

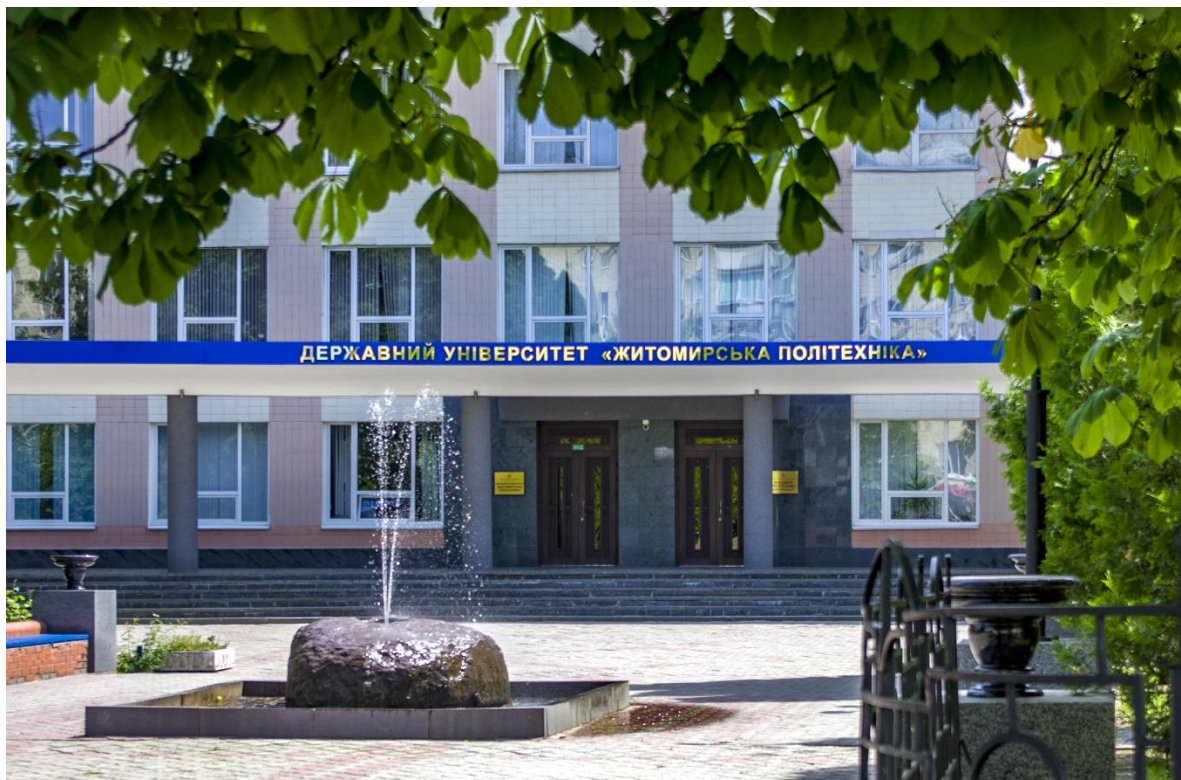
Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Вінницький національний технічний університет
Луцький національний технічний університет
Кафедра автомобілів і транспортних технологій
Державного університету «Житомирська політехніка»

ТЕЗИ

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

**(присвячена сторіччю Державного університету
«Житомирська політехніка»)**

26-28 жовтня 2020 року



Житомир
2020

Зміст

Багінський О.О., Ільченко А.В.	ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА В ДВОСЕКЦІЙНОМУ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОМУ ВИТРАТОМІРІ	4
Бегерський Д.Б., Можаровський М.М., Опанасюк Є.Г.	ДО ВИКОРИСТАННЯ МАХОВИКІВ ІЗ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК РЕКУПЕРАТОРІВ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА МІСЬКОМУ АВТОТРАНСПОРТІ	7
Гриневич І.О., Бегерський Д.Б.	ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ НА ПРИКЛАДІ М. ЖИТОМИР	10
Біліченко В.В., Цимбал С.В., Цимбал О.В.	МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ МІСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	13
Біліченко В.В., Цимбал С.В., Швець А.І.	ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	16
Возняк А. Р., Мурований І. С.	ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ОПЛАТИ ПРОЇЗДУ МІСТА ЛУЦЬК	18
Захарчук В.І., Тартак І.М., Школярчук В.О.	МЕТОД ОЦІНКИ ПРОБІГОВИХ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛІВ	20
Кашканов А.А., Омельченко Б.О.	МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ПАРКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ	21
Кашканов В.А., Еспінель Е.А.	НЕОБХІДНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ГАЛЬМІВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ	24
Клімов Е.С., Пузир Р.Г., Будній О.	ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОЛЕСА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ЗІ ШТУЧНОЮ НЕРІВНІСТЮ ДОРОГИ В МОМЕНТ ЇЇ ПЕРЕЇЗДУ	26
Колодницька Р.В.	ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ СОРЕРТ ДЛЯ ПІДРАХУНКУ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	29
Колодницька Р.В., Кравченко О.П.	КОНЦЕПЦІЯ ІДЕАЛЬНОГО ЗАМІННИКА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА У ДВЗ	31
Колодницька Р.В., Шумляківський В.П.	АВТОМОБІЛІ НА ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ КОМІРКАХ. МРІЯ ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ ДЛЯ УКРАЇНИ?	34
Корнікова К.М., Ільченко А.В.	АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІМС- ЕЛЕКТРОБУСІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В М. ЖИТОМИР	37
Корпач А.О., Левківський О.О.	СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМІВ, ВІБРАЦІЙ ТА ЖОРСТКОСТІ РОБОТИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ	39
Корпач А.О., Федорчук Р.О.	ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ В ДИЗЕЛЯХ МОТОРНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ	40
Кравченко К.О., Герліці Юрай, Лак Томаш, Кравченко О.П.,	СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПОВІТРЯ ПРИ ОБЕРТАННІ ГАЛЬМОВИХ ДИСКІВ	42
Кравченко О.П., Чуйко С.П.	АНАЛІЗ КОМФОРТУ В САЛОНІ МІСЬКОГО АВТОБУСУ ЩОДО НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА	44

