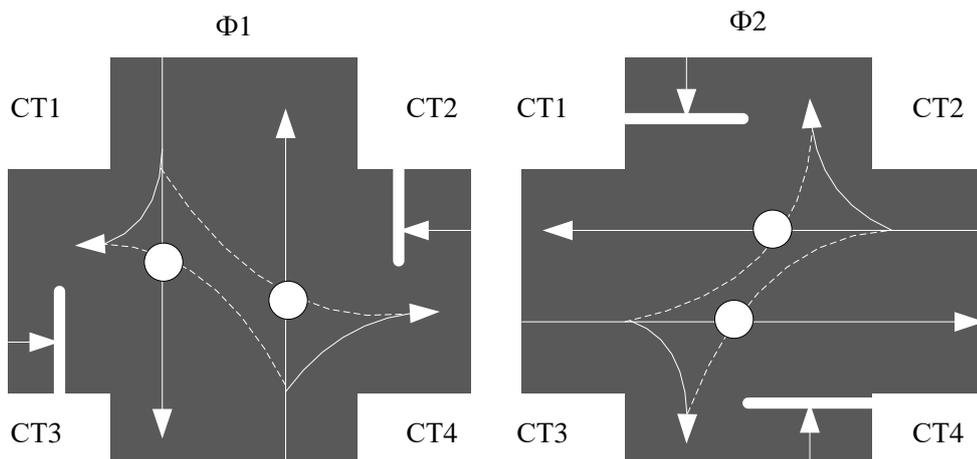


Рисунок 3. – Конфліктні точки при двофазному циклі світлофорного регулювання

Якщо розглянути двофазний цикл з розщепленою фазою методом ранньої відсічки, то в фазі 1а (рисунок 2 Ф1а) конфліктів має не бути, бо рух дозволено тільки з одного напрямку. Але в деяких випадках може скластися наступна ситуація: водії, які здійснюють поворот ліворуч (напрямок АВ рисунок 4), з напрямку на якому час дії зеленого сигналу скорочено (переріз А рисунок 4), вже виїхали на середину перехрестя, але не встигли завершити маневр на зелений сигнал, бачачи жовтий сигнал для себе намагаються швидше завершити маневр. Не маючи інформації про те, що на зустрічній смузі ще діє зелений сигнал і рух транспортних засобів дозволено в усій напрямках, водій в такій ситуації може здійснити швидкий маневр не давши дорогу зустрічному транспорту, який рухатиметься прямо на зелений сигнал, тим самим спричинивши ДТП.

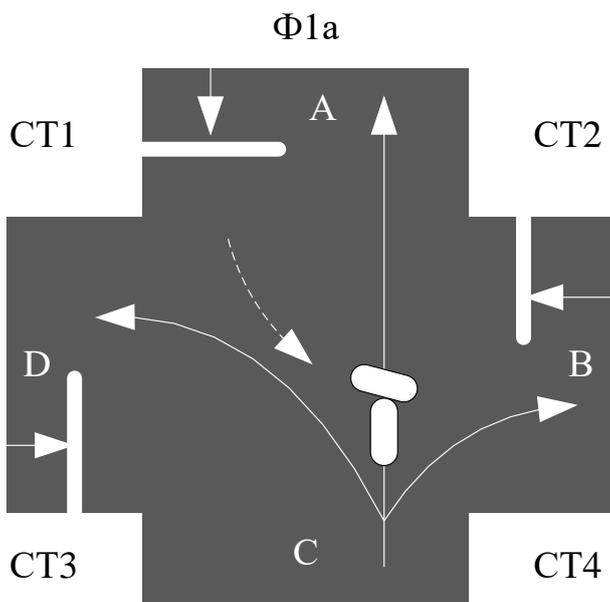


Рисунок 4. – Схема імовірного ДТП

Не зважаючи на даний недолік, розщеплення фаз має перевагу перед використанням простого двофазного циклу у тих випадках, коли спостерігається неоднорідна інтенсивність руху в різних напрямках і частина транспортних засобів, що рухаються через перехрестя, не встигають зробити лівий поворот (як, наприклад, на малюнку 4 напрямком CD), а облаштування поворотної секції не можливо через геометричні особливості проїзної частини. Тому відкидати даний спосіб організації пофазного роз'їзду не варто, але з метою підвищення безпеки руху на перехрестях з розщепленими фазами варто ввести інформаційні знаки, які б привертали увагу водіїв при наближенні до перехрестя з такою організацією світлофорного регулювання. Також можливо встановлення сферичних дзеркал, які відображали б сигнальну групу смуги для зустрічного транспорту.

Література

1. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху. – К.: Знання України, 2014. – 467 с.

Равлюк В.Г., доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, к.т.н., доцент
Бабенко А.О., керівник центру забезпечення якості вищої освіти, к.т.н., доцент
Дерев'янчук Я.В., аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

ВИРОБНИЧІ ОБСТЕЖЕННЯ СТОСОВНО ВИЗНАЧЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПОВІТРОРозПОДІЛЬНИКА ГАЛЬМОВОГО ОБЛАДНАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА

Вступ. Для забезпечення ефективної роботи АТ «Укрзалізниця» необхідно впроваджувати прогресивні рішення, які спрямовані на якісне перевезення пасажирів залізничним транспортом і гарантують безпеку руху. Гальмове обладнання пасажирських вагонів відіграє критичну роль у забезпеченні безпеки руху та комфорту пасажирів під час залізничних перевезень. Гальмова система вагонів забезпечує регулювання швидкості руху поїзда та його зупинку у різних умовах експлуатації. Тому особлива увага повинна приділятися гальмовій системі пасажирського рухомого складу, як одній з найбільш відповідальних за його експлуатацію [1].

Забезпечення надійної роботи гальмової системи під час експлуатації пасажирських поїздів є одне з основних завдань системи технічного обслуговування і ремонту вагонів. Для своєчасного виявлення несправностей гальмової системи потрібно застосовувати сучасне діагностичне обладнання, що дасть змогу запобігти виникненню транспортних подій. Також це дозволить вжити заходів для забезпечення надійної роботи гальмової системи поїзда, що значно скоротить час на ліквідацію несправностей в пунктах з експлуатації вагонів на шляху прямування.

Викладення основного матеріалу. Якість роботи пасажирської компанії АТ «Укрзалізниця» можна оцінити за кількісними та якісними показниками ефективності роботи, а також за кількістю транспортних подій, що трапилися за певний період. Головною умовою безпеки руху на АТ «Укрзалізниця» є забезпечення довговічності й надійності гальмового обладнання пасажирських поїздів як одного з найбільш відповідальних вузлів. Для підвищення надійності гальм сучасного рухомого складу необхідно встановити основні причини несправностей вузлів гальмового обладнання [2].

Аналіз безпеки руху в пасажирському господарстві АТ «Укрзалізниця» за 2019 – 2023 роки за кількістю відмов вузлів вантажних вагонів вказує на те, що 27 % від загальної кількості несправностей припадають на повітророзподільники №292 (ПР №292). Тому особливу увагу приділено виробничим обстеженням несправностей роботи ПР №292 в умовах експлуатації під час проведення випробовування гальм на шляху прямування поїзда. Під час виробничих обстежень особлива увага зверталася на те, що значна кількість несправностей виявлена в елементах ПР №292. Це обумовлено складністю конструкції ПР, калібрувальними отворами та високими вимогами до якості їх елементів [3].

За результатами виробничих обстежень, які проводилися в умовах експлуатації в пункті формування та обороту, а також на шляху прямування, наведено розподіл несправностей ПР №292 (рисунок 1).

У результаті виконаних виробничих досліджень було обстежено 386 ПР №292 пасажирських вагонів за 2023 рік. Як видно з наведеної гістограми (рисунок 1) перше місце посідає сповільнене заряджання запасного резервуара, що виявлено у 104 ПР — це складає 27 % від загальної кількості обстежених ПР. Така несправність виникає через недоліки в роботі окремих елементів ПР (засмічені калібровані отвори та фільтри, сповільнене переміщення через підвищений опір магістрального поршня і золотників у положення заряджання, забрудненість або підвищену в'язкість мастила тощо). Ця несправність не завжди виявляється під час повного та скороченого випробовування гальм.

Друге місце посідає несправність ПР під час якої не спрацьовує на службове гальмування. Такий вид несправності було виявлено у 66 ПР, що складає — 17 % від загальної кількості обстежених ПР (рисунок 1). Ця несправність виникає через недоліки в роботі окремих елементів ПР (в наслідок підвищеного опору виникає сповільнене переміщення магістрального поршня і золотників у положенні гальмування через забрудненість калібрувальних отворів або підвищену в'язкість мастила тощо).

На третьому місці опинилася несправність під час якої знижується тиск гальмового циліндра (ГЦ) у положенні «Перекриття» (рисунок 1). Ця несправність проявилася в 54 ПР, що становить 14 % від загальної кількості оглянутих ПР. Виникає такий вид несправності у зв'язку з витіканням повітря з ГЦ, через нещільності з'єднань повітропроводу, що призводить до зменшення ефективності гальмування

поїзда.

На четвертому місці знаходиться несправність під час якої у положенні «Перекриття» підвищується тиск у ГЦ (рисунок 1). За результатами огляду таку несправність виявлено у 50 ПР, що становить 13 % від їх загальної кількості. Ця несправність виникає через сповільнене переміщення магістрального поршня і золотників ПР у режимі гальмування.

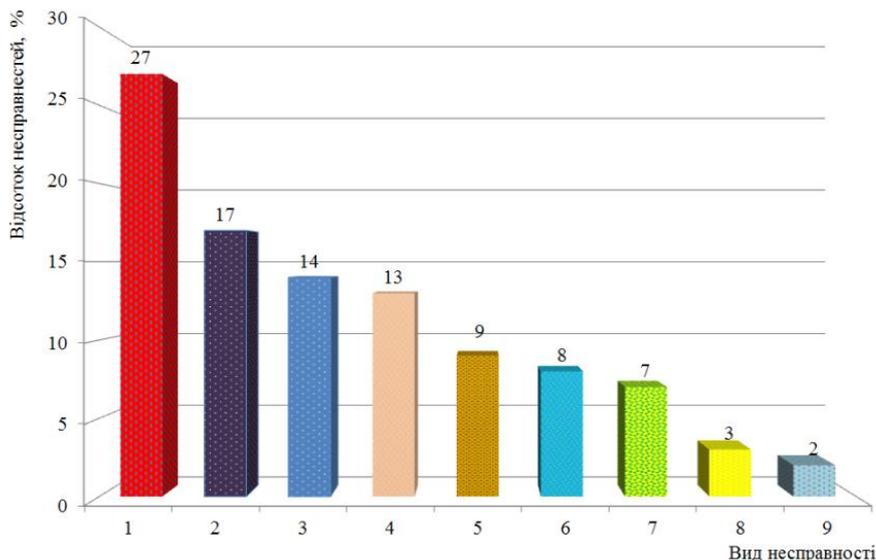


Рисунок 1 – Гістограма розподілу несправностей повітророзподільника ПР №292

П'яте місце посіла несправність за якої спрацьовує прискорювач під час екстреного гальмування (рисунок 1). Як правило така несправність може виникати через відсутність необхідного тиску в камері прискорювача та з'єднання камери прискорювача з ГЦ під час виконання екстреного гальмування. Так само несправність даного виду може виникати внаслідок помилкового ввімкнення режиму «Прискорювач вимкнено» ПР. Таку несправність було виявлено в 33 ПР, що становить 9 % від загальної кількості обстежених ПР.

На шостому місці опинилася несправність під час якої спрацьовує прискорювач на службове гальмування (рисунок 1). Ця несправність може виникати в результаті послаблення буферної пружини, зменшення зусилля переміщення магістрального поршня і золотників ПР. Такий вид несправності було виявлено в 31 ПР, що становить – 8 % від загальної кількості обстежених ПР.

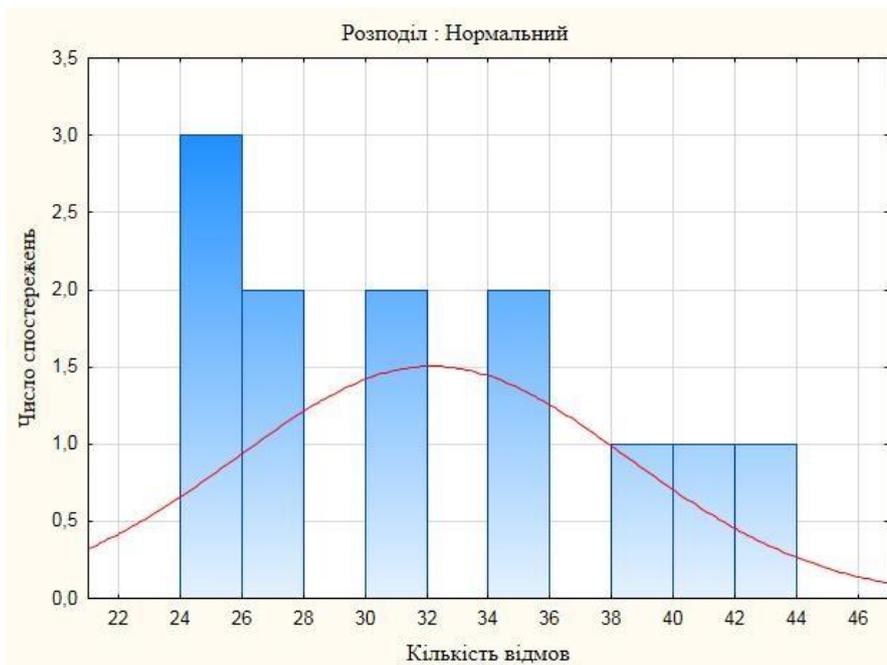


Рисунок 2 – Результати обробки статистичного матеріалу стосовно несправностей елементів ПР №292

Сьоме місце посідає несправність під час якої прискорювач спрацьовує у режимі заряджання ГМ (рисунок 1). Така несправність може виникати через зменшене зусилля переміщення поршня прискорювача. За результатами огляду таку несправність виявлено у 27 ПР, що становить 7 % від їх загальної кількості.

На восьмому місці опинилася несправність під час якої здійснюється попуск гальм у режимі «Перекриття» (рисунок 1). Такий вид несправності виявлено в 11 ПР, що становить – 3 % від загальної кількості оглянутих ПР. Причиною цього є витікання повітря з ГЦ через нещільності в манжетах, різьбових з'єднаннях, а також несправний відпускний клапан.

Дев'яте місце посіла несправність, яка призводить до самовільного попуску під час екстреного гальмування в поїзді (рисунок 1). Причиною цього є значне витікання повітря з ГЦ через несправний відпускний клапан. За результатами огляду таку несправність виявлено в 8 ПР, що становить 2 % від їх загальної кількості.

За результатами виконаних виробничих обстежень та зібраного статистичного матеріалу виконано опрацювання несправностей ПР №292 у програмному комплексі STATISTIKA помісячно за 2023 рік (рисунок 2).

Встановлено, що кількість несправностей ПР залежить від пори року. Переважно збільшення несправностей відбувається у зимовий період, коли знижується температура повітря навколишнього середовища. Це призводить до погіршення роботи елементів ПР — гумових манжет, прокладок, сідел клапанів. Також знижується якість пластичного мастила, що ускладнює змащення елементів ПР і створює труднощі переміщення під час процесів гальмування та погіршує безпеку руху поїздів. Порушення щільності вищенаведених елементів збільшує ризик пропускання й витікання повітря, що суттєво погіршує характеристики гальмової системи пасажирських вагонів в цілому.

Висновки. Виконано виробниче обстеження вузлів гальмового обладнання пасажирських вагонів під час їх технічного обслуговування та ремонту. На підставі проведеного огляду та зібраного статистичного матеріалу побудовано гістограму розподілу несправностей вузлів гальмового обладнання за 2023 рік. Визначено, що найбільший відсоток припадає на неякісну роботу ПР № 292.

Зокрема встановлено, що значна кількість несправностей виникає внаслідок повільного заряджання запасного резервуару й становить 27 %, несправностей за яких ПР не наповнює ГЦ під час службового гальмування, що становить 17 %, а також несправностей ПР за яких відбувається зниження тиску ГЦ у положенні «Перекриття», що становить 14 %.

На підставі обробленого статистичного матеріалу стосовно несправностей ПР у програмному комплексі STATISTIKA визначено, що розподіл несправностей не підпорядковується нормальному закону розподілу. Це пов'язано з тим, що на роботу ПР діють сезонні фактори, які негативно впливають на ефективність гальмування та безпеку руху поїздів.

Література

1. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015: Затв. нак. Укрзалізниці від 28.10.1997. № 264-Ц. Київ : 2004. 146 с.
2. Вагони вантажні. Система технічного обслуговування та ремонту за технічним станом: СТІ 04 – 010:2018: затв. нак. АТ «Укрзалізниця» від 08.08.2019 р. №519. 2018. 25 с.
3. Ravluyk V., Derevianchuk I., Afanasenko I., Ravluyk N. Development of electronic diagnostic system for improving the diagnosis reliability of passenger car brakes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. 2(9(80)). P. 35–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66007>

Рожко Н.Я., професор кафедри автомобілів, д.е.н. професор
Рожко С.С., студентка кафедри менеджменту та адміністрування
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Опираючись на світовий досвід розвинутих країн та їх інноваційних пріоритетів технологічного розвитку: можна зробити висновок про те, що успішний інноваційний розвиток залежить, насамперед, від механізму виробництва інновацій, ступеня узгодженості інтересів бізнесу, держави та населення.

Ключові слова: інновації, інноваційний розвиток, інноваційні процеси, інноваційна активність, технічний розвиток.

У 2023 році Україна піднялася на 55 позицію у рейтингу «Глобальний інноваційний індекс». Рейтинг складається на основі аналізу близько 80 показників, що характеризують інноваційний розвиток країн світу, які знаходяться на різних рівнях економічного розвитку. Індекс розраховується за допомогою двох груп показників – ресурси та умови для інновацій, а також практичні результати здійснення інновацій.

Найбільший успіх України в цьому рейтингу – 43 місце зі 126 у 2018 році. В 2018 році Україна піднялася до 43 місця, набравши 38,5 балів – історичний результат. Найвищі позиції Україна зайняла у категоріях «Людський капітал та дослідження» (освіта, дослідні та академічні ресурси), «Витонченість бізнесу» (патенти, інтелектуальна власність, працевлаштування жінок та меншин, умови праці), «Знання та технології», «Креативність».

Найгірші показники були у категоріях «Витонченість ринку» (кредити, інвестиції, конкуренція), «Інфраструктура» (доступ до урядових сервісів, вартість ресурсів, показники енергозбереження) та «Інституції» (політика, умови ведення бізнесу).

Після цього у рейтингу знову розпочався регрес: 2019 рік – 47 місце, 2020-й – 45, 2021-й – 49, 2022-й – 57.

Піднявшись на 55 місце у 2023 році, Україна отримала найбільше балів у категорії «Творчий результат», найменше – «Витонченість ринку» [3].

Аналіз вітчизняного механізму виробництва й реалізації інновацій свідчить про його штучну ускладненість поряд із примітивністю (інституційною, інфраструктурною, нормативно- правовою), невідповідністю ринковим висококонкурентним вимогам та низькою ефективністю. Порівняння українського механізму із зарубіжними аналогами актуалізує його реформування, зокрема, в частині функцій НАНУ, ЗВО, бізнесу, створення єдиного центру сертифікації тощо. Важливим фактором, що впливає на темпи інноваційного розвитку національних економік є наявність фінансових ресурсів, які учасники процесу можуть та хочуть спрямовувати на створення інновацій та впровадження їх у виробничі процеси.

Дослідження інноваційного розвитку національних економік різних країн свідчить про те, що успішність цих процесів обумовлена чітким розподілом функцій держави, бізнесу та інституціональних установ у формуванні інноваційного клімату в країні.

Успішний інноваційний розвиток сучасних економік спостерігається в тих країнах, які задовольняють наступним умовам:

- держава мінімально втручається в діяльність бізнесу;
- держава створює прозорі законодавчі умови підтримки розвитку інноваційного бізнесу;
- основним регулятором інноваційних процесів є ринкові закони;
- створено умови сприйняття інноваційного розвитку суспільством;
- держава переважно підтримує дослідження не прикладного, а академічного характеру.

Державне регулювання інноваційного розвитку національних економік зарубіжних країн здійснюється у такій послідовності:

- на першому етапі державного управління здійснюється методами та за рахунок коштів державного бюджету;

- на другому етапі управління процесом інноваційного розвитку переходить до недержавних фінансових структур. Роль держави зводиться до визначення стратегічних інновацій та надання податкових преференцій інноваційним підприємствам;

- на третьому етапі розвинутого індустріального суспільства держава та її інститути відіграють роль координатора інноваційного процесу шляхом визначення пріоритетних напрямів, фінансування системи підготовки спеціалістів та фінансування глобальних досліджень, прибутковість яких відтермінована учасі. Основним виробником і джерелом фінансування інновацій на цьому етапі виступають бізнес-структури та їх об'єднання, а регулятором процесу – ринкові механізми.

Тому, на нашу думку, головним напрямком інноваційного транспортного розвитку України — мають стати безпілотні та еко технології.

Згідно поданого вище алгоритму, першим етапом має бути створення транспортної агенції інновацій. Така агенція має створити кращі регуляторні, економічні, інформаційні та інфраструктурні умови для домену безпілотного та екологічного транспорту в Україні.

На другому етапі держава має вибрати пріоритетні сегменти для експериментів та запуску пілотних проєктів у галузях автомобільного карго (судна та вантажівки) та агро (трактори, БПЛА та інші роботи) транспорту.

На третьому етапі — створення технологічного та інфраструктурного простору для пропонуванних проєктів та їх втілення на базі смартсіті.

Висновки. Таким чином можна констатувати, що для успішної реалізації стратегії інноваційного розвитку та технологічного прогресу атомобільного транспорту потрібно вирішити наступні проблемні питання: низький розвиток кластерної системи; незацікавленість державних установ та організацій у закупівлі нової технологічної продукції; неготовність суб'єктів інфраструктури економічних відносин сприймати інноваційні ідеї та впроваджувати їх у процес виробництва та надання послуг.

Отже, провідними напрямками активізації інноваційної активності національних транспортних підприємств повинно стати: посилення пільгового режиму для підприємств, що запроваджують інновації та замаються виготовленням інноваційних продуктів; удосконалення порядку кредитування інноваційної діяльності підприємств; стимулювання прямих іноземних інвестицій; сприяння переорієнтації зовнішньоекономічної діяльності на високотехнологічний експорт [2, с. 116].

Література

1. Вовк О. М., Абдулгусейнова А. Р., Дмитрик Х. Ю. Економічна ефективність інноваційних процесів на транспортних підприємствах в умовах інтелектуалізації. Економіка та суспільство. 2021. № 32. С. 1–6.

2. Гречан П. Ю. Інноваційна активність підприємств автомобільного транспорту в Україні. Інтелект XXI. 2019. № 5. С. 114–117.

3. <https://www.slovoidilo.ua/2023/12/21/infografika/svit/yak-zminyuvalosya-misce-ukrayiny-rejtynhu-najbilsh-innovacijnyx-krayin>

Сакно О.П., доцент кафедри автомобілів та
автомобільного господарства, к.т.н., доцент
Рогозін О.О., здобувач 3-го курсу, гр. 274-22-2
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ «ВОДІЙ-АВТОМОБІЛЬ- ДОРОГА-СЕРЕДОВИЩЕ»

З точки зору сучасності, головною метою соціальних наукових досліджень є не передбачення чи інтерпретація, а пояснення – іншими словами, розробка емпірично підтверджених теорій і гіпотез про те, як, чому і за яких умов виникають певні явища. Хороші пояснення включають посилання на: (реальні) фізичні та соціальні організації, які вважаються відповідними; зв'язки між складовими частинами цих утворень; причинно-наслідкові сили, які є результатом цих відносин; і випадкові комбінації організацій і повноважень, відповідальних за конкретні події [1].

Соціотехнічна система починається зі спостереження, що «суспільні функції», такі як особистий транспорт, електронний зв'язок, водопостачання та житло, забезпечуються кластером взаємопов'язаних соціальних і технічних об'єктів. Відповідні об'єкти включають технології, фірми, ланцюжки поставок, інфраструктури, ринки та правила. Соціотехнічні системи розвиваються протягом багатьох десятиліть, а вирівнювання та спільна еволюція різних суб'єктів і практик призводить до взаємної залежності та опору змінам (рис.1).



Рисунок 1 – Загальна конфігурація соціотехнічної системи

У цій системі планування мобільності, а отже, і зменшення мобільності автомобілів стало метою усіх учасників і навіть символом сучасної поведінки. Це те, що ми називаємо переходом соціально-технічної системи, воно передбачає взаємо виробництво соціальних, поведінкових та технологічних змін.

До конфігурації належать, але не обмежуються: світова автомобільна промисловість і численні пов'язані з нею ланцюги поставок; мережа обслуговування та дистрибуції автомобілів; глобальна нафтова промисловість і пов'язана з нею інфраструктура нафтових свердловин, нафтопереробних заводів, трубопроводів і заправних станцій; дорожня інфраструктура та супутні галузі; моделі землекористування, які склалися навколо цієї інфраструктури, включаючи зручності та робочі місця, доступні лише на автомобілі; численні інституції, правила та політика, пов'язані з виробництвом та використанням автомобілів; інженерні навички та знання, накопичені десятиліттями в різних областях; технічні асоціації, групи інтересів та інші організації, які діють у цих сферах; розпорядок щоденних подорожей, поведінка та очікування мільйонів власників автомобілів; а також символізм і культурні норми, які стали асоціюватися з автомобільною мобільністю («автомобільна культура»).

Ці різні сутності та практики розвиваються разом і діють разом, щоб сформувати рівень і структуру особистої мобільності, а також вплив цієї мобільності на навколишнє середовище [2].

Соціотехнічні дослідження є складними, описовими, якісними та багатомірними, і тому дуже відрізняються від скупих, порівняльних та кількісних досліджень, які домінують у таких сферах, як економіка. Як наслідок, надає мало того, що було б визнано дослідниками з більш позитивістських дослідницьких традицій як «перевірка теорій», яка характеризується, наприклад, скупістю,

зосередженістю на вимірюваних змінних, пошуком закономірностей у просторі та часі та використанням кількісних методів дослідження. Це призводить до того, що соціотехнічні ідеї зазнають опору або нехтування такими дослідниками, включаючи багатьох, хто працює над інноваціями. Хоча ця напруга частково походить від зосередженості дослідження на дуже складних процесах, що діють на багатьох рівнях протягом тривалого часу, вона також відображає більш фундаментальні розбіжності щодо статусу соціальних наукових знань, процесів, за допомогою яких такі знання можуть бути отримані, і критеріїв якою вона має бути виправдана (тобто епістемологія).

Щоб технологія виконувала певну функцію, повинні мати місце не лише технічні аспекти, але й соціальні елементи. Для того, щоб транспортна система працювала на практиці (рис. 1), важливими елементами є не лише основна технологія, така як автомобіль, але також (дорожня та паливна) інфраструктура, правила дорожнього руху, відповідні правила, правила користування та її культурний сенс вся соціально-технічна система. Соціально-технічна конфігурація відображає ці зв'язки, необхідні для застосування технології на практиці. Інновації, однак, можуть спричинити зміни в існуючих соціально-технічних конфігураціях і, отже, форми динамічної картини [3]. Таким чином, цей інструмент також може бути корисним для передбачення можливих ширших змін, які можуть бути разом із нововведенням.

Соціотехнічна конфігурація для технічної експлуатації модульовано на рисунку 2.



Рисунок 2 – Конфігурація соціотехнічної системи для АТЗ в рамках «водій-автомобіль-дорога-середовище»

Висновки. Соціотехнічний підхід є варіантом ситуаційної теорії, що синтезує інформацію щодо уявлення про організацію систему «водій-автомобіль-дорога-середовище». Завдання соціотехнічного підходу – об'єднати зусилля технічних і соціальних (у найширшому сенсі) фахівців в інтеграції і оптимізації організації як складної системи.

Для того, щоб транспортна система працювала на практиці, важливими елементами є технологія, автомобіль, дорожня та паливна інфраструктури, правила дорожнього руху, відповідні правила країни, правила користування та її культурний сенс соціотехнічної системи.

Література

1. Loorbach D., Rotmans J. The practice of transition management: examples and lessons from four distinct cases. *Futures*, 42 (2010), pp. 237-246. <https://www.learntechlib.org/p/170916/>
2. Sorrell S Reducing energy demand: a review of issues, challenges and approaches *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 47 (2015), pp. 74-82.
3. Geels Frank W. Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation. In book: *Understanding Industrial Transformation*. 2006. pp. 163-186. DOI: 10.1007/1-4020-4418-6_9
4. Попенко Н. Оцінка функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами. Магістерська робота, 2020.
5. Sorrell S. Explaining sociotechnical transitions: A critical realist perspective. *Research Policy*, Volume 47, Issue 7, 2018, 1267-1282

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ.

Розвиток автомобільного транспорту тісно взаємопов'язаний зі змінами показників функціонування виробництва, сфери торгівлі, економіки, зовнішніх чинників тощо. Тенденції зміни вказаних показників перш за все позначаються на пасажирообігу та кількості перевезених пасажирів міським пасажирським транспортом.

Як показують тенденції розвитку, слід очікувати подальшого коливання обсягів перевезень користувачів громадським транспортом за умови валютності економіки у громаді, торгівлі та платоспроможності населення. Тарифна політика оплати за проїзд у громаді є диференційованою, а саме розрахунок може здійснюватися різними видами карток.

На даний час основною проблематикою є перенасичення центральних вулиць м. Житомира приміським автобусним транспортом загального користування, що негативно впливає на безпеку дорожнього руху транспорту та пішоходів, екологічний стан. Крім того, виникає соціальна напруга в частині забезпечення пільгового перевезення мешканців Житомирської міської територіальної громади згідно вимог чинного законодавства України. Як наслідок, можливі кризові явища, які також прогнозуються відповідними консультантами та експертами. Також існує проблематика в частині відсутності у чинному законодавстві та нормативно-правових актах норми щодо оплати за транспортну роботу суб'єктам господарювання, які обслуговують міські автобусні маршрути загального користування.

Вирішення зазначених проблем вимагає подальшого системного підходу і аналізу ризиків, що постійно постають перед громадським транспортом, а саме пасажирськими перевезеннями.

З метою підвищення ефективності міської транспортної мережі, проводиться аналіз, статистична обробка та надання рекомендацій щодо зміни показників пасажирських перевезень у транспорті.

Дослідження зміни показників пасажирообігу і кількості перевезених пасажирів, обробка статистичних значень показників пасажирообігу та кількості перевезених пасажирів автомобільним транспортом через запроваджену автоматизовану систему обліку оплати проїзду, надають можливість розробити шляхи оптимізації міської транспортної мережі.

Завдяки методам управління, постійному розширенні до розробки логістичного підходу при плануванні транспортних пасажирських перевезень, є можливість оптимізації маршрутів руху транспортних засобів (електро- та автобусного транспорту).

Елементи наукової новизни включають в себе розробку рекомендацій по кількості транспортних засобів на маршрутах, їх графіків й інтервалів руху у пікові та міжпікові години у межах Житомирської міської територіальної громади, що є цілком актуальним для соціально-економічного розвитку вказаної громади.

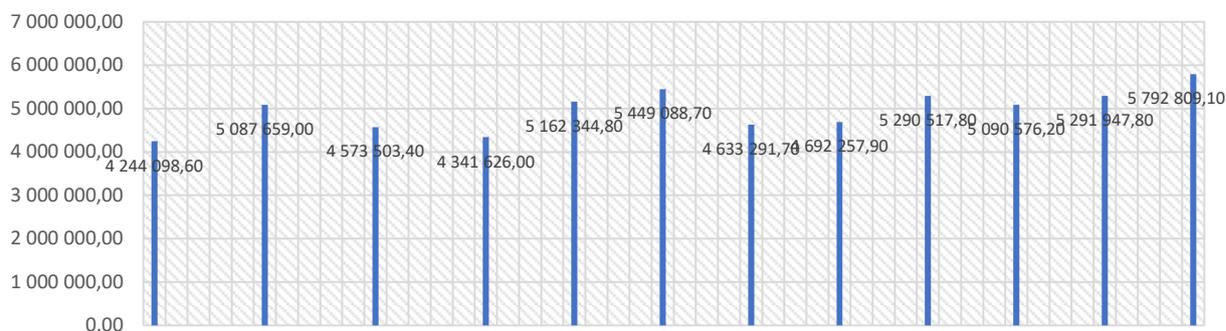


Рисунок 1. Динаміка здійснених транзакцій користувачами громадського транспорту за 2021 рік.

У 2021 році до вересня Автоматизована система обліку оплати проїзду (далі – АСООП) була встановлена на всьому комунальному громадському транспорті (загальна кількість 147од.). Після проведення конкурсу по визначенню перевізників на міських автобусних маршрутах загального користування, згідно умов конкурсу з вересня дана система була встановлена на всьому пасажирському

транспорті загального користування (загальна кількість 301 од.), пасажиромісткість автобусів зростає на 70 відсотків за рахунок оновлення рухомого складу (тролейбуси БКМ, автобуси VOLVO, Solaris, MAN, МАЗ), почалось активне використання інтелектуальних транспортних систем (GPS-контроль, відеоспостереження на певних автобусах) (Рис. 1).

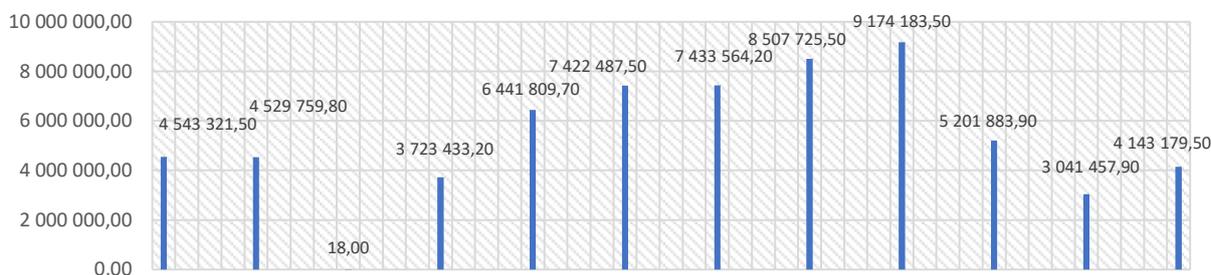


Рисунок 2. Динаміка здійснених транзакцій користувачами громадського транспорту за 2022 рік.

На початку 2022 року при тестовому обслуговуванні певних маршрутів виникла необхідність скорочення графіків руху, оскільки пропозиція перевищувала попит на перевезення. Виникла доцільність збільшення інтервалів маршруту в середньому з 8 хв. до 15 хв., а кількість автобусів – зменшувати. В результаті наповнення автобусів пасажирами - збільшилось, витратна частина обслуговування маршруту – зменшилась (Рис. 2).

Показники перевезень почали суттєво коливатись у зв'язку із запровадженням воєнного стану по всій території України внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації. Основними чинниками було відключення системи АСООП на всьому громадському транспорті, міграція населення, інфляція, дефіцит паливно-мастильних матеріалів та запчастин до громадського транспорту.