Кривошапов С.И.	ЭКСПРЕСС ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА	46
Кужель В.П., Оринський І.А.	АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЧНИХ КОРОБОК ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ	48
Макаров В.А., Макарова Т.В.	ДО ПИТАННЯ ПОЛІПШЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ РЕГІОНУ В УМОВАХ ПОВОРОТУ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТУ	51
Мармут І.А.	РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛІСНОЇ ПОТУЖНОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ ПДС-Л ПРИ НАЯВНОСТІ ГІДРОПРИВОДУ	53
Огневий В.О., Огороднік Я.Ю.	ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ	54
Поляков В.М., Разбойніков О.О.	ДО РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ РОБОТИ АКТИВНОЇ ПІДВІСКИ, ЩО СПРЯМОВАНИЙ НА ПОЛІПШЕННЯ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ РУСІ ПО НЕРІВНІЙ ДОРОЗІ	56
Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Медведєв Є.П., Шевченко О.В.	АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ FRAM	57
Сахно В.П., Ященко Д.М., Диких О.В.	ДО ВИБОРУ ТИПУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БТР-70	60
Слатов І.М., Мурований І. С.	НЕОБХІДНІСТЬ ОНОВЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ КОНЦЕПЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТУ У МІСТІ ЛУЦЬКУ	63
Смирнов Є.В., Огневий В.О.	АЛГОРИТМ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ РЕГІОНУ	65
Спірін А.В., Борисюк Д.В., Твердохліб І.В.	МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	67
Титаренко В.Є., Лазюта В.М.	АНАЛІЗ ПРИЧИН ОСНОВНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРАТОРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ НА СТО	70
Титаренко В.Є., Бондар Д.О.,	ВИБІР МЕТОДІВ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ В СИСТЕМІ «ВОДІЙ- АВТОМОБІЛЬ-ДОРОГА-СЕРЕДОВИЩЕ»	71
Хітров І.О.	ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	72
Черненко С.М., Стаднік В.М.	ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ЧИСЛА КЕРМОВОГО ПРИВОДУ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	74
Шумляківський В.П., Мацюк В.С.	НАДІЙНІСТЬ ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ	77

Багінський О.О., аспірант,
Ільченко А.В., к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА В ДВОСЕКЦІЙНОМУ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНОМУ ВИТРАТОМІРІ

Вимірювання і контроль витрат палива є одним з основних напрямків збереження енергії на транспорті. При аналізі існуючих конструкцій витратомірів, а саме високоточного витратоміра моторного палива з цифровою обробкою інформації [1] та калориметричного витратоміра моторного палива з підвищеною точністю вимірів [2], відзначається їх підвищена точність, зменшена похибка вимірювання та можливість вимірювання об'ємної витрати різноманітних моторних палив. Основним недоліком вищезазначених витратомірів є розміщення вимірювальних елементів в одній трубці постійного діаметра, що звужує діапазон витрат, які визначаються. З метою усунення цього недоліку запропонований тепловий витратомір, виконаний з декількох секцій.

Для розширення діапазону вимірювання витрат палив пропонується двосекційний термоанемометричний витратомір (рис. 1.) [3]. Але, він потребує дослідження щодо визначення параметрів руху дизельного палива, а саме швидкості і числа Рейнольдса в різних точках об'єму та во всьому діапазоні можливих витрат палив транспортними двигунами. При конструюванні витратоміра одним з важливих питань є розташування його нагрівальних та вимірювальних елементів таким чином, щоб швидкість потоку поряд з вимірювальними елементами залишалася незмінною при постійній витраті. Якщо розподіл швидкостей нерівномірний, в потоці утворюється турбулентність, яка в свою чергу впливає на перенесення тепла в паливі і, відповідно, на точність вимірювання його витрати.

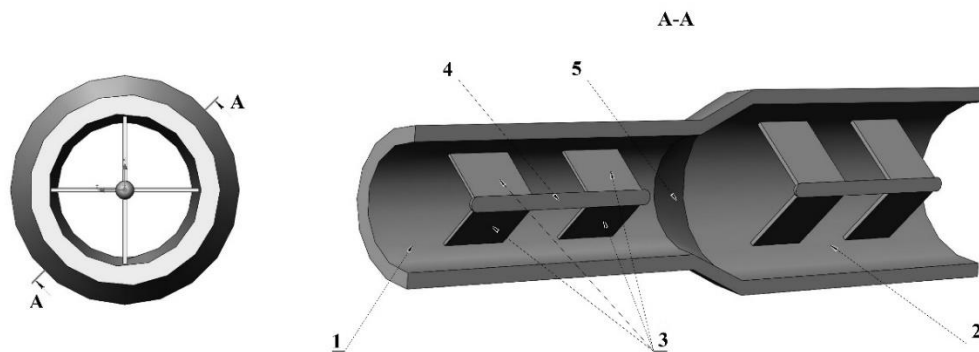


Рис. 1. Двосекційний витратомір (позначення надано на першій секції): 1, 2 – перша та друга секції витратоміра; 3 – кріплення нагрівальних та вимірювальних елементів; 4 – нагрівальні та вимірювальні елементи; 5 – перехідний конічний елемент

Метою роботи є визначення параметрів руху дизельного палива в двосекційному термоанемометричному витратомірі, а саме: швидкості і числа Рейнольдса в різних точках об'єму в діапазоні витрат палива від 0 до 200 л/год.

Витратомір, що пропонується, має такі розміри: діаметри вимірювальних трубок 80 мм (1 секція), 120 мм (2 секція), діаметр і довжина вимірювальних елементів 10 мм та 160 мм, перехідний конічний елемент довжиною 50 мм (рис. 2).

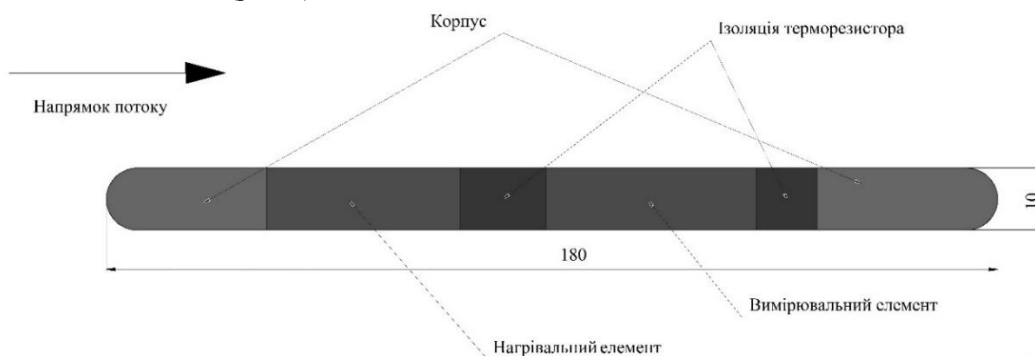


Рис. 2. Схема вимірювального елемента

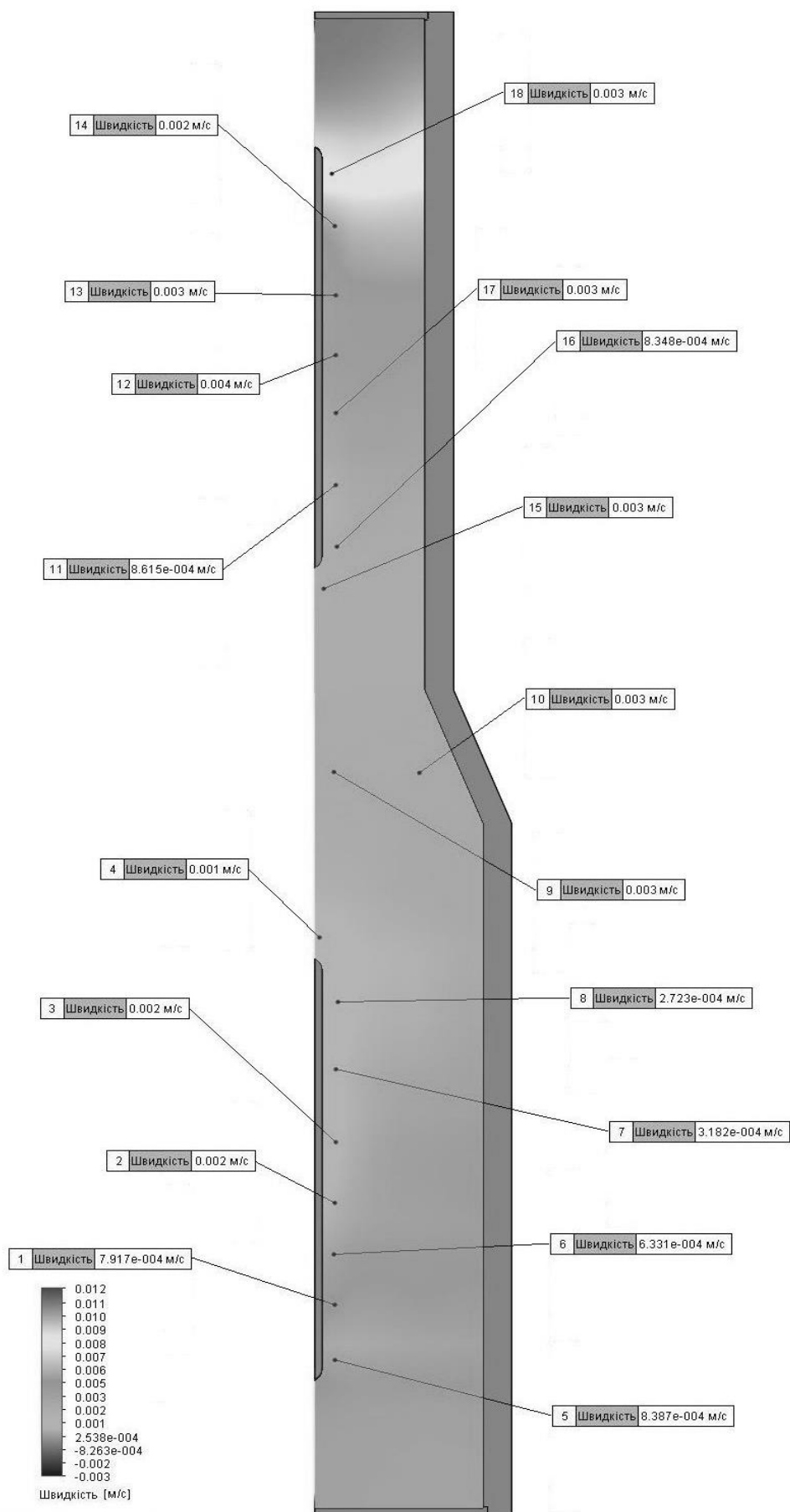


Рис. 3. Визначення миттєвих швидкостей потоку палива

Для визначення швидкостей потоку палива в різних точках його об'єму було проведено моделювання процесу протікання палива через витратомір за допомогою програмного середовища SolidWorks Flow Simulation в діапазоні витрат, що зазначено вище. Це відповідає витратам палива сучасних дизельних двигунів різного літражу та потужності. Результати моделювання для витрати 200 л/год (витрата при якій очікується максимальна можлива турбулентність) наведено на рис. 3.

При заданій об'ємній витраті максимальне значення числа Рейнольдса для першої секції становить 410 одиниць, для другої секції - 305 одиниць.

Також важливо врахувати значення числа Рейнольдса для швидкостей, що виникають в потоці. При моделюванні максимальне значення швидкості потоку дорівнювало 0,004 м/с (значення в точках 18, 19, 23, 24). При такій швидкості значення числа Рейнольдса становить 115 одиниць, що визначає даний потік як ламінарний.

Висновок. Конструкція витратоміра дозволяє проводити вимірювання об'ємної витрати дизельного палива до 200 л/год. В усьому діапазоні витрат, що аналізуються, при даних геометричних параметрах трубок термоанемометричного витратоміра турбулентності дизельного палива не спостерігається, оскільки максимально можливе значення числа Рейнольдса не перевищує числа 2100-2300 (значення при яких ламінарний потік палива переходить в турбулентний). При цьому швидкості в різних точках потоку палива сягають максимально 0,004 м/с.

Література

1. Безвесільна О. М. Високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації / О.М. Безвесільна, Ю.О. Подчашинський, А.В. Ільченко, Ю.О. Шавурський // Патент на винахід № 91160, МПК (2009) G01F 1/68, G01F 1/696, F02M 5/00, № а200906515. Заявлено 22.06.2009, надрук. 25.06.2010, бюл. № 12
2. Безвесільна О. М. Калориметричний витратомір моторного палива з підвищеною точністю вимірів / О. М. Безвесільна, А. В. Ільченко // Патент на винахід № 106858, МПК F02M 5/00, G01F 1/68 (2006.01), G01F 1/696 (2006.01) G01F 15/00, № а 2013 14550. Заявлено 12.12.13, надрук. 10.10.14., бюл. № 19
3. Багінський О.О., Брожко А.М., Дивак С.О., Ільченко А.В., «Вибір конструкції та принципу дії витратоміра палива для використання на транспортних засобах», Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки, с. 192-194, 2019, Україна.

Бегерський Д.Б., к.т.н., доц.,
Можаровський М.М., старший викладач,
Опанасюк Є.Г., к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

ДО ВИКОРИСТАННЯ МАХОВИКІВ ІЗ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК РЕКУПЕРАТОРІВ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА МІСЬКОМУ АВТОТРАНСПОРТІ

В роботі наведено обґрунтування актуальності питань пов'язаних з акумулюванням та зберіганням енергії та їх вплив на екологічність транспортних засобів. Як один з варіантів перспективними можуть бути акумулятори кінетичної енергії (маховики) із композитних матеріалів. В свою чергу конструкції таких маховиків мають свої особливості при експлуатації силових установок та автомобілів в цілому. Розглядається питання використання нових матеріалів для створення перспективних конструкцій роторів маховиків з метою їх практичного використання при створенні конструкцій гібридних силових установок для автотранспортних засобів (АТЗ).

Ключові слова: акумулятори кінетичної енергії, волокнисті композитні матеріали.

The paper highlights the relevance of issues related to energy storage and storage in environmental terms. Promising may be kinetic energy (flywheel) batteries made of composite materials. In turn, the designs of such flywheels will have their own characteristics during operation. The question of using new materials to create perspective designs of flywheel rotors with a view to their practical use in creating designs of hybrid engines for vehicles is considered.

Keywords: kinetic energy accumulators, fibrous composite materials.

Суттєве зростання кількості рухомого складу, що використовується на автоперевезеннях людей та різних вантажів на внутрішньоміських маршрутах, негативно впливає на екологічний стан міст та створює інші негативні чинники.