У свою чергу, з квітня 2022 року робота АСООП була відновлена та були запроваджені заходи з тимчасового обмеження проїзду пільгових категорій громадян у період дії воєнного стану у міському громадському транспорті на території громади. Прийняття даного рішення дозволило розподілити наповненість громадського транспорту протягом доби, що суттєво збільшила економічні показники перевезень, які бачимо на діаграмі.

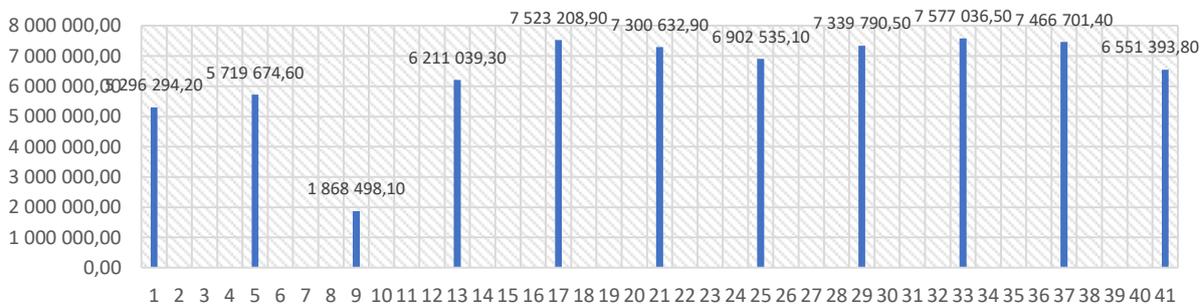


Рисунок 3. Динаміка здійснених транзакцій користувачами громадського транспорту за 2023 рік.

У 2023 році внаслідок продовження дії воєнного стану та загальної мобілізації на території України, показники перевезень у громаді почали йти на спад. Основними чинниками було закриття маршрутів електро- та автобусного транспорту, скорочення випуску на лінію електро- та автобусного транспорту (70 од. і 106 од. відповідно) за відсутності нормальної кількості пасажирів (які сплачують повну вартість проїзду), економічно-обґрунтованого тарифу на перевезення, відсутність компенсації за пільгове перевезення (Рис. 3).

Висновки. Використання даних з АСООП з використанням інтелектуальних транспортних систем (GPS-контроль, частково відеоспостереження тощо), дають можливість отримати вихідні дані для дослідження пасажирообігу та пасажиропотоків з меншими обмеженнями, ніж з використанням «натурного» методу підрахунку із залученням додаткових матеріальних ресурсів.

У результаті, маємо вихідні дані для запровадження проміжних змін мережі маршрутів громадського транспорту; раціональне використання тролейбусів та автобусів збільшеної пасажиромісткості на маршрутах, застосування додаткових інтелектуальних транспортних систем (антивандальний GPS,

відеоспостереження на всьому пасажирському транспорті тощо); прийняття оперативних управлінських рішень замовником перевезень; використання лише сертифікованих транспортних засобів.

За рахунок цього, отримується оптимізація роботи громадського транспорту, графіків та інтервалів руху (на маршрутах та між маршрутами громадського транспорту), покращення показників безпеки під час дії різних зовнішніх чинників.

Література

1. Звітність з динаміки транзакцій з бази даних автоматизованої системи обліку оплати проїзду КП «Житомиртранспорт» міської ради у Google-формі.
2. Постанова КМУ від 18 лютого 1997 р. № 176 «Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту» (зі змінами).
3. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 04.08.2024 № 860 «Про затвердження міської автобусної мережі».
4. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 05.12.2019 № 1316 «Про впровадження єдиного квитка на території Житомирської міської об'єднаної територіальної громади».
5. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 20.05.2020 № 547 «Про диспетчеризацію пасажирських перевезень в Житомирській міській об'єднаній територіальній громаді».
6. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 28.05.2020 № 596 «Про затвердження вартості проїзду в громадському транспорті Житомирської міської об'єднаної територіальної громади» (зі змінами та доповненнями).
7. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 03.08.2022 № 555 «Про затвердження вартості проїзду в громадському транспорті Житомирської міської об'єднаної територіальної громади».
8. Рішення виконавчого комітету Житомирської міської ради від 07.04.2022 № 229 «Про організацію пасажирських перевезень міським громадським транспортом на час дії воєнного стану».

Сахно В.П.¹, завідувач кафедри автомобілів, д.т.н., проф.
Мурований І.С.², декан факультету транспорту
та механічної інженерії, к.т.н., доц.
Поляков В.М.¹, професор кафедри автомобілів, к.т.н., доц.
¹Національний транспортний університет
²Луцький національний технічний університет

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ПРИЧІПНОГО АВТОБУСНОГО ПОЇЗДА

Анотація Безпечні системи громадського транспорту все більше розглядаються як важливий засіб безпечного підвищення мобільності населення, особливо в міських районах, які страждають від зростаючих транспортних заторів. У багатьох містах з високими доходами особливо акцентується політика скорочення використання особистого автомобільного транспорту за допомогою інвестицій в розвиток мереж громадського транспорту. Інвестиції в безпечний громадський транспорт розглядаються також як механізм, що стимулює зростання фізичної активності і, отже, сприяє зміцненню здоров'я населення. Цьому сприяє поява метробусів або "Швидкісного автобусного транспорту" (Bus Rapid Transport, BRT), основу якого складають автобуси особливо великої місткості (18 чи 22, 24, 25 м). Особливий розвиток метробуси отримали з появою триланкових автобусів, які здатні перевозити до 300 пасажирів за раз, порівняно зі 180 пасажирами у дволанковому транспорті. Таким чином, маючи триланкові автобуси, які рухаються з невеликим інтервалом (1–5 хвилини) лінія метробусу може вирішити транспортні проблеми багатьох українських міст [1]. Тому перспективним може стати автопоїзд у складі двох (або трьох) автобусів або тролейбусів, що працюють у зчипці, пасажиромісткість яких аналогічна зчленованим автобусам і тролейбусам. Перевага таких автопоїздів – це можливість легко варіювати місткість автобуса в залежності від пасажиропотоку, мінливого протягом доби, можливість знизити економічні та екологічні витрати за рахунок застосування в години пік ПС з причепом, а в міжпіковий час того ж ПС без причепа. Тобто, автобуси з причепом можуть дати те, чого не можуть дати такі ж по місткості зчленовані автобуси [1].

При створенні таких автопоїздів необхідно вирішити ряд практичних завдань, пов'язаних, у першу чергу, з їх маневреністю і стійкістю руху. Тому вибір автобуса і причепа для автобусного поїзда є актуальним на сьогодні.

Ключові слова: автобус, автопоїзд, метробус, модель, стійкість, керованість, рух.

При наявності у автопоїзда більше трьох ланок труднощі виникають у тому, що суттєво ускладнюється дослідження руху такого багатоланкового АТЗ з причини необхідності урахування впливу значної кількості факторів на характер руху усіх ланок. Взаємодія сусідніх ланок при русі автопоїзда розповсюджується в решті-решт на весь транспортний засіб і викликає певні відхилення складових автопоїзда від заданого ведучою ланкою (тягачем) напрямку руху, що суттєво впливає на безпеку руху.

Безпечний рух будь-якого транспортного засобу, у тому числі і метробуса, багато в чому визначається його динамічними властивостями і, у значній мірі, його стійкістю і керованістю. У даний час задача визначення умов стійкості вантажних автопоїздів є достатньо вивченою. Так, у роботі [2] розроблені тривимірні динамічні моделі автомобіля та причепа, на основі яких побудована динамічна модель поїзда. На основі теорії наближення першого порядку звичайних диференціальних рівнянь та теорії біфуркації Хопфа вивчається лінійна та нелінійна стійкість кожного елемента та автопоїзда в цілому при прямолінійному русі. Чисельні результати показують, що для нелінійної і лінійної моделі критичні швидкості мало розрізняються між собою. У роботі [3] побудована модель поїзда із 31 ступенем вільності за допомогою пакету AutoSim, і показані напрямки поліпшення стійкості поїзда. При цьому показано, що його стабільність може бути значно покращена за допомогою інертера, який вважається ефективним для підвищення стабільності та продуктивності багатоланкових поїздів. Однак як показує практика, визначення характеру поведінки системи в області нестійкості й виявлення причин їх виникнення дотепер не втратило своєї актуальності. У роботі [4] рівняння вертикальної і бокової динаміки дорожнього транспортного засобу з 6 ступенями вільності зведені до матричної форми. Досліджено рух такого засобу у вертикальній і боковій площинах. Показано, що розроблений метод може бути застосований для аналізу стійкості руху, зокрема пасажирських поїздів. У роботі [5] розглянуто багатоваріантне розширення методу D2-IBC (Data Driven - Inversion Based Control) та детально обговорено його застосування щодо контролю стабільності руху автопоїздів. У роботі [6] складені диференціальні рівняння плоскопаралельного руху для визначення показників маневреності і стійкості руху напівпричіпних автопоїздів. Їх використання для оцінки стійкості причіпних автопоїздів без відповідної корекції може призвести до суттєвих похибок.

Характеристики маневреності і стійкості руху АТЗ, як відомо, визначаються комбінацією експлуатаційних, масово-геометричних і конструктивних параметрів його модулів, а також їх систем управління. В загальному випадку бажані сполучення вказаних параметрів з точки зору стійкості навіть для одного і того ж транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних навантажень і швидкостей руху бувають різними. Як, наслідок, є складність отримання на ранніх стадіях створення АТЗ точних конструктивних параметрів і кількісних показників за критеріями стійкості його руху. Успіх у рішенні подібних задач залежить від того, наскільки вдало обрана математична модель і її істотні параметри, що описують поведінку динамічної системи у різних режимах руху.

У зв'язку з цим метою роботи є визначення показників керованості і стійкості руху автопоїзда як у стаціонарних, так і у перехідних режимах руху.

Результати дослідження. У роботі [6] отримана система рівнянь руху автопоїзда у загальному випадку руху, яка може бути використана у даному дослідженні.

Так, у плоскопаралельному русі рівняння автопоїзда записані у вигляді:

- для центра мас автобуса

$$(m + m_1)(\dot{V} - U\omega) + c\omega^2 m_1 - [m_1 d_1 [(\dot{\omega} - \ddot{\phi}_1) \sin \phi_1 - (\omega - \dot{\phi}_1)^2 \cos \phi_1] = - (X_1 \cos \theta_1 + Y_1 \sin \theta_1 + X'_1 \cos \theta'_1 + Y'_1 \sin \theta'_1) - (X_2 + X'_2) - \sum_{j=1}^2 [(X_{2j} + X'_{2j}) \times \cos \phi_1 - (Y_{2j} + Y'_{2j}) \sin \phi_1 ;$$

- для поперечної швидкості центра мас автобуса

$$(m + m_1)(\dot{U} - V\omega) - c\omega^2 m_1 - [m_1 d_1 \times [(\dot{\omega} - \ddot{\phi}_1) \cos \phi_1 + (\omega - \dot{\phi}_1)^2 \sin \phi_1] = - (X_1 \sin \theta_1 - Y_1 \cos \theta_1 + X'_1 \sin \theta'_1 - Y'_1 \cos \theta'_1) + (Y_2 + Y'_2) - \sum_{j=1}^2 (X_{2j} + X'_{2j}) \times \sin \phi_1 + (Y_{2j} + Y'_{2j}) \cos \phi_1 ;$$

- для кутової швидкості автобуса

$$I\omega + [\dot{\omega}c - (U + V\omega)]cm_1 + cm_1 d_1 \times [(\dot{\omega} - \ddot{\phi}_1) \cos \phi_1 + (\omega - \dot{\phi}_1)^2 \sin \phi_1] = H(X_1 \cos \theta_1 + Y_1 \sin \theta_1 - X'_1 \cos \theta'_1 - Y'_1 \sin \theta'_1) + \varepsilon(X_1 + X'_1) + a(Y_1 \cos \theta_1 - X_1 \sin \theta_1) + Y'_1 \cos \theta'_1 - X'_1 \sin \theta'_1 + [(X_2 - X'_2)H_1 - (Y_2 + Y'_2)b] - c \sum_{j=1}^2 [(X_{2j} + X'_{2j}) \sin \phi_1 + (Y_{2j} + Y'_{2j}) \times \cos \phi_1].$$

- для причепа

$$[I_1 + m_1 d_1^2] \times (\dot{\omega} - \ddot{\phi}_1) + m_1 d_1 \times [(\dot{V} - U\omega + c\omega^2) \times \sin \phi_1 + (V\omega - \dot{U} - c\omega^2) \times \cos \phi_1] = l_1 \sum_{i=1}^2 (Y_{2j} + Y'_{2j}) + M. \quad (1)$$

У системі рівнянь (1) прийняті наступні позначення:

$V_{a,n}, u_{a,n}$ – поздовжня і бокова проекції швидкості автобуса і причепа;

ϕ_1 – кут складання кінематично незалежних ланок автопоїзда;

$M=f(\phi_1, \dot{\phi}_1)$ – момент опору повороту причепа;

X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij} – поздовжні, бокові і вертикальні реакції опорної поверхні на колеса автопоїзда.

За умови лінеаризації системи рівнянь (1) визначена критична швидкість руху автопоїзда, яка записана у вигляді:

$$V_{kp}^2 = \frac{k_1 k_2 k_3 L_1 l_1^2}{kk1\{mL_1(k_1 a_1 - k_2 b) - m_1 L_1 k_2 l_1 + m_2 b_1 [k_1(a+c) + k_2(c-b) - k_1 \lambda]\} - mL_1 k_1 k_2 b \lambda + m_2 b_1 k_1 k_2 (c-b)\lambda}. \quad (2)$$

де k_i – коефіцієнт опору відведення коліс осей автопоїзда;

m, m_1 – маса автобуса і причепа;

kk – жорсткість рульового приводу автобуса;

a, b – відстань від центру мас автобуса до передньої і задньої осі;

c – відстань від центру мас автобуса до точки зіптки з причепом;

d_1, b_1 – відстань від центру мас автобуса до передньої і задньої осі;

L_1, l_1 – база автобуса і причепа;

λ – винос керованих коліс автобуса.

Про стійкість автопоїзда у прямолінійному русі можна судити по величині критичної швидкості руху автопоїзда та швидкості появи коливальної нестійкості.

Ці швидкості були розраховані за методикою, представленою у роботі [107]. Для цього вихідна система рівнянь (1) була лінеаризована. Після цього був знайдений визначник системи, розв'язок якого чисельними методами за допомогою програмного забезпечення Maple 14 і дав критичну швидкість руху автопоїзда.

Розрахунок критичної швидкості руху автопоїзда виконано за таких вихідних даних:

$m:=16000; m_1:=9900; a:=3.40; b:=2.085; c:=4.39; c_1:=3.98; d:=2.25; b_1:=2.25; L_1:=5.485; l_1:=4.5; \lambda=0,0017; J=41256; J_1=34275; k_1=90000; k_2=170000; k_3=295000; kk=2020000.$

У результаті розрахунків критична швидкість складала автопоїзда $v_{kp}=35,21$ м/с.

Для автопоїздів критична швидкість прямолінійного руху, як правило, перевищує швидкість появи коливальної нестійкості, тобто про стійкість руху автопоїзда можна судити по його швидкості появи коливальної нестійкості [6], яка визначалася наступним чином. Послідовно зі збільшенням швидкості поступального руху автопоїзда знаходилися корені характеристичного рівняння. Поява першого додатного кореня свідчила про появу коливальної нестійкості, табл.1.

Таблиця 1– Корені характеристичного рівняння за прямолінійного руху автопоїзда

Швидкість, м/с	Корені характеристичного рівняння
28,5	$eigv:=-1.196854321 - 15.00638632 I, -1.196854321 + 15.00638632 I, -1.0732761330 - 1.8752327532 I, -1.0732761330 + 1.8752327532 I, -.9317354421 - 3.9767426351 I, -.9317354421 + 3.9767426351 I, -.0804327611 - 5.9372312365 I, -.0804327611 + 5.9372312365 I$
29,2	$eigv:=-1.176554315 - 13.80998651 I, -1.176554315 + 13.80998651 I, -.9732548760 - 1.1755327653 I, -.9732548760 + 1.1755327653 I, -.7637354430 - 3.4767346323 I, -.7637354430 + 3.4767346323 I, .0109427630 - 5.1379202343 I, .0109427630 + 5.1379202343 I$

Як слідує з таблиці 1, перший додатний корінь з'явився за швидкості 29,2 м/с, яку можна вважати швидкістю появи коливальної нестійкості руху автобуса. Ця швидкість на 17,06 % менша за критичну швидкість прямолінійного руху автопоїзда ($v_{кр}=35,21$ м/с) і в розрахунках стійкості необхідно приймати саме цю швидкість.

Для розгляду показників стійкості у загальному випадку руху автопоїзда необхідно інтегрування системи рівнянь (1). У перехідних режимах руху стійкість і керованість автопоїзда оцінюють за такими показниками [1]:

- кривизна повороту автобуса в залежності від кута повороту рульового колеса;
- різниця кутів відведення крайніх осей автобуса від швидкості усталеного колового руху або бічного прискорення;
- різниця курсових кутів ланок автопоїзда в залежності від бічного прискорення. Визначення цих показників здійснювалося за методикою [2].

За отриманими кутами відведення коліс осей визначалися бічні сили і коефіцієнт використання зчіпних сил на колесах окремих осей автопоїзда. Аналіз чисельних значень цього коефіцієнта для усіх осей автопоїзда дозволив установити, що за коефіцієнта зчеплення $\varphi=0,8$ (асфальтобетонне покриття) швидкість усталеного криволінійного руху обмежується стійкістю керованої осі автобуса. Для цієї осі коефіцієнт використання зчіпної сили раніше за інших досягає критичного значення, що дорівнює одиниці. При цьому втрата стійкості передньої осі по зчепленню її коліс з опорною поверхнею призводить до втрати керованості автопоїзда.

За величинами поздовжньої і кутової швидкості центра мас автобуса визначався радіус і кривизна траєкторії руху автопоїзда, а за величинами кутів відведення коліс його осей – кут дрейфу, із яких слідує, що причіпному автопоїзду притаманна незначна надлишкова поворотність (зі збільшенням швидкості руху автопоїзда кривизна збільшується).

Висновки.

1. Визначена критична швидкість руху, яка для автопоїзда склала $v_{кр}=35,21$ м/с. Показано, що критичній швидкості автопоїзда передує швидкість появи коливальної нестійкості. Ця швидкість для автопоїзда склала 29,2 м/с, вона на 17,06 % менша за критичну швидкість прямолінійного руху автопоїзда ($v_{кр}=35,21$ м/с) і в розрахунках стійкості необхідно приймати саме цю швидкість.

2. За величинами поздовжньої і кутової швидкості центра мас автобуса визначався радіус і кривизна траєкторії руху автопоїзда, а за величинами кутів відведення коліс його осей – кут дрейфу, із яких слідує, що причіпному автопоїзду притаманна незначна надлишкова поворотність (зі збільшенням швидкості руху автопоїзда кривизна збільшується). Це необхідно враховувати при створенні причіпних автобусних поїздів.

Література

1. <http://urbanua.org/dosvid/zakordonni-pryklady/225/Автоцентр.ua> > kommercheskie > avtobus-s-pritsepom-274056/
2. Омельницький О.Є. Аналіз конструкції метробусів /О.Є.Омельницький // Автошляховик України. – 2018, №3, С.7-11.
3. Ren Luo. Hunting stability analysis of train system and comparison with single vehicle model //April 2008 Journal of Mechanical Engineering 44(04) DOI: 10.3901/JME.2008.04.184

4. Modeling and analyses of a connected multi-car train system employing the inerter/ Hsueh-Ju Chen, Wei-Jiun Su¹ and Fu-Cheng Wang¹//Special Issue Article .Advances in Mechanical Engineering 2017, Vol. 9(8) 1–13, 2017 DOI: 10.1177/1687814017701703

5. The vertical motion lateral stability of road vehicle trains_/<https://trid.trb.org/view/112747>

6. Nonlinear stability control of autonomous vehicles: a MIMO D2-IBC solution Author links open overlay panel O.Galluppi, S.Formentin,, C.Novara, S.M.Savaresi // IFAC-PapersOnLine. Volume 50, Issue 1, July 2017, Pages 3691-3696

7. Сахно В.П. Маневреність метробуса/В.П.Сахно, В.В.Біліченко, В.М.Поляков, О.Є.Омельницький //Вісник машинобудування та транспорту: науковий журнал /Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет – Вінниця: ВНТУ, № 2(8), 2018. – С.106-118.

Свинцицький Р.О., магістр кафедри
технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Лобода А.В., доцент кафедри технічної експлуатації
автомобілів та автосервісу, к.т.н., доцент
Національний транспортний університет

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Усі статистичні початкові параметри станції технічного обслуговування (СТО) автомобілів можуть бути визначені на основі тривалих спостережень. Статистична інформація необхідна для обчислення наступних параметрів [1–5]:

- λ_j – інтенсивності потоків заявок по цій спеціалізації;
- $\psi_{серj}$ – середні значення коефіцієнтів завантаження по місту (мікрорайону);
- $n_{j,1}$ – середня кількість постів на СТО міста (мікрорайону) цієї спеціалізації;
- $C_{обсj}$ – середній дохід СТО за обслуговування одного автомобіля по цій спеціалізації, грн;
- $C_{обj}$ – амортизаційні відрахування на устаткування, грн/добу;
- $C_{pj}, C_{крj}$ – відповідно тарифна ставка робітника (виконавця), і ставка простою робітника, грн/год;
- $t_{змj}$ – середня тривалість робочої зміни, годин;
- P_p – середня чисельність робітників на одному посту.

Нормативна інформація береться із стандартів і є початковими даними для визначення деяких параметрів. До нормативних даних відносяться:

- $t_{мпj}$ – трудомісткість виконання s -ї операції по цій спеціалізації, люд.-год;
- $t_{ТО-1}, l_{ТО-2}$ – нормативна скоректована періодичність обслуговування автомобілів цієї марки, тис. км;
- $t_{ТО-1}, t_{ТО-2}$ – нормативна скоректована трудомісткість обслуговування автомобілів цієї марки, люд.-год;
- $t_{мп}/1000$ – нормативна скоректована трудомісткість поточного ремонту, люд.-год/1000 км.

Для зменшення обсягу спостережень пропонується здійснювати збір початкових даних по усій групі СТО одночасно і шляхом їх усереднювання, отримувати достовірні початкові дані.

Методологія розрахунку та оптимізації показників СТО являє собою алгоритм виконання відповідних розрахунків і включає такі етапи:

1) для обчислення середнього значення коефіцієнта завантаження $\psi_{серj}$ необхідно зібрати інформацію про кількість автомобілів в черзі і на постах M_C , кількості постів n і розрахувати коефіцієнти завантаження за формулою:

$$\psi_{серj} = \frac{M_C}{M_C + 1} \quad (1)$$

2) потрібно зробити порівняння статистичної $M_{A,C}$ і розрахункової довжини черги [6; 7]:

$$M_A = \frac{\psi^{n+1}}{1 - \psi} \quad (2)$$

При їх відмінності знаходять середнє значення:

$$M_{A,сер} = \frac{M_{A,C} + M_A}{2} \quad (3)$$

3) користуючись значенням середньої трудомісткості обслуговування $t_{мпj}$ по j -й спеціалізації обчислюється середня інтенсивність потоку заявок за формулою [6; 7]:

$$\lambda_j = \frac{\psi_j \cdot P_{pj} \cdot t_{змj} \cdot n_j}{t_{ПРj}} \quad (4)$$

4) після виконаних розрахунків і збору даних про економічні параметри СТО можливо розрахувати співвідношення [6; 7]:

$$S_j = \frac{\lambda_j \cdot C_q}{R_s} = \frac{D_{доб}}{R_{доб}} \quad (5)$$

яке є відношенням добового доходу до відповідних витрат за той же період.

Величина R_s складається з декількох складових [8]:

$$R_s = \psi_j \cdot n_j \cdot P_{pj} \cdot (C_{pj} - C_{npj}) + n_j \cdot P_{pj} \cdot t_{змj} \cdot C_{npj} + C_E \quad (6)$$

де C_p, C_{np} – відповідно тарифна ставка простою одного робітника (виконавця), грн/година;

C_E – постійні витрати на амортизацію будівель, обладнання, на теплопостачання СТО, грн/добу.

5) за формулою (6) для фіксованих значень λ_j , ψ_j , і числа постів n визначається значення співвідношення S_j . Якщо воно більше одиниці, то проєктовані параметри СТО забезпечують прибуток, інакше воно буде нерентабельним.

б) величина прибутку визначається за формулою [8]:

$$\Pi = D_{\text{доб}} - R_S = \lambda_j \cdot C_q - R_S \quad (8)$$

7) термін окупності капітальних вкладень за результатами розрахунків визначається за формулою [8]:

$$C_{\text{ок}} = \frac{\Pi}{R_{\text{оф}}} \quad (8)$$

де $R_{\text{оф}}$ – капітальні вкладення до основних фондів.

У випадку, коли результати розрахунків техніко-економічних показників проєктованого СТО виявляться незадовільними, необхідно перейти до оптимізації потужності СТО. Для цього необхідно зробити наступне:

1) розрахувати максимальну довжину черги автомобілів, прирівнявши її до середньої довжини черги автомобілів за формулою (3), округливши її значення у більшу сторону;

2) для величини $\psi_{T,j} - \psi_j + \Delta_j$ розрахувати ймовірність обслуговування автомобіля $P_{\text{обс}}$ по номограмі (рис. 1) при фіксованих значеннях n_j , $\psi_{T,j}$ і $\Delta = 0,1$ при планованій формі організації праці;

3. Знайти добуток $\psi_T \cdot P_{\text{обс}}$ і перевірити рівність:

$$\psi_j = \psi_T \cdot P_{\text{обс}} \quad (9)$$

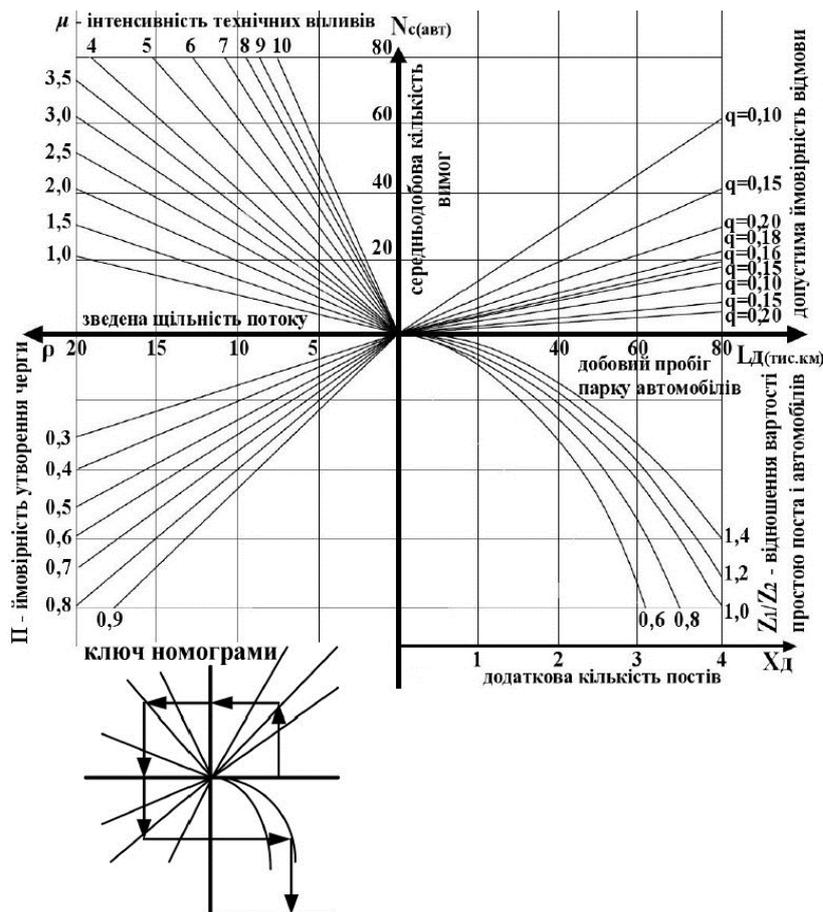


Рисунок 1 – Номограма визначення необхідної кількості постів

Якщо рівність не досягнута, то ψ_T збільшується ще на Δ_j , до досягнення еквівалентності правої і лівої частини рівності (9). При цьому розмір Δ_j може змінюватися в межах $0,01 \div 0,1$ залежно від необхідної точності визначення ψ_T . Значення ψ_T вважається максимальною досяжною величиною коефіцієнта завантаження. Інтенсивність вхідного потоку заявок визначається за формулою:

$$\lambda_{ex} = \frac{\lambda_j \cdot \psi_{T,j}}{\psi_j} \quad (10)$$

4. При фіксованому значенні λ_{ex} змінювати величину ψ_j від первинного значення до $\psi_{T,j}$ за рахунок варіації величинами n , P_p , $t_{зм}$ з обраним кроком приросту, розрахувати по номограмі (рис. 1) ймовірність обслуговування $P_{обс}$ і визначити значення функції (6).

Якщо прибуток збільшується, то процес оптимізації триває, інакше пошук призупиняється на передостанньому кроці. Ефективність придбання нового сучасного технологічного обладнання може бути врахована за рахунок збільшення максимальної довжини черги m або продуктивності праці в параметрі – чисельність робітників на одному посту P_p шляхом умовного збільшення P_p пропорційно продуктивності технологічного обладнання.

Висновки. Для вирішення триєдиного завдання – вибору виду спеціалізації, потужності і місця розміщення СТО необхідне накопичення статистичних даних про підприємства автосервісу.

На основі статистичних даних і узагальненого алгоритму рішення задачі видається можливим вибір трьох найбільш прийнятних місць розміщення СТО з конкретною спеціалізацією і потужністю виробництва.

Література

1. Agnieszka Bitkowska, Piotr Sliż, Candace Tenbrink, Aleksandra Piaseck. Application of Process Mining on the Example of an Authorized Passenger Car Service Station in Poland. *Foundations of Management*. 2020. Vol. 12. P. 125–136. DOI: 10.2478/fman-2020-0010.
2. Piotr Sliż. Statistical Analysis of the Process of Repair of Automotive Vehicles Using Methods of CPM and PERT Network Analysis. *Zeszyty naukowe politechniki śląskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*. 2018. Vol. 118. P. 516–524. DOI: 10.29119/1641-3466.2018.118.39.
3. Caban J, Drożdziel P, Krzywonos L, Rybicka I, Šarkan B, Ján Vrábek J. S. Statistical Analyses of Selected Maintenance Parameters of Vehicles of Road Transport Companies. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2019. 13(1): P. 1–13. <https://doi.org/10.12913/22998624/92106>.
4. Drożdziel P., Komsta H., Krzywonos L. An Analysis of the Relationships Among Selected Operating and Maintenance Parameters of Vehicles Used in a Transportation Company. *Transport Problems*. 2011. Vol. 6(4). P. 93–99.
5. Tarandushka L., Mateichyk V., Kostian N., Tarandushka I., Rud M. Assessing the Quality Level of Technological Processes at Car Service Enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 2/3 (104). P. 58–75.
6. Grozev D., Milchev M., Georgiev I. Study the Work of Specialized Car Service as Queue Theory. *International Scientific Journal «Mathematical Modeling»*. 2020. P. 31–34.
7. Monuj Kumar Rajuwar, Diganta Kalita. Simulation of Queuing System for Car Service Center using Arena Simulation Software. *International Journal of Production Engineering*. 2018. Vol. 4. P. 1–11.
8. Wasiak M., Jacyna M. Model of Transport Costs in the Function of the Road Vehicles Structure. 19th International Conference Transport Means. 2015. *Proceedings / Kersys Robertas (red.)*. Transport Means. 2015. P. 669–677.

Смирнов Є.В., доцент кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

КРИТЕРІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

На сьогодні ринок автотранспортних послуг формують автоперевізники найрізноманітнішої потужності та форм власності. Автопарк таких підприємств може налічувати від кількох одиниць рухомого складу до кількох сотень автомобілів. Така диференціація по кількості рухомого складу суттєво впливає на вибір підприємством стратегії підтримки рухомого складу в працездатному стані: від повної відсутності виробничих потужностей, що виконують обслуговування та ремонт автомобілів, до підприємств, що здійснюють весь комплекс робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту рухомого складу.

Наукові дослідження [1-3] показали, що існує деяке граничне значення трудомісткості певного виду робіт T_0 , при якому витрати на виконання даного виду робіт ТО і ремонту на власній виробничо-технічній базі (ВТБ) будуть рівними витратам виконання тих самих робіт на автосервісному або іншому автотранспортному підприємстві. Тобто, якщо розрахункова трудомісткість за певним видом робіт T_j перевищує відповідну трудомісткість T_0 , то доцільним буде виконання даного виду робіт на власній ВТБ, в іншому випадку роботи доцільно виконувати на сторонньому підприємстві. Проте підходи визначення граничного значення трудомісткості в цих роботах різняться, більш того, частина з них вже не відповідає сучасним умовам господарювання.

Витрати на ТО і ремонт рухомого складу, при виконанні робіт на власній ВТБ, залежить стану виробничо-технічної бази та від обсягу (трудомісткості) виконуваних робіт. Всі складові витрат можна розбити на три групи:

- постійні витрати, зумовлені станом ВТБ;
- змінні витрати, які не мають явної залежності від обсягу виконуваних робіт;
- змінні витрати, пропорційні обсягу виконуваних робіт.

Перша група витрат включає:

- витрати на утримання будівель та споруд;
- витрати на поточний ремонт будівель та споруд;
- амортизація будівель і споруд;
- витрати на амортизацію обладнання, технологічної оснастки тощо.

Друга група витрат включає:

- витрати на допоміжні матеріали;
- витрати на обслуговування та ремонт обладнання, включеного до основних фондів;
- ремонт та відшкодування малоцінного та швидкозношуваного інвентарю;
- заробітна плата інженерно-технічного персоналу, службовців та допоміжних робітників.

Третя група витрат включає:

- витрати на оплату праці та утримання робітників основного виробництва, з відрахуваннями на соціальні потреби;
- витрати на електроенергію, опалення, водопостачання та інші ресурси, що використовуються при виконанні робіт.

Стан ВТБ бази за i -м виробничим підрозділом, отже, і його основних фондів, визначається переліком і обсягом виконуваних робіт. Від переліку виконуваних робіт залежить номенклатура технологічного обладнання, оснащення та виробничого інвентарю, а від обсягу робіт залежить його кількість. Виходячи з досвіду практичної діяльності комплексних автотранспортних підприємств (АТП) та на основі багатьох наукових досліджень, можна стверджувати, що максимальна ефективність виробництва досягається при підвищенні ступеня використання технологічного обладнання. Узагальнено витрати першої групи можна визначити за формулою:

$$B_{1i} = \sum_{j=1}^n B_{\text{бал}j} A_j + (A_{\text{буд}} + H_{\text{буд}}) B_{\text{буд}} \quad (1)$$

де n – кількість обладнання на i -му виробничому підрозділі;

$B_{\text{бал}j}$ – балансова вартість j -го виду обладнання, грн;

A_j – норма амортизаційних відрахувань на j -у групу обладнання;

$A_{\text{буд}}$ – норма амортизації будівлі або виробничого приміщення;

$H_{\text{б\ddot{y}д}}$ – норма відрахувань на утримання та ремонт будівлі або виробничого приміщення;

$B_{\text{б\ddot{y}д}}$ – вартість будівлі або виробничого приміщення, грн.