Деякі розрахунки, що наведені в технічній літературі, показують, що приблизно половина енергії, яка споживається міськими автотранспортними засобами, витрачається на їх прискорення, а потім при гальмуванні безповоротно втрачається внаслідок розсіювання. Тому проблема регенерації та акумулювання енергії на міських автотранспортних засобах є актуальною. Додатковим ефектом використання рекуперативного гальмування може бути зменшення кількості викидів шкідливого для здоров'я азбестового пилу, що утворюється при зношенні гальмівних накладок.

Питання пов'язані з накопиченням енергії, зберіганням і збільшенням її щільності є досить актуальним з точки зору екології, оскільки акумульована енергія необхідна практично в будь-якій машині і системі при роботі на перехідних режимах, де має місце споживання і перетворення енергії. При цьому необхідно відмітити, що акумульована енергія значно дешевша, а її використання екологічно безпечне.

Перспективність використання акумуляторів кінетичної енергії (маховиків) в екологічному плані розглядалась в роботах [1, 2], де було показано, що використання нових конструкційних матеріалів (волокнистих композитів) в конструкціях роторів маховиків призводить до суттєвого підвищення їх питомих енергетичних характеристик, що в свою чергу, зробить їх використання з метою акумулювання та зберігання енергії доцільним з точки зору покращення екологічних і економічних показників АТЗ.

При розгляді режиму рекуперативного гальмування транспортного засобу необхідно відмітити, що його можна реалізувати декількома способами, використавши для цієї мети електрохімічні, кінетичні, пружні, гідравлічні та пневматичні акумулятори. Враховуючи той факт, що потужність, необхідна для зупинки транспортного засобу, велика (особливо при екстремому гальмуванні), то для поглинання такого згустку енергії електрохімічні батареї будуть неефективними. Іншим негативним показником використання електрохімічних батарей є скорочення строку їх служби при високих рівнях потужностей зарядки-розрядки. У батарей інших типів з високими характеристиками питомої потужності строк служби також скорочується хоч і в меншій мірі при одночасному зменшенні питомої енергоємності. За результатами досліджень питомої потужності і енергоємності накопичувачів енергії і двигунів внутрішнього згоряння різних типів, що проводились в роботі [3], можна стверджувати, що акумулятори кінетичної енергії (АКЕ) за даними характеристиками є одним з оптимальних варіантів рекуперативного гальмування. Пневматичні акумулятори є непридатними в більшості випадків внаслідок низького К.К.Д. та низької масової енергоємності. Більш придатними можуть стати гідроакумулятори та акумулятори пружної енергії.

Внаслідок урахування особливостей умов роботи АТЗ можна стверджувати те, що в більшій мірі поставленим вимогам будуть відповідати маховичні накопичувачі, завдяки їх високій питомій потужності. Враховуючи до цього низький рівень акустичного і хімічного забруднення середовища в поєднанні зі збільшенням терміну служби основного двигуна, високий комфорт і, ймовірно, зниження експлуатаційних витрат роблять доцільною розробку АТЗ з гібридним приводом навіть тоді, коли К.К.Д. його буде не більшим, ніж в основного двигуна. Це підтверджується і розрахунковими оцінками потенційних можливостей схем компоновання і керування гібридними приводами, а також ефективності таких транспортних засобів, що приводяться в роботах [4] і [5].

Досить цікавою областю використання АКЕ в дорожніх транспортних засобах може стати система пуску двигунів. За інформацією деяких літературних джерел можна економити в міському циклі до 10% пального, якщо в період гальмування відключати двигун. Для запуску після гальмування в цьому випадку ефективним буде використання енергії АКЕ.

Проведений короткий аналіз, а також проблеми енергозбереження та екологічні проблеми сьогодення ставлять питання використання АКЕ особливо актуальними. Перешкодами до широкого впровадження АКЕ являються деякі труднощі техніко – економічного характеру. Ефективність АКЕ оцінюється за питомою масовою енергоємністю, яку можна визначити як відношення максимально можливої накопиченої енергії маховиком до маси всієї конструкції АКЕ. Якщо конструкції роторів маховиків виготовляти монолітними, а в якості конструкційних використовувати ортотропні матеріали (метали та їх сплави), то такі ротори будуть являти велику небезпеку при їх руйнуванні в полі дії відцентрових сил. В цьому випадку для забезпечення безпечної експлуатації ротора маса захисної конструкції може бути доволі суттєвою, що призведе до зниження ефективності використання АКЕ.

Використання конструкційних матеріалів на основі високоміцних волокон і полімерних в'язучих речовин (волокнистих композитів) відкриває нові можливості в напрямку створення високоефективних АКЕ. Такі матеріали є анізотропними і питома міцність їх в напрямку волокон в декілька разів може перевищувати міцність високолегованих сталей. Руйнування таких матеріалів є відносно безпечним і не потребує створення захисних пристроїв великої ваги. Крім того, визначення безпечного місця розташування ротора із захисною системою, розташування осі ротора відносно поздовжньої осі транспортного засобу та використання енергопоглинаючих захисних матеріалів дозволить оптимізувати розміри основного елемента захисту.

Можна рахувати, що до даного часу склались основні уявлення про шляхи ефективного використання композитних матеріалів в конструкціях роторів маховиків. Але практична сторона цього питання ще далека від завершення. Заміна композиту однорідним анізотропним матеріалом в розрахунках міцності не відповідає суті проходять явищ втоми і руйнування в ньому. В той же час не розглядаються такі явища, як механіка мікро руйнування. В результаті, при розрахунках використовується спрощена модель, яка об'єднує реальні властивості матеріалу з певними інженерними припущеннями. До того ж питання динаміки стосовно роторів маховиків з волокнистих композитів практично не розглядалися. Все це робить актуальними питання експериментального дослідження міцності роторів маховиків з композитних матеріалів.

Для реальної оцінки теоретичних розрахунків питомої масової енергомісткості волокнистих композитів (табл. 1) проводились розгінні випробування достатньо тонких кілець за допомогою спеціального пристосування.

Таблиця 1

Матеріал	Границя міцності при розтягуванні вздовж волокон (П ⁺) МПа	Питома вага г/см ³	Питома масова енергоємність Вт·год/кг
Склопластик (на Е-волокнах)	1100	2,1	73
Склопластик (на S ₂ -волокнах)	1750	2,0	122
Вуглепластик (на волокнах HS –графіт)	1800	1,6	160
Органопластик (на волокнах <i>Kevlar</i> – 49)	1800	1,35	187

Оцінка ефективності використання волокнистих композитів в конструкціях роторів маховиків, що наведена в роботі [6], свідчить про те, що питома масова енергомісткість роторів маховиків у вигляді

тонких кілець із органопластику (на волокнах Kevlar – 49) може сягати 790 Дж/г.

Разом з тим на шляху переходу до практичного використання волокнистих композитів в конструкціях роторів АКЕ необхідно вирішити низку проблем. Оскільки матеріали анізотропні, то конструкції роторів повинні створюватись так, щоб максимальні напруження, що створюються в роторі відцентровими силами і крутними моментами діяли вздовж волокон. Орієнтовні шляхи реалізації високої питомої міцності композитів в конструкціях роторів маховиків наведені в роботі [7], де приведені результати експериментальних досліджень характеристик різних конструкцій моделей роторів маховиків з волокнистих композитів, що підтверджують високу ефективність використання цих матеріалів в конструкціях роторів АКЕ (табл. 2).