В узагальненому вигляді річні експлуатаційні витрати, що відносяться до другої групи можна визначити за формулою:

$$B_{2i} = B_{\text{доп.р.}} + B_{\text{доп.мат.}} + B_{\text{рем.обл.}} + B_{\text{мші.}} \quad (2)$$

де $B_{\text{доп.р.}}$ – витрати оплати праці інженерно-технічних робітників, службовців і допоміжних робітників, грн;

$B_{\text{доп.мат.}}$ – витрати на допоміжні матеріали, грн;

$B_{\text{рем.обл.}}$ – витрати на обслуговування та ремонт обладнання, грн;

$B_{\text{мші}}$ – витрати на ремонт та відшкодування малоцінного та швидкозношуваного інвентарю, грн.

Витрати третьої групи можна укрупнено розрахувати за формулою:

$$B_{3i} = T_i \left(\sum_{k=1}^m B_k P_k + \Gamma T C_i K_{\text{доп}} K_{\text{в\ddot{i}др}} \right) \quad (3)$$

де T_i – обсяг робіт, що виконуються на i -му виробничому підрозділі, люд.-год.;

P_k – питома витрата k -го виду ресурсу на i -му виробничому підрозділі, од./дюд.-год.;

B_k – вартість одиниці k -го виду ресурсу, грн/од.;

m – загальна кількість ресурсів, що споживаються i -м підрозділом;

$\Gamma T C_i$ – середня годинна тарифна ставка ремонтних робітників в i -му виробничому підрозділі, грн;

$K_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, що враховує всі види доплат та додаткових витрат на охорону праці, спецодяг тощо;

$K_{\text{в\ddot{i}др}}$ – коефіцієнт, що враховує всі відрахування на заробітну плату.

При проведенні робіт ТО та ремонту на базі автосервісного або іншого автотранспортного підприємства, АТП не несе витрати на утримання власної ВТБ, а лише оплачує вартість матеріалів, запчастин та послуги сервісу. Витрати на ТО та ремонт транспортних засобів, при цьому прямо пропорційні обсягу виконуваних робіт. Розрахункова формула має вигляд:

$$B_{\text{сто}} = T_i K_n C_{\text{н-г}} \quad (4)$$

де $C_{\text{н-г}}$ – середня вартість нормо-години послуг підприємства, що надає автосервісні послуги, грн;

K_n – поправочний коефіцієнт, який враховує накладні витрати.

Таким чином граничне значення обсягу робіт T_0 може бути визначено шляхом розв'язання наступного рівняння:

$$B_{1i} + B_{2i}(T_0) + B_{3i}(T_0) - B_{\text{сто}i}(T_0) = 0 \quad (5)$$

Вирішити дане рівняння в узагальненому вигляді неможливо, оскільки невідомий вид функціональної залежності $B_{2i} = f(T_i)$, зважаючи на її багатофакторність і невстановлений характер впливу різних факторів. Проте, такі залежності можна отримати емпірично шляхом комплексного обстеження структури витрат на АТП різної потужності з різним рівнем розвитку ВТБ.

Висновки. В роботі розглянуто загальний підхід визначення граничної трудомісткості виконуваних робіт T_0 при визначенні оптимальної структури виробничо-технічної бази АТП. Проте наявність в цьому підході групи витрат виконання ТО і ремонту на виробничо-технічній базі АТП, які не мають явної аналітичної залежності від обсягу робіт, вимагають проведення подальших досліджень з метою отримання емпіричної залежності $B_{2i} = f(T_i)$.

Література

1. Митко М. В. Визначення доцільності створення виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вісник Вінницького політехнічного інституту, №1, 2016. С. 138–141.

2. Біліченко В. В., Смирнов Є. В. Стратегії технічного розвитку автотранспортних підприємств. Вінниця : ВНТУ, 2019. 144 с. Режим доступу : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Bilichenko_2019_144.pdf

3. Формування виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник /В.Є. Канарчук, І.П. Курніков, Ю.Ф. Савін, С.І. Андрусенко. К., 1994. 140 с.

**Степанчук О.В., професор кафедри
комп'ютерних технологій
будівництва, д.т.н. професор
Тімкіна С.Ю., старший викладач кафедри
інфраструктури авіаційного транспорту
Національний авіаційний університет**

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИДІЛЕННЯ СМУГ РУХУ ДЛЯ МАРШРУТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ МІСТ

З кожним роком транспортне навантаження на вулицях міст продовжує зростати, що призводить до утворення заторів і значного збільшення часу на переміщення як приватного, так і громадського транспорту. Ця проблема особливо актуальна для великих і найбільших міст України, де питання організації ефективного руху громадського транспорту стає критично важливим для забезпечення сталого розвитку міської інфраструктури. Транспортна система сучасних міст повинна враховувати інтереси всіх учасників дорожнього руху та забезпечувати зручність, швидкість і надійність пересування, особливо для більшості населення.

Високий рівень завантаженості вулично-дорожньої мережі створює серйозні виклики для міських транспортних систем, що впливає на якість життя населення, екологічний стан міста та функціонування транспорту загалом. У зв'язку з цим, необхідність пошуку ефективних рішень для зменшення транспортного навантаження та покращення умов для функціонування громадського транспорту є важливим завданням для органів міського управління та транспортних планувальників. Одним із таких рішень є впровадження виділених смуг для руху громадського транспорту, що дозволяє підвищити ефективність роботи всієї транспортної системи міста.

Умови руху громадського пасажирського транспорту, який працює за визначеним маршрутом та рухається разом з іншими видами транспорту в спільному потоці, залежать від загальної ситуації на дорогах. Ці умови визначаються двома ключовими показниками. Перший — це рівень завантаження вулично-дорожньої мережі, який показує кількість транспорту, що рухається в даний момент часу, і впливає на утворення заторів. Другий показник — швидкість сполучення, яка демонструє, наскільки швидко транспорт може здійснити переміщення між пунктами призначення. Обидва ці фактори взаємопов'язані, оскільки за умов високої завантаженості доріг швидкість руху транспорту значно знижується.

Рівень завантаженості визначає, наскільки інтенсивним є транспортний потік на дорогах у певний момент часу. Велика кількість автомобілів і перевантажені вулиці призводять до утворення заторів, що негативно впливає на ритмічність та надійність графіку роботи громадського транспорту. У таких умовах пасажирів стикаються з додатковими затримками та дискомфортом. Затори значно впливають на швидкість і регулярність руху маршрутного пасажирського транспорту, який є основним засобом пересування для більшості мешканців міст [1].

Швидкість сполучення, зі свого боку, є ключовим показником ефективності транспортної системи. Вона визначає середню швидкість, з якою транспорт може подолати відстань між зупинками. Вищі швидкості сприяють комфортним та швидким поїздкам, що підвищує привабливість громадського транспорту для пасажирів. Однак, висока завантаженість доріг значно уповільнює рух, змушуючи громадський транспорт ділити дорогу з приватними автомобілями, що зменшує ефективність перевезень.

Таким чином, для покращення умов руху маршрутного пасажирського транспорту важливо впроваджувати комплексні заходи. Це може бути виділення смуг для громадського транспорту, оптимізація роботи світлофорів, удосконалення інженерно-планувальних рішень та покращення заходів з організації обслуговування пасажирів на зупинках [2], а також створення окремих шляхів для швидкісних автобусних маршрутів чи тролейбусів. Лише так можна забезпечити належний рівень комфорту для пасажирів і стимулювати привабливість та заохочення для населення користуватися громадським транспортом.

Зменшення кількості приватних легкових автомобілів на міських вулицях не лише розвантажує мережу, але й позитивно впливає на екологічний стан міст [3]. Зменшення місць, де виникають затори, призводить до зменшення викидів відпрацьованих газів автотранспортом, що сприяє поліпшенню якості повітря. Крім того, більш ефективний рух громадського транспорту робить його привабливішим для пасажирів, що стимулює жителів частіше обирати його замість особистих автомобілів. Це, в свою чергу, зменшує загальне навантаження на дороги, знижує рівень шуму та покращує умови життя в містах.

Таким чином, пріоритет для маршрутного транспорту є не лише питанням зручності для пасажирів, але й важливим кроком до створення сучасної, екологічно безпечної та стійкої транспортної системи. Міста, які прагнуть до поліпшення умов життя своїх мешканців, повинні приділяти особливу увагу розвитку громадського транспорту та надавати йому перевагу у своїх транспортних стратегіях.

Громадський пасажирський транспорт є основним засобом пересування для людей з різними доходами. Виділення смуг для маршрутного транспорту підвищує доступність ефективного та швидкого транспорту для широкого кола населення, включаючи малозабезпечених громадян. Це сприяє зменшенню транспортної нерівності та підвищенню рівня соціальної справедливості.

Тому організація пріоритетного руху для маршрутного транспорту є важливим елементом покращення умов функціонування транспортної системи міст. Зростаюче навантаження на дорожню інфраструктуру, збільшення кількості приватних автомобілів та погіршення екологічної ситуації вимагають змін у підходах до організації руху. Надання пріоритету громадському транспорту є одним із найефективніших інструментів для забезпечення сталого розвитку міської транспортної інфраструктури [4,5].

Виділення смуги для громадського транспорту є одним із найбільш ефективних засобів зниження затворів та підвищення якості транспортного обслуговування в міських умовах. Дослідження показують, що коли громадський транспорт отримує пріоритет на дорогах через спеціально виділені смуги, це значно скорочує час затримок, спричинених загальним транспортним потоком. У такій системі громадський транспорт стає більш конкурентоспроможним порівняно з приватними автомобілями, оскільки фактично на його рух не впливає загальний транспортний потік і затори на вулицях.

Виділення смуг для громадського транспорту є важливим інструментом у стратегіях сталого розвитку всієї транспортної системи населеного пункту і це має значні соціальні, економічні та екологічні переваги під час планування та розвитку міської інфраструктури [6, 7].

Влаштування смуг для громадського транспорту на магістральних вулицях міст — це один із заходів для покращення транспортної інфраструктури. Воно має на меті забезпечення швидкого, безпечного та ефективного руху автобусів, тролейбусів та інших громадських засобів пересування. Однак перед впровадженням таких змін необхідно врахувати низку факторів, що впливають на їхню доцільність. Можна виділити такі основні фактори, а саме:

- інтенсивність руху транспорту;
- інфраструктурні особливості магістралі;
- модальні переміщення та екологія;
- соціально-економічні фактори;
- безпека дорожнього руху;
- економічна доцільність.

Модель, яка описує взаємозв'язок факторів доцільності влаштування смуг для громадського транспорту, може бути подана через сукупність функцій, що відображають вплив кожного фактора на загальний рівень доцільності. Для цього використовуємо лінійну модель, що включає основні фактори як змінні.

Загальну модель можна записати:

$$D = \alpha_1 T_g - \alpha_2 T_p + \alpha_3 W + \alpha_4 E + \alpha_5 C + \alpha_6 B - \alpha_7 I \quad (1)$$

де D — доцільність влаштування смуг (основний результат моделі);

T_g — інтенсивність громадського транспорту (кількість автобусів, тролейбусів тощо);

T_p — інтенсивність приватного транспорту (кількість автомобілів);

W — ширина проїзної частини вулиці або дороги;

E — екологічний вплив (зміна рівня забруднення);

C — соціально-економічний вплив (доступність для населення, вплив на бізнес);

B — безпека руху (ризик аварій);

I — вартість проєкту;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_7$ — коефіцієнти, що визначають ступінь впливу кожного з факторів на доцільність.

Коефіцієнти $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_7$ повинні бути оцінені на основі даних для конкретного міста або регіону. Вони можуть бути отримані через регресійний аналіз або експертні оцінки, враховуючи реальні умови інфраструктури та транспорту.

Для прийняття рішення про влаштування смуг громадського транспорту необхідно забезпечити, щоб $D > 0$. Тобто, позитивні фактори мають переважати над негативними (фінансові витрати, вплив приватного транспорту).

Аналізуючи вище сказане, можна виділити основні наслідки доцільності влаштування відокремлених смуг для руху громадського транспорту на магістральних вулицях міста:

- відокремлені смуги для громадського транспорту дозволяють значно скоротити затримки,

пов'язані з заторами, особливо на магістральних вулицях, де транспортний потік є найбільш інтенсивним. Це дозволяє автобусам, тролейбусам та іншим транспортним засобам рухатися швидше і безперешкодно, навіть у години пік. Таким чином, громадський транспорт стає більш надійним і конкурентоспроможною альтернативою приватному автотранспорту;

- впровадження виділених смуг покращує регулярність руху транспорту та зменшує час очікування на зупинках. Це позитивно впливає на загальний рівень обслуговування пасажирів, роблячи поїздки більш зручними, прогнозованими та швидкими. Вищий рівень комфорту та надійності стимулює більше людей користуватися громадським транспортом;

- збільшення кількості громадських пасажирських перевезень, зокрема через впровадження виділених смуг, сприяє зменшенню використання приватних автомобілів, що, в свою чергу, знижує рівень забруднення повітря та викидів парникових газів. Більший пасажирообіг у громадському транспорті дозволяє скоротити загальну кількість автомобілів на дорогах, що робить міське середовище більш екологічно чистим і безпечним для жителів;

- у великих і найбільших містах вулично-дорожня мережа часто працює на межі своїх можливостей. Впровадження відокремлених смуг дозволяє більш раціонально використовувати наявну інфраструктуру, надаючи пріоритет високоефективним видам транспорту. Це дозволяє уникнути масштабних перебудов чи розширення вулиць, зменшуючи витрати на утримання та реконструкцію доріг;

- відокремлені смуги для громадського транспорту сприяють зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод. Оскільки громадський транспорт пересувається окремо від основного потоку приватних автомобілів, ризик виникнення аварій між ними знижується. Крім того, це дозволяє зменшити хаотичний рух транспортних засобів, підвищуючи загальну організованість руху;

- пріоритетне використання громадського транспорту через виділені смуги відповідає принципам сталого розвитку міських територій. Це сприяє зменшенню автомобільної залежності населення, покращенню мобільності та зменшенню транспортного навантаження на магістральні вулиці, що, своєю чергою, дозволяє містам ефективніше використовувати простір та енергоресурси.

Висновки. Зростання транспортного навантаження на міські вулиці, перенасиченість автомобілями та часті затори значно ускладнюють функціонування громадського транспорту, що є основним засобом пересування для мешканців міст. Для забезпечення ефективної роботи транспортної системи важливо впроваджувати комплексні заходи, такі як виділення окремих смуг для громадського транспорту та оптимізація вулично-дорожньої мережі.

Виділені смуги для громадського транспорту є ключовим рішенням для зниження заторів, підвищення швидкості й регулярності перевезень. Це сприяє не лише покращенню якості транспортного обслуговування пасажирів, але й має позитивний вплив на екологію завдяки зниженню рівня забруднення повітря. Пріоритет для громадського транспорту стимулює до зменшення використання приватних автомобілів, що, в свою чергу, сприяє сталому розвитку міських інфраструктур.

Впровадження виділених смуг дозволяє підвищити рівень безпеки дорожнього руху, ефективніше використовувати вулично-дорожню мережу та знижує витрати на її реконструкцію. Таким чином, організація пріоритетного руху для громадського транспорту є важливим елементом забезпечення сталого розвитку міст, поліпшення умов життя їх мешканців та сприяння соціальній справедливості.

Загалом, розвиток громадського транспорту є ефективним інструментом вирішення проблем транспортної системи та кроком до забезпечення стійкої екологічності сучасних міст.

Література

1. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: Монографія / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, О. В. Степанчук, Р. В. Кротов. – Київ: НАУ, 2015. – 176 с.
2. Пустовойт Р. О., Тімкіна С. Ю., Степанчук О. В. Інженерно-планувальні рішення зупинок маршрутного транспорту на прикладі Києва. Теорія та практика дизайну. 2022. № 26. С. 87–96.
3. Степанчук О.В. Принципи створення транспортно-екологічного моніторингу. Містобудування та територіальне планування. 2001. №9. С. 275-280.
4. Степанчук О.В. Ефективні методи розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі в сучасних умовах. Вісник Інженерної академії України. 2013. № 3-4. С.-171-174.
5. Степанчук О. В. Забезпечення відповідності вулично-дорожньої мережі міста потребам руху. Вісник Інженерної академії України. 2019. № 2. С. 129-133.
6. Степанчук О. В. Вплив планувальних особливостей міст на розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі. Проблеми розвитку міського середовища. 2020. № 1(24) . С. 116–127.
7. Степанчук О.В., Лапенко О.І., Чернишова О.С. Особливості використання методів моделювання транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст. Теорія та практика дизайну. 2022. № 25. С. 110–119.

Суслов В.В., аспірант кафедри транспортних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПИТУ НА ГРОМАДСЬКИЙ ТРАНСПОРТ

Відомо, що одним з найбільш важливих показників функціонування сучасного міста є рівень розвитку системи громадського транспорту, яка забезпечує потреби населення в переміщенні між різними пунктами притягання (дім, робота, супермаркет, місця навчання, відпочинку тощо). Для оцінювання роботи цієї системи необхідно знати особливості формування попиту населення на послуги, які вона пропонує.

Перш за все для популяризації громадського транспорту потрібно створити комфортні умови його доступності для усіх верств населення. Це можна досягнути при якісному взаємозв'язку ряду критеріїв: відстань до зупинки, оптимальна тривалість очікування на транспортний засіб, тривалість поїздки, вартість перевезень, чистота салону автобуса та його наповненість.

Управління попитом на транспортні послуги – це максимальне підвищення ефективності системи міського транспорту, шляхом зниження рівня використання приватних автомобілів та популяризації громадського транспорту [1].

У роботі [1] автори до переваг планування управління попитом відносять: зниження завантаженості доріг; економія на паркуванні індивідуальних транспортних засобів; розширення альтернатив для мобільності населення; безпека на дорозі; збереження електроенергії; зменшення рівня викидів.

Враховуючи це, можна припустити, що формування попиту на громадський транспорт є необхідною складовою для дослідження напрямків розвитку міст.

Інші автори [2] ділять критерії впливу при виборі громадського транспорту на основні (якість обслуговування, вартість транспортних послуг) і другорядні (тривалість очікування на транспортний засіб, тривалість здійснення поїздки) та подають їх у вигляді піраміди (рис. 1).



Рисунок 1. Критерії вибору виду громадського транспорту

Найбільш точно дослідити попит населення на послуги громадського транспорту можна з використанням натурних методів. У зв'язку з цим, необхідно провести онлайн опитування користувачів щодо затрат їх часу на переміщення громадським транспортом. В анкету буде включено запитання про: тривалість руху до зупинки громадського транспорту; тривалість очікування на транспортний засіб; тривалість руху між пунктами відправлення і призначення; необхідність здійснення пересадки між маршрутами тощо. Важливою також є інформація про наявності у користувачів власного автомобіля, що дасть змогу ґрунтовніше проаналізувати вибір способів переміщення.

Таке опитування дасть змогу зібрати дані щодо сприйняття респондентами окремих параметрів поїздки, які, варто зазначити, суттєво залежать від розмірів міста та щільності житлової забудови.

Література

1. Broaddus A., Litman T. & Menon G. (2009). Transportation Demand Management. (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH). Retrieved from URL: https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2009/04/GIZ_SUTP_TM_Transportation-Demand-Management_EN.pdf
2. Gits I., Zhuk M. & Pivtorak H. (2020). Analysis of demand for public transport service in Lviv city. Transport technologies, Volume 1, Number 2. – 57- 64. doi: <https://doi.org/10.23939/tt2020.02.057>.

Тарасенко Т.М., викладач ЗФПО, голова циклової комісії будівництва, експлуатації і ремонту автомобільних доріг та аеродромів
Тетера В.С., викладач ЗФПО
Оникієнко І.В., викладач ЗФПО
Відокремлений структурний підрозділ «Класичний фаховий коледж Сумського державного університету»

МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Анотація. Обговорюються та аналізуються особливості, переваги, недоліки та засоби методів визначення інтенсивності руху на автомобільних дорогах. Розглянуті вимоги до методів моніторингу дорожньої обстановки та проблеми.

Ключові слова: інтенсивність руху, моніторинг дорожнього руху, методи визначення, оптичні методи, радіолокаційні методи, інфрачервоні методи, реконструкція доріг, транспортні потоки, засоби моніторингу інтенсивності дорожнього руху

Інтенсивність руху є важливим показником, який характеризує дорожню обстановку та є головним показником до реконструкції автомобільної дороги. Досвід використання різних методів визначення інтенсивності руху на дорогах накопичувався протягом багатьох років і продовжує поповнюватися завдяки розвитку технологій. Для її визначення використовують різні методи, які можна умовно розділити на три групи [1] та зробити висновок по кожному:

- оптичні методи, засновані на аналізі зображень дорожнього руху;
- радіолокаційні методи, засновані на вимірюванні швидкості і частоти переміщення об'єктів на дорозі;
- інфрачервоні методи, засновані на вимірюванні температури об'єктів на дорозі.

Оптичні методи є найбільш поширеними, оскільки вони відносно недорогі і прості у використанні. До них відносяться [2]:

- метод ручного підрахунку, при якому оператор вручну підраховує кількість транспортних засобів, що проїжджають через задану ділянку дороги – цей метод використовувався з самого початку вивчення транспортних потоків. Його перевага – низька вартість, але недолік – висока трудомісткість і суб'єктивність результатів;

- метод відеомоніторингу, при якому відеокамери записують зображення дорожнього руху – з появою відеокамер відкрилися нові можливості для автоматизації підрахунку транспортних засобів. Сучасні системи відеоаналізу дозволяють розпізнавати різні типи транспортних засобів, визначати їх швидкість та напрямок руху. Однак, якість результатів залежить від якості відеозображення та ефективності алгоритмів обробки;

- метод використання світлодіодних індикаторів, при якому на дорозі встановлюються світлодіодні індикатори, які змінюють свій колір в залежності від наявності транспортного засобу – цей метод досить простий і надійний, але його застосування обмежене певними типами доріг та умовами освітлення.

Радіолокаційні методи дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в реальному часі. До них відносяться [2]:

- метод радарів, при якому радар вимірює швидкість переміщення транспортних засобів та відстань між ними – ця інформація може бути використана для розрахунку інтенсивності руху. Однак, радары можуть бути чутливими до перешкод та атмосферних умов;

- метод радарів з імпульсною доплерометрією, при якому радар вимірює швидкість переміщення транспортного засобу і його відстань до радара – ці радары забезпечують більш точні вимірювання швидкості та дозволяють відрізнити рухомі об'єкти від нерухомих.

Інфрачервоні методи дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в нічний час. До них відносяться [3]:

- метод інфрачервоних камер, при якому інфрачервона камера записує зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів – ці камери дозволяють вести спостереження в умовах недостатньої освітленості. Вони використовуються для виявлення транспортних засобів за їх тепловим випромінюванням;

- метод інфрачервоних сенсорів, при якому інфрачервоні сенсори вимірюють кількість тепла, що виділяється транспортними засобами – ці сенсори виявляють транспортні засоби за зміною температури навколишнього середовища.

Відповідно до кожного методу дослідження інтенсивності руху існують різні засоби, які можна умовно розділити на три групи: оптичні, радіолокаційні та інфрачервоні [4].

Оптичні засоби є найбільш поширеними, оскільки вони відносно недорогі і прості у використанні. До них відносяться:

- ручні підрахункові пристрої, які використовуються для ручного підрахунку кількості транспортних засобів;
- відеокамери, які записують зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів (рис. 1, а);
- світлодіодні індикатори, які змінюють свій колір в залежності від наявності транспортного засобу (рис. 1, б).



Рисунок 1 – Оптичні засоби дослідження дорожньої обстановки: а – відеокамери; б – світлодіодні індикатори

Радіолокаційні засоби дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в реальному часі (рис. 2, а). До них відносяться:

- радарні датчики, які вимірюють швидкість переміщення транспортного засобу;
- радарні датчики з імпульсною доплерометрією, які вимірюють швидкість переміщення транспортного засобу і його відстань до радара.

Інфрачервоні засоби дозволяють отримувати інформацію про інтенсивність руху в нічний час (рис. 2, б). До них відносяться:

- інфрачервоні камери, які записують зображення дорожнього руху, а потім на основі цього зображення проводиться підрахунок кількості транспортних засобів;
- інфрачервоні сенсори, які вимірюють кількість тепла, що виділяється транспортними засобами.



Рисунок 2 – Радіолокаційні та інфрачервоні засоби дослідження дорожньої обстановки: а – радар; б – інфрачервоні камери

До основних вимог, що пред'являються до засобів визначення інтенсивності руху, відносяться [4]:

- точність - точність вимірювання інтенсивності руху повинна бути достатньою для вирішення поставлених завдань;

- надійність - засоби повинні бути стійкими до впливу зовнішніх факторів, таких як погода, дорожні умови та ін;

- економічність - засоби повинні бути економічно ефективними.

Також не треба забувати про плин часу та ріст потреб, тому останнім часом є такі напрямки розвитку систем моніторингу дорожнього руху:

- комбіновані системи – сучасні системи моніторингу дорожнього руху часто поєднують різні методи для підвищення точності та надійності результатів;

- інтеграція з іншими системами – дані про інтенсивність руху інтегруються з іншими системами, такими як системи управління світлофорами, системи навігації та іншими;

- застосування штучного інтелекту – штучний інтелект використовується для розробки більш складних алгоритмів обробки даних, що дозволяють виявляти різноманітні транспортні ситуації та прогнозувати розвиток транспортних потоків.

Проблемними моментами в цих питаннях залишаються не вирішеними:

- вплив зовнішніх факторів – погодні умови, час доби, тип дорожнього покриття та інші фактори можуть впливати на точність вимірювань;

- вартість обладнання – сучасні системи моніторингу дорожнього руху можуть бути досить дорогими.

- обробка великих обсягів даних – отримання та обробка великих обсягів даних вимагають потужного обладнання та спеціального програмного забезпечення.

На сучасному ринку представлено широкий вибір засобів для визначення інтенсивності руху. При виборі засобу необхідно враховувати всі фактори, що впливають на ефективність його використання. Вибір методу моніторингу інтенсивності руху залежить від конкретних умов експлуатації. Для доріг з невеликим потоком руху можна використовувати оптичні методи. Для доріг з великим потоком руху або для дорожніх ділянок, розташованих в складних умовах видимості, доцільно використовувати радіолокаційні або інфрачервоні методи.

Література

1. Методика визначення інтенсивності руху транспортних засобів: Навчальний посібник / В.В. Коваленко, В.В. Білоус, В.І. Коваленко – , К.: Національний транспортний університет, 2019 - 116с.

2. Моніторинг інтенсивності руху на дорогах: Навчальний посібник / В.М. Мельник, О.М. Поліщук, В.В. Гурін – К.: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", 2022 – 108с.

3. Моніторинг дорожньої обстановки: Навчальний посібник / В.Ф. Ступак, В.В. Задорожний, В.В. Яковчук – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020 – 128с.

4. Дослідження інтенсивності руху транспортних засобів: Навчальний посібник / І.В. Ключарев, В.В. Кравчук – Київ: КНУБА, 2016 – 152с.

Тесля В.О., доцент кафедри автомобілів, к.т.н.
Сіправська М.Д., ст. викладач кафедри автомобілів
Гаврилишин В.В., студент бакалавр

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА СПОСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ АВТОМОБІЛІВ

Сучасний світ складно уявити без транспорту. Подорожі, похід в магазин та на роботу, доставка товару - все це неможливо без автомобілів. Автомобіль — самохідна колісна машина, яка приводиться в рух встановленим у неї двигуном і призначена для перевезення людей, вантажу, буксирування транспортних засобів, виконання спеціальних робіт та перевезення спеціального устаткування безрейковими дорогами. Світ постійно розвивається, а тому найголовнішим завданням сучасності є створення комфортних умов для пересування людей. Саме для цього і призначені автономні автомобілі.

Автономне авто – це транспортний засіб, який використовує різні сенсори, програмне забезпечення та алгоритми для пересування без участі водія. Його робота заснована на використанні складної системи технологій, які дозволяють виявляти навколишнє середовище, приймати рішення та керувати автомобілем. Автономне авто працює завдяки комбінації датчиків, штучного інтелекту, алгоритмів машинного навчання та складних систем управління. Сенсори, такі як лідари сканують навколишнє середовище, відстані до об'єктів та їх швидкості, а камери розпізнають дорожні знаки та світлофори. Усі зібрані дані передаються в комп'ютер автомобіля, де штучний інтелект обробляє інформацію, щоб вирішити, коли гальмувати, прискорюватися, або повертати. Коли рішення прийнято, система управління авто активує механічні системи, такі як кермо або гальма, щоб виконати необхідний маневр. Ці дії координуються з використанням GPS та цифрових карт для навігації по оптимальному маршруту. Додатково, автономні авто можуть комунікувати один з одним і з дорожньою інфраструктурою, що дозволяє їм попереджати про затори, аварії або зміни в дорожніх умовах. [2]

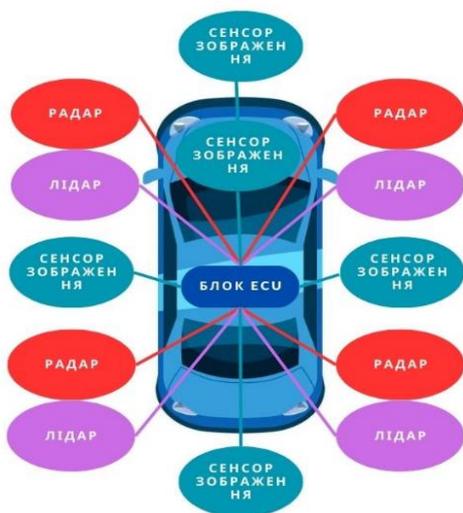


Рисунок 1 – Зображення додаткового обладнання для автономного автомобіля

Класифікація SAE (Society of Automotive Engineers) визначає шість рівнів автономності автомобілів, кожен з яких описує ступінь втручання водія:

- 0 рівень — повне керування водієм.
- 1-2 рівень — часткова автоматизація (адаптивний круїз-контроль, автоматичне паркування).
- 3-4 рівень — висока автоматизація, коли автомобіль може керувати самостійно в певних умовах.
- 5 рівень — повна автономність, не потребує втручання водія взагалі.

Майже всі автомобільні виробники сучасності працюють над створенням безпілотних автомобілей п'ятого рівня. Найбільший внесок в розвиток цієї галузі зробила компанія Tesla та її засновник Ілон Маск. Більшість машин модельного ряду Tesla вже мають 3 рівень автономності. Нещодавно компанія презентувала свої нові винаходи, серед яких повністю безпілотний автомобіль під назвою Cybercab, та автобус без водія Robovan. Виробництво цих автомобілів заплановано на 2026 рік, а ціна за словами розробника буде не більшою ніж 30000 доларів.

Автономний транспорт має широкий спектр застосувань у різних галузях, завдяки його здатності підвищувати безпеку, ефективність та знижувати витрати. Ось основні напрями його використання:

Персональні автомобілі:

- Роботизовані таксі (роботаксі): автономні авто можуть використовуватися для перевезення пасажирів без водіїв. Це підвищує зручність і зменшує витрати на послуги таксі [2].
- Приватні автономні автомобілі: в майбутньому люди зможуть користуватися власними автономними авто, що дозволить знизити стрес від водіння та зменшити кількість ДТП [3-4].

Громадський транспорт:

- Автономні автобуси: у містах уже тестуються або експлуатуються автобуси без водіїв, що здатні

самостійно пересуватися за визначеним маршрутом. Вони можуть бути більш економічними та зручними для регулярних перевезень.

– Автономні потяги і метро: багато сучасних систем метро працюють в автономному режимі, що дозволяє уникнути затримок і підвищити ефективність перевезень.

Комерційні вантажні перевезення:

– Автономні вантажівки: використання вантажівок без водіїв може суттєво знизити витрати на логістику і підвищити ефективність перевезень. Автономні вантажівки можуть працювати цілодобово, що прискорює доставку товарів.

– Остання миля доставки: автономні транспортні засоби використовуються для доставок товарів на короткі відстані, зокрема в містах (наприклад, автономні робомобілі для доставки пакетів і товарів).

Індустріальне використання:

– Шахти і кар'єри: автономні транспортні засоби використовуються для транспортування гірничих порід і матеріалів у складних умовах, де людське життя може бути під загрозою.

– Сільське господарство: автономні трактори та комбайни можуть працювати на полях без участі людини, знижуючи витрати на робочу силу і підвищуючи ефективність сільськогосподарських робіт.

Логістичні та складські рішення:

– Автономні навантажувачі і роботи: на складах автономні системи використовуються для перевезення товарів та автоматизації процесів збирання і пакування. Це знижує потребу в людській праці та підвищує продуктивність.

– Автономні дрони для доставки: дрони використовуються для швидкої доставки малих пакетів у важкодоступні місця або у межах міських територій.

Морські та річкові перевезення:

– Автономні кораблі і баржі: судна без екіпажу можуть використовуватись для перевезення вантажів морем або річками, зменшуючи витрати на експлуатацію та підвищуючи безпеку, оскільки людський фактор виключено.

Автономний транспорт для спеціальних служб:

– Рятувальні місії: автономні транспортні засоби можуть бути використані для пошуково-рятувальних операцій у важкодоступних місцях або в небезпечних для людини зонах (наприклад, у зоні стихійних лих).

– Пожежні машини і швидка допомога: автономний транспорт може скоротити час прибуття екстрених служб на місце події і допомогти в ситуаціях, коли кожна секунда важлива.

Мобільні сервісні станції:

– Автономні машини можуть бути використані як мобільні сервіси для ремонту автомобілів або надання інших послуг на дорогах (наприклад, заправка, технічне обслуговування).

Безпілотні літальні апарати (дрони):

– Військові, комерційні та цивільні дрони також є прикладом автономного транспорту, що використовується для збору даних, моніторингу, картографування та доставки.

– Автономний транспорт має потенціал революціонізувати різні сектори економіки, підвищуючи ефективність, безпеку і доступність транспорту, а також зменшуючи негативний вплив на довкілля.

Автономні автомобілі обіцяють революціонізувати нашу дорожню безпеку, але як і будь-яка технологія, вони несуть як переваги, так і потенційні ризики [5].

Серед переваг можна назвати:

1. Зниження кількості аварій, пов'язаних з людським фактором. Більшість дорожньо-транспортних пригод зараз відбуваються через помилки водіїв, такі як відволікання, втома або погане оцінювання ситуації. Автономні системи не втомлюються, не відволікаються і не п'ють алкоголь, тому в теорії, вони можуть значно знизити кількість таких аварій.

2. Покращення мобільності для людей з обмеженими можливостями. Автономні автомобілі можуть надати більшу самостійність особам з обмеженими фізичними можливостями, літнім людям, а також тим, хто через різні причини не може водити машину.

3. Ефективність дорожнього руху. Автономні автомобілі можуть спілкуватися один з одним і синхронізувати свої дії на дорозі, що може зменшити затори та покращити загальну пропускну здатність доріг.

Найбільшими недоліками є:

1. Технологічні збої та помилки. Як і будь-яка складна технологія, системи автономних автомобілів можуть мати вразливості. Помилки в програмному забезпеченні, збої апаратури або непередбачені обставини можуть призвести до некоректної поведінки автомобіля.

2. Проблеми з безпекою даних і приватністю. Автономні авто збирають величезні обсяги даних про своїх пасажирів і навколишнє середовище, що ставить під загрозу приватність користувачів і створює потенційні цілі для злочинців та шахраїв.

3. Залежність від технологій. Повна залежність від автономних систем може знизити увагу і навички водіння людини, що ставить під загрозу безпеку в ситуаціях, коли втручання водія є критично важливим.

4. Юридичні та етичні питання. Виникають питання щодо відповідальності у випадку аварій — хто несе відповідальність, якщо винуватцем є автономний автомобіль? Існують також етичні дилеми, наприклад, як машина повинна реагувати в ситуаціях, коли потрібно вибирати між збитком для різних осіб.

Впровадження автономних автомобілів – це складний процес, який вимагає узгоджених зусиль багатьох сторін: виробників, урядів, інфраструктурних компаній та суспільства в цілому. Ось деякі ключові способи, за допомогою яких дана технологія може бути впроваджена на вулицях України:

Поступове впровадження та тестування. Поступове розширення функціоналу: Спочатку автономні автомобілі можуть виконувати прості завдання, такі як паркування або рух по шосе, а потім поступово переходити до більш складних маневрів у міських умовах.

Наступним етапом буде співпраця з урядами та регуляторами. Розробка нових правил дорожнього руху, створення інфраструктури, співпраця з правоохоронними органами.

Розвиток технологій. Покращення датчиків і сенсорів, розробка потужних комп'ютерів, забезпечення безпеки кібербезпеки. Освіта та інформування суспільства, тобто популяризація технології та підготовка водіїв. Поступове інтеграція з іншими системами такими як смарт-сіті, інтернет речей.

Впровадження автономних автомобілів – це довготривалий процес, який вимагає значних інвестицій і зусиль. Однак, потенційні переваги цієї технології, такі як підвищення безпеки на дорогах, зниження забруднення навколишнього середовища та збільшення мобільності, роблять її дуже перспективною.

Висновки. Отже, подальший розвиток безпілотних автомобілів є неминучим, оскільки вони вже відіграють важливу роль в сучасному світі. Я вважаю, що галузь потрібно більше розвивати в таких сферах як військова, тому що доставка товарів та їжі в умовах війни є дуже складною, а безпілотні автомобілі зможуть виконувати цю роль з меншими ризиками. Добрим є те, що з цими автомобілями далека дорога зможе стати відпочинком, оскільки не потрібно буде відволікатись на руль, педалі та інші елементи, а можна буде займатися своїми справами та просто поспати. В цьому і є наше майбутнє.

Література

1. Автономні автомобілі: як вони змінять наше життя. URL: <https://avtoto.com.ua/ua/blog/suchasni-avtomobilni-tekhnologii/avtonomni-avtomobili-yak-voni-zminyay-nashe-zhittya.html>
2. Акції Tesla впали після появи робототаксі Cybercab. URL: <https://www.bbc.com/news/articles/cm29x5ke9jdo>
3. Подригало М.А., Абрамов Д.В., Тесля В.О. Розробка способу та бортових засобів запобігання зіткненню автомобілів при виконанні маневру обгону / Збірник наукових праць. Автомобільний транспорт. – Харків: ХНАДУ, – Випуск 33. 2013.– С. 29-35.
4. Система запобігання зіткнення автомобілів при виконанні маневру обгону : пат. 86134 Україна : G08G 1/16. № у 2013 09325 ; заявл. 25.07.2013 ; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 23.
5. Актуальні проблеми створення інтелектуальних безпілотних автомобілів URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%90%D0%95/BEZPILOTNYK.pdf.

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Судейченко В.Р., студент, ЗРС-1132
Відокремлений структурний підрозділ
«Житомирський автомобільно- дорожній фаховий коледж
Національного транспортного університету»

РОЗВИТОК ТЕНДЕНЦІЙ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛІВ З ЕЛЕКТРОТЯГОЮ

Актуальність теми пов'язана з вирішенням низки проблем, викликаних експлуатацією транспортних засобів з ДВЗ при перевезенні пасажирів і вантажів. Заміна на автотранспортних підприємствах рухомого складу з ДВЗ на конкурентоздатний автомобільний транспорт з електротягою дозволить значно підвищити важливі критерії оцінки експлуатаційних показників якості: функціональну стійкість, екологічність, комфортність та безпеку перевезень[1].

Проблеми екологічності, безпеки та комфортності часто поєднуються при міських перевезеннях традиційним автомобільним транспортом, що негативно впливає на пасажирів. Таке поєднання проблем має високу ймовірність особливо в умовах воєнного стану в Україні. З точки зору екології статистика засвідчує про те, що у Європі транспорт є основним джерелом викидів парникових газів (27%), легкові автомобілі становлять 30% від загальної кількості, комерційні автомобілі – 15%, автобуси – 2%, що значною мірою впливає на проблеми екології великих і середніх міст. Європейські тенденції розвитку автотранспорту пов'язані з рішеннями міжнародної кліматичної конференції COP21, яка поставила амбітні цілі з погляду скорочення викидів парникових газів. В даний час Європа прагне досягти вуглецевої нейтральності до 2050 року. Широкого використання набув екологічний норматив WLTP (World harmonized Light-duty vehicles Test Procedure) — глобальний гармонізований стандарт, для визначення рівнів забруднюючих речовин, викидів CO₂ і споживання палива традиційними та гібридними автомобілями, а також асортиментом повністю електричних транспортних засобів. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) оголосило в листопаді 2020 року, що в усьому світі 90% нових виробничих потужностей електроенергії буде засновано на відновлюваних джерелах і до 2025 року передбачається досягти більшого виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, ніж з вугілля.

У відповідь на вимогу нульових викидів парникового газу розробники автомобілів ведучих фірм Європи та світу проводять постійне удосконалення конструкцій автомобілів з ДВЗ на предмет зменшення витрат палива та їх викидів до нульових. Ці удосконалення пов'язані з впровадженням технологій мікро гібридизації, часткової і повної гібридизації, з поступовим переходом, спочатку до повністю електричного автомобіля з зарядкою від розетки, а потім до конструкцій повністю електричного водневого автомобіля на паливних елементах.

По мірі еволюційних перетворень конструкцій автомобілів паралельно відбуваються зміни в інфраструктурі (зарядні станції, станції ТО, обладнання для швидкої заміни акумуляторних батарей, пристрої індукційної зарядки в дорожньому полотні для зарядки при русі автомобіля, заправні станції для водневих електричних автомобілів). Тому, як зазначається в джерелі [2], основним напрямком впровадження електричної тяги буде інтенсивне виробництво електроавтомобілів, станцій з електрозарядним обладнанням та обладнанням різного складу для швидкої (як заправка паливом) заміни акумуляторної батареї. В передвоєнний період Україна вже мала потенціал для виробництва та впровадження зарядних станцій у вигляді їх виробника АТ «ЕЛМЗ». І як зазначають автори [2], відкриття першого етапу 8-ми зарядних станцій планувалось на 2021 рік.

Для аналізу проблеми нами були проведені дослідження на автопідприємстві ТОВ «Сав-Транс», основного перевізника пасажирів у місті Житомирі, на предмет використання автобусів VOLVO з електротягою. Це підприємство покращило свою конкурентоздатність за рахунок поповнення рухомого складу автобусами, побудованими за гібридною технологією. На даний час підприємство налічує 5 автобусів марки «VOLVO 7900». Про ці автобуси виробник зазначає, що з лінійкою міських автобусів Volvo 7900 забезпечується вдосконалення будь-якого існуючого парку. Перевізник отримує кращу продуктивність як у дорозі, так і в кінцевому підсумку, можливості цього автобуса підвищують комфортність громадського транспорту, вони є один із найефективніших доступних інструментів для покращення міського середовища.

Окремі дані про автобус Volvo 7900 Hybrid: двигун: Volvo D5F 215 к.с. (161 кВт) відповідає стандартам Euro 5 і EEV, електродвигун (120 кВт), паралельна гібридна система Volvo. Технологія паралельної гібридизації заощаджує 39% споживання палива, зменшуючи на стільки ж викиди CO₂. А коли йдеться про оксиди азоту та частки вуглецю, зменшення ще більше, до 50% порівняно із середнім європейським дизельним автобусом Євро 5. Саме рішення, паралельний гібрид, є високоефективним,

коробка передач I-Shift забезпечує оптимізовані умови, а батареї підтримуються в найкращому стані, через забезпечення як охолодження, так і нагрівання. Перевагою є також відсутність холостого ходу двигуна, що суттєво знижує шум. Рішення паралельної гібридизації означає, що дизельний двигун і електродвигун I-SAM працюють разом в оптимізованих умовах. Система керування живленням вирішує, яке джерело живлення має бути задіяно та в якому обсязі в кожен даний момент. У Volvo використаний унікальний принцип рекуперації енергії гальмування, що значною мірою забезпечується інтелектуальними функціями, вбудованими в Volvo I-SAM. Дизельний двигун запускається, коли електродвигун розганяє автобус. Тоді два джерела живлення працюють у тандемі, а вражаючі властивості електродвигуна на низьких обертах додають дизельному двигуну чудову тягову потужність на вищих обертах.

Автомобілі такого класу мають також переваги в процедурі технічного обслуговування за рахунок покращеної доступності до запчастин. Більша уніфікованість деталей підвищує ефективність обслуговування. Очікуваний термін служби автобуса подовжено виробником за рахунок використання алюмінієвої конструкції кузова, яка ще дає перевагу екологічності тому, що може бути перероблена на 90% при утилізації. Використання алюмінію та сталі в новій конструкції кузова дає ідеальне поєднання міцності та малої ваги, що є важливим для зменшення навантаження на колеса. Нова концепція кузова Volvo оптимізує кілька важливих параметрів; вага, захист пасажирів і довговічність. Це безпосередньо впливає на ремонт, технічне обслуговування та вартість життєвого циклу.

Як показують проведені дослідження ймовірність поєднання проблем екологічності, безпеки, комфортності при пасажиро-перевезеннях в умовах міста може бути зведена до мінімуму за рахунок використання автомобільного транспорту з електричною тягою.

Література

1. Бажинов О.В., Кравцов М.М. Визначення індексу якості електричних та гібридних транспортних засобів. Український журнал будівництва та архітектури №5(017).2023. С19-26.

2. Личов Д.О., Кошель Г.В., Петренко Т.В. Тенденції застосування електричної тяги в Україні на автомобільному транспорті. Вісник ХНТУ №1(84).2023. С.41-47.

**Томляк К.І., студент групи 1ТТ-24м,
факультет машинобудування та транспорту
Вінницький національний технічний університет**

АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ТА ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

На даний час безпечне та якісне обслуговування пасажирів і перевезення вантажів є ключовим елементом у системі транспортних послуг. Це не тільки задоволення базових потреб населення та бізнесу, але й важливий аспект сталого розвитку транспортної інфраструктури. Безпечність транспортування та якість сервісу набувають особливого значення в умовах швидких змін у технологіях та умовах ринку. Транспортні послуги стають усе більш комплексними, що вимагає нових підходів до організації, моніторингу та вдосконалення якості послуг.

Збільшення кількості транспортних перевезень, як пасажирських, так і вантажних, створює нові виклики для транспортних операторів. Важливо забезпечити відповідність послуг сучасним стандартам безпеки, ефективно реагувати на непередбачувані ситуації, а також знижувати ризики аварійності та пошкодження вантажів. У свою чергу, зростання вимог споживачів до швидкості, надійності та комфорту транспортного обслуговування посилює значення якості цих послуг. Клієнти очікують не лише безпеки та точності перевезень, але й високого рівня сервісу, який включає в себе чітку інформацію, зручність, доступність та індивідуальний підхід.

Крім того, зростання конкуренції між транспортними операторами на тлі глобалізації логістичних ланцюгів вимагає від компаній покращення своїх послуг. В умовах сучасного ринку виграють ті компанії, які здатні швидко адаптуватися до нових вимог та очікувань клієнтів. Це стосується як міжнародних перевезень, так і внутрішніх транспортних послуг, де фактори часу, економічної ефективності та екологічної стійкості також стають пріоритетними.

Підвищення рівня вимог, які пред'являють клієнти транспорту в сучасних ланцюгах поставок [1], і зростання конкуренції серед транспортних операторів роблять якість транспортного обслуговування важливим фактором успіху в умовах глобального ринку [2].

В ринкових умовах якість і вартість транспортного обслуговування населення визначають положення і ефективність роботи кожного виду транспорту на транспортному ринку в умовах конкуренції різних видів транспорту. За критерієм якості здійснюється вибір виду транспорту. Якість перевезень характеризує ступінь суспільної корисності продукції і послуг транспорту.

Невідповідність якості транспортних послуг сучасним вимогам є однією з основних проблем функціонування та розвитку громадського транспорту. Перед системою міського транспорту пасажирів висувують вимоги більш швидкого, безпечного та комфортного транспортування [3]. Майбутнє підприємств міського пасажирського транспорту залежить від їх спроможності забезпечити населення безпечним та якісними, орієнтованими на споживача послугами. Важливою також є проблема безпеки дорожнього руху, оскільки автомобільний транспорт є об'єктом-центром підвищеної небезпеки.

Питання якості та ефективності перевезень пов'язане із станом та функціонуванням системи обслуговування пасажирів в цілому. Найбільший обсяг перевезень пасажирів громадським транспортом в Україні виконуються у міському та приміському сполученні.

Приміські перевезення надзвичайно важливі для приміських районів, особливо для великих міст, оскільки забезпечує населення в щоденних робочих поїздках. Не менш важливими є вантажні перевезення, завдяки яким населення може забезпечити себе всім необхідним, а також для транспортування твердих побутових відходів за допомогою сміттевозів [4-7], робочі органи яких керуються гідравлічним приводом [8-12], що широко застосовується зокрема у комунальних машинах [13-16].

На сьогоднішній день в Україні усі перевезення характеризуються нестачею та високим рівнем зношення (морального та фізичного) транспортних засобів. Важливе значення має збалансування попиту на перевезення й пропозицій транспорту. Водночас необхідно вирішити дві проблеми: задовольнити потреби населення в перевезеннях як за кількістю, так і за безпечністю та якістю надаваних транспортних послуг, досягнути максимального прибутку шляхом збільшення доходів і зниження витрат [17].

Наприклад, приміські автобусні маршрути визначаються великою нерівномірністю пасажирських перевезень і пасажиропотоків за різними напрямками та днями тижня. Фахівці з'ясували, що вранці в суботні та недільні дні масовий потік пасажирів прямує з міста до зони відпочинку й автобуси завантажуються в одному напрямку. У вечірній час більшість пасажирів повертаються до міста і автобус завантажується у зворотному напрямку. Більшість населення приміських зон у ранкові години будніх днів прямує на роботу до міста. Значна кількість жителів міста прямує до приміської зони після

закінчення робочого тижня та повертається до міста на роботу в неділю та понеділок. Указані особливості враховуються в системі раціональної організації руху автобусів.

Перевезення пасажирів автобусами мають відбуватися із високим ступенем безпечності, якості, за мінімально можливих витрат часу пасажирів на поїздку.

Поняття «якість» в сучасній економіці стає ключовою категорією. Це поняття пов'язане не тільки з якістю готового продукту або послуги, але і якістю самого процесу виготовлення продукції, надання послуги. Управління якістю стає необхідною і обов'язковою вимогою, дотримання якої в даний час дає конкурентну перевагу підприємству в очах споживача [18]. Транспортне обслуговування також має розгляд крізь призму проблем управління якістю послуг.

Терміном «транспортна система» позначається комплекс усіх засобів транспорту, що організовані для виконання перевезень. Тому залежно від масштабу виконуваних завдань можна розрізняти наступні види транспортної системи:

- єдина транспортна система країни;
- транспортна система регіону, міста;
- транспортна система галузі господарства або промислового підприємства.

Безперечно, перш за все, функціональне призначення регіонального транспорту полягає в забезпеченні переміщення вантажів і пасажирів в просторі і в часі. Саме тому даний вид інфраструктури регіону є найважливішим та для нього характерна сильна територіальна специфіка (через особливості просторового характеру розташування його об'єктів, тісного взаємозв'язку з територією, розміщенням виробництва і системою розселення регіону). Також, щільність мережі і потужність транспортних потоків характеризує рівень концентрації виробництва, ступінь освоєння регіону, а також його рівень економічного і соціального розвитку.

На проблему забезпечення якості пасажирських перевезень впливає ряд негативних факторів: низьке фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання доріг, недосконалість та незавершеність структурних реформ в галузі пасажирських перевезень; збитковість комунальних підприємств міського пасажирського транспорту внаслідок недостатньої компенсації коштів від перевезень пільгових категорій пасажирів та застарілий рухомий склад; перевантаженість міських доріг, незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури; недостатній обсяг залучення коштів на розвиток транспорту, застаріла нормативно-правова база, низький темп гармонізації вітчизняного транспортного законодавства до міжнародних вимог, слабка конкуренція між перевізниками.

В сучасних умовах транспортна система є також основою економічної інтеграції регіонів, а також включення їх в міжнародний та міжрегіональний поділ праці та формування нових, ефективних зовнішньоекономічних відносин.

На розвиток транспорту в регіонах впливають такі групи чинників:

Рівень 1. Загальноекономічні чинники. Дана група чинників визначає наступні характеристики: характер територіального поділу праці та структури виробництва; рівень економічного і соціального розвитку регіону по відношенню до досягнутого в країні; особливість господарського механізму, що регулює відносини між виробництвом і транспортом.

Рівень 2. Галузево-економічні чинники, що відображають наступні показники: зміна обсягу і структури перевезень; вдосконалення експлуатаційної діяльності; управління та координацію роботи різних видів транспорту і організацію перевізного процесу; оптимізацію вантажо- і пасажиропотоків; фактори, пов'язані з науково-технічним прогресом на транспорті, впровадженням нових, вдосконалених засобів рухомого складу, машин і обладнання, зокрема сміттєвозів [19, 20]; механізацію та автоматизацію виробничих процесів [21, 22]; вдосконалення транспортної мережі.

Рівень 3. Адміністративно-територіальні чинники, що характеризують: особливості транспортно-економічних зв'язків в регіоні; рівень спеціалізації виробництва, систему розселення; розміщення соціально-економічних об'єктів на даній території; природнокліматичні умови і характер їх взаємодії з транспортом; рівень забруднення території тощо.

Частина елементів транспортної системи регіону виконує основні функції – переміщення пасажирів і вантажів: транспортні мережі, транспортні вузли та рухомий склад. Інші елементи забезпечують функціонування першої групи: підсистеми управління транспортом, обслуговування клієнтів, технічної експлуатації засобів транспорту.

Окрім цього, до складу регіональної транспортної системи країни зазвичай включають такі види транспорту: дорожні (легкові особисті засоби, громадський транспорт, вантажний транспорт, комунальний транспорт [23-25]); водні (річкові пасажирські, вантажні та технічні, морські); електрорейкові (міські та магістральні); авіаційні, промислові (виробничі) та трубопровідні.

Висновки. На даному етапі розвитку суспільства вітчизняна регіональна транспортна система перебуває у кризовому стані і не відповідає високим стандартам та характеристикам, прийнятним у європейських країнах.

Література

1. Чухрай Н.І., Гірна О.Б. Формування ланцюгів поставок: питання теорії і практики: монографія, Львів: "Інтелект-Захід", 2006, 231 с.
2. Блудова Т.В. Транзитний потенціал України: формування та розвиток, К.: НІПМБ, 2006, 274 с.
3. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: навч. посібник, К.: НАУ, 2008, 469 с.
4. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
5. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, 2017, Т. 27, № 10, с. 111-116.
6. Березюк О.В. Планування багатофакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів, Вібрації в техніці та технологіях, 2009, № 3(55), с. 92-97.
7. Березюк О.В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 3-7.
8. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
9. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
10. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdome V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148.
11. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці ВНТУ, 2017, № 2, 9 с.
12. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiaru W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
13. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
14. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
15. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavskaya O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
16. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022, № 16(2), с. 96-100.
17. Каличева Н.Є. Підходи до розробки та реалізації заходів щодо управління якістю на залізничному транспорті, Вісник економіки транспорту і промисловості, 2018, с. 95-102.
18. Котлубай О.М. Конкурентоспроможність та сталий розвиток морегосподарського комплексу України, Одеса: ІПРЕЕД, 2011, 427 с.
19. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз, Вісник ВПШ, 2010, № 3, с. 93-98.
20. Березюк О.В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія у 2 т, Т. 2, Павлоград: АРТ Синтез-Т, 2014, с. 75-83.
21. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 1, с. 3-8.
22. Bereziuk O.V., Lemeshev M.S., Bogachuk V.V., Akselrod R.B., Vinnichuk A.P., Smolarz A., Arshidinova M., Kulakova O. Increasing the Efficiency of Municipal Solid Waste Pre-processing Technology to Reduce Its Water Permeability, Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals, 2021, p. 33-41.
23. Bereziuk O., Petrov O., Lemeshev M., Slabkyi A., Sukhorukov S. Transient Processes Quality Indicators of the Rotation Lever Hydraulic Drive for the Dust-Cart Manipulator, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2023, Vol. 2, p. 3-12. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32774-2_1
24. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology, Primedia eLaunch, 2023, 305 p.
25. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.

Трегубов В.О., аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування
Горбачов А.С., аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування
Піонткевич О.В., доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, к.т.н.
Вінницький національний технічний університет

МОБІЛЬНІ РОБОЧІ МАШИНИ З ГІДРАВЛІЧНИМИ ТРАНСМІСІЯМИ

На сьогодні мобільні робочі машини з гідравлічними трансмісіями дуже добре зарекомендували себе на європейських і американських ринках, та витісняють техніку ХХ століття на ринках України [1, 2]. Гідравлічні трансмісії широко застосовуються в гірничій техніці (важкі навантажувальні машини, борові установки), будівельній техніці (прибиральні машини, дорожні катки), сільськогосподарській техніці (міні-сільськогосподарські машини, обприскувальні машини) та інші.

Гідравлічні трансмісії називають гідростатичними передачами з високою питомою потужністю [3]. Вони забезпечують безступінчасту трансмісію, максимальне тягове зусилля на низьких швидкостях і реверс без перемикання передач. Одне із відомих схемних рішень подано на рис. 1. Схема гідравлічної трансмісії включає двигун внутрішнього згорання 1, гідронасос 2, гідромотор 3, ведучі колеса 4, педаль 5 і джойстик 6 керування, датчики швидкості на вході 7 і виході 8 гідравлічної трансмісії, електричний блок керування 9 та регулятори керування витратою 10 і 11.

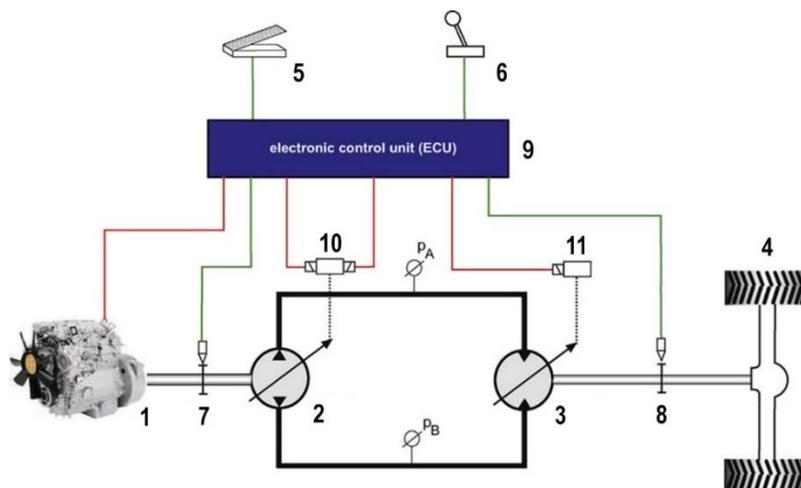


Рисунок 1 - Схема гідравлічної трансмісії для мобільної робочої машини [3]

Особливістю роботи такої гідравлічної трансмісії є використання електричного блока керування 9, який забезпечує відслідковування вихідних сигналів від датчиків швидкості на вході 7 і виході 8, від педалі 5 і джойстика 6 керування і генерує відповідний алгоритм відпрацювання на потужності двигуна внутрішнього згорання 1, регуляторів керування витратою 10 і 11, відповідно, гідронасоса 2 та гідромотора 3. При цьому забезпечується максимальна ефективність використання потужності від двигуна внутрішнього згорання 1, і необхідна потужність від гідронасоса 2 та гідромотора 3.

Мобільні робочі машини на відміну від стаціонарних промислових машин працюють при більш різноманітних режимах і складніших умовах навколишнього середовища. Ці моменти необхідно враховувати під час проектування гідравлічних трансмісій щоб забезпечити надійність машин. Врахування стохастичного характеру властивостей навколишнього середовища [4] визначає проблему автоматичного керування мобільними робочими машинами і відноситься до складних технічних систем.

Фаворитом на ринку Європи із виробництва гідравлічних трансмісій для мобільних робочих машин є французька фірма «Poclain Group» [5] (див. рис. 2). Вони пропонують використовувати власне гідравлічне обладнання: гідронасос 1, мотор-колеса 2, систему керування 3, гальмівний клапан 4 з педаллю та протиковзну гідроапаратуру TwinLock 5. Розглянута гідравлічна трансмісія задовольняє потреби сучасних мобільних робочих машин, а саме: захист від ковзання, контроль швидкості руху, ефективне гальмування, попередня діагностики для захисту та безпеки.

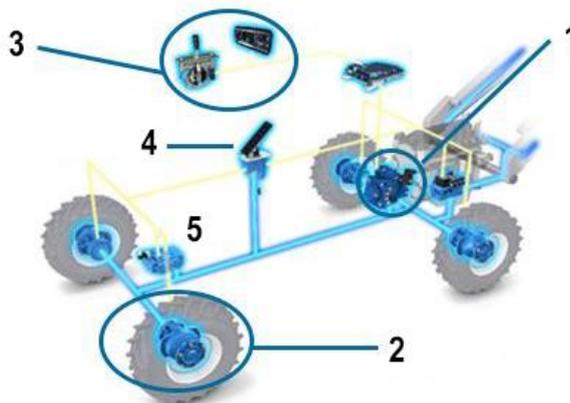


Рисунок 2 - Схема гідравлічної трансмісії для мобільної робочої машини (Poclairn Group) [5]

Для дослідження і проєктування гідравлічних трансмісій розроблено сучасні підходи та математичні моделі [6, 7]. Запропоновано інженерні рішення використання гідравлічної енергії не тільки для переміщення мобільної робочої машини, а й забезпечення роботи його виконавчого обладнання [8, 9, 10]. Порівняно динамічні характеристики роботи електричної і гідравлічної системи керування під навантаженням та вказано про значні переваги використання гідросистем [11].

Розглянуті переваги використання гідросистем мобільних робочих машин на основі гідравлічних трансмісій позитивно впливають на їх впровадження. Однак, необхідно врахувати наявність недоліків, а саме: можливий витік чи перетікання оливи, а також стисливість робочої рідини впливають на точність руху, тому під час роботи неможливо забезпечити точне передавальне число; гідросистема чутлива до зміни температури оливи і потребує контролю цього показника на достатньому рівні; суттєві втрати енергії зумовлює відмову від такого способу переміщення на великі відстані; складність гідросистеми потребує додаткових навичок спеціалістів для обслуговування та ремонту.

Висновки. Розглянуто схемні рішення гідравлічних трансмісій для мобільних робочих машин. Проаналізовано математичні моделі та конструкції гідравлічних трансмісій, гідравлічної апаратури та перспективи використання. Вказано на основні недоліки гідросистеми з гідравлічною трансмісією та обґрунтовано її використання для спеціальних мобільних робочих машин.

Література

1. Березюк О. В. Комплекс машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, що забезпечують мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Технічна творчість : збірник наукових праць міжнар. конф. молод. наук. «Сучасні технології в механіці», № 1, Хмельницький : ХНУ, 2016, с. 126-128.
2. Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Вісник машинобудування та транспорту, № 1, 2015, с. 3-8.
3. Kroll A. and Schulte H. Benchmark problems for nonlinear system identification and control using soft computing methods: Need and overview. Applied Soft Computing, 25, 2014, pp. 496–513. DOI:10.1016/j.asoc.2014.08.034
4. Schulte H., and Gerland P. Observer design using TS fuzzy systems for pressure estimation in hydrostatic transmissions. In 2009 Ninth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, 2009, pp. 779-784. IEEE. DOI: 10.23919/ECC.2009.7074580
5. Офіційний веб-сайт французької фірми «Poclairn Group»: [сайт]. Режим доступу до ресурсу: <https://poclairn.com/>
6. Kumar N., Kumar R., Sarkar B. K., and Maity S. Condition monitoring of hydraulic transmission system with variable displacement axial piston pump and fixed displacement motor. Materials Today: Proceedings, 46, 2021, pp. 9758-9765. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.09.327
7. Jivkov V., and Draganov V. Theoretical study and experimental validation of a hydrostatic transmission control for a city bus hybrid driveline with kinetic energy storage. Energies, 11(9), 2018, 2200. DOI:10.3390/en11092200
8. Березюк О. В. та Гарбуз Є. С. Огляд конструкцій і робочих органів підмітально-прибиральних машин та навісного підмітального обладнання для сміттєвозів. Наукові праці ВНТУ, № 3, 2023, С.10.
9. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики. Вісник машинобудування та транспорту, № 2(4), 2016, с. 68–76.
10. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном. Вісник машинобудування та транспорту, 2015, No 2, с. 83–90
11. Polishchuk L., Piontkevych O., Burdeinyi M., and Trehubov V. Justification for choosing the type of belt conveyor drive. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2024. № 1 (19). С. 115–122. DOI: 10.31649/2413-4503-2024-19-1-115-122

Хаврук В.О., асистент кафедри
технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Національний транспортний університет

МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДИЛЕРСЬКОГО СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ

Сучасна парадигма наукового дослідження полягає в тому, що реальні об'єкти замінюються їх спрощеними представленнями, абстракціями, вибраними так, щоб в них була відображена суть явища, ті властивості початкових об'єктів, які істотні для вирішення поставленої проблеми. Модель дилерського центру може бути описана у вигляді структури функціональних зв'язків між варійованим складом значимих факторів і вихідними параметрами [1]. У такій моделі необхідно забезпечувати подібність реакції «виходу» на «вхід», які повинні знаходитися як в статичній, так і в математичній рівновазі, тобто модель представляється у вигляді так званого «чорного ящика» (рис. 1).

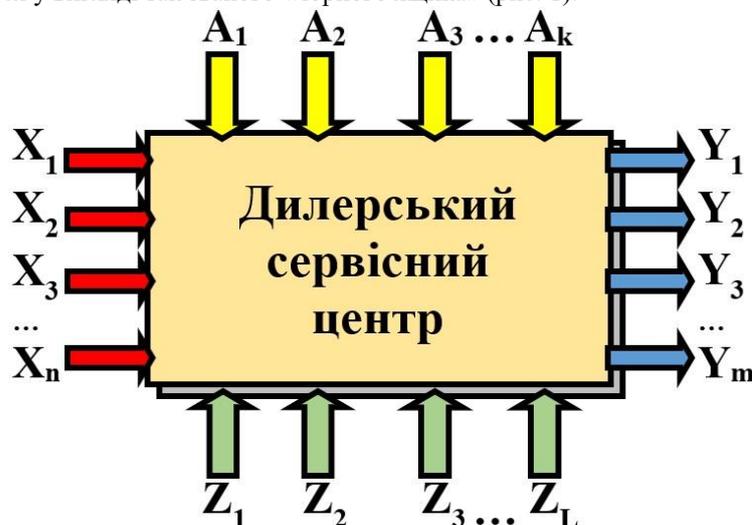


Рисунок 1 – Модель функціонування дилерського сервісного центру у вигляді «чорного ящика»

До першої групи факторів ($A_1 \dots A_k$), які задані і не можуть бути змінені в ході виконання операцій, можна віднести кліматичні умови району розташування дилерського центру; економічну ситуацію в країні, в якій знаходиться дилерський центр; політичну обстановку, тобто ті фактори, на які неможливо вплинути.

До другої групи факторів ($X_1 \dots X_n$) можна віднести ті з них, які утворюють систему елементів рішення, тобто ті, на які можна впливати, змінюючи цільову функцію. Ці керовані фактори вибираються з дерева систем.

Третя група факторів – заздалегідь невідомі умови ($Z_1 \dots Z_L$) вплив яких на ефективність системи невідомий або вивчений недостатньо, наприклад, можливість виходу з ладу обладнання для технічного обслуговування (ТО) і ремонту; психо-фізіологічний стан робітника на посту і т.д.

Оскільки перша і третя група факторів відносяться до факторів зовнішнього середовища і ймовірність їх появи невідома, в моделі встановлюються фіксовані значення цих факторів і надалі вони не враховуються. Таким чином, цільова функція визначається як залежність від факторів другої групи:

$$y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

Показник ефективності організації сервісного обслуговування Y визначається на основі підцілі «Мінімізація витрат часу і засобів клієнтів» дерева цілей. В якості цільової функції була вибрана величина середнього часу знаходження клієнта в системі, тобто часовий інтервал від його звернення до завершення ремонту.

До факторів, що впливають на цей показник ефективності, за результатами аналізу наукових і технічних джерел, віднесені наступні сім факторів (згідно з числом Мюллера):

- X_1 – кількість постів обслуговування в дилерському центрі;
- X_2 – забезпеченість сервісної зони запасними частинами;
- X_3 – кількість робітників на одному посту;

- X_4 – кваліфікація робітників сервісної зони;
 X_5 – спеціалізація постів обслуговування в дилерському центрі;
 X_6 – вид обслуговування (ТО, ремонт, обслуговування по гарантії);
 X_7 – вид документообігу, прийнятий в дилерському центрі (паперовий, електронний).

Для розташування факторів по очікуваній мірі впливу на показник ефективності був використаний метод ранжирування факторів. Для цього була розроблена анкета, що включає параметр оптимізації, фактори і рівні їх варіювання. В результаті обробки даних анкет була отримана таблиця 1.

Таблиця 1 – Матриця результатів експертного опитування

Експерти ($m = 8$)	Фактори ($k = 7$)						
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	1	3	2	7	6	5	4
2	2	4	3	5	6	7	1
3	1	4	3	5	7	6	2
4	2	5	1	4	6	7	3
5	3	2	1	6	5	4	2
6	1	4	2	7	6	5	3
7	1	2	3	7	5	6	4
8	1	5	2	6	7	4	3
$\sum_{i=1}^m a_{ij}$	12	29	17	47	48	44	22
Δ_i	-19,3	-2,3	-14,3	15,7	16,7	12,7	-9,3
Δ_i^2	371,9	5,2	204,1	246,9	279,4	161,7	86,2

Сума квадратів різниць дорівнює:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}}{k} = \frac{12 + 29 + \dots + 22}{7} = 31,3 \quad (2)$$

Математична обробка результатів ранжирування дала наступні результати:

Середня сума рангів дорівнює:

$$S = \sum_{i=1}^k (\Delta_i)^2 = 371,9 + 5,2 + \dots + 86,2 = 1355,4 \quad (3)$$

Коефіцієнт конкордації дорівнює:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (k^3 - k)} = \frac{12 \times 1355,4}{8^2 \times (343 - 7)} = 0,756 \quad (4)$$

Таким чином, коефіцієнт конкордації показує високу міру збігу думок експертів. Оцінка значущості коефіцієнта конкордації виконується за допомогою розподілу χ^2 .