Таблиця 2

Тип моделі Матеріал	Питома вага *10 ³ , кг/м ³	Міцність, *10 ² , МПа	Гранична питома масова енергоємність, Дж/г		Гранична колова швидкість, м/с
			Розрахунок	Експеримент	
Тонкий обід Kevlar 49 + епокс. зв'язка	1,36	21,5	790	630	1156
Kevlar 29 + епокс. зв'язка	1,36	17,5	650	560	1093
Скло (на Е- волокнах + епокс. зв'язка)	2,07	15,0	370	250	733
Скло (на S – волокнах + епокс. зв'язка).	2,03	18,9	470	460	986

Результати експериментальних досліджень, отримані при проведенні стендових випробувань роторів маховиків в лабораторії Державного університету «Житомирська політехніка» показують, що в реальних конструкціях ще недостатньо використовується висока питома міцність волокнистих композитних матеріалів. Руйнування конструкцій відбувається раніш, ніж досягається розрахунковий рівень напружень, близький до границі міцності матеріалу. Так, для реальних роторів маховиків із органопластику (на волокнах Kevlar – 49), масова енергоємність складала 206 Дж/г.

На основі викладеного можна стверджувати, що в конструкції і технології виготовлення роторів маховиків АКЕ з волокнистих композитних матеріалів містяться ще сховані резерви підвищення їх характеристик, а це в свою чергу підтверджує можливість створення на практиці ефективного гібридного двигуна для автотранспортних засобів, що експлуатуються на внутрішньоміських перевезеннях.

Література

1. Можаровський М.М. Екологічні перспективи та деякі проблеми використання акумуляторів кінетичної енергії, // Вісник ДААУ. – 1998. – №2 – С.55 – 65.
2. Можаровський М.М. До питання акумуляування та зберігання енергії як одного з варіантів покращання екологічного стану навколишнього середовища, // Вісник ДААУ. – 1999. №1 - 2 – С.105 – 117.
3. Johnson D.E., Corman I.I. Maximum Energy Densities for Composites Flywheels, -1980 Flywheel Technology Symposium, October 1980, p.93-100.
4. Kulkarni S.V., Composite-Material Flywheels and Containment Systems, Energy and Tech. Rev., L.L.N. Lab., March 1982, p.18-29.
5. Genta G. Utilizzazione degli accumulatori di energia cinetica su veicoli urbani di Superficie, ATA, apr. 1976, p. 174-180.
6. Beacheley N.H., Ascomb C. et al., Minimization of Energy Storage Requirements for Internal Combustion Engine Hybrid Vehicles, ASME Paper 82-WA/DSC-20,1982.
7. Портнов Г.Г., Протасов В.Д.,Тарнопольский Ю.М. Маховики из композитов.-М.:ЦНИИ информации, 1982, 148 с.

**Гриневич І.О., магістрант, група ААГ-17м,
Бегерський Д.Б. – науковий керівник, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО АВТОТРАНСПОРТУ НА ПРИКЛАДІ М. ЖИТОМИР

Значення міського руху й транспорту в сучасному місті визначається важливими соціальними вимогами: до мобільності пересування для вільного користування в місті всією мережею громадських центрів, місць роботи, установ обслуговування й місць відпочинку; до економії особистого часу кожної людини; до охорони навколишнього середовища від шкідливого впливу транспорту й попередження небезпеки вуличного травматизму. Таким чином, роботи пов'язані з оптимізацією маршрутів громадського транспорту з метою підвищення мобільності населення та економічної ефективності процесу перевезення пасажирів є актуальними.

Метою даної роботи є підвищення ефективності функціонування міської мережі громадського пасажирського автотранспорту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати існуючу мережу маршрутів громадського автотранспорту міста Житомир;
2. На основі проведеного аналізу розробити альтернативні маршрути, які б вирішували наявні проблеми мережі громадського автотранспорту міста Житомир;
3. Розробити транспортну модель існуючої та альтернативної мережі громадського автотранспорту міста Житомир та перевірити їх ефективність.

Аналіз існуючої мережі маршрутів громадського автотранспорту міста Житомир

На території міста діють два автовокзали: центральна автостанція АС-1, що сполучає Житомир з іншими областями України, а також містами Європи, та автостанція АС-2 регіонального сполучення. З Площі Перемоги також здійснюються пасажирські перевезення Житомир–Київ, що відіграють важливу роль в розвитку міста, забезпечуючи міграцію з метою роботи та навчання.

Місто має одне трамвайне депо, що розташоване по вул. Вітрука 11, та лише один трамвайний маршрут, незважаючи на той факт, що Житомир був одним з перших міст України, де з'явився цей вид транспорту (дата відкриття пасажирського трамваю — 3 вересня 1899 року).

Також у Житомирі діє два тролейбусних депо: 1) перше — комбіноване— розраховане на 50 трамваїв та 100 тролейбусів по вул. Вітрука 11; 2) друге розраховане на 50 тролейбусів та знаходиться на вул. Ольжича 7.

У серпні 2010 року адміністрація ЖТТУ переїхала до депо № 1. Для економії місцевого бюджету усі тролейбуси з депо № 2 були переведені до депо № 1, майже усі «тролейбусні» будівлі були законсервовані.

До листопада 2011 року адміністрація ЖТТУ була переведена назад на територію депо № 2. Зараз у цьому депо обслуговуються 6 ЛАЗ Е183, 3 ЮМЗ Т1, 1 ЗіУ-682 та 1 КТГ-2. Частина депо здається в оренду. Навесні 2012 року переведені усі тролейбуси Житомира у депо № 2 з подальшим продажем території депо № 1 для погашення кредитів, взятих для ЖТТУ.

За даними управління транспорту та зв'язку Житомирської міської ради у місті налічується: трамваїв — 12 одиниць; тролейбусів — 90 одиниць, з них: 6 — призначені для людей із інвалідністю; маршрутки — 230 одиниць, з них: 27 — призначені для людей із інвалідністю.

У Житомирі існують такі міські маршрути: №1 - «Малікова – Космонавтів», №2 - «Лісове – ЗОК», №3 - «Богунія – Корбутівка», №4 - «Крошня – Комбінат силікатних виробів», №5 - «Мальованка – Космонавтів», №8 - «Маршала Рибалка – Велика Бердичівська – Маршала Рибалка», №10 - «Крошня – Обласна дитяча лікарня», №11 - «Красовського – Паперова фабрика», №14 - «Соснова – хутір Затишшя», №19 - «Богунія – Біомедскло», №23 - «Богунія – Комбінат силікатних виробів», №25 - «Саєнка – Гідропарк», №26 - «Богунія – М'ясокомбінат», №27 - «Генерала Потапова – Комбінат силікатних виробів», №30 - «Мальованка – Северина Наливайка», №33 - «Корабельна – Селецька», №37 - «Клосовського – Польова», №40 - «Клосовського – гаражний кооператив Восход», №44 - «Корбутівка – Малинська», №47 - «Богунія – майдан Путятинський», №53 - «Крошня – Залізничний вокзал – Крошня», №53-А - «Крошня – Смолянський майдан – Крошня», №58 - «Мальованка – Діагностичний центр».