Розрахункове значення $\chi^2_{розр}$ визначимо таким чином:

$$\chi^2_{розр} = \frac{12 \times S}{mk \times (k + 1)} = \frac{12 \times 1355,4}{8 \times 7 \times 8} = 36,3 \quad (5)$$

Прийнявши $\alpha = 0,05, f = 7 - 1 = 6$, визначаємо: $\chi^2_{0,05;6} = 12,5$.

Таким чином, $\chi^2_{розр} > \chi^2_{0,05;6}$. Співвідношення критичного і розрахункового значень χ^2 показує, що з довірчою ймовірністю 95% думки експертів про вплив факторів на параметр оптимізації узгоджуються з коефіцієнтом конкордації $W = 0,756$. Гістограма рангів наведена на рис. 2, з якої видно, що трьома найбільш значимими факторами є фактори X_1 (кількість постів обслуговування дилерського центру), X_3 (чисельність робітників на одному посту), X_7 (вид документообігу, прийнятий в дилерському центрі).

Завдання визначення оптимального управління полягає в знаходженні таких оптимальних значень X_1^*, X_3^*, X_7^* , при яких значення функції Y (середній час знаходження заявки в системі) буде мінімальним:

$$Y(X_1^*, X_3^*, X_7^*) \rightarrow \min \quad (6)$$

При цьому, в якості обмежень повинні встановлюватися діапазони значень факторів, а також те, що тривалість простою усіх постів обслуговування і робітників має бути зведено до 0: $U(X_1) \rightarrow 0; V(X_2) \rightarrow 0$.

Позначимо умовно фактори X_1, X_3 і X_7 відповідно як X_1, X_2 і X_3 . Функція $f(X_1, X_2, X_3)$, тобто часовий інтервал від моменту звернення клієнта в дилерський центр аж до моменту закінчення його обслуговування, складається з наступних підфункцій:

$$f(X_1, X_2, X_3) = f_1(X_1) + f_2(X_2) + f_3(X_3) + c, \quad (7)$$

де f_1 – середній час очікування клієнта в черзі на обслуговування, год.;
 f_2 – середній час обслуговування клієнта, год.;
 f_3 – час розгляду рекламаций (у разі гарантійного обслуговування, год.);
 c – постійні тимчасові витрати (час на миття, проходження постів приймання, видачі, технічний контроль та ін.).

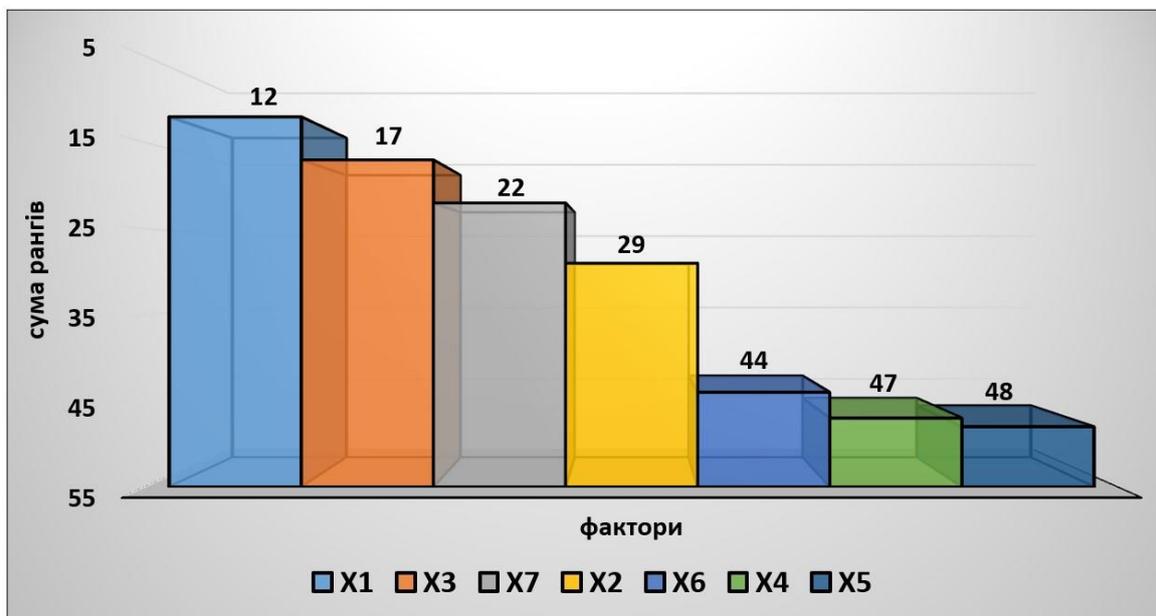


Рисунок 2 – Гістограма рангів

На основі теорії масового обслуговування значення функції $f_1(X_1)$ можна представити як величину середньої тривалості перебування клієнта в черзі W_q для багатоканальної системи масового обслуговування з очікуванням [2; 3]:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (8)$$

де λ – інтенсивність вхідного потоку звернень.

Середня чисельність клієнтів в черзі на обслуговування [2; 3]:

$$L_q = \left[\frac{S \times \psi}{(S - \psi)^2} \right] \times P_S \quad (9)$$

де S – число каналів обслуговування (фактор X_1);

P_S – ймовірність того, що зайняті усі S каналів обслуговування.

Оскільки обмеження моделі виключають прості пости обслуговування, приймаємо P_S рівною 1:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}, \mu = \frac{1}{\bar{t}_{обсл}} \quad (10)$$

де μ – інтенсивність обслуговування.

де $\bar{t}_{обсл}$ – середній час обслуговування клієнтів в системі.

Оскільки час обслуговування є випадковою величиною і описується законом розподілу Вейбулла, математичне очікування цієї величини розраховується таким чином [2; 3]:

$$M(\xi) = \beta \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \quad (11)$$

де $\Gamma(x)$ – гамма-функція Ейлера.

Тоді:

$$\mu = \frac{1}{\beta \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)} = \frac{1}{28,76 \times \Gamma(1,775)} = \frac{1}{28,76 \times 0,964} = 0,036; \psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1,035}{0,036} = 28,75.$$

Таким чином, функція f_1 має вигляд:

$$f_1(X_1) = \frac{\left[\frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} \right]}{1,035} = 0,97 \times \left[\frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} \right] \quad (12)$$

Функція $f_2(X_2)$ (середня тривалість обслуговування клієнта) визначається таким чином:

$$f_2(X_2) = \frac{\bar{t}_{обсл}}{X_2} = 27,72 \times X_2^{-1} \quad (13)$$

Функція $f_3(X_3)$ (середня тривалість розгляду рекламації) визначається таким чином:

$$f_3(X_3) = P_R \times (2 \times X_3 + T_R), \quad (14)$$

де P_R – ймовірність звернення клієнта по гарантії (0,25);

T_R – середній час розгляду рекламації на заводі-виробнику (середнє значення даного показника дорівнює 12 годин).

Тоді: $f_3(X_3) = 0,25 \times (2 \times X_3 + 12)$.

Постійні тимчасові витрати із складаються з середнього часу на миття автомобіля (0,2 год.), проходження поста приймання (0,6 год) і поста видачі (0,5 год). Таким чином, математична модель завдання має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} f(X_1, X_2, X_3) \\ = 0,97 \times \frac{28,75 \times X_1}{(X_1 - 28,75)^2} + 27,72 \times X_2^{-1} + 0,25 \\ \times (2 \times X_3 + 12) + 2,3 \rightarrow \min \end{aligned} \quad (15)$$

Обмеження:

$$10 \leq X_1 \leq 14; 1 \leq X_2 \leq 3; X_3 = 1 \text{ або } X_3 = 10; U(X_1) \rightarrow 0; V(X_2) \rightarrow 0 \quad (16)$$

Висновки. Таким чином отримана модель функціонування автомобільного дилерського центру, яка враховує три фактори: кількість постів обслуговування в дилерському центрі; кількість робітників на одному посту; вид документообігу.

Література

1. Yang Yuanze, Wang Xiuli. Research on Business Model Innovation of Automobile Dealers from the Perspective of Value Creation. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*. 2018. Vol. P. 462–466.
2. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування : навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
3. Голоскоков О.Є., Голоскокова А.О., Мошко С.О. Основи теорії експоненціальних систем масового обслуговування : навчальний посібник. Харків : НТУ «ХП», 2017. 312 с.

**Хітров І.О., доцент кафедри транспортних технологій
і технічного сервісу, к.т.н., доцент**

Національний університет водного господарства та природокористування

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

Взаємозв'язок автомобільного транспорту з транспортними процесами і системами є багатограним та охоплює різні аспекти організації руху, логістики, інфраструктури, технологій, а також економічних, екологічних і соціальних чинників [1].

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у логістичних ланцюгах постачання, забезпечуючи перевезення вантажів між виробниками, дистриб'юторами і споживачами.

Транспортні процеси включають в себе планування маршрутів, завантаження і розвантаження товарів, управління автопарком, а також координацію між різними видами транспорту. Ефективна організація процесів автомобільних перевезень дозволяє зменшити витрати на логістику, скоротити час доставки і підвищити якість обслуговування [2].

Транспортні системи включають інфраструктуру доріг, автомагістралей, мостів, тунелів, а також системи управління рухом, паркування, світлофори і знаки [3]. Автомобільний транспорт тісно пов'язаний з якістю та доступністю цієї інфраструктури. Наприклад, у міських транспортних системах автомобілі використовуються для особистих і комерційних поїздок, що сприяє розвитку систем інтелектуального управління рухом, які допомагають оптимізувати транспортні потоки. Недостатній розвиток інфраструктури або її перенасиченість призводять до проблем, таких як затори, аварії та погіршення якості повітря.

Автомобільний транспорт є одним з основних рушіїв економіки [4]. Він забезпечує робочі місця в транспортній галузі, впливає на розвиток торгівлі, промисловості та будівництва. Крім того, ефективність транспортних процесів безпосередньо впливає на витрати компаній та загальний рівень економічного розвитку регіонів і країн.

Автомобільний транспорт значною мірою впливає на стан довкілля. Він є основним джерелом викидів парникових газів та інших забруднювачів повітря, що негативно впливає на клімат і здоров'я людей. Електрифікація транспорту та розвиток альтернативних джерел енергії, таких як гібридні або електромобілі, є частиною сучасних тенденцій у транспортних системах, спрямованих на зменшення впливу на екологію [4].

Автомобільний транспорт надає мобільність населенню, дозволяючи легко пересуватися між роботою, домом і місцями дозвілля. Він також відіграє важливу роль у соціальній інтеграції, забезпечуючи доступ до медичних, освітніх і соціальних послуг. Однак високий рівень автомобілізації може спричинити проблеми, такі як перевантаження доріг, стрес водіїв та погіршення якості життя у великих містах через затори та забруднення.

Моделювання активно застосовується у науці, інженерії, економіці, медицині, транспорті та багатьох інших галузях для вирішення складних завдань і покращення процесів. Моделювання – це процес створення моделі та її використання для аналізу або прогнозування поведінки реальної системи. Моделювання дозволяє проводити експерименти без ризику і витрат, отримувати відповіді на запитання «що буде, якщо?»; прогнозувати результати певних дій або змін; оптимізувати системи для досягнення кращих результатів. Необхідність у моделюванні транспортних процесів і систем проявляється в багатьох аспектах організації та оптимізації транспортної діяльності. Воно дозволяє прогнозувати, аналізувати та покращувати різні елементи транспортних систем, що важливо для забезпечення ефективності, безпеки та екологічності перевезень.

Моделювання транспортних потоків допомагає оптимізувати рух на дорогах, зменшувати затори та покращувати пропускну здатність транспортної інфраструктури [5]. Воно дозволяє передбачати поведінку транспортних засобів в умовах різних сценаріїв, таких як зміни в інфраструктурі (наприклад, будівництво нових доріг або розв'язок), збільшення трафіку або аварійні ситуації.

При розробці нових транспортних систем або модернізації існуючих важливо передбачити, як вони будуть функціонувати у різних умовах [6]. Моделювання інфраструктури (дороги, мости, тунелі) дозволяє оцінити їх ефективність до будівництва. Це знижує ризики невиправданих витрат, допомагає вибрати оптимальні варіанти планування і будівництва, а також забезпечує найкращі умови для перевезення пасажирів і вантажів.

Моделі дозволяють передбачити зміни у транспортних потоках у зв'язку зі збільшенням кількості транспортних засобів, зміною поведінки водіїв або введенням нових законодавчих норм (наприклад,

платні дороги або обмеження швидкості). Це особливо важливо у великих містах, де управління трафіком допомагає зменшити затори та поліпшити мобільність.

Моделювання дозволяє оцінити екологічний вплив транспортних систем, зокрема, викиди парникових газів та інших забруднювачів повітря [7]. Можна прогнозувати, як різні заходи (електрифікація транспорту, покращення інфраструктури, зміна маршрутів) можуть знизити рівень забруднення і зменшити негативний вплив транспорту на довкілля.

Моделювання використовується для аналізу і підвищення безпеки руху [5]. Воно дозволяє виявити потенційно небезпечні ділянки доріг, оцінити ризики аварій і розробити заходи для їх попередження. Симуляції можуть показати, як зміни в дизайні доріг, світлофорах, знаках або організації руху можуть вплинути на безпеку.

Економічні моделі транспортних систем допомагають розрахувати витрати на будівництво та експлуатацію інфраструктури, а також визначити найбільш рентабельні рішення для приватного та публічного транспорту [6, 8]. Моделювання дозволяє враховувати витрати на паливо, обслуговування, ремонт та інші операційні витрати, що допомагає оптимізувати ресурси.

Транспортні системи зазвичай складаються з різних видів транспорту (автомобільного, залізничного, авіаційного, водного), і їхня ефективна взаємодія є критичною. Моделі інтегрованих транспортних систем дозволяють оптимізувати перевезення вантажів і пасажирів між різними видами транспорту, забезпечуючи плавні переходи і скорочуючи затрати часу та ресурсів.

Моделі транспортних процесів можуть також враховувати соціальні чинники: доступність транспорту для різних груп населення, вплив транспортної інфраструктури на якість життя, а також вплив на зайнятість у галузі.

Зі зміною глобальних економічних, соціальних та екологічних умов транспортні системи повинні адаптуватися до нових реалій. Моделювання допомагає спрогнозувати довгострокові наслідки різних факторів (зростання населення, зміна клімату, розвиток нових технологій) і розробити стратегії адаптації.

Існує багато видів програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання транспортних процесів і систем, що надають широкий спектр можливостей для аналізу та оптимізації (зокрема TransCAD, VISUM, MATSim, SUMO [9-11]).

Висновки. Автомобільний транспорт є невід'ємною частиною транспортної системи, і його ефективність залежить від узгодженої роботи всіх елементів цієї системи – інфраструктури, технологій, екологічних стандартів та соціально-економічних чинників.

Моделювання транспортних процесів і систем є необхідним інструментом для прийняття рішень на всіх етапах: від проектування і планування до впровадження й управління транспортними системами. Це дозволяє забезпечити баланс між ефективністю, безпекою, економікою та екологією.

Література

1. Автомобільний транспорт. Енциклопедія сучасної України : веб-сайт. URL: <https://esu.com.ua/article-42458>.
2. Лашенко О. А., Кузькін О. Ф. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем. Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. 435 с.
3. Гащук П. М., Тимошенко Ю. С. Означуваність і зміст поняття транспортної системи. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2020. № 22. С. 67-77. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/388366-definition-and-content-of-the-concept-tr-60257141.pdf>.
4. Савенко В. Я., Гайдукевич В. А. Транспорт і шляхи сполучення. Київ: Арістей, 2007. 256 с.
5. Форнальчик, Є. Ю. Моделювання транспортних потоків : навч. посіб. / Є. Ю. Форнальчик, В. В. Гілевич, І. А. Могила ; за заг. ред. Є. Ю. Форнальчика. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. 216 с.
6. Cascetta E. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. Springer Science+Business Media, LLC 2009. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-75857-2>.
7. Łatuszyńska M., Strulak-Wójcikiewicz R. A model for assessing the environmental impact of transport. Operations research and decisions. 2013. Vol. 23(2). PP. 67-80. URL: https://dbc.wroc.pl/Content/39888/PDF/orad_23_2013_2_067_080.pdf
8. Ellis D., Glover B., Norboge N. Refining a methodology for determining the economic impacts of transportation improvements, University Transportation Center for Mobility at Texas A&M University. 2012. URL: http://utcm.tamu.edu/publications/final_reports/Ellis_11-00-68.pdf.
9. TransCAD Transportation Planning Software. URL: <https://www.caliper.com/tcovu.htm>.
10. The world's leading transport planning software. URL: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-visum>.
11. MATSim is an open-source framework for implementing large-scale agent-based transport simulations. URL: <https://www.matsim.org/>.

Холодова О.О., доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху, к.т.н., доцент
Бугайова М.О., старший викладач кафедри організації та безпеки дорожнього руху
Іващенко І.О., здобувач вищої освіти факультету транспортних систем

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВПРОВАДЖЕННЯ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ МІСТ

Ефективний міський громадський транспорт є ключовою умовою для забезпечення високої транспортної рухливості населення. Підвищення ефективності управління міським транспортом загального користування стає необхідним для збереження його конкурентоспроможності на фоні стрімкого зростання кількості приватних автомобілів [1]. Транспорт, що рухається виділеними смугами, має значний потенціал для конкуренції з особистими автомобілями у години «пік», завдяки скороченню часу простою в заторах. Тобто, одним із способів зменшення завантаженості вулиць і підвищення ефективності пасажирських перевезень є надання пріоритету руху міському транспорту. Використання спеціальних смуг дозволяє транспорту уникати заторів і знижує екологічне навантаження. Метою даного дослідження є оцінка впровадження таких заходів на магістральних вулицях міст.

Аналіз критеріїв для створення окремих смуг руху міського пасажирського транспорту (МПТ) у різних країнах показує певні відмінності, але підтверджує ефективність таких заходів. Досвід впровадження спеціальних смуг демонструє, що автобусні смуги можуть пропускати до 15000 пасажирів на годину, а при вдосконаленні зупинок — до 18000 [2]. У Бразилії зафіксовано рекордний пасажиропотік — 26000 пасажирів на годину. Цей міжнародний досвід варто впроваджувати і в Україні.

Зростання автомобілізації збільшило навантаження на дороги, що вимагає коригування рекомендацій щодо облаштування пріоритетних смуг для МПТ. Через різні критерії в різних країнах і щільність транспортного потоку (ТП), виділення смуг для МПТ може погіршувати рух інших транспортних засобів (ТЗ). Зважаючи на збільшення автопарку, також слід враховувати вплив паркування та місцевих проїздів. У дослідженні пропонується аналізувати показники якості функціонування МПТ, методи організації пріоритету та моделювати рух із врахуванням МПТ.

Виділяють кілька варіантів смуг для МПТ:

1. **Крайня права смуга:** проста у впровадженні, потребує мінімальних витрат. Недолік — зупинки можуть створювати перешкоди, що потребує реконструкції дороги.
2. **Крайня ліва смуга:** складніша в організації, вимагає значних витрат на облаштування зупинок і перебудову. Ускладнює ліві повороти для інших ТЗ.
3. **Смуга назустріч основному потоку:** проста в реалізації, але на односторонніх дорогах потребує перенесення зупинок. Зазвичай використовується з додатковими розділовими елементами.
4. **Вулиці тільки для автобусів:** зазвичай організуються в центрі міст, коли є три паралельні вулиці.

Ефективним інструментом для визначення умов, за яких доцільно виділяти смуги для МПТ, є мікромоделювання ТП. Це дозволяє врахувати різні дорожні умови та фактори. У цьому дослідженні планується використати імітаційне моделювання для встановлення параметрів, при яких варто вводити пріоритетний рух МПТ на окремих смугах.

Аналіз існуючих методів обґрунтування необхідності виділення смуг для МПТ базується на інтенсивності руху, провізній здатності та пасажиропотоці на певній ділянці. Виділені смуги підвищують швидкість МПТ на 10–20%. Максимальний ефект досягається при поєднанні виділених смуг з пріоритетним проїздом на регульованих перехрестях через сучасні АСУДР. У цьому дослідженні пропонується вивчити можливість організації смуг для МПТ при двох, трьох та чотирьох смугах руху в одному напрямку, а також порівняти ці умови з рухом без окремих смуг для МПТ.

Створення транспортної моделі та розрахунок її характеристик здійснюватимуться за допомогою програмного забезпечення PTV Vision Vissim. Ефективність функціонування ділянки ВДМ оцінюватиметься за такими показниками: час руху, середня швидкість, щільність ТП, відсоток затримок, середній час затримки на авто, кількість зупинок, та індекс часу поїздки [3]. В PTV Vision Vissim будуть побудовані різні сценарії для магістральної вулиці (див. рис. 1):

1. Перший сценарій: транспорт рухається без обмежень по всіх смугах, з ділянкою в 700 м між двома перехрестями зі світлофорами. У центрі — окрема смуга для МПТ з інтенсивністю руху 60 авто/год. Контроль часу та швидкості відбуватиметься на відрізьку 500 м.

2. Другий сценарій: організація пріоритету для МПТ через виділену смугу. На ній забороняється рух легкових і вантажних авто.

3. Третій сценарій: типова для українських міст ситуація, коли права смуга зайнята припаркованими авто, що створює обмеження для руху. Це моделюватиметься через функцію «Автостоянки» у Vissim.

Така модель допоможе імітувати різні умови руху транспорту і аналізувати їх вплив на ефективність роботи магістралі.

Розроблені моделі підходять для подальших розрахунків та аналізу можливих сценаріїв. Основними критеріями для введення окремої смуги для МПТ є наявність щонайменше трьох смуг та інтенсивність руху МПТ не менше 50 авто/год при загальній інтенсивності до 900 авто/год.

Під час оцінки впровадження заходів пріоритету МПТ варіюватиметься кількість смуг: дві, три або чотири в одному напрямку. Другий параметр, який будемо змінювати, – це інтенсивність загального ТП на досліджуваній ділянці ВДМ. Цей показник значно впливає на роботу наземного громадського транспорту. Третій параметр, який не впливатиме на оцінку заходів для організації пріоритету руху громадського транспорту, але безпосередньо впливатиме на функціонування та оцінку транспортної мережі, – це наявність припаркованих ТЗ.

Після проведеного розрахунку в програмному забезпеченні проводиться розрахунок характеристик різних варіантів моделей руху. На основі розрахунків параметрів транспортної моделі ділянки ВДМ для різних сценаріїв, отримані залежності часу руху від інтенсивності. Результати для вулиць з двома, трьома та чотирма смугами руху в одному напрямку представлені на рисунках 1, 2 та 3.

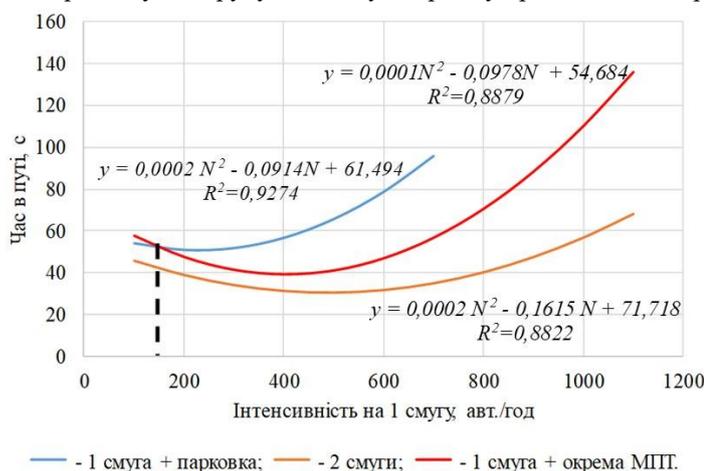


Рисунок 1 - Доцільність ведення окремої смуги для громадського транспорту при двох смугах руху в одному напрямку

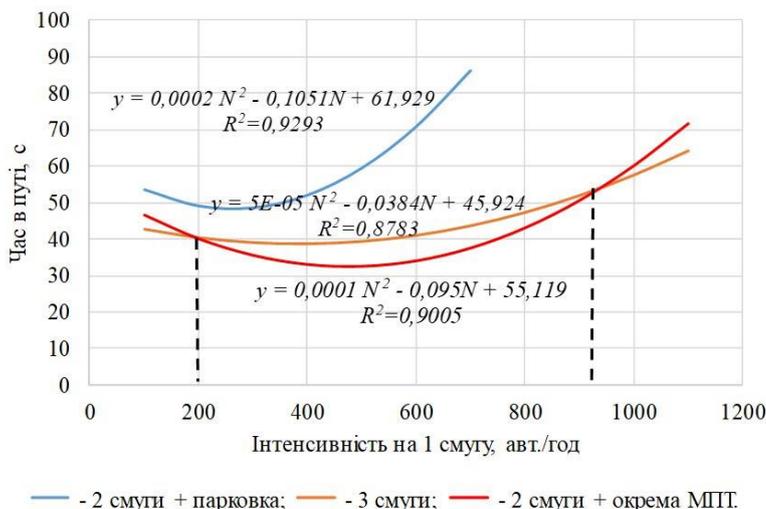


Рисунок 2 - Доцільність ведення окремої смуги для громадського транспорту при трьох смугах руху в одному напрямку

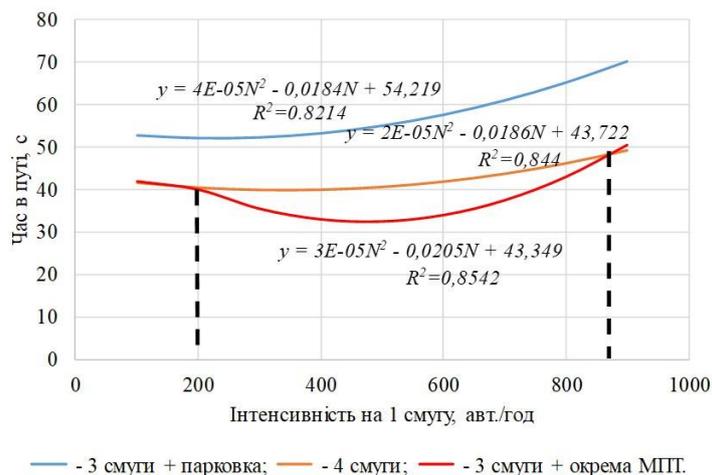


Рисунок 3 - Доцільність ведення окремої смуги для громадського транспорту при чотирьох смугах руху в одному напрямку

Висновки.

За результатами проведених досліджень встановлено, що на магістральних вулицях з двома смугами руху в одному напрямку доцільно виділяти окрему смугу для громадського транспорту, якщо інтенсивність перевищує 170 авт./год., порівняно зі сценарієм, де на крайній правій смузі дозволене паркування. На магістральних вулицях з трьома смугами руху в одному напрямку доцільно облаштовувати окрему смугу для громадського транспорту, коли інтенсивність загального ТП на одну смугу становить від 200 до 900 авт./год. Визначено, що на магістральних вулицях із чотирма смугами руху в одному напрямку доцільно влаштовувати окрему смугу МПТ, коли інтенсивність загального ТП, що приходиться на одну смугу руху знаходиться в межах від 200 авт./год. до 870 авт./год.

Надані результати можуть бути корисними при міському плануванні – для покращення інфраструктури та оптимізації дорожнього простору, при транспортному моделюванні – для зменшення заторів і підвищення ефективності маршрутів, для обґрунтування виділених смуг МПТ, для вивчення міської мобільності, для оцінки вигоди від виділених смуг та сприятимуть конкурентоспроможності громадського транспорту.

Література

1. D. Verano-Tacoronte, S. Flores-Ureba, M. Mesa-Mendoza, V. Llorente Muñoz. Evolution of scientific production on urban passenger transport: A bibliometric analysis. *European Research on Management and Business Economics* 30. January–April 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2023.100239>.
2. Carmen Angelina García-Cerrud a, Idalia Flores de la Mota. Methodology for public passenger transport in developing countries: a survey. *Transportation Research Procedia*. 2023, Pages 148-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.069>.
3. Холодова О. О., Бугайова М. О. Дослідження впровадження заходів з організації пріоритету руху міського пасажирського транспорту на магістральних вулицях міст. *Науково-виробничий журнал «Автошляховик України». Окремий випуск 277'2023*. Київ. 2023. № 277. с. 335-340 DOI: 10.33868/0365-8392-2023-277.

**Худяков І.В.¹, доцент кафедри СТСК, кандидат технічних наук,
Гричук І.В.¹, професор кафедри СТСК, доктор технічних наук
Погорлецький Д.С.¹, доцент кафедри СТСК, кандидат технічних наук,
Черненко В.В.¹, старший викладач кафедри СТСК
Юрець Н.Ю.², студент кафедри АТ ГМ**
*¹Херсонська державна морська академія
²Національний університет «Чернігівська політехніка»*

ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ГРАФІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

В ХДМА, НТУ і ХНАДУ проводяться роботи щодо подальшого розвитку інформаційних програмних комплексів моніторингу транспорту для дослідження можливості дистанційного отримання інформації про параметри експлуатації ТЗ в умовах ITS.

Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи «Система управління безпекою експлуатації і працездатності засобів транспорту» («Motor Vehicle Safety and Performance Management» (в подальшому - MVSPM)) включає в себе [1,2] наступні взаємопов'язані операції: побудову множин структурних елементів на основі моделі предметної області системи; формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів, побудову орієнтованого графу його інформаційної структури [3, 4]; формування матриці семантичної досяжності на множині структурних елементів [3]; визначення інформаційних і групових елементів структурних множин; упорядкування груп структурних елементів за рівнями ієрархії, виділення і формування множини ключів і атрибутів в групах даних підсистем; побудова канонічних моделей підсистем баз даних системи.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ виконувалось наступним чином: до елементів множини об'єктів автоматизації (О) (табл. 1), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів автоматизації (V) (табл. 2) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для системи моніторингу технічного стану ТЗ з встановленим тахографом:

Таблиця 1 Об'єкти автоматизації тахографу встановленого на транспортному засобі

№	Позначення	Найменування
1	o2.1	Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ
2	o2.2	Блок збирання і передачі інформації про стан ТЗ
3	O2.3	Блок збирання і передачі інформації про час роботи ТЗ
4	o2.4	Блок збирання і передачі інформації про швидкість ТЗ
5	o2.5	Блок збирання і передачі інформації про стан причепа (додаткове обладнання) ТЗ

Таблиця 2 Основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації ТЗ с встановленим тахографом

№	Позначення	Найменування
80	v80	Ідентифікація водія.
81	v81	Ідентифікаційний номер карти і країни.
82	v82	Ідентифікаційний номер автомобіля, VIN, VRN/
83	v83	Країна реєстрації та реєстраційний номер автомобіля (VRN).
84	v84	Ідентифікація тахографа.
85	v85	Ідентифікація одометра.
86	v86	Діапазон обертів двигуна і тривалість.
87	v87	Останній контроль, якому піддавався водій.
88	v88	Зведення про діяльність за день, відомості про початок і закінчення (час, місце розташування і одометр).
89	v89	Види діяльності із зазначенням часу початку і закінчення.
90	v90	Дата і час останнього контролю перевищення швидкості. Дата і час першого перевищення швидкості і кількість перевищень швидкості.

семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації. Таким чином, з урахуванням особливостей побудови, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, має множину ключів:

$$W_{2.1} = \{v_{94}\} \quad (2)$$

Висновки. Приведений до канонічної структури оргграф системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з встановленим тахографом показаний на рис. 2.

Побудована реляційна модель системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних і положень, відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ. Таким чином отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу, в тому числі і в компонентах ІПК «MVSPM».

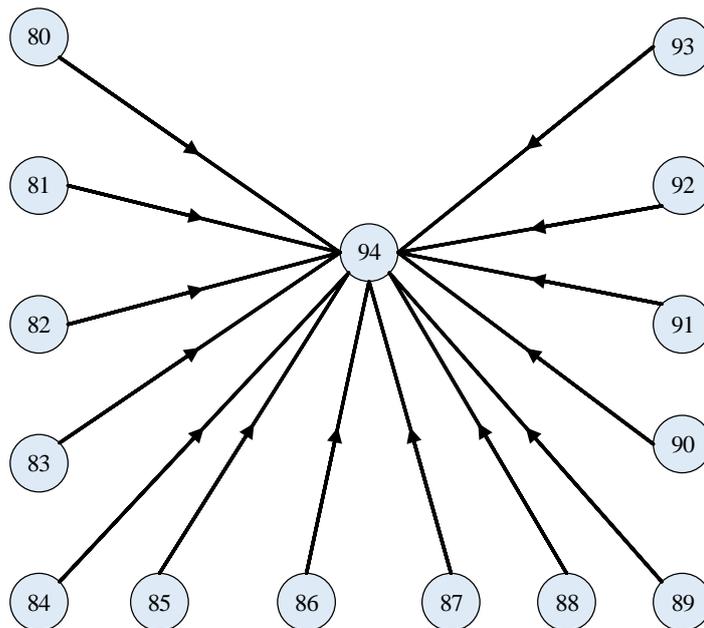


Рисунок 2 – Оргграф G канонічної структури моделі підсистеми моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з встановленим тахографом

Література

1. Волков В.П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // 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. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Г.К. Шурко, Ю.В. Волков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 14 (1236). – С. 10–20.
3. Матейчик В. П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В. П. Матейчик, В. П. Волков, П. Б. та ін.// Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2014. - Вип. 13(1). - С. 125-137.
4. Худяков І.В. Моделі бази даних інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів // Луцький національний технічний університет «Наукові нотатки» випуск 67, – Луцьк ЛНТУ, 2019 – с.141-148.

Цьонь О.П. завідувач кафедри автомобілів, к.т.н., доц.
Плекан У.М., доцент кафедри автомобілів, к.е.н., доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СТАЛІЙ РОЗВИТОК АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ: ВІД ЕФЕКТИВНОСТІ ДО ЗАХИСТУ ІНФРАСТРУКТУРИ

Перевезення важких вантажів спричиняє значне навантаження на дорожнє полотно, що призводить до його швидшого зносу, виникнення тріщин, деформацій, і, в кінцевому підсумку, руйнування дорожнього покриття. Дослідження показують, що перевантаження особливо небезпечно для ділянок з низькою несучою здатністю. Досягнення балансу між зменшенням шкоди на автомобільні дороги та підвищенням ефективності перевезень великовагових вантажів для підприємства вимагає комплексного підходу [1]. Системний підхід до планування перевезень передбачає опис процесу перевезення на кожній стадії: від вибору транспортного засобу до планування маршруту і контролю стану дорожньої інфраструктури. Це дозволяє виявити слабкі місця, такі як погане планування маршруту або недостатній контроль за вантажопідйомністю транспортних засобів. Важливим є посилення контролю за дотриманням нормативів щодо вагових обмежень і стану транспорту, що використовується для перевезень.

Системний підхід до планування перевезень великовагових вантажів дозволяє одночасно мінімізувати шкоду дорогам і підвищити ефективність логістичних операцій. Блок-схема системного підходу запропонована на рисунку 1.

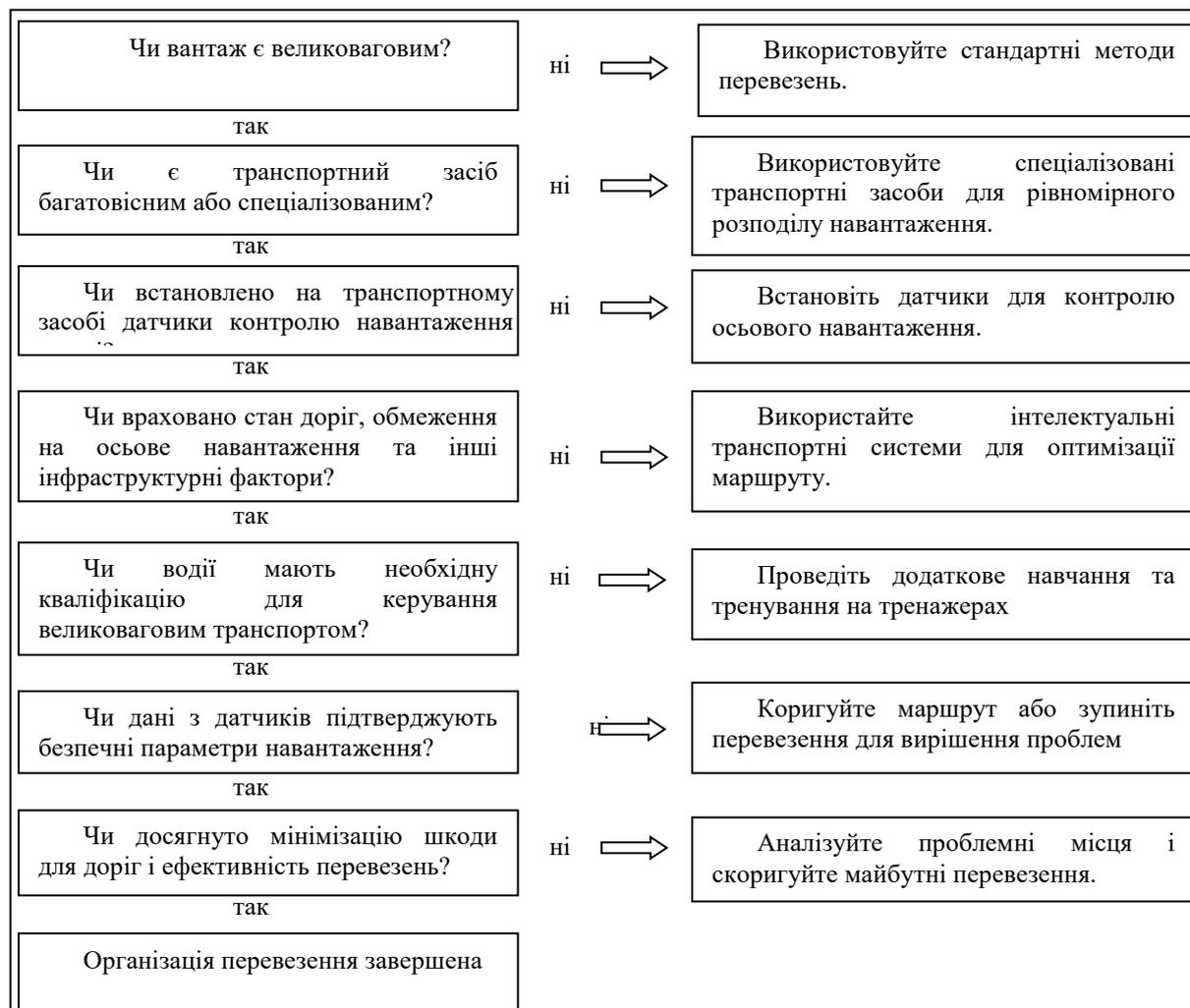


Рисунок 1. Алгоритм системного підходу до планування перевезень великовагових вантажів

Використання систем GPS та інших телематичних засобів дозволяє вибрати найоптимальніші маршрути, що зменшують навантаження на окремі ділянки доріг, мінімізують затори та дозволяють уникнути ділянок зі слабким дорожнім покриттям.

Контроль і зниження осьового навантаження є ключовим методом зменшення шкоди дорогам. Використання багатовісних транспортних засобів або розподілу ваги по всіх осях допомагає знизити навантаження на окремі точки дороги. Забезпечення автомобільного транспорту датчиками контролю навантаження на вісь є важливим елементом для зменшення шкоди дорогам. Ці датчики можуть автоматично відстежувати перевищення допустимих навантажень, що допомагає уникнути пошкодження дорожнього покриття та інфраструктури. Розробка і створення автоматизованих систем контролю перевищення навантаження на вісь у динамічному режимі є важливим аспектом підвищення ефективності перевезень великовагових вантажів. Ці системи дозволяють оперативно виявляти перевантаження. Переведення транспорту на сучасні тягачі з покращеними підвісками та шинами сприяє зменшенню ударних навантажень на дорожнє полотно [2].

Крім того, використання інформаційних табло та керованих дорожніх знаків для управління транспортними потоками є ефективним рішенням для розподілу вантажних перевезень. Інформаційні табло можуть в реальному часі надавати дані водіям про поточні обмеження ваги, маршрути з менш інтенсивним рухом чи інші рекомендації для зниження навантаження на дороги. Керовані знаки дозволяють динамічно змінювати умови руху залежно від навантаження та стану дороги, запобігаючи перевантаженню критичних ділянок.

Використання автоматизованих систем контролю теж є дієвим інструментом в боротьбі з перевантаженням доріг. Контроль здійснюється у реальному часі, зчитуючи дані під час руху автомобіля, що дозволяє негайно виявляти порушення і приймати відповідні заходи. Застосування таких систем знижує необхідність ручних перевірок і робить процес контролю ефективнішим і швидшим.

Такі системи часто інтегруються з іншими інтелектуальними транспортними рішеннями, такими як автоматичні системи зважування в русі, до прикладу, Weigh-in-Motion чи WIM, що допомагає збирати дані про навантаження без необхідності зупинки транспортних засобів. Це важливо для оптимізації руху транспорту і мінімізації заторів.

Перспективним підходом для підвищення ефективності перевезень великовагових вантажів і зменшення шкоди автомобільним дорогам є розробка технологій нейромережевого управління рухом із використанням нейропрограм. Використання нейромережевих алгоритмів дозволяє аналізувати великі обсяги даних у режимі реального часу для оптимізації маршруту, враховуючи різні зовнішні фактори. Останнє забезпечує автоматизовану та точну оптимізацію транспортних потоків для мінімізації шкоди інфраструктурі. Нейропрограми здатні адаптувати рішення щодо руху в режимі реального часу, що дозволяє уникати перевантаження дорожнього полотна. Мобільні пристрої, встановлені на транспортних засобах, можуть не лише збирати дані, але й взаємодіяти з центральними нейромережами, передаючи та отримуючи інформацію для оптимізації руху та підвищення ефективності перевезень.

Оснащення автопідприємств професійним обладнанням – приладами для профвідбору та контролю якості водіїв, сучасними автотренажерами – невід’ємна складова підвищення ефективності перевезень великовагових вантажів. Обладнання допомагає перевірити фізичні та психологічні якості водіїв, їх здатність керувати великоваговими транспортними засобами в умовах високого навантаження. Автотренажери навчають водіїв оптимізації маршрутів з урахуванням зниження шкоди автомобільним дорогам, а також імітують різні сценарії на дорозі.

Висновки. Розглянуто шляхи підвищення ефективності транспортування. Серед них – оптимізація маршрутів, обмеження осьових навантажень, модернізація транспортних засобів. Запропоновані підходи дозволяють підвищити ефективність перевезень, мінімізувати вплив на дорожню інфраструктуру та покращити загальну організацію логістики великовагових вантажів. Це сприятиме розвитку галузі в умовах зростання обсягів перевезень та необхідності дотримання екологічних і технічних стандартів

Література

1. Поляков В. М., Білякович М.О., Розбойніков О.О., Іванушко О.М., Місько Є.М. (2023). Формування навантаження від автомобіля на дорожнє покриття за різної швидкості долання нерівності. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, № 113.2, 180-192.
2. Гриньків А. В., Аулін В. В., Головатий А. О., Лівіцький О. М., Дяченко В. О., Галінський Є. С. (2022). Технічна діагностика транспортних машин як основа стану кіберфізичної системи. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем, 165.

ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЮВАНИХ АВТОШИН ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНОГО ВУГЛЕЦЯ ПРОЛІЗУ ВІДПРАЦЮВАНИХ АВТОШИН

Автомобільний транспорт має найважливіше значення для функціонування суспільного виробництва та життя людей. Однак при цьому він є головним глобальним джерелом забруднення навколишнього середовища. На його частку припадає до 60-80% забруднення навколишнього середовища, а в районах найбільшого зосередження людей (густонаселених) районах, курортних містах, вздовж автомагістралей і т. д. – до 90-95%. Під час експлуатації транспортних засобів утворюється велика кількість відходів, велику небезпеку серед яких несуть зношені автомобільні шини, які складно збирати та утилізувати. За статистикою Всесвітньої організації охорони здоров'я, ризик виникнення раку у робітників, зайнятих на виробництві шин, перевищує ризик онкозахворювань у пересічного мешканця сучасного міста у 8 разів. Крім викидів відпрацьованих газів, транспортний потік створює хмару пилу, що перевищує 60% з мікроскопічних та ультрамікроскопічних частинок радіусом 10,0-0,25 мкм, які утворюються в результаті стирання автомобільних шин (при контакті з дорожнім покриттям), самого дорожнього покриття та гальмівних накладок (при гальмуванні). Тому актуальним є вивчення способів поводження з ними та оцінки впливу цих відходів на довкілля та здоров'я людини.

У процесі виробництва та експлуатації всіх видів гумових виробів виникає велика кількість гумовмісних відходів, основну масу яких складають ті, що вийшли з експлуатації автомобільні шини. Гумові відходи, на відміну від інших видів відходів (деревні, рослинні відходи, відходи харчової промисловості та ін.), практично не схильні до руйнування під впливом кліматичних факторів і діяльності мікроорганізмів. У різних країнах докладаються значні зусилля щодо розробки екологічно чистих технологій та обладнання для переробки гумотехнічних відходів.

Обсяги накопичення відпрацьованих автомобільних шин у світі досягають величезних розмірів. В Україні кількість автотранспорту інтенсивно збільшується, а кількість зношених шин зростає пропорційно до кількості автомобілів.

Шини, що вийшли з експлуатації, є потужним джерелом забруднення навколишнього середовища. Викинуті на звалища, або закопані шини розкладаються в природних умовах не менше, ніж 100 років. Контакт шин з дощовими опадами та з ґрунтовими водами супроводжується вимиванням ряду токсичних органічних сполук: дифеніламіну, дибутилфталату, фенантрени та ін. Всі ці сполуки потрапляють у ґрунт. Крім того, навіть якщо гума не експлуатується, вона виділяє немалу кількість хімічних речовин. (До 100) [1].

Разом з тим, зношені автомобільні шини є цінним джерелом вторинної сировини: гуми, технічного вуглецю, металевого кордуну і т.д.

Зношена шина є цінною вторинною сировиною, що містить 65-70% гуми (каучук), 15-25% технічного вуглецю, 10-15% металу. Економічне значення використання відпрацьованих шин визначається тим, що видобуток природних ресурсів стає дедалі дорожчим, а у деяких випадках – обмеженим. Утилізація зношених автошин дозволить суттєво знизити споживання деяких дефіцитних природних ресурсів. Тому використання відпрацьованих шин набуває все більшої значущості.

Існує три умовні категорії комерційної переробки автомобільних покришок: подрібнення, піроліз (високо- та низькотемпературний), розкладання за допомогою хімічних розчинників [15].

Одним із напрямів переробки зношених шин є регенерація, спрямована на виробництво заміникової частини нового каучуку, використовуваної під час виробництва гумотехнічних виробів. Однак кількість зношених шин, що застосовуються для виробництва регенерату, не перевищує 20% їх загальної кількості [2].

Актуальним є метод термодеструкції гуми з отриманням рідких продуктів та смол, які можна використовувати як пластифікатори в гумових сумішах на основі бутилкаучуку, характеристики міцності при цьому підвищуються.

Сольволіз шинної крихти 5 мм у суміші з ізопарафіновим вуглеводородом при 250°C та співвідношенні гуми та розчинника 1:4 через 10 годин призводить до одержання суспензії гуми, яку можна використовувати як основний продукт при виготовленні гідроізоляційного матеріалу, пом'якшувача для гумових сумішей, як добавки при виготовленні протекторних стрічок.

Зі зношених автомобільних шин отримують гумову крихту, яка може бути використана як компонент полімерних сумішей, у гумоасфальтових сумішах для дорожнього будівництва, для часткової заміни

бітуму, для виробництва будівельних та технічних матеріалів та виробів, як еластичний наповнювач для покриттів.

Гумову крихту одержують шляхом подрібнення вулканізованих гумових відходів. Застосовують крихту з діаметрами частинок від 0,02 до 3 мм. Основна перевага переробки автопокришки в кінцевий продукт у тому, що в ньому зберігаються основні фізичні та хімічні властивості гуми.

В основу технології переробки закладено механічне подрібнення шин до невеликих шматків з наступним механічним відділенням металевого та текстильного корду, заснованому на принципі «підвищення крихкості» гуми при високих швидкостях зіткнень, та отримання тонкодисперсних гумових порошків розміром до 0,2 мм шляхом екструзійного подрібнення отриманої гумової крихти. Для механічного подрібнення розроблено спеціальні установки.

У багатьох країнах перспективним вирішенням проблеми вважається спалювання шин з метою отримання енергії та тепла, а також як паливо у цементній промисловості. Таким шляхом можна досягти суттєвого скорочення обсягів зношених шин. У Німеччині, Великій Британії та Італії вважають оптимальною областю використання шин для отримання енергії [2].

Однак спалювання не вигідне ні з економічної, ні з екологічної точки зору, в основному через високий вміст сірки. Процес спалювання сприяє посиленню парникового ефекту. Високий вміст сірки (до 2%) ускладнює очищення продуктів горіння [1]. У процесі горіння завжди утворюються такі органічні сполуки, як пірен, фенантрен, антрацен, флуорантен та інші, що належать до 1 та 2 класу небезпеки, багато з них є канцерогенами. При спалюванні 1 т зношених шин у повітря виділяється 270 кг сажі, 450 кг токсичних газів [3].

Необхідно також враховувати, що енергозміст шини менший від тієї енергії, яка була витрачено на її виробництво. При виготовленні однієї шини в середньому витрачається 35 л нафти. При її спалюванні виділяється енергія еквівалентна одержуваної від спалювання 6-8 л нафти, при цьому витрати на полімеризацію не поповнюються.

Ще один недолік спалювання зношених шин – це знищення хімічно цінних речовин, що містяться в матеріалі зношених шин.

Альтернативою спалювання є піроліз зношених шин. У реакторі сировина піддається розкладанню при температурі приблизно 450°C, у процесі якого виходять напівпродукти: газ, рідкопаливна фракція, вуглецевмісний залишок та металокорд. Піроліз перспективний у силу можливості переробки цілих шин.

Аналіз економічної діяльності підприємств показує, що подрібнення потребує великих енерговитрат, а отриманий результат – крихта – важко обробляється у реакторі [3]. Піроліз природно подрібнених шин не вимагає жодної механічної обробки.

Перевагою піролізу є його екологічна безпека, внаслідок перебігу процесу у відсутності атмосферного повітря, внаслідок чого в піролізних газах у низьких концентраціях містяться такі токсичні сполуки, як діоксид сірки, оксиди азоту та оксид вуглецю. Важливим аргументом на користь піролізу служить утворення твердого вуглецевого залишку у вигляді шматків і частинок широкого фракційного складу, що представляється як вторинна сировина в окремих галузях хімічної промисловості.

Газ частково повертається в топку реактора підтримки процесу. Решта газу спалюється на свічці або надходить на котел-утилізатор.

Вуглецевий залишок після гасіння і охолодження піддається магнітній сепарації (або просіюється через сито) з метою відокремлення дроту металокорду. Рідке паливо та металокорд вирушають на склад для подальшого відвантаження споживачеві.

Рідкі продукти, що складаються із суміші бензину, дизельного палива та мазуту, можуть перероблятися котельнями без змін технологічного режиму.

Твердий залишок, що виходить - низькоякісний вуглець, практично не може знайти свого застосування безпосередньо і складається на промайданчику підприємства.

Рідкі та газоподібні продукти піролізу можна використовувати не тільки як паливо, але і як плівкоутворювальні розчинники, пластифікатори, пом'якшувачі для регенерації гум. Важка фракція піролізату як добавка до бітуму, що використовується в дорожньому будівництві, може підвищити його еластичність, стійкість до холоду та вологи[4].

З газоподібної фракції піролізу можна виділяти ароматичні олії, придатні для застосування у виробництві гумових сумішей. Низькомолекулярні вуглеводні можуть бути використані як сировина для органічного синтезу та як паливо.

Найбільший інтерес з продуктів піролізу, придатних для подальшого використання, викликає саме технічний вуглець. Однак більшість з існуючих методів піролізу не дає високоякісного технічного вуглецю. Піролізна сажа характеризується високою зольністю, низьким підсилюючим дією і забруднена сіркою.

Технічний вуглець найчастіше має неприйнятну для прямого використання зольність ($V_{daf} = 12 - 15\%$ мас.), через присадки в гумі, може бути дуже токсичний, через порушення технологічного режиму,

безпосередньо він не годиться ні як сорбент, ні у електродну промисловість, ні як паливо. У підприємства можуть виникнути складності із його реалізацією.

У той же час використання технічного вуглецю перспективно у різних галузях промисловості.

Твердий залишок може бути використаний як вихідний матеріал при отриманні активованого вугілля, піровуглецю, а також як паливо в спеціальних топкових пристроях. Крім того, в даний час у всьому світі гостро стоїть проблема пошуку нових ефективних замінників дорогих металургійних коксів та отриманий в результаті піролізу технічний вуглець, за умови належної обробки може послужити сировиною для отримання вуглецевих відновників. Однак серйозною перешкодою цьому рішення може послужити забрудненість залишку піролізу сіркою, вміст якої в металургійних коксах неприпустимий.

Вирішення питання про додаткову обробку технічного вуглецевого залишку після піролізу з його активацією, що збільшує питому поверхню, може відкрити нову сторінку технології отримання вуглецевих відновників металів, які вкрай необхідні металургійної промисловості країни.

Одним із перспективних шляхів може стати каталітична гідродесульфурізація, що має найважливіше значення у переробці нафти та рідкого палива в цілому. Завданням каталітичної гідродесульфурізації є практично повне гідрування та видалення сірки з різних фракцій палива, а також із сировини для каталітичного риформінгу.

Висновки. Таким чином, наукові дослідження, спрямовані на розширення областей застосування вуглецевмісного залишку піролізу автошин, є актуальними, оскільки зростання попиту на нього вимагатиме створення нових потужностей з піролізу зношених шин, що сприятиме зменшенню накопичення їх у навколишньому середовищі. Дана робота відкриває перспективи використання твердого вуглецевого залишку піролізу зношених шин для вирішення ряду екологічних проблем, переробки технічного вуглецю в паливні брикети та інші види палив

Література

1. Макаров В.А., Макарова Т. В., Чернега В. Ю.. До оцінки ефективності функціонування системи «колесо-дорога». Електронний збірник тез XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 24-26 жовтня, м. Житомир. 2022. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/93.pdf>

2. LOCAL UTILIZATION OF SCRAP TIRES [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kynhearth.org/tire_ut.html

3. Press Release: Pollution From Tyre Wear 1,000 Times Worse Than Exhaust Emissions // Emissions Analytics [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://www.emissionsanalytics.com/news/pollution-tyre-wear-worse-exhaust-emissions>.

4. Чернега В. Ю.. Доцільне використання пневматичних і безповітряних шин. Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті» – Луцьк: ЛНТУ(2024) DOI 10.36910/automash.v1i22.1378

Чуйко С.П., доцент, доктор філософії з автомобільного транспорту
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКОГО АВТОБУСА З КОНДИЦІОНЕРОМ

На сучасному етапі розвитку пасажирського міського транспорту до нової техніки пред'являються жорсткі і все зростаючі вимоги по підвищенню надійності, довговічності, комфортності та зменшенню екологічного навантаження на навколишнє середовище, а також зниження витрат паливо-мастильних і експлуатаційних матеріалів. Зростання цін на паливо та необхідність скорочення державних видатків приводить до необхідності розробки спільних заходів з підвищення енергоефективності для надання якісних послуг громадського транспорту.

Директива ЄС 2009/33 про сприяння екологічно чистим та енергоефективним транспортним засобам (зі змінами - Директива (ЄС) 2019/1161 Європейського Парламенту та Ради від 20 червня 2019 року) встановлює амбітні зобов'язання для Союзу щодо подальшого скорочення викидів парникових газів, щоб збільшити частку споживаної енергії з відновлюваних джерел щонайменше до 27 %, щоб заощадити щонайменше 27 % енергії та підвищити енергетичну безпеку, конкурентоспроможність і сталість Союзу [1].

В зв'язку з цим значно зростають вимоги до знань і навиків виконання транспортної роботи зі спрямуванням на енергоефективність. Значне зростання цін на паливо в Україні змусило по-новому підійти до стратегії експлуатації міських автобусів з кондиціонером. Це оновлення рухомого складу, велика капіталоємність інвестиційних проєктів, спрямування на високі рівні енергоємності та ресурсоємності перевезень на міських маршрутах.

Разом з тим, серед пріоритетних напрямлень вдосконалення енергозбереження залишається організація транспортного процесу з усіма його складовими. При цьому, є ряд випадків, коли водії не вмикають кондиціонер при рекомендованих температурах зовнішнього повітря і не раціонально використовують його роботу при підвищеній пасажирській активності. Такий підхід не враховує, що конструктивна особливість сучасного автобуса, який обладнаний кондиціонером, вже початково вбачає застосування його за певних температурних умов. Адже експлуатація таких автобусів з категорії нетрадиційних переходить у традиційні наряду з міським електротранспортом і підвищення якості перевезень за рахунок увімкнення кондиціонера має бути очевидним. Але найголовніше, при цьому знижується якість перевізного процесу у теплий період року, що справедливо виникає невдоволення користувачів послуг.

Процеси технічної експлуатації сучасних колісних транспортних засобів доцільно розглядати як складну, динамічну систему, функціонування якої відбувається при дії різних випадкових факторів як зі сторони зовнішнього середовища, так і при дії внутрішніх процесів в їх агрегатах та системах [2]. Це в повній мірі можна віднести і до умов експлуатації маршрутного автобуса на міських маршрутах. При цьому, до внутрішніх факторів слід віднести і зміну температурного режиму в салоні автобуса у літній період експлуатації, особливо при працюючому кондиціонері. Зовнішнє середовище, в свою чергу, може вносити невизначеність та випадковість вихідних даних і ситуацій та за стохастичною залежністю змінювати характер взаємодії між складовими частинами агрегатів та систем ТЗ (транспортного засобу). Необхідно враховувати, що значний вплив на паливну економічність автомобілів впливає нерівномірний рух в умовах міських заторів. Розгони і гальмування потребують витрат потужності і значно збільшують витрату палива. Не слід виключати і управлінські дії по організації перевізного процесу. Поведінка та практика водія також впливають на економію палива, коли йдеться про використання кондиціонера. Крім того, навчання водіїв налаштуванням температури та використання енергозберігаючих режимів може додатково оптимізувати паливну ефективність без шкоди для комфорту пасажирів.

Розробка прогресивних систем моніторингу, нормування і планування на транспорті за допомогою сучасних інформаційних систем значно спрощують врахування експлуатаційних умов і впливають на оперативне реагування. Більшість завдань в процесі удосконалення методів оперативного управління працездатності автомобіля, які вирішують технічні служби експлуатації ТЗ, мають інформаційну складову оцінювання: дорожніх умов експлуатації ТЗ в частині висоти дороги над рівнем моря, поздовжнього профілю (рельєфу місцевості), типу і стану дорожнього покриття; ремонту, будівництва і обслуговування об'єктів дорожньої інфраструктури; прогнозування можливих заторових ситуацій, транспортних умов в частині насиченості і інтенсивності руху ТЗ, режиму і швидкості руху; атмосферно-кліматичних умов, культури експлуатації ТЗ тощо [3].

Енергетична ефективність на автомобільному транспорті, це певні характеристики, що відображають ставлення корисного ефекту від використання енергетичних ресурсів до витрат енергетичних ресурсів, вироблених з метою отримання такого ефекту стосовно технологічного процесу.

Відомо, що ефективність самої системи кондиціонування відіграє значну роль у споживанні палива. Старіші або погано обслуговувані системи можуть мати нижчу енергоефективність, що призводить до більшого споживання палива. Перехід до новіших, більш енергоефективних систем кондиціонування повітря може призвести до значної економії палива з часом. У цих системах використовуються передові технології, такі як компресори зі змінною швидкістю, інтелектуальний контроль температури та покращена ізоляція, щоб мінімізувати споживання енергії без шкоди для комфорту пасажирів.

На споживання енергії різними видами наземного транспорту впливають прямі та непрямі фактори [4]. Використання енергії для руху транспортних засобів, використання допоміжних функцій (тобто системи освітлення і опалення, витрати на двигун, робота кондиціонера тощо) можна віднести до прямого використання енергії. Непрямі фактори пов'язані з містобудівними особливостями і обслуговуванням інфраструктури та проведення технічного обслуговування транспортних засобів. Технічні фактори стосуються таких характеристик автомобіля, як вага, двигун, тип палива і аеродинаміка, тип і потужність кондиціонера. При цьому, енергетичне навантаження в основному складається з потужності, споживаної компресором кондиціонера для перекачування холодоагенту, двигунами повітрорудвки, вентиляторами конденсатора для переміщення кондиціонованого повітря та відведення тепла відповідно. Хоча окремі з них носять сезонний характер. На рис. 1. представлена модель споживання енергії міського автобуса з кондиціонером.

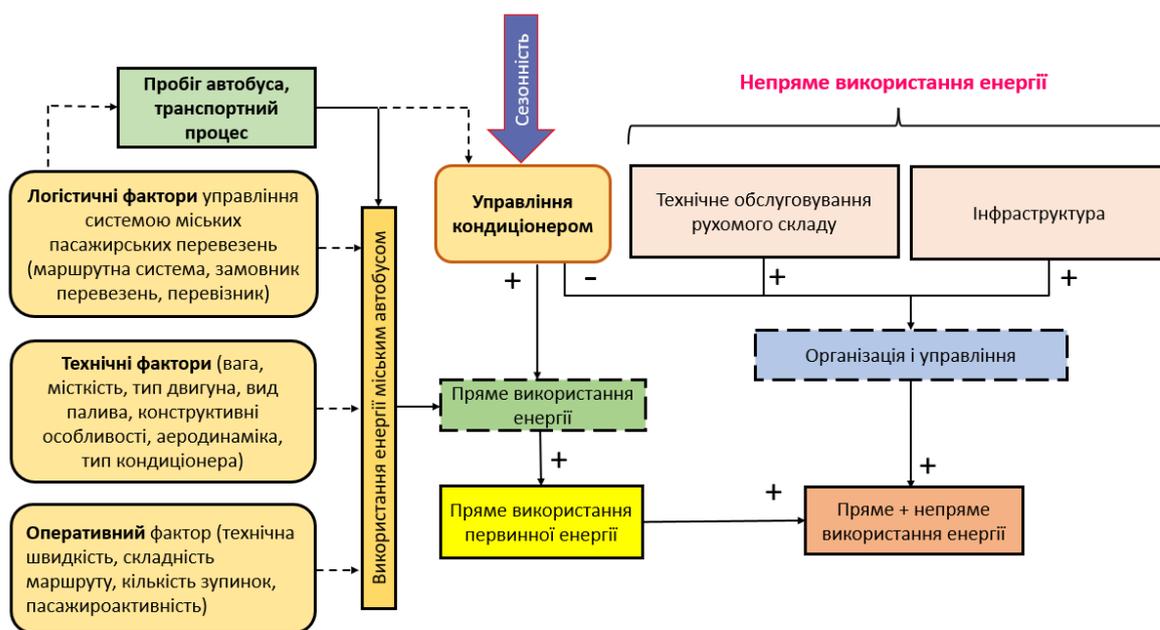


Рис.1. Модель споживання енергії міського автобуса з кондиціонером.

Пріоритетними напрямками має бути встановлення закономірностей зміни показників транспортної енергоефективності автобуса на міських маршрутах від впливу різних технічних і оперативних факторів (довжини перегону між зупинками, максимальної потужності двигуна автобуса, коефіцієнта статичного використання його пасажиромісткості). Вбачається актуальність комплексного підвищення транспортної енергоефективності міських автобусних перевезень з урахуванням концепції експлуатаційно-технологічного енергозбереження.

У процесі проведених довосенних досліджень у сфері транспорту в окремому регіоні України, з урахуванням специфіки споживання енергії, обсягів її споживання, можливості обліку споживання та права власності, було виділено такі основні напрямки підвищення енергоефективності автомобільного транспорту [5]:

- скорочення пробігів транспортних засобів (ТЗ) окремими магістралями (енергоефективність системи);
- підвищення швидкості та рівномірності руху ТЗ (енергоефективність руху);
- удосконалення структури парку ТЗ та технічних характеристик ТЗ, впровадження транспортних засобів з електричними силовими установками (енергоефективність транспорту).

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року передбачає одночасний розвиток двох напрямів: сприяння переходу на екологічно чисті та енергетично ефективні автотранспортні засоби на основі традиційних ДВЗ та сприяння технологіям, що розвиваються в області наднизького рівня викидів вуглецю автотранспортними засобами. Стратегію насамперед спрямовано на зниження шкідливого впливу автотранспорту на навколишнє середовище, причому у довгостроковій перспективі (до 2050 року) передбачається досягти зниження викидів вуглецю на 80–95 %. Стратегія ґрунтується на вже існуючих вжитих заходах та встановлює середньо-та довгострокові перспективи розвитку [6]. Визначені стратегією цілі можливо досягти шляхом використання інтелектуальних, телематичних технологій та автоматизованих систем автомобільного транспорту, зокрема впровадженням відповідних рівнів автоматизації транспортних засобів.

На автомобільному транспорті енергоефективність можна підвищити за допомогою технічних і нетехнічних заходів. Загалом технічні заходи щодо підвищення енергоефективності дорожнього транспорту можна згрупувати в такі категорії:

- Покращення конструкційної ефективності двигуна внутрішнього згоряння.
- Покращення ефективності трансмісії (вдосконалені коробки передач).
- Альтернативні силові установки (гібридні, на паливних елементах, акумуляторно-електричні).
- Зниження ваги.
- Зменшення факторів опору: покращена аеродинаміка, низький коефіцієнт кочення шини, мастильні матеріали з низькою в'язкістю.
- Енергоефективне допоміжне обладнання: покращені системи кондиціонування повітря, водяні насоси, електропідсилювач рульового управління тощо.

Висновки.

Основними пріоритетними завданнями підвищення енергоефективності на автомобільному транспорті в середньостроковій та довгостроковій перспективі є впровадження інновацій, які включають в себе: впровадження технологій розумного та інтегрованого транспорту, перехід на чисті, зелені, енергоефективні види рухомого складу, створення інфраструктури заряджання та технічного обслуговування транспортних засобів з електричними силовими установками, створення інтелектуальних транспортних систем, цифровізацію процесів експлуатації транспортних засобів. Для того, щоб дати можливість організаторам міських пасажирських перевезень приймати більш обґрунтовані рішення щодо споживання енергії на маршруті або окремим автобусом, необхідно володіти інформацією про доступні заходи з підвищення енергоефективності. Енергоефективність в першу чергу залежить від використання автобусів і в другу чергу від споживання палива автобусами.

Література

1. Директива 2009/33/ЄС Європейського парламенту та ради від 23 квітня 2009 року щодо просування чистих та енергоефективних транспортних засобів. [Режим звернення: <http://surl.li/nssoch>].
2. Гриньків А. В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів / А. В. Гриньків // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - 2016. - Вип. 29. - С. 25-32.
3. Грицук, І. В., Грицук А.І., Вербовська В.В. Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну між елементами інтелектуальних транспортних систем транспортного засобу / Сучасні енергетичні установки на транспорті. технології та обладнання для їх обслуговування : матеріали 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції / Херсонська державна морська академія..- Херсон : ХДМА, 2017. - С. 41-45.
4. Van Wee, B., Janse, P. and Van Den Brink, R., Comparing energy use and environmental performance of land transport modes, *Transport Reviews*, 2015, 25 (1), 3-24.
5. Худяков, І. В., І. В. Грицук, В. В. Черненко, Ю. В. Грицук, Д. С. Погорлецький, Т. В. Макарова, і В. С. Манжелей. «Особливості моделювання та побудови інформаційної системи дистанційного моніторингу технічного стану транспортних засобів». Вісник машинобудування та транспорту, вип. 14, вип. 2, Січень 2022, с. 140-8, doi:10.31649/2413-4503-2021-14-2-140-148.
6. Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430- р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>.

Шайда А.Р., громадський активіст в сфері
міської мобільності та сталого міського розвитку

ПОБУДОВА МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОГО КОЕФІЦІЄНТА ПЕРЕСАДЖУВАНОСТІ

Розглянуто питання побудови мережі громадського транспорту на основі високого коефіцієнту пересаджуваності. Проаналізовано різні джерела інформації з урбаністики та транспортного планування, в яких піднімаються питання по організації подібних систем. Досліджено досвід міст з розвинуеною системою громадського транспорту.

Сформовано рекомендації щодо оптимізації мереж громадського транспорту на основі цих даних, а саме: оптимізації маршрутів, інтеграції різних видів транспорту між собою та використанню сучасних технологій для підвищення зручності пересадок.

Ключові слова: громадський транспорт, коефіцієнт пересаджуваності, мобільність, пересадки, транспортна мережа, економічна ефективність, інтеграція маршрутів.

Для сучасних українських міст з постійним ростом населення та стрімкою розбудовою, ефективність громадського транспорту стає все більш важливим фактором в забезпеченні мобільності мешканців. Одним із підходів до досягнення цієї мети є використання високого коефіцієнта пересаджуваності в мережах громадського транспорту.

Коефіцієнт пересаджуваності — це показник, який відображає, скільки пересадок у середньому робить пасажир, щоб дістатися з точки А в точку Б у системі громадського транспорту. Він розраховується як співвідношення загальної кількості пересадок до загальної кількості пасажирів або поїздок в системі. Величина цього коефіцієнту може служити одним з маркерів оцінки системи на предмет зручності користування громадським транспортом для пасажирів. [1-2]

Враховуючи українські реалії та виклики часу, а також постійний ріст потреб в мобільності в містах, необхідно будувати системи громадського транспорту на основі двох показників: ефективного використання наявних ресурсів (фінансових, людських, інфраструктурних і т.п.) та зручності пасажирів під час пересування містом. Найбільше відповідають цим параметрам системи, побудовані на основі високого коефіцієнта пересаджуваності.