Також у Житомирі існують декілька приміських маршрути, які починаються з номеру 100:

№102 - ЖИТОМИР - с. ДОВЖИК, №104 - ЖИТОМИР - с. Івановка, №108 - г. ЖИТОМИР (ГАРАЖНИЙ КООПЕРАТИВ "ВОСХОД") — с. ЗАРЕЧАНЬ, №121 - с. ГЛУБОЧИЦА — с. СТАНИШОВКА, №126 - г. ЖИТОМИР (Ж/Д ВОКЗАЛ) — с. ТЕТЕРЕВКА, №127 - ЖИТОМИР – С.

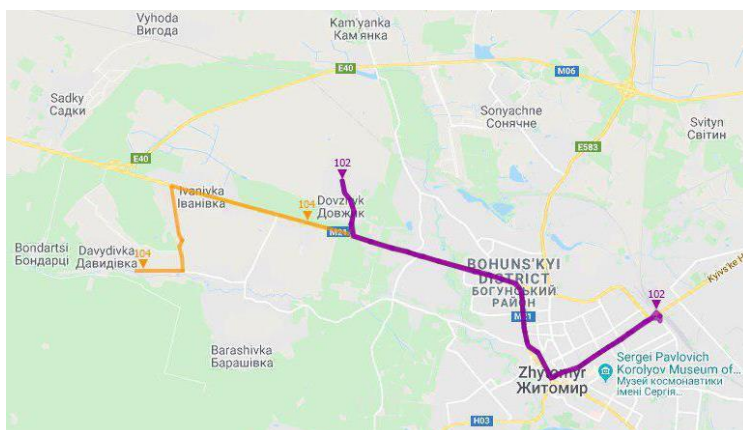


Рис. 3. Запропонована схема маршрутів 102 і 104

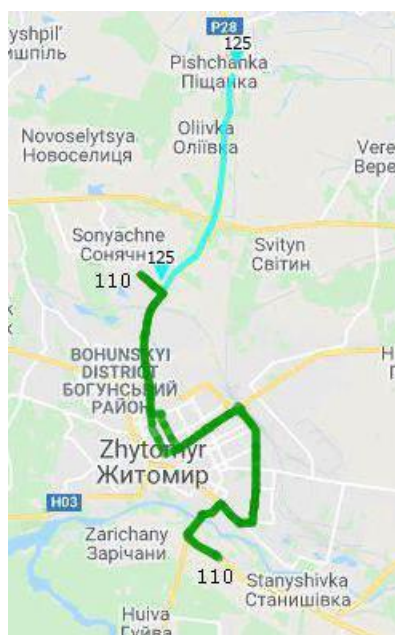


Рис. 4. Запропонована схема маршрутів 110 і 125

Розробка транспортної моделі існуючої та альтернативної мережі громадського автотранспорту міста Житомир та перевірка їх ефективності

Розробку транспортної моделі існуючої та альтернативної мережі громадського автотранспорту міста Житомир та перевірку їх ефективності було вирішено провести за допомогою спеціальної комп'ютерної програми PTV Visum.

PTV Visum - найпоширеніший програмний продукт для транспортного планування, що забезпечує надійну підтримку при прийнятті стратегічних і оперативних рішень. За допомогою цього продукту будуються достовірні транспортні моделі для візуалізації і тестування різних сценаріїв.

Крім цього PTV Visum дуже зручний і швидкий. За допомогою нього можна миттєво приступити до роботи, користуючись готовими модельними і геоінформаційними шарами. Рішення PTV Visum дозволяє працювати, не вдаючись до написання сценаріїв. При цьому в продукт вбудована повнофункціональна геоінформаційна складова. Можна домогтися більшого, витрачаючи менше часу і грошей.

Етапи створення транспортної моделі:

- 1) створення вузлів, відрізків, транспортних районів та примикань;
- 2) створення зупинок міського транспорту, варіантів маршруту та розкладу;
- 3) створення матриці попиту;
- 4) створення матриці затрат;
- 5) створення матриці кореспонденцій;
- 6) калібрування транспортної моделі;
- 7) формування сценарію;
- 8) запуск моделі;
- 9) аналіз та оцінка результатів моделювання.

Біліченко В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри
Цимбал С.В., к.т.н., доцент кафедри
Цимбал О.В., аспірант кафедри
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ МІСЬКОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Виконаний аналіз методів маршрутизації перевезень пасажирів в містах дозволив встановити, що найпоширенішим способом побудови маршрутних мереж є евристичні методи. В евристичних методах використовуються різні процедури для формування й удосконалювання маршрутів, що не гарантують одержання оптимальної маршрутної мережі, але дозволяють отримати раціональний варіант, який може використовуватись як базовий.

Найбільш перспективними для одержання практично значимих результатів є інтерактивні методи, що дозволяють здійснювати оцінку якостей варіанту маршрутної мережі не тільки за критерієм ефективності, але і по інших параметрах. У результаті огляду сформований загальний алгоритм евристичного підходу до вирішення задачі маршрутизації (рис. 1).

Вирішення задачі маршрутизації нерозривно пов'язана з використанням маршрутної мережі або як елемента розглянутої системи, або як елемента зовнішнього середовища.

Варто враховувати, що при рішенні задач, крім опису шляхів пересування розглянутого виду транспорту, використано додаткові характеристики й модель маршрутної мережі передбачає можливість їхнього включення. Координатне моделювання, яке було використано про розробці маршрутної мережі, являє собою створення цифрового аналога карти, на яку були нанесені всі маршрути мережі.

У даному випадку рішення задачі маршрутизації, де вершинами представляються транспортні райони та вузли, між якими здійснюється переміщення пасажирів маршрутним транспортом, ланками – ділянками маршрутної мережі, по яких здійснюються ці переміщення, тобто на яких функціонують міські маршрути.

Однак, при опису транспортної мережі міста Вінниця, серйозною проблемою є значна трудомісткість цього процесу і, як наслідок, висока ймовірність виникнення помилок опису. Тому при вирішенні задачі маршрутизації доцільно було характеризувати довжину кожної ланки в обох напрямках.