Саме поняття коефіцієнту пересаджуваності має дві крайності:

Низький коефіцієнт пересадок, означає, що система громадського транспорту має велику частку прямолінійних маршрутів, які поєднують різні райони міста між собою (так звані "від дверей до дверей"). Подібні системи транспорту мають як ряд плюсів:

- зручність для пасажирів завдяки відсутності пересадок;

- простота планування маршрутів;

так і мінусів:

- високі експлуатаційні витрати на підтримку великої кількості прямих маршрутів;

- можливе велике дублювання маршрутів між собою, що призводить до неефективного використання ресурсів; [3]

Високий коефіцієнт пересаджуваності вказує на необхідність пересадок між різними маршрутами для досягнення пункту призначення.

Такі системи також мають як свої плюси:

- можливість легко дістатися в будь-який куточок міста через пересадочні вузли;

- економічна ефективність, через мінімальне число маршрутів-дублерів;

так і мінуси:

- збільшений час поїздки для пасажирів через необхідність пересадок;

- високе навантаження на ТПВ, що може призводити до переповнення в години пік. [3]

Основою мереж з високим коефіцієнтом пересаджуваності є інтеграції різних видів транспорту між собою. Такий підхід дозволяє забезпечити відносну зручність системи для пасажирів та оптимізувати витрати на експлуатацію транспорту та інфраструктури.

Головним елементом таких систем виступають транспортно-пересадкові вузли (хаби). Вони забезпечують зручну пересадку для пасажирів між різними маршрутами та видами транспорту, завдяки мінімальному часу очікування та високій частоті руху транспорту. [1-2]

Чудовим прикладом організації подібних систем можуть бути чеське Брно (370 тисяч населення), естонський Таллінн (420 тисяч населення) та австрійський Лінц (200 тисяч населення).

Транспортна мережа у цих міста побудована за принципом забезпечення швидких і зручних пересадок між різними маршрутами.

До прикладу, у Брно, трамвайна мережа побудована таким чином, щоб забезпечити пересадки між різними маршрутами трамваю на пересадкових вузлах в ключових транспортних вузлах. У Лінці віддають пріоритет синхронізації розкладів руху між різними маршрутами, задля зменшення часу очікування на пересадку. У Таллінні створюють спеціальні пересадочні хаби, на яких пересікаються різні види транспорту, що дає легкий доступ мешканцям до основних місць притягання з будь якого куточку міста.

Такий досвід показує, що навіть у невеликих містах можливо побудувати ефективну систему громадського транспорту за рахунок організації зручних пересадок, інтеграції маршрутів між собою та грамотній диспетчеризації всієї системи. Ці міста можуть стати гарними прикладами для українських міст з аналогічними показниками населення, такими як Житомир або Вінниця.

Основними перевагами систем з високим коефіцієнтом пересаджуваності є економічні фактори, а саме значно знижений показник експлуатаційних витрат у порівнянні з системами з низьким коефіцієнтом пересадок. Мережі з високим числом пересадок дозволяють економніше підходити до організації перевезень за рахунок оптимізації маршрутів. Завдяки правильно побудованим пересадкам можна перевозити такий же об'єм пасажирів як і при прямих маршрутах, але використовуючи при цьому менше одиниць рухомого складу. [2]

При побудові подібних систем, організатори перевезень і транспортні компанії можуть стикатися з певними труднощами. Це і зміна звичок пасажирів, які звикли до прямих маршрутів, так і потреба в побудові нової інфраструктури чи закупівлі транспорту відповідної місткості. Також не варто забувати і про постійний моніторинг транспорту, задля досягнення комфортних умов пересадок. [2]

Допомогти в подоланні цих викликів можуть додаткові інвестиції та просвітницькі кампанії серед населення. Бо крім того, що люди не люблять пересідати між маршрутами, вони ще й не люблять повторно платити за проїзд. [3]

Стратегія побудови таких мереж має базуватися на принципі максимально ефективного використання наявних ресурсів міст та транспортних операторів. Необхідно проаналізувати сучасний стан речей та на основі транспортного моделювання розробити стратегію створення ефективних маршрутів, що будуть забезпечувати швидкі та зручні пересадки. При розробці маршрутної мережі необхідно намагатися дотримуватися правил мінімального дублювання маршрутами один одного.

Маршрутна мережа при цьому має базуватися на принципах використання найбільш ефективного виду транспорту для відповідних пасажиропотоків. При цьому, всі маршрути мають бути поєднанні між собою для забезпечення максимально зручної пересадки пасажирів між ними. [3]

Впровадження сучасних інформаційних технологій таких як: електронні табло та мобільні застосунки для відслідковування транспорту, суттєво підвищує рівень обслуговування пасажирів. Також не менш важливе створення зручних для пасажирів тактових розкладів руху та контроль за їх виконання завдяки просунутій диспетчеризації всього громадського транспорту. Це сприяє зменшенню часу очікування та покращує загальний досвід користування громадським транспортом. [2]

На основі приведених прикладів та вивченої літератури можна стверджувати, що побудова мережі громадського транспорту на основі зручних пересадок є важливою умовою для забезпечення максимальної ефективності транспортних систем. Такі фактори як інтеграція різних видів транспорту між собою, оптимізація маршрутів шляхом усунення надлишкового дублювання та впровадження сучасних технологій, дозволяють забезпечити для пасажирів комфортне пересування містом, а для організатора перевезення та транспортних компаній — максимально ефективне використання наявних ресурсів.

Що до рекомендацій по організації системи, то місцевій владі необхідно зосередитися на залученні громадян до планування маршрутів, щоб враховувати їх думки і пропозиції. Також варто проводити аналіз системи за допомогою інструментів транспортного планування: спеціалізованого ПО та різних математичних моделей.

Подальші дослідження цієї теми варто направити в русло використання сучасних інформаційних технологій при плануванні і експлуатації систем транспорту. Крім того, важливо піднімати питання екології, та те, як якісна мережа громадського транспорту може сприяти зменшенню викидів CO₂ в містах.

Література

1. Avishai Ceder. Public Transport Planning and Operations: Theory, Modelling and Practice. 2016.
2. Гончаров Д.О, Організація міських пасажирських перевезень: методичні підходи та оптимізація, 2018.
3. International Association of Public Transport Reports and Publications. URL: <https://www.uitp.org/>

Швайко А.О., студентка групи АГК-31
Прохорчук М.В., старший викладач
кафедри автомобілів та транспортних технологій
Багінський О.О., асистент кафедри
автомобілів та транспортних технологій
Добровінський О.О., аспірант кафедри
автомобілів та транспортних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ВУЛИЦЬ ЧУДНІВСЬКА - ГЕРОІВ ПОЖЕЖНИКІВ М. ЖИТОМИР

При розробці заходів організації дорожнього руху перехрестя є найбільш проблемними ділянками вулично-дорожньої мережі міст. Саме від роботи перехрестя залежить ефективність роботи всієї вулично-дорожньої мережі. Місто Житомир має стародавню історію, під час якої і відбувалась розбудова вулично-дорожньої мережі. Як і в більшості старовинних міст вулично-дорожня мережа Житомира має радіально-кільцеву структуру, основним недоліком якої є ускладнення відведення транзитного руху від центру міста та організація безпосередньої кореспонденції між районами [1]. Тому для більш ефективної організації роботи громадського транспорту адміністрація міста постійно проводить моніторинг пасажиропотоків та, за необхідності, створює нові маршрути громадського транспорту. Одним з нових маршрутів є тролейбусний маршрут № 5, який було запущено в липні 2024 року. Тролейбуси даного маршруту рухаються через перехрестя вулиць Чуднівська та Героїв Пожежників, що зумовило необхідність облаштування світлофорного об'єкту на перехресті. Схему перехрестя наведено на рисунку 1.

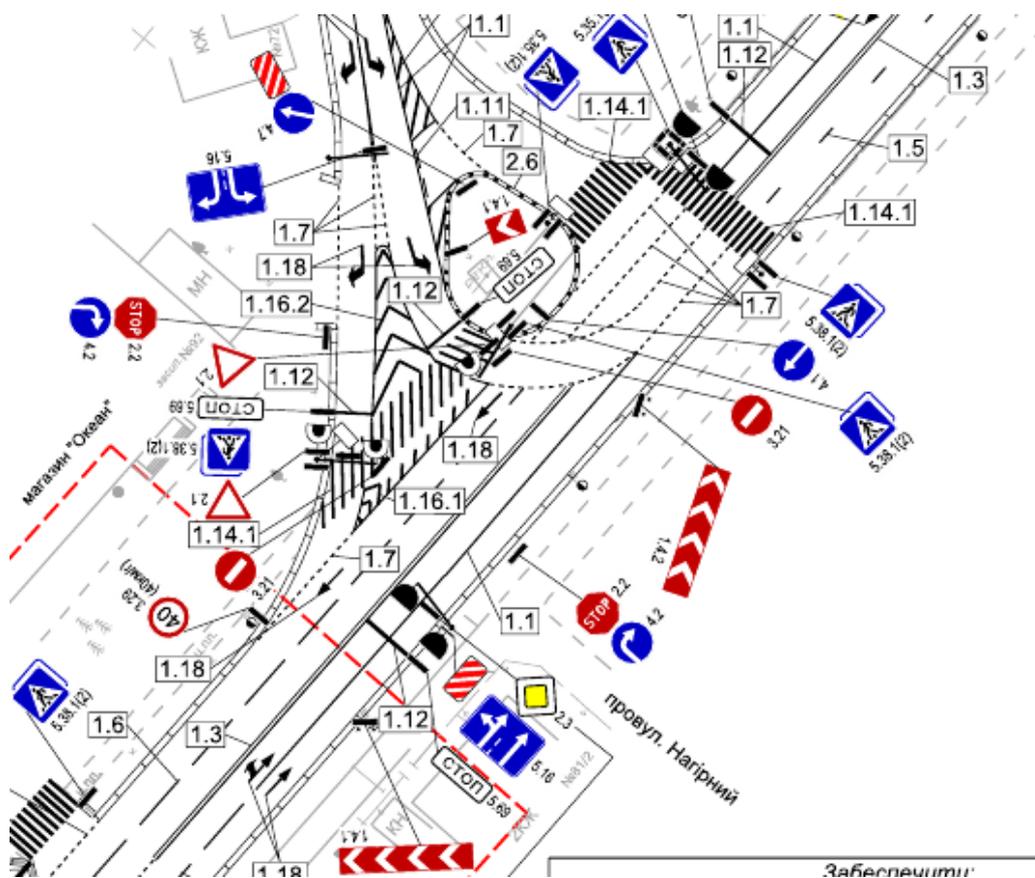
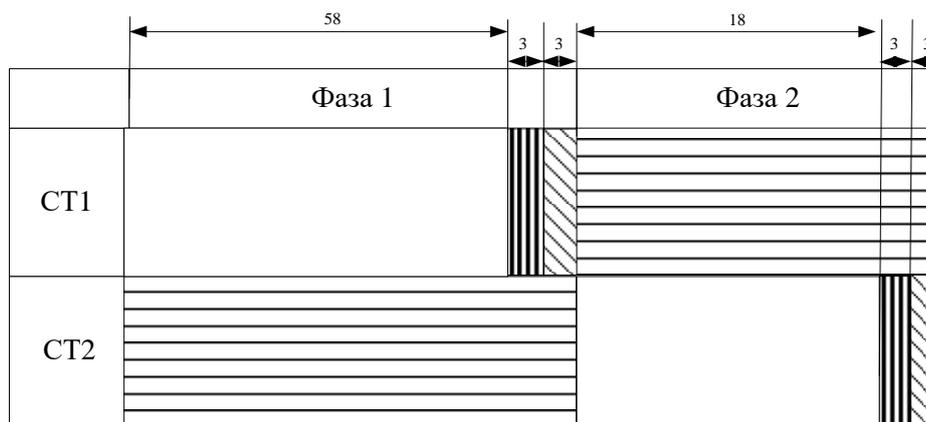


Рисунок 1 – Перехрестя вулиць Чуднівська та Героїв Пожежників

На початку навчального року в адміністрацію м. Житомир надійшов лист від директора Житомирського торгівельно-економічного коледжу, в якому було зазначено, що студенти коледжу не

Циклограма існуючого світлофорного циклу наведена на рисунку 4



Умовні позначення



Рисунок 4 – Циклограма світлофорного регулювання на Схемі пофазового роз'їзду на перехресті вулиць Чуднівська та Героїв Пожежників

В першій фазі дозволено рух по вулиці Чуднівська, тривалість дозволеного сигналу складає 58 с. при цьому рух пішоходів заборонено, час очікування дозволеного сигналу для пішоходів складає 60 с. В ході спостереження було виявлено, саме довга тривалість очікування дозволеного сигналу викликає порушення правил пішоходами та створення ними небезпечної ситуації. Задля запобігання цих порушень і зменшення затримок в русі пішоходів запропоновано зменшити час дозволеного сигналу по вулиці Чуднівська на 5 секунд, та збільшити на цей час дозволений сигнал по вулиці Героїв Пожежників, тим самим зменшити час очікування дозволеного сигналу для пішоходів, чим будуть зменшені загальні затримки пішоходів, і, очікувано, знизиться рівень порушень, але при цьому загальний час циклу лишиться незмінним. Для апробації запропонованих заходів було розроблено імітаційну модель перехрестя в програмі PTV Vissim в якій було відтворено існуючий пішохідний та транспортний рух. При внесенні запропонованих змін в режим роботи світлофорного об'єкта моделі заторних станів не спостерігалось, тож можна вважати запропоновані заходи доцільними.

Література

1. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху. – К.: Знання України, 2014. – 467 с.

Шепеленко І.В., професор кафедри
експлуатації та ремонту машин, д.т.н., проф.
Красота А.М., аспірант

Центральноукраїнський національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ФАБО ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Постановка проблеми. Фінішна антифрикційна безабразивна обробка (ФАБО) є перспективним методом обробки поверхонь автомобільних деталей.

ФАБО дозволяє вирішувати дві ключові задачі:

- зменшення тертя між контактуючими поверхнями деталей, що призводить до підвищення ефективності роботи вузлів та агрегатів автомобіля;
- підвищення зносостійкості поверхонь деталей, що збільшує їх довговічність та надійність.

На сьогоднішній день всі провідні автовиробники прагнуть підвищити експлуатаційні характеристики своєї продукції, зокрема, шляхом оптимізації триботехнічних властивостей контактуючих поверхонь. Однак, при цьому виникають специфічні проблеми, пов'язані з обмеженнями можливостей традиційних методів обробки поверхонь. Зокрема, механічна та абразивна обробка часто призводять до небажаних змін у структурі поверхневого шару, що може негативно впливати на експлуатаційні характеристики деталей. Багато в чому ці проблеми і визначають необхідність пошуку та впровадження нових методів обробки поверхонь, таких як ФАБО.

Традиційні методи обробки поверхонь, такі як механічна, хіміко-термічна та абразивна, часто не забезпечують бажаного рівня зниження тертя та підвищення зносостійкості. Більше того, ці методи можуть призводити до небажаної деформації та пошкодження поверхневого шару, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики деталей. Зокрема, абразивна обробка, хоча і забезпечує високу якість поверхні, може створювати мікронерівності, які в подальшому стають осередками підвищеного зносу.

Недостатнє застосування сучасних методів обробки поверхонь, включаючи ФАБО, неминуче призводить до підвищеного зносу деталей, зниження ККД механізмів, збільшення витрат палива, а також до підвищення рівня шуму та вібрацій під час роботи автомобіля.

Для підвищення ефективності застосування ФАБО та розширення сфер її використання в автомобільній промисловості слід приділяти особливу увагу дослідженню механізмів формування антифрикційних покриттів, оптимізації технологічних параметрів процесу та розробці нових матеріалів для ФАБО. [5]

Результати дослідження. З аналізу наукових джерел інформації встановлено, що сутність ФАБО полягає в тому, що поверхню тертя деталей покривають тонким шаром латуні, міді або бронзи. Антифрикційне покриття наносять шляхом тертя латунного, мідного або бронзового прутка (інструменту) по поверхні заготовки, змащуючи при цьому поверхню тертя технологічною рідиною. При терті матеріал прутка (інструменту) переноситься на поверхню заготовки, внаслідок чого вона набуває високих антифрикційних властивостей. [3]

Значною перевагою фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) порівняно з іншими операціями обробки є те, що цей метод досить простий і не потребує складного обладнання. [6]

ФАБО включає ряд методів, які можна застосувати для покращення характеристик автомобільних деталей:

- фрикційне латунювання;
- міднення тертям;
- бронзування поверхонь;
- нанесення полімерних покриттів методом тертя.

Матеріал робочого елемента при ФАБО наноситься на поверхню, може бути виготовлений у вигляді прутка, ролика та дроту [1].

Серед методів ФАБО найбільшого розповсюдження отримали технології фрикційного латунювання.

Фрикційне латунювання - це процес переносу латуні на поверхню деталі, що обробляється, під впливом сил тертя. Латунне покриття отримують шляхом тертя латунного прутка (інструмента) по поверхні деталі, змащуючи при цьому контактну поверхню гліцерином чи іншою спеціальною рідиною.

Як приклад застосування ФАБО на автомобільних деталях можливо привести технологію нанесення латуні на поверхню гільзи циліндрів. В результаті такої обробки при функціонуванні двигуна відбувається зворотно-поступальний рух поршня з кільцями, при цьому рухаючись по поверхні гільзи, під дією пластичного деформування знімається шар кольорового металу (мідь, олово, латунь і ін.) з канавок і наноситься по всій поверхні гільзи між нижньою та верхньою мертвими точками, що призводить до утворення на робочій поверхні тертя гільзи антифрикційної плівки, яка знижує коефіцієнт тертя поршневих кілець при контакті із стінкою гільзи циліндра [4].

Однією з ключових особливостей ФАБО є можливість оптимізації мікрогеометрії поверхні без застосування абразивних матеріалів. На відміну від традиційних методів механічної обробки, ФАБО не

приводить до утворення мікроподряпин, які могли б стати осередками підвищеного зносу. Це досягається завдяки безабразивному характеру процесу, що також мінімізує ризик механічного пошкодження деталей під час обробки. Така особливість робить ФАБО особливо привабливим методом для обробки високоточних та відповідальних компонентів автомобілів [7].

Використовуючи ФАБО можливо досягати багатопільового результату. Зокрема, для поліпшення поверхні деталі найчастіше застосовують функціонально градієнтні, зокрема композиційні та шаруваті, покриття з надтонкими компонентами нано- чи мікроструктури. Прикладом такого мультифункціонального зміцнення є почергове міднення, нікелювання та хромування деталі. Тут кожний шар покриття виконує специфічну функцію:

- внутрішній шар із міді забезпечує добре зчеплення покриття з крицевою основою та катодний захист від корозії;

- проміжний шар із нікелю формує суцільну компоненту гладкого покриття, міцнішу за мідну;

- зовнішній шар із хрому є найбільш корозійностійким за рахунок швидкої пасивації з утворенням оксидної плівки; висока твердість і малий коефіцієнт тертя забезпечують високу зносостійкість покриття, а інколи важливою є і декоративна функція хрому [2].

Технології ФАБО часто виконуються із застосуванням технологічних середовищ різного хімічного складу, які дозволяють активувати процес нанесення покриттів, а також поліпшити їх властивості за рахунок легування або утворення антифрикційних плівок в зоні тертя.

В процесі обробки поверхонь методами ФАБО в середовищі гліцерину відбувається дифузійне проникнення нових легувальних елементів на поверхню, які також переходять у мастило. Тоді, поверхневий шар латуні стає мідним, і в ньому утворюється більше вакансій, деякі з яких об'єднуються, утворюючи пори, які заповнюються молекулами. Оскільки гліцерин є розкладником оксидів міді, такі оксиди не утворюються на поверхні тертя. Мідна плівка дуже активна і здатна зчеплюватися зі сталеву поверхню, тому сталеву поверхню покривається тонкою мідною плівкою. У міру того, як мідний шар стає тоншим, легувальні елементи латуні починають розчинятися. Цей процес триває доти, доки на поверхневих шарах латуні та сталі не утвориться мідна плівка товщиною 1-2 мкм [7].

Важливою перевагою ФАБО є здатність формувати спеціальні антифрикційні та композитні поверхневі шари з унікальними триботехнічними властивостями. Ці шари важко або навіть неможливо отримати іншими методами обробки, що відкриває нові можливості для покращення експлуатаційних характеристик автомобільних деталей. Завдяки формуванню таких оптимізованих поверхневих шарів, ФАБО сприяє значному підвищенню зносостійкості деталей, що в свою чергу збільшує їх ресурс та надійність.

З екологічної точки зору, ФАБО має перевагу перед багатьма іншими методами обробки поверхонь. На відміну від електрохімічної обробки та інших процесів, які часто вимагають використання агресивних хімічних речовин, ФАБО є більш екологічно чистим процесом. Це робить його застосування особливо актуальним в контексті зростаючих вимог до захисту навколишнього середовища у виробничих процесах.

Економічна привабливість ФАБО також заслуговує на увагу. Процес часто може бути інтегрований у існуючі виробничі лінії з мінімальними змінами в технологічному процесі, що робить його впровадження економічно ефективним, особливо для великосерійного виробництва. Крім того, універсальність застосування ФАБО дозволяє використовувати цей метод для широкого спектру матеріалів та типів деталей, що робить його потужним інструментом для покращення характеристик різноманітних автомобільних компонентів.

Висновки. Таким чином, сукупність переваг робить методи ФАБО перспективним напрямком у галузі обробки поверхонь. Особливо це актуально для автомобільної промисловості, де вимоги до якості, надійності та ефективності компонентів постійно зростають, а необхідність відповідати стандартам стає більш нагальною.

Література

1. Дідур В.А., Мушкевич О.І. Технологія фрикційнолатунювання переривчастої поверхні золотника гідророзподільника. Праці ТДАТУ. т.4 № 15. С. 3-10.
2. Шацький І.П., Маковійчук М.В., Роп'як Л. Я. Рівновага шаруватого Cu/Ni/Cr-покриття під локальним навантаженням. Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології 2023, т. 21, № 2, С. 379–389.
3. Косіюк М.М., С.А. Костюк, М.А. Костюк. Технологічне забезпечення нанесення антифрикційного покриття на неповні сферичні поверхні фрикційно-механічним способом. Вісник Хмельницького національного університету. 2018. т. 4. № 268. С. 39-43.
4. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Підвищення зносостійкості гільз циліндрів двигунів. Праці ТДАТУ. Т.1 № 4. С. 115-119.
5. Шепеленко І. В. Наукові основи технології нанесення антифрикційних покриттів з використанням пластичного деформування: автореф. дис. док. техн. наук : 05.02.08 / Шепеленко Ігор Віталійович ; Київ нац. техн. ун-т. Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського — Київ, 2021. — 45 с.
6. K. Tiškevičius, J. Padgurskas, I. Prosyčevas. Investigation of Non-abrasive Antifrictional Surface Finishing MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA). Vol. 9, No. 1. 2003. P. 62-67.
7. P. Louda. Applications of thin coatings in automotive industry. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering Vol. 24, No. 1. September 2007. P. 51-56.

Шепеленко І.В.¹, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, д.т.н., професор
Немировський Я.Б.², професор кафедри механічної інженерії, д.т.н., професор
Шумляківський В.П.², завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доцент
Красота М.В.¹, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доцент
Василенко І.Ф.¹, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, к.т.н., доцент
¹Центральноукраїнський національний технічний університет
²Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВЗ

Подальший розвиток автомобілебудування нерозривно пов'язаний з підвищенням експлуатаційних характеристик та надійності найбільш відповідальних деталей автомобілів. Так, наприклад, ресурс двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) значною мірою визначається терміном служби деталей циліндро-поршневої групи, особливо – гільзи циліндрів [1]. Важливим резервом подовження життєвого циклу гільз циліндрів, а, відтак, економії матеріальних, паливно-енергетичних і трудових ресурсів є вдосконалення технології їх обробки, особливо на завершальних стадіях, з метою досягнення на робочій поверхні сприятливих напружень [2]. Це потребує певних знань закономірностей зміни напружено-деформованого стану (НДС) у поверхневому шарі з'єднання «гільза – поршневе кільце». У зв'язку з цим особливої уваги заслуговують дослідження напруженого стану робочої поверхні гільзи циліндрів під час її експлуатації.

Слід зазначити, що наявні підходи, а також схеми для розрахунку НДС гільз циліндрів не дозволяють достовірно відтворити умови роботи деталі, а, отже, і точність отриманих результатів викликає сумніви. Застосування наявних аналітичних залежностей для оцінки особливостей зміни параметрів НДС на робочій поверхні гільзи потребує врахування характеру роботи з'єднання «гільза - кільце».

Дієвим методом розв'язання цієї проблеми є моделювання НДС робочої поверхні гільзи циліндрів з урахуванням роботи сполучення.

Для виконання моделювання була прийнята розрахункова схема (рис.1, а), при побудові якої враховані основні конструктивні особливості гільзи, умови її навантаження як контактними навантаженнями з боку кілець, так і від тиску газів. З урахуванням тиску робочої суміші в камері згорання 4,0 МПа контактні навантаження для 1 компресійного кільця прийнято 4,5 МПа, для 2 компресійного та 3 маслознімні кільця – 0,5 МПа. В якості інших граничних обмежень прийнято умови закріплення гільзи, її матеріал – сірий чавун СЧ20, а також матеріал поршневих кілець – високоміцний чавун.

Обрана розрахункова схема деталі та граничні умови роботи з'єднання дали змогу здійснити моделювання та розрахунок напруженого стану гільзи циліндрів ДВЗ методом скінчених елементів. Модель для розрахунку НДС методом скінчених елементів наведена на рис.1, б.

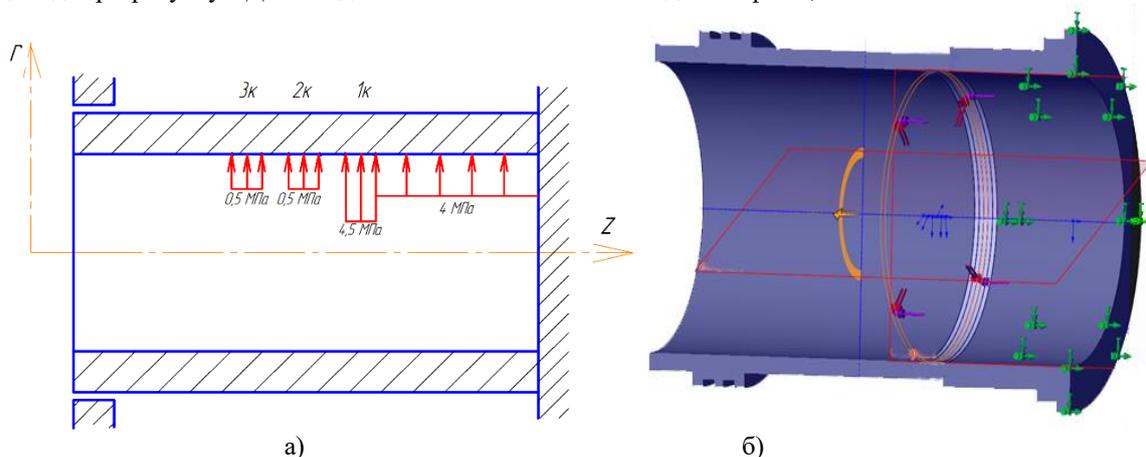


Рис. 1. Схема (а) і модель (б) для розрахунку НДС гільз циліндрів ДВЗ

Оскільки за досить грубої дискретності розрахунків не виявлено особливостей у розподілі напружень у зонах контакту гільзи з кільцями, тому розрахункову схему було уточнено за рахунок дрібнішого розбиття на кінцеві елементи.

Результати розрахунків у вигляді розподілу осьових, окружних та радіальних напружень на поверхні гільзи уздовж всієї контактної зони з 2 поршневым кільцем показано на рис. 2.

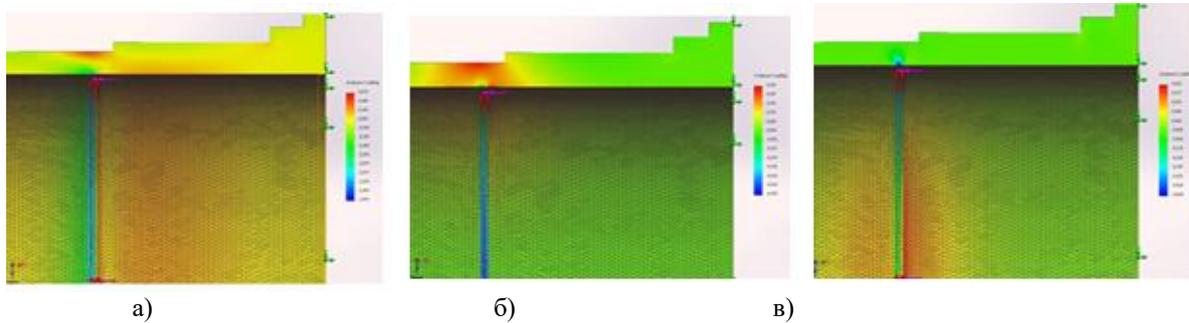


Рис. 2. Розподіл осьових (а), окружних (б) та радіальних (в) напружень в контактній зоні «гільза – 2 поршневе кільце»

Встановлено, що за рухомим кільцем має місце пік розтягуючих осьових напружень, а перед кільцем – стискаючих (рис. 2, а). Причому величина напружень залежить від градієнта контактних тисків на кінцях контактної ділянки.

Подібний характер має еюра окружних напружень. Спостерігаються також піки розтягуючих і стискаючих окружних напружень відповідно за і перед рухомим кільцем (рис. 2, б).

Еюра радіальних напружень (рис. 2, в) практично відповідає зовнішньому навантаженню, хоча за площею контакту присутні незначні піки розтягуючих та стискаючих напружень.

Отримані результати свідчать, що на межах контактної ділянки гільзи з кільцем виникає велика концентрація напружень, причому за рухомим кільцем спостерігається пік розтягуючих напружень, а перед кільцем – стискаючих. Зменшити негативний вплив розтягуючих напружень можливо за рахунок нанесення на робочу поверхню гільзи захисних покриттів, і насамперед – антифрикційних.

Література

1. Liu, Q., Huang, X., Shao, X. *et al.* Industrial cylinder liner defect detection using a transformer with a block division and mask mechanism. *Sci Rep* **12**, 10689 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14971-8>.
2. Шепеленко І.В. Технологія зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів із забезпеченням їх антифрикційних властивостей/ І.В. Шепеленко, Я.Б. Немировський, Е.К. Посвятенко// Технологія і техніка друкарства. – 2022. – № 1(75). – С. 29–36. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(75\).2022.266644](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(75).2022.266644).

Шипов Є.Г., викладач спецдисциплін I категорії
Сало С.А., студент III курсу
автомобільно-механічного відділення
Поберій Т.С., студент III курсу
автомобільно-механічного відділення
Лозівська філія Харківського
автомобільно-дорожнього фахового коледжу

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ

Автомобілі є найбільшими транспортними засобами в світі. Щороку виробляються мільйони автомобілів. Щоб кожен автомобіль знайшов покупця, автовиробники повинні постійно вдосконалювати дизайн своїх автомобілів. Представлені новітні моделі, розроблені та впроваджені нові системи транспортних засобів. У сучасному світі, де технології транспортних засобів постійно розвиваються, сучасні методи діагностики та ремонту стають все більш важливими.

Розвиток цифрових технологій відкриває широкі можливості для управління та координації автомобільних електронних систем. Багато параметрів можна використовувати одночасно для забезпечення оптимальної роботи різних систем [1].

Використовуючи комп'ютерну діагностику, дрони для візуального огляду та інші сучасні методи, ми можемо максимально точно визначити проблеми та вчасно їх усунути. Це не тільки подовжує термін служби вашого автомобіля, але й сприяє підвищенню безпеки на дорозі.

На сьогодні комп'ютерна діагностика дуже широко використовується як основний метод виявлення несправностей автомобіля. Комп'ютерна діагностика дозволяє швидко і точно визначити несправності і оцінити технічний стан автомобіля (агрегатів, вузлів, механізмів, систем, блоків управління).

Діагностика двигуна автомобіля дає нові можливості для автомобілістів, в отриманні даних про технічний стан систем і механізмів двигуна. Завдяки сучасним технологіям діагностування.

Технічна діагностика забезпечує значну економію коштів на утримання автомобілів за рахунок скорочення їх простою під час обслуговування і ремонту, виконання дійсно необхідних регулювальних і ремонтних операцій, скорочення витрат запасних частин і палива. Це досягається шляхом своєчасного виявлення і усунення незначних несправностей в системі запалювання, паливній системі, а також в агрегатах трансмісії.

Ефективне використання коштів діагностування на станціях обслуговування автомобілів і автотранспортних підприємствах можливо лише в результаті правильного їх застосування і експлуатації. Тому вивчення та використання діагностичного обладнання, а також методів прогнозування залишкового ресурсу автомобіля останнім часом приділяється особлива увага.

Діагностика кожного вузла, механізму або системи автомобіля складається з декількох етапів: перевірка системи керування двигуном; діагностика паливної системи двигуна; перевірка заповнення балонів та інше. Сучасні комплекси діагностики автомобілів дозволяють знаходити несправності в різних системах сучасних автомобілів, в тому числі електронних і механічних системах управління [2].

Діагностика кожної системи автомобіля проводиться індивідуально. При діагностиці електронних блоків, що відповідають за роботу двигуна паралельно перевіряються такі системи як контроль впорскування форсунок, перевірка роботи подачі палива і робота свічок запалювання, контроль обертів двигуна та ін. За результатами діагностики і виявлених несправностей можна оцінити технічний стан і дати рекомендації щодо усунення несправностей або заміни можливих вузлів. Нові сучасні автомобілі складаються з великої кількості складних взаємопов'язаних вузлів і пристроїв а їх продуктивність залежить від багатьох параметрів. Діагностика автомобіля вирішує багато проблем і несправностей, дозволяє точніше оцінити стан електронних систем вашого автомобіля, а за рахунок звернення уваги на несправності може значно заощадити час на ремонті.

На останок, важливо зазначити, що діагностика є невід'ємною частиною технічного обслуговування та допомагає підтримувати ваш автомобіль в хорошому стані. За допомогою комп'ютерної діагностики можна швидко і точно визначити причину несправності та провести ремонт, щоб уникнути можливих проблем в майбутньому. Тому рекомендується регулярно проводити діагностику автомобіля, щоб підтримувати безпечну та ефективну роботу.

Література

1. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія та практика : монографія. Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. 176 с.
2. Мигаль В. Д., Лебедев А.Т., Шуляк М.Л. Технічна діагностика автомобілів: конспект лекцій з дисципліни / - Харків : ХНТУСГ, 2019. - 129 с.

**Шмерего О.Б. завідувач сектору досліджень
електричних та фізичних параметрів обліку
та статистики відділу вибухотехнічних досліджень
та вибухотехнічних обліків вибухотехнічної лабораторії**
Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

АВАРІЙНІ РЕЖИМИ В ЕЛЕКТРООБЛАДНАННІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ВНАСЛІДОК ЯКИХ ВИНИКАЮТЬ ПОЖЕЖІ.

Щороку на території України за даними ДСНС виникає понад 3 тис. пожеж на транспортних засобах, що становить близько 10 % від загальної кількості пожеж, які призводить до травмування та загибелі людей, а також до значних матеріальних збитків. Згідно цих статистичних даних близько 40% пожеж пов'язаних з неполадками та (чи) аварійними аномальними режимами роботи бортових електромереж.

Особливості пожежної небезпеки автотранспортних засобів полягають в тому, що в обмежених об'ємах зосереджені вузли та агрегати із високими робочими температурами, також сучасні транспортні засоби набагато більше, ніж ті, що випускались у минулих десятиріччях насичені різного роду електронними блоками керування різними системами і функціями, кількість яких перевищує 50.

І тут спрацьовує прогнозована ситуація, яка полягає у спробі створення комфортних умов експлуатації транспортного засобу, а в реаліях це створює фінансову проблему з ремонту або відновлення систем електрообладнання, які відмовили в роботі або вийшли з ладу, а в багатьох випадках такі процеси призводять до виникнення пожеж.

З результатів експертної практики маю повідомити, що, м'яко кажучи, непродумано надмірне насичення транспортного засобу електронним обладнанням, як маркетингова тенденція заохочення клієнтів до покупок, саме таких «досконалих» моделей призводить до значних ризиків, що є наслідком не лише виникнення пожеж таких «шедеврів», а й в багатьох випадках до загибелі людей від їх стрімкого поширення.

Насамперед, такі ситуації стосуються електромобілів, бо виникнення пожеж, що супроводжуються вибухами утвореної внаслідок аварійного процесу у тягових акумуляторних батареях пожежно-вибухової суміші складників, з яких зроблена тягова акумуляторна батарея створюють реальну небезпеку для життя та здоров'я людей, які знаходяться, як в середині салону так і поблизу автомобіля коли відбувається така подія.

Найчастіше причиною займання таких акумуляторів є:

- виникнення аварійного процесу, пов'язаного з коротким замиканням всередині електрохімічного осередку, наприклад через механічне пошкодження одиничного акумулятора або акумуляторного модуля;
- внутрішнє коротке замикання виникає через порушення технології виробництва при нерівній нарізці електродів або потрапляння металевих частинок між анодом і катодом, що призводить до пошкодження пористого сепаратора, який має надійно ізолювати катод від аноду.

Також, причиною внутрішнього короткого замикання може бути «проростання» ланцюжків металевого літію (дендрит) через сепаратор.

Такий ефект виникає, якщо іони літію не встигають вбудуватися в кристал анода при занадто швидкій зарядці або низькій температурі навколишнього середовища, а якщо ємність активного матеріалу катода перевищує ємність анода, в результаті чого на поверхні анода з'являються мікроскопічні відкладення, які поступово зростають (Рис. 1.).

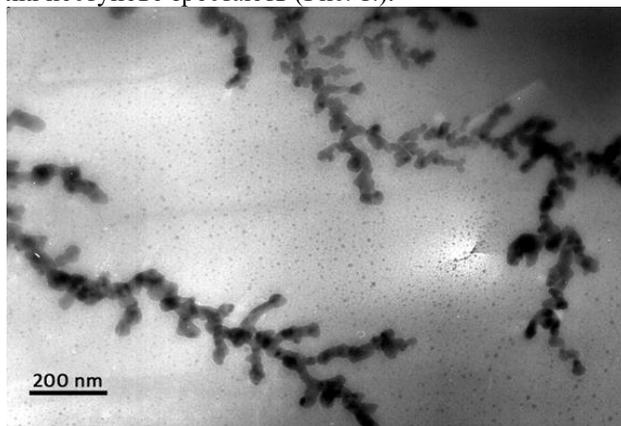


Рис. 1. Зображення ланцюжків проростання металевого літію (дендрит) через сепаратор.

Розвиток аварійного процесу полягає в наступному. Після того як відбулося коротке замикання, акумулятор починає нагріватися. Коли температура досягає 70-90 °С, іон-провідний захисний шар на аноді починає розкладатися. А далі літій, вбудований в анод, входить у реакцію з електролітом, виділяючи леткі вуглеводні: етан, метан, етилен тощо.

Такі реакції з електролітом є екзотермічним, під час їх протікання температура і тиск усередині акумулятора продовжують підвищуватися. Коли температура досягає 180-200 °С, матеріал катода, зазвичай представляє собою оксид перехідних металів з вбудованим в кристал літієм, вступає в реакцію диспропорціювання і виділяє кисень. Ось тут і відбувається займання і ще різкіший стрибок температури. Паралельно йде термічне розкладання електроліту (200-300 °С), що також виділяє тепло, внаслідок чого починається активне полум'яне горіння, що супроводжується вибуховим займанням утвореної в описаному процесі вибухової суміші, вибух якої є подібним до вибуху термобаричного боєприпасу (Рис. 2.).

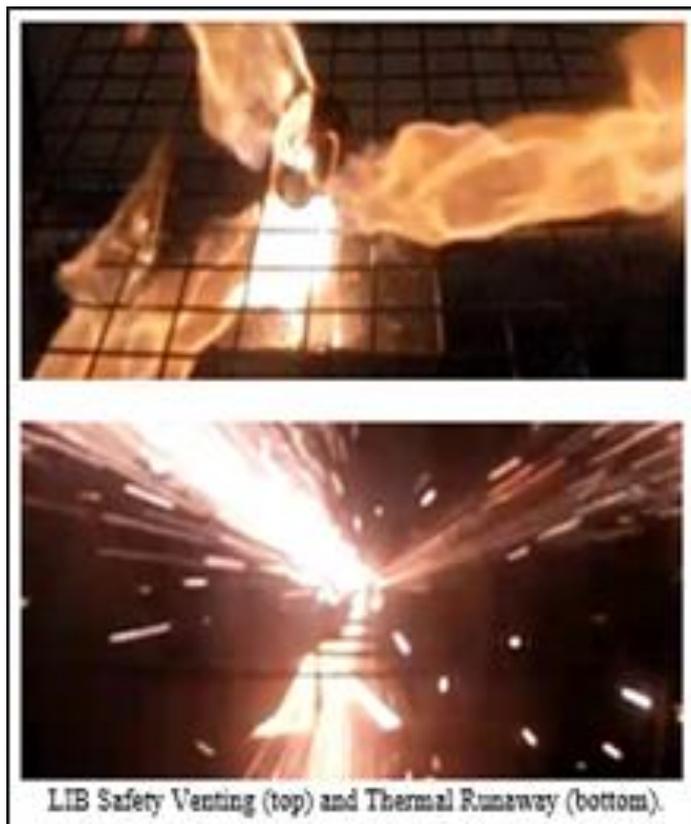


Рис. 2. Зображення розвитку аварійного процесу літій-іонного акумулятора.

На завершальному етапі розвитку аварії, в реакцію з електролітом (якщо він ще залишився) вступає графіт, який є складником літій-іонного акумулятора а коли температура досягає 660 °С, плавиться алюмінієвий струмоприймач. Вище 900°С температура зазвичай не піднімається, тому що розкладатися вже немає чому, цей етап як правило призводить до займання транспортного засобу, який загасити НЕМОЖЛИВО.

Також, найбільш поширеними пожежі в автомобілях, які оснащені двигунами внутрішнього згорання пов'язані із аварійними процесами, що виникають на ділянці електричного кола генератор-акумуляторна батарея.

Електромережа та системи транспортного засобу працюють під постійним струмом, а генератор виробляє змінний струм (генератори постійного струму не розглядаємо). Тому, потрібне перетворення виробленого генератором змінного струму у постійний струм. Для цього призначений діодний блок (випрямляч). Але саме цей пристрій створює джерело займання, енергетика якого дозволяє запалити наявне пожежне навантаження.

На діодному блоку, як правило, розташовані шість діодів (стабілітронів). Три виводи (початки обмоток) з обмоток статора з'єднуються з основними діодами (кінці обмоток з'єднуються між собою), які випрямляють напругу для зарядки акумуляторної батареї і живлення споживачів електроенергії, підключених до бортової електромережі.

Аварії, спричинені виходом з ладу діодів через електричний або тепловий пробій, як правило, є «найбільш важким», тому що супроводжується протіканням аварійних струмів великих значень у електричному колі схеми, де цей процес відбувається.

Слід також зазначити, що пробій діоду може призвести як до перетворення його з напівпровідника на звичайний провідник, так і до розірвання ланцюга електричного кола, в якому він встановлений. Останній варіант не являє небезпеки щодо виникнення пожежі, але такий варіант буває вкрай не часто.

Внаслідок пробію діодів у діодному блоці, коли електричним колом одної з обмоток статора генератора починає протікати струм короткого замикання, як правило наявний електрозапобіжник не спрацьовує, бо у такому випадку значення струму не досягає тієї величини, на яку розрахована його плавка вставка, оскільки аварія відбувається тільки в одній з трьох обмоток. Але, результатами цього процесу є нагрів місць з'єднань комунікацій цього електричного кола через порівняно більші перехідні опори у цих місцях. Наслідком цього нагріву є samozаймання ізоляції провідника поблизу вказаних місць.

Виникнення пожеж через розвиток таких аварійних явищ здебільшого супроводжується відокремленням генератора з місця, де він був закріплений через потужний температурний вплив внаслідок протікання описаного процесу (Рис. 3.).

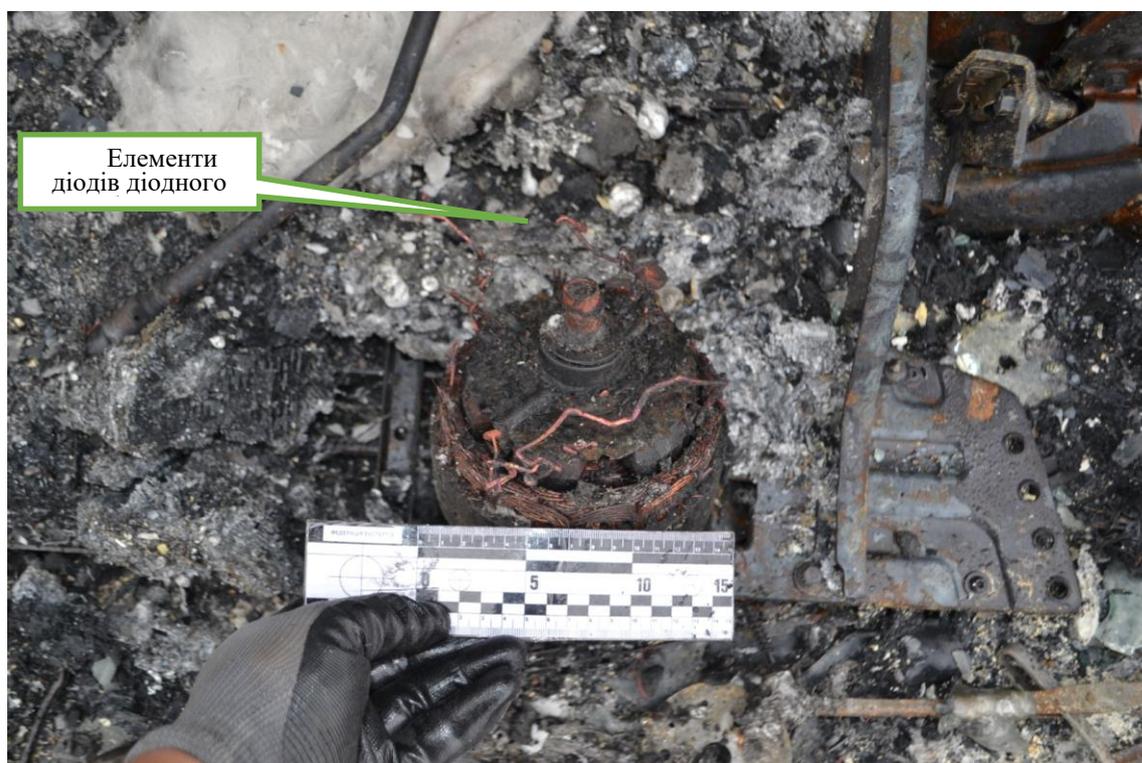


Рис. 3. Все, що залишилось від генератора.

На жаль в автомобілебудуванні не використовуються ефективні способи попередження таких аварій, які притаманні, як новим автомобілям, так і тим, що давно перебувають в експлуатації.

Яворський В.С., аспірант кафедри технології
та автоматизації машинобудування
Березюк О.В., професор кафедри безпеки
життєдіяльності та педагогіки безпеки, д.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК АНТИФРИКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДИНАМІЧНУ НАВАНТАЖЕНІСТЬ ШАРНІРНО-СПОЛУЧЕНОЇ СТРИЛИ МАНІПУЛЯТОРА СМІТТЄВОЗА

Основним завданням санітарного очищення населених пунктів та забезпечення їхньої екологічної безпеки є збирання твердих побутових відходів (ТПВ). Цей процес здійснюється більше ніж 3,8 тис. спеціальними автомобілями (сміттевозами) [1], а тому пов'язане із значними фінансовими витратами. Перед перевезенням ТПВ сміттевозами до місця їх утилізації виконується операція завантаження відходів. Зношеність автопарку сміттевозів комунальних підприємств складає більше 60% [1].

Аналіз [2] розробок в галузі завантаження ТПВ показав, що у переважній більшості сміттевозів завантаження відходів здійснюється за допомогою гідравлічного приводу робочих органів [3-8], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [9-13]. Технологічна операція завантаження ТПВ у сміттевоз складається із повороту важеля та перевертання захвату контейнера. Із зальної тривалості завантаження ТПВ у сміттевоз основну частину (75%) займає поворот важеля маніпулятора.

В статті [14] запропонована нелінійна математична модель гідроприводу повороту важеля маніпулятора під час завантаження ТПВ у сміттевоз, дослідження якої дозволило отримати регресійну залежність тривалості повороту важеля маніпулятора від відстані між центрами повороту важеля та штока та початкового значення кута нахилу осі гідроциліндра до горизонталі, на основі якої визначено оптимальні значення вказаних параметрів та мінімальну тривалість повороту важеля маніпулятора [15].

В матеріалах роботи [16] виявлено регресійні залежності показників якості перехідних процесів під час пуску гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження ТПВ у сміттевоз.

У статті [17] опубліковано лінеаризовану математичну модель гідроприводу повороту важеля маніпулятора на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттевоз, що дозволила отримати наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута повороту важеля маніпулятора від часу.

В роботі [18] запропонована математична модель гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження ТПВ у сміттевоз, яка дає змогу дослідити динаміку вказаного гідроприводу для вибору більш раціональних його основних конструктивних параметрів.

В статті [19] для проведення проектних розрахунків нових конструкцій сміттевозів отримано наближені аналітичні залежності тиску в напірній магістралі гідроциліндра, кутової швидкості та кута перевертання контейнера від часу на основі запропонованої лінеаризованої математичної моделі гідроприводу перевертання контейнера на технологічній операції завантаження ТПВ у сміттевоз.

Але розглянуті вище математичні моделі не враховують знос шарнірів шарнірно-сполученої стріли маніпулятора сміттевоза, який призводить до суттєвого зростання короточасних ударних напружень у ланках шарнірно-сполучених стріл, підвищення рівня їхньої навантаженості навіть у стабільних умовах експлуатації та збільшення ризику розвитку втомного руйнування [20].

В статті [21] встановлено залежності максимальних ударних динамічних напружень в найбільш навантаженому перерізі стріли маніпулятора сміттевоза від зносу шарніра маніпулятора та рівня його навантаженості:

$$\sigma_{\max} = 0,08552 u + 89,58 \frac{G}{G_n} + 0,06243 u \frac{G}{G_n} - 2,99 \cdot 10^{-5} u^2 - 10,02 \left(\frac{G}{G_n} \right)^2 \text{ [МПа]}, \quad (1)$$

де σ_{\max} – максимальні ударні динамічні напруження в найбільш навантаженому перерізі стріли маніпулятора, МПа;

u – знос шарніра маніпулятора, мкм;

G/G_n – рівень навантаженості маніпулятора;

G – вага контейнера з твердими побутовими відходами, Н;

G_n – номінальна вантажопідйомність маніпулятора, Н.

Закономірність зносу вузлів тертя механізму завантаження сміттевоза від властивостей антифрикційних матеріалів виявлено в роботі [22]

$$u = 458,2f + 0,1696HB + 4366v - 546,2p + 33782fv \text{ [мкм]} \quad (2)$$

де f – коефіцієнт тертя пари сталь – антифрикційний матеріал;

HB – твердість антифрикційного матеріалу за Бринелем, МПа;

v – швидкість ковзання, м/с;

p – тиск в зоні тертя, МПа.

Підставивши формули (2) в залежність (1) побудуємо графіки впливу властивостей антифрикційних матеріалів на максимальні ударні динамічні напруження в найбільш навантаженому перерізі стріли манипулятора сміттєвоза, зображені на рис. 1.

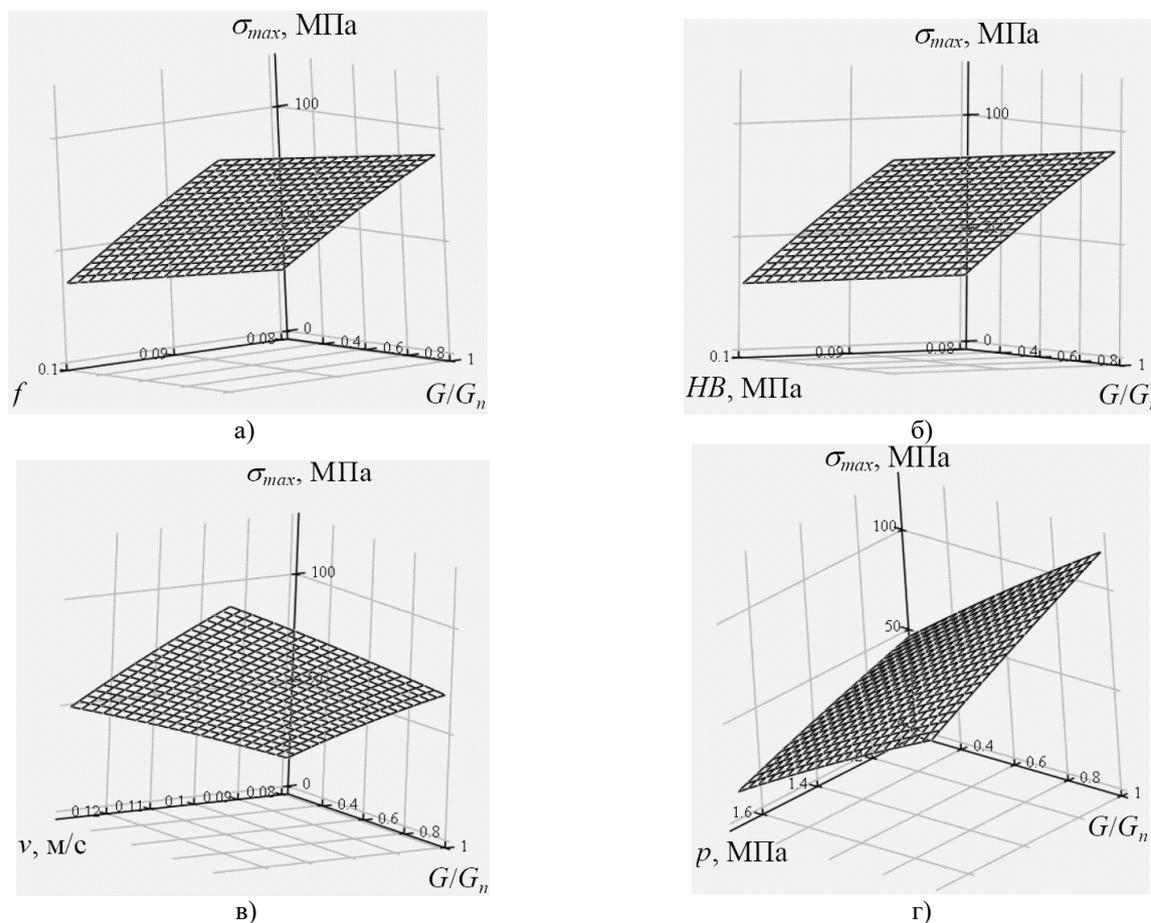


Рисунок 1 – Графіки впливу властивостей антифрикційних матеріалів на максимальні ударні динамічні напруження в найбільш навантаженому перерізі стріли манипулятора сміттєвоза
(а) $\sigma_{\max} = f(f, G/G_n)$ (б) $\sigma_{\max} = f(f, G/G_n)$ (в) $\sigma_{\max} = f(v, G/G_n)$ (г) $\sigma_{\max} = f(p, G/G_n)$

Висновки. Досліджено вплив властивостей антифрикційних матеріалів на максимальні ударні динамічні напруження в найбільш навантаженому перерізі стріли манипулятора сміттєвоза.

Література

1. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, 2017, Т. 27, № 10, с. 111-116.
2. Березюк О.В., Яворський В.С. Аналіз конструкцій і робочих органів механізмів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз, Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2023, № 4, 8 с. <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2023-4-26-34>
3. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdomed V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148. DOI: 10.1201/9781003224136-12
4. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
5. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху манипулятора, Наукові праці ВНТУ, 2017, № 2, 9 с.

6. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
7. Піонткевич О.В. та ін. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022, № 16(2), с. 96-100.
8. Лозінський Д.О. та ін. Оптимізація електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
9. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
10. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
11. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
12. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavskа O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНІКА 2017», Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
13. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Проблеми тертя та зношування, 2015, № 3 (68), с. 45-50.
14. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ВПІ, 2009, № 4, с. 81-86.
15. Березюк О.В. Оптимізація завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Системи прийняття рішень в економіці, техніці та організаційних сферах: від теорії до практики: колективна монографія у 2 т, Т. 2. Павлоград: АРТ Синтез-Т, 2014, с. 75-83.
16. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ОДАБА, 2009, № 33, с. 403-406.
17. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз, Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010, № 3, с. 93-98.
18. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки, 2013, № 5, с. 60-64.
19. Berezyuk O.V., Savulyak V.I. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart, Technical Sciences, 2017, No. 20(3), p. 259-273.
20. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Milto A.A. Preliminary dynamics and stress analysis of articulating non-telescoping boom cranes using finite element method, International Review on Modelling and Simulations. 2015, Vol. 8, No. 2, p. 223-226.
21. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O., Yavorskiy V.Ye. The influence of hinges wear on the dynamic load of the articulated boom of a garbage truck's manipulator, Problems of Tribology, 2023, No. 28(3/109), p. 18-24. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2023-109-3-18-24>
22. Bereziuk O.V., Savulyak V.I., Kharzhevskiy V.O., Serdiuk O.V., Yavorskiy V.Ye. Dependence of wear of friction pairs of the mechanism for loading solid household waste into a garbage truck on the characteristics of antifriction materials, Problems of Tribology, 2024, No. 29(3/113), p. 24-30. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-113-3-15-23>

**Яцків Д.О., студентка групи 2КН-216,
факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Вінницький національний технічний університет**

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СМІТТЄВОЗІВ

Питання ефективного управління відходами постає надзвичайно актуальною проблемою в умовах сучасного світу, оскільки зростання обсягів виробництва та споживання продукції безпосередньо призводить до збільшення кількості твердих побутових відходів (ТПВ). Це явище набуває масштабного характеру через урбанізацію, збільшення чисельності населення та економічне зростання, що стимулює виробництво та споживання товарів, а відтак і утворення відходів. Невпорядковане накопичення ТПВ викликає значне навантаження на природне середовище, оскільки велика частина відходів не підлягає біологічному розкладу і може століттями залишатися в природі, створюючи небезпеку для екосистем. Крім того, неефективне управління відходами призводить до екологічних проблем, таких як забруднення ґрунтів, підземних вод та повітря, що негативно впливає на здоров'я. Ця ситуація вимагає комплексного підходу до управління та обробки відходів для забезпечення екологічної безпеки та збереження навколишнього середовища. Проблема управління цими відходами стає все більш актуальною і потребує комплексного підходу для ефективного вирішення. Зі зростанням населення, розвитком промисловості та вищим рівнем споживання, кількість твердих побутових відходів значно збільшується. Це ставить під загрозу екологічну безпеку та природні ресурси. Недостатня увага до управління відходами призводить до накопичення великих кількостей сміття на сміттєзвалищах, що негативно впливає на довкілля та здоров'я людей. Відходи потребують адекватної утилізації та переробки для зменшення негативного впливу на довкілля. Однак, існуючі системи утилізації та переробки часто недостатньо ефективні та не охоплюють усіх видів відходів. Брак координації між управлінськими структурами, недостатнє фінансування та обмежені технологічні можливості ускладнюють процес управління відходами. Це вимагає розробки та впровадження нових стратегій та технологій для ефективного управління твердими побутовими відходами. Проблема управління твердими побутовими відходами є серйозною та потребує комплексного підходу для вирішення. Розробка та впровадження нових програмних засобів, технологічних інновацій та стратегій управління може сприяти покращенню ситуації та забезпечити сталі та ефективне використання ресурсів та збереження довкілля для майбутніх поколінь. Один із ключових компонентів цього комплексного підходу – використання спеціалізованого програмного забезпечення для керування виконавчими органами машин, що призначені для обробки твердих побутових відходів. Це програмне забезпечення відіграє важливу роль у покращенні ефективності процесу обробки відходів та оптимізації роботи виконавчих механізмів сміттєвозів. Для оптимізації можна використати такі комп'ютерні програми: "RegAnaliz" [1] для побудови однофакторних залежностей і "PlanExp" [2] – для багатофакторних.

Розроблені спеціалізовані програмні рішення надають можливість автоматизувати та оптимізувати ряд процесів управління, таких як маршрутизація транспорту для збору відходів [3], контроль над запасами та складуванням відходів, планування обслуговування техніки, відслідковування руху відходів з моменту їхнього збору до обробки [4]. Застосування такого програмного забезпечення дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшувати час та витрати на управління відходами, забезпечувати точність та надійність процесів обробки відходів, а також знижувати негативний вплив на навколишнє середовище шляхом мінімізації викидів та оптимізації ресурсного використання. Загалом, використання спеціалізованого програмного забезпечення для керування виконавчими органами машин, що обробляють тверді побутові відходи [5-7], є ключовим елементом сучасних стратегій управління відходами, спрямованих на покращення ефективності та екологічної сталості цих процесів. Технологічні операції в цих машинах виконуються за допомогою гідравлічного приводу робочих органів [8-12], який широко застосовується зокрема у комунальних машинах [13-17].

ТПВ – відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення [18, 19]. Програмне забезпечення для керування виконавчими органами машин з гідравлічним приводом для поводження з твердими побутовими відходами є важливим інструментом у сучасних стратегіях управління відходами. Зі зростанням обсягів виробництва та споживання товарів у сучасному світі, проблема обробки та утилізації відходів стає надзвичайно актуальною, і ефективне управління відходами стає ключовим завданням для забезпечення екологічної сталості та збереження ресурсів. Спеціалізовані програмні рішення для управління виконавчими органами машин, що призначені для обробки твердих побутових відходів, надають широкий спектр можливостей для

оптимізації та автоматизації різних етапів процесу управління відходами. Це програмне забезпечення дозволяє точно відслідковувати рух відходів з моменту їхнього збору до обробки, що дозволяє забезпечити ефективне планування оптимальних маршрутів транспорту для збору відходів та зменшити час перевезення. Крім того, воно дозволяє контролювати запаси та складування відходів, що сприяє раціональному використанню простору та підтримує ефективну організацію процесів складування. Одним з важливих аспектів програмного забезпечення є можливість ефективного обслуговування техніки, що використовується для обробки відходів. Це дозволяє забезпечити своєчасну та професійну технічну підтримку машин та устаткування, що зменшує ризики виникнення аварій та збільшує тривалість їх експлуатації [20-27]. Застосування програмного забезпечення для керування виконавчими органами машин для поводження з твердими побутовими відходами дозволяє значно зменшити час та витрати на управління відходами, оптимізувати використання ресурсів та мінімізувати негативний вплив на довкілля шляхом зниження викидів та оптимізації ресурсного використання.

Програмне забезпечення для керування виконавчими органами машин для поводження з твердими побутовими відходами є необхідним інструментом для досягнення ефективності та екологічної сталості в управлінні відходами, допомагаючи забезпечити оптимальний рівень обробки та утилізації відходів у сучасному світі.

Програмне забезпечення відіграє ключову роль у сучасних стратегіях управління відходами, надаючи широкий спектр можливостей для оптимізації та автоматизації різних аспектів управління відходами. Воно дозволяє ефективно відслідковувати рух відходів від їхнього збору до обробки. Це дозволяє забезпечити точне планування оптимальних маршрутів транспорту для збору відходів та зменшити час та витрати на перевезення. Програмне забезпечення допомагає контролювати запаси та складування відходів. Це дозволяє забезпечити раціональне використання простору та ефективну організацію процесів складування, що в свою чергу сприяє оптимізації управління відходами. Також воно забезпечує ефективне обслуговування техніки, яка використовується для обробки відходів. Це включає в себе регулярне планування технічного обслуговування та вчасне виявлення несправностей, що дозволяє збільшити тривалість експлуатації машин та устаткування.

Специфіка використання програмного забезпечення для керування виконавчими органами машин у поводженні з твердими побутовими відходами полягає в його різноманітних функціях та можливостях, спрямованих на оптимізацію та автоматизацію процесів управління відходами. Програмне забезпечення дозволяє точно відслідковувати рух відходів від моменту їхнього збору до обробки. Це включає в себе планування оптимальних маршрутів транспорту для збору відходів, що дозволяє зменшити час та витрати на перевезення. Крім того, воно контролює запаси та складування відходів, що сприяє раціональному використанню простору та ефективній організації процесів складування. Це дозволяє забезпечити оптимізацію управління відходами та збереження ресурсів. Також програмне забезпечення забезпечує ефективне обслуговування техніки, що використовується для обробки відходів. Воно дозволяє планувати та виконувати регулярне технічне обслуговування, а також вчасно виявляти та виправляти несправності, що забезпечує надійність та продуктивність обладнання. Окрім цього, програмне забезпечення сприяє вдосконаленню логістичних процесів, дозволяючи побудувати найоптимальніші маршрути збору твердих побутових відходів.

Загалом, програмне забезпечення відіграє важливу роль у покращенні ефективності та ефективності управління відходами. Воно дозволяє зменшити час та витрати на управління відходами, забезпечує точність та надійність процесів обробки відходів, а також сприяє збереженню ресурсів та мінімізації негативного впливу на довкілля. Сучасні цифрові рішення дозволяють автоматизувати й оптимізувати різні етапи процесу поводження з відходами, починаючи від збору і транспортування, закінчуючи сортуванням та переробкою. Одним з ключових аспектів є можливість інтеграції програмного забезпечення з системами GPS і датчиками, що забезпечує моніторинг та контроль виконавчих органів сміттєвозів у режимі реального часу. Це дозволяє не лише стежити за точним виконанням завдань, а й своєчасно реагувати на відхилення або непередбачені ситуації, такі як перевантаження або несправності транспортних засобів.

Висновки. Програмне забезпечення для керування виконавчими органами сміттєвозів відіграє важливу роль у вирішенні проблеми управління твердими побутовими відходами. Його використання дозволяє оптимізувати процеси збору, транспортування, сортування та обробки відходів, зменшуючи витрати часу та ресурсів, сприяє покращенню ефективності управління та зменшенню негативного впливу на довкілля. Таке програмне забезпечення стає важливим інструментом у досягненні сталого та екологічно чистого поводження з твердими побутовими відходами.

Література

1. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz"), Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486, К.: ДСІВУ, 03.06.2013.
2. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp"), Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876, К.: ДСІВУ, 21.12.2012.

3. Березюк О.В. Математичне моделювання прогнозування обсягів продукування будівельних відходів в різних країнах світу, Вісник ВПІ, 2021, № 3, с. 41-46.
4. Савицький М. Педагогічні студії з підготовки будівельно-архітектурних фахівців: дидактичний та виховний аспекти, Дніпро: ПДАБА, 2022, 483 с.
5. Березюк О.В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів, Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2008, № 1, с. 92-98.
6. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д-ра техн. наук, Хмельницький, 2021, 46 с.
7. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ВПІ, 2009, № 4, с. 81-86.
8. Polishchuk L.K., Piontkevych O.V., Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor, 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017», Kaunas, 19 May 2017, p. 307-311.
9. Petrov O., Kozlov L., Lozinskiy D., Piontkevych O. Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling, In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, 2019, p. 653-660.
10. Kozlov L., Polishchuk L., Piontkevych O., Purdyk V., Petrov O., Tverdomed V., Tungatarova A. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads, Mechatronic Systems, Vol. 1, Routledge, London, 2021, p. 137-148.
11. Козлов Л., Репінський С., Паславська О., Піонткевич О. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора, Наукові праці ВНТУ, 2017, № 2, 9 с.
12. Лозінський Д.О., Козлов Л.Г., Піонткевич О.В., Кавецький О.І. Оптимізація електрогідролічного розподільника з незалежним керуванням потоків, Вісник машинобудування та транспорту, 2023, № 17 (1), с. 87-91.
13. Піонткевич О.В., Сухоруков С.І., Сердюк О.В., Домославський В.М. Про лазерний технологічний комплекс на машинобудівному підприємстві, Вісник машинобудування та транспорту, 2022, № 16(2), с. 96-100.
14. Піонткевич О.В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном, Вісник машинобудування та транспорту, 2015, № 2, с. 83-90.
15. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза, Промислова гідравліка і пневматика, 2011, № 34 (4), с. 80-83.
16. Polishchuk L., Khmara O., Piontkevych O., Adler O., Tungatarova A., Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiarowy W Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2022, Vol. 12, No. 2, p. 60-63.
17. Kozlov L., Burennikov Yu., Piontkevych O., Paslavska O. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive, Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017, p. 195-200.
18. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ОДАБА, 2009, № 33, с. 403-406.
19. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів, Машинознавство, 2008, № 10 (136), с. 25-28.
20. Korniylo I., Gnyp O. Scientific foundations in research in Engineering, Primedia eLaunch, 2022, 709 p.
21. Kazachiner O., Boychuk Y., Halii. A. Theoretical foundations of pedagogy and education, International Science Group, 2022, 602 p.
22. Ковальський В.П., Сідлак О.С. Методи активації золи винесення ТЕС, Вісник Сумського національного аграрного університету, 2014, № 10, с. 47-49.
23. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology, Primedia eLaunch, 2023, 305 p.
24. Azarenkov V. Modern teaching methods in pedagogy and philology, Primedia eLaunch, 2023, 580 p.
25. Kazachiner O., Boychuk. Y. Theoretical and scientific foundations of pedagogy and education, International Science Group, 2022, 476 p.
26. Hladyshev D., Hnat H. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture, International Science Group, 2023, 464 p.
27. Березюк Л.Л., Березюк О.В. Тестова комп'ютерна перевірка знань студентів із дисципліни «Медична підготовка», Науково-методичні орієнтири професійного розвитку особистості: тези доп. уч. ІV Всеукр. наук.-метод. конф., 20.04.2016, Вінниця, 2016, с. 96-98.

ТЕЗИ
XVII міжнародної науково-практичної конференції
«Сучасні технології та перспективи розвитку
автомобільного транспорту»

Редактори: *О.М. Пилипенко*
Д.Б. Бегерський

Верстка та макетування: *О.О. Багінський*
О.О. Добровінський

Матеріали подано в авторській редакції

Об'єм даних – 27.55 МБ

Видавець і виготівник
Державний університет «Житомирська політехніка»,
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

© Державний університет «Житомирська політехніка», 2024