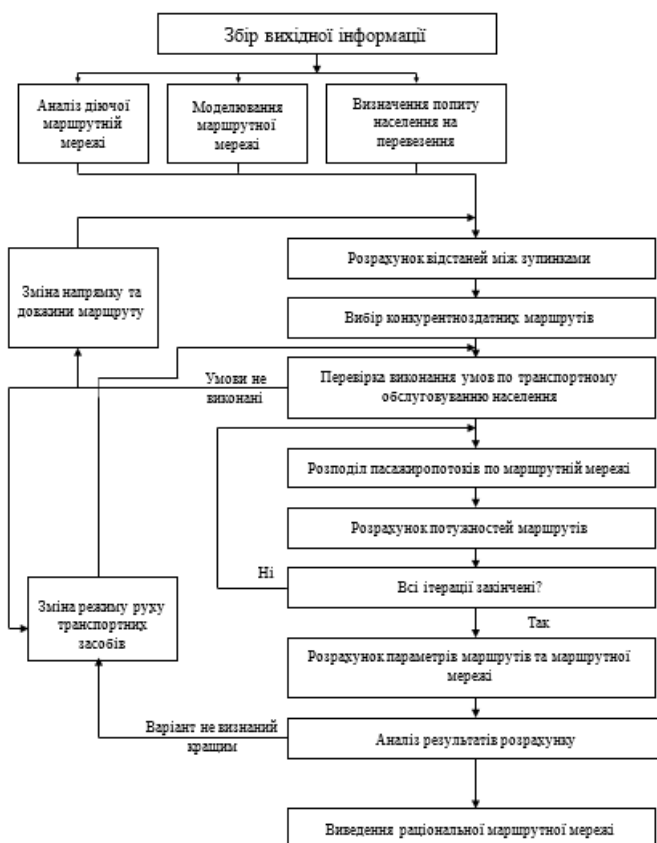


Рис. 1. Схема формування маршрутної мережі

Розглянемо для прикладу формування маршрутної мережі транспортних засобів, які рухаються з вузла Вишенька і Барське шосе до Залізничного вокзалу.

Обсяги перевезень пасажирів в напрямку «Барське шосе – Залізничний вокзал» в розрізі зупинок в прямому напрямку представлено на рис. 2, а в зворотному напрямку представлено на рис. 3.

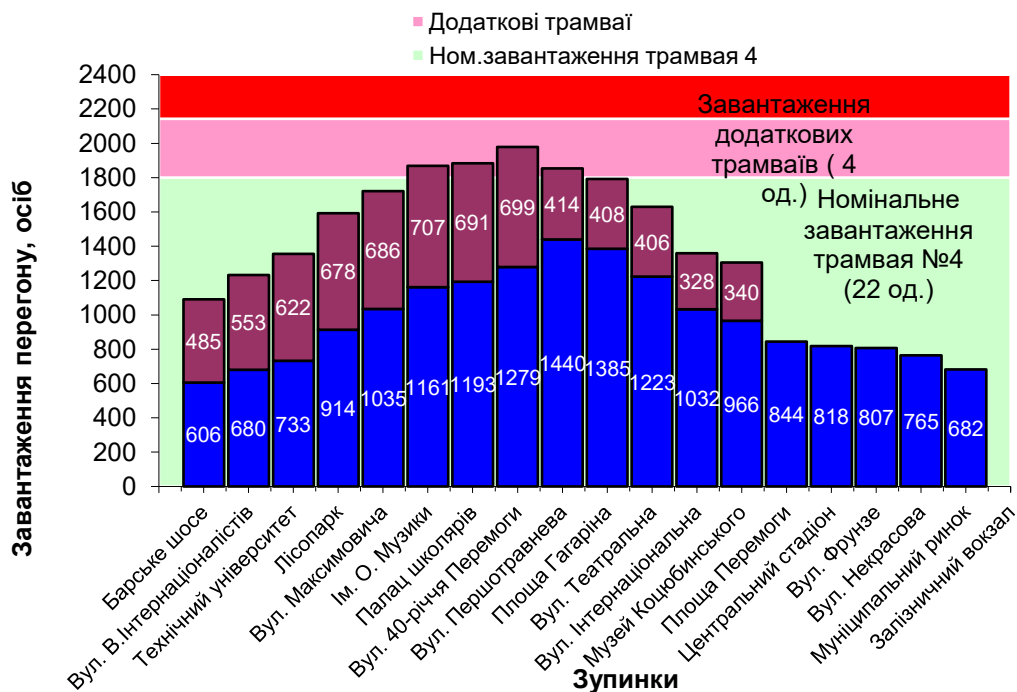


Рис. 2. Завантаження перегону «Барське шосе – Зал. Вокзал» в прямому напрямку

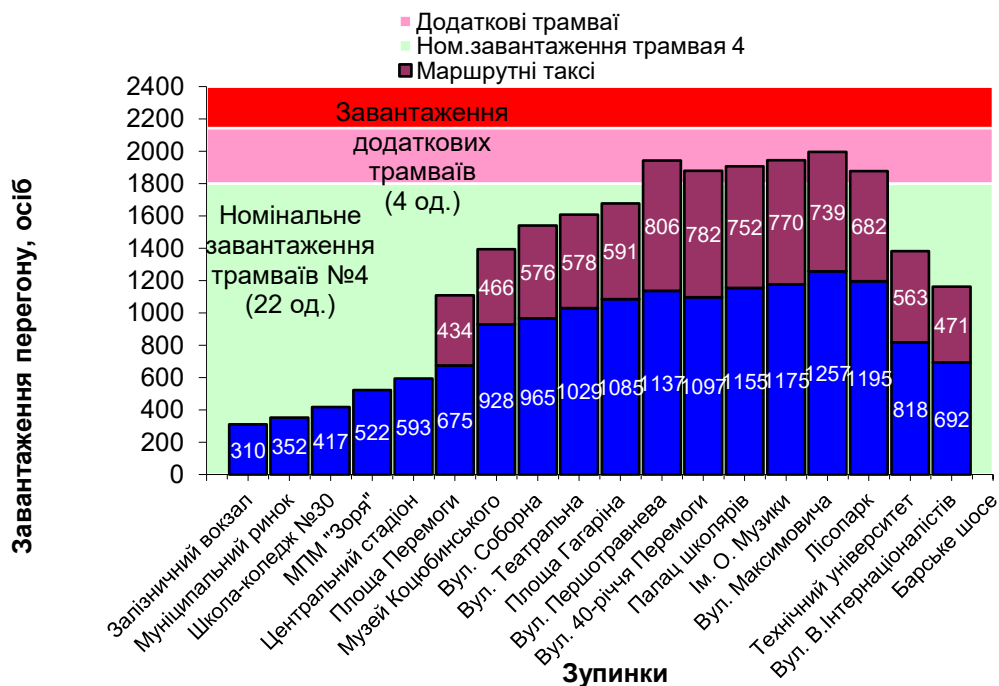


Рис. 3. Завантаження перегону «Барське шосе – Зал. Вокзал» в зворотному напрямку

Синім кольором наведено обсяги, які перевозяться трамваем № 4 «Залізничний вокзал - Барське шосе»; бузковим – маршрутними таксі, що рухаються в цьому напрямку. Горизонтальними прямокутниками показано обсяги перевезень, які можуть бути виконані трамваями, що передбачається використовувати на маршруті при номінальному їх завантаженні.

З наведених діаграм чітко видно, що трамвай № 4 при збільшенні їх кількості на 4 одиниці в змозі перевезти пасажирів в повному обсязі як в прямому так і в зворотному напрямках. Виходячи з цього додаткові маршрутні транспортні засоби, які рухаються в даному напрямку, не потрібні.

Обсяги перевезень пасажирів в напрямку «Вишенька – Залізничний вокзал» в прямому напрямку представлено на рис. 4, а в зворотному напрямку представлено на рис. 5.

Зеленим кольором наведено обсяги перевезень тролейбусом № 5 «Залізничний вокзал - Вишенька», синім – трамваєм № 6 «Залізничний вокзал - Вишенька», бузковим – маршрутними таксі.

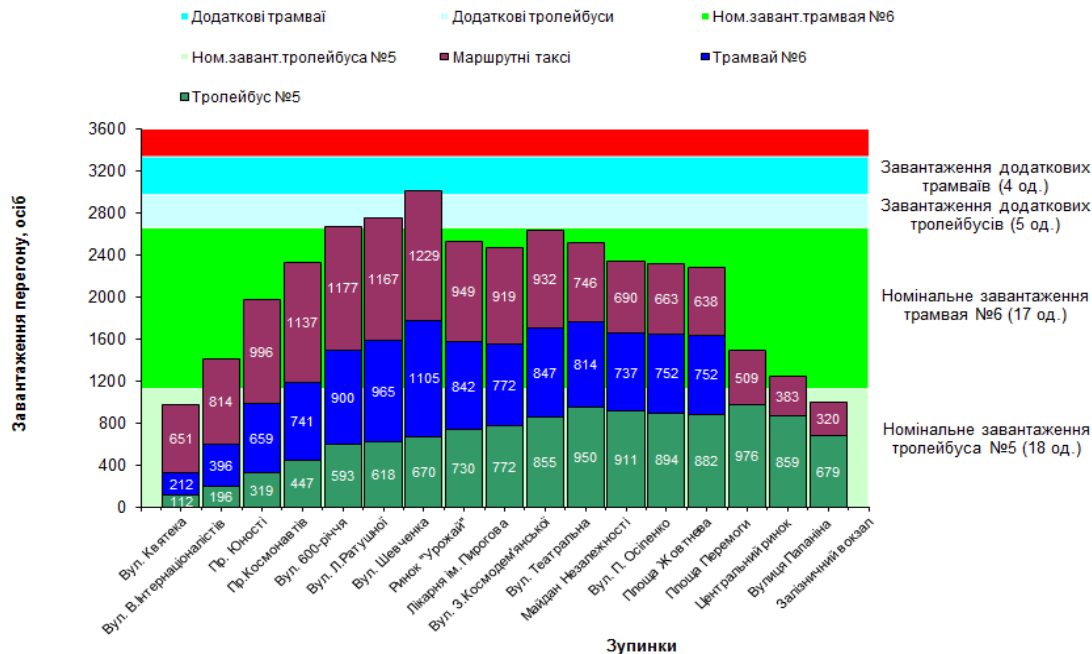


Рис. 4. Завантаження перегону «Вишенька – Залізничний вокзал» в прямому напрямку

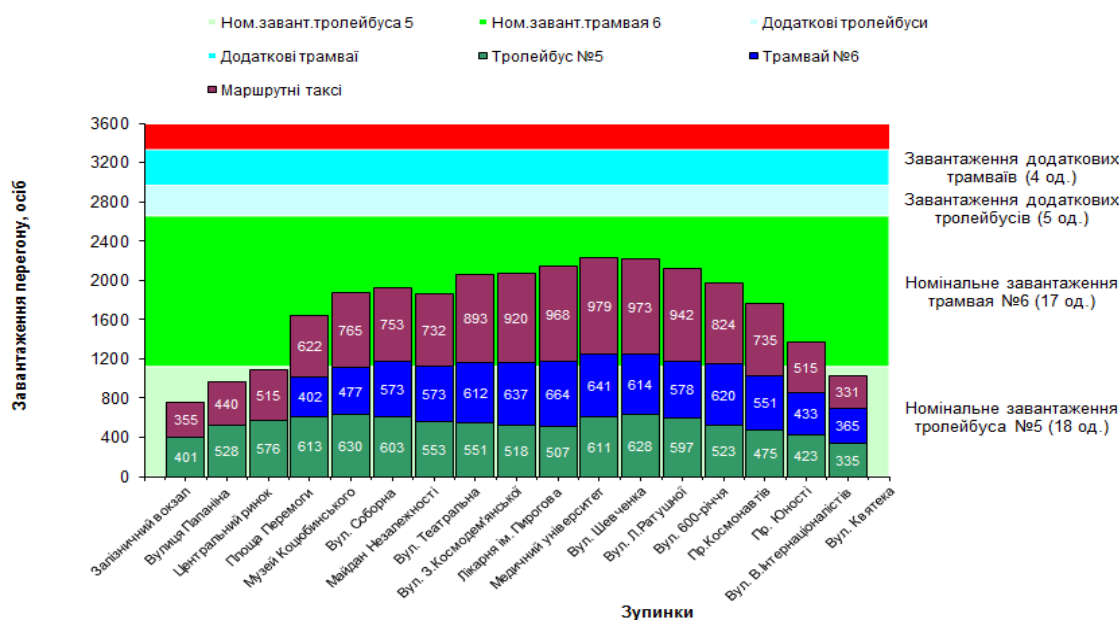


Рис. 5. Завантаження перегону «Вишенька – Залізничний вокзал» в зворотному напрямку

За умови збільшення кількості тролейбусів на маршруті № 5 на 5 одиниць і трамваїв маршруту № 6 на 4 одиниці електротранспорт в змозі перевезти пасажирів в повному обсязі як в прямому так і в зворотному напрямках.

Виходячи з цього додаткові маршрутні транспортні засоби, які рухаються в даному напрямку, не потрібні.

Біліченко В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри
Цимбал С.В., к.т.н., доцент кафедри
Швець А.І., магістрант кафедри
Вінницький національний технічний університет

ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Перехід від управління за командами зверху, інструкцій, жорстких норм до самостійних дій підприємств, до нових методів господарювання, що ґрунтуються на засадах ринкових відносин передбачає економічна реформа. Ключовою проблемою, в подальшому розвитку та інтенсифікації роботи автотранспорту, стало застосування наявної виробничо-технічної бази. Підприємства автомобільного транспорту, при централізованій системі планування, не зацікавлені у виявленні резервів підвищення ефективності виробництва, оскільки оплата праці, премії та загальна оцінка роботи підприємства напряду залежить від того наскільки виконано план. Прийняття занижених планів в умовах ринкових відносин може викликати втрату частини замовників, що може призвести до погіршення фінансового становища підприємства в поєднанні з іншими неефективними рішеннями.

В якості основної форми здійснення цих заходів в умовах ринку обирається форма стратегічного планування, про що свідчать особливості роботи підприємств в нових умовах. Побудова досліджень при системному аналізі базується на використанні комплексу окремих елементів, що виконують комплекс взаємопов'язаних дій для досягнення результатів. Будь-яке автотранспортне підприємство при цьому можна розглядати як систему, яка містить три компоненти: ресурси, рухомий склад і вантажі. Більш якісно вивчити проблеми та запропонувати ефективні варіанти їх вирішення допомагає системний аналіз, який складається з певної послідовності кроків (рис.1).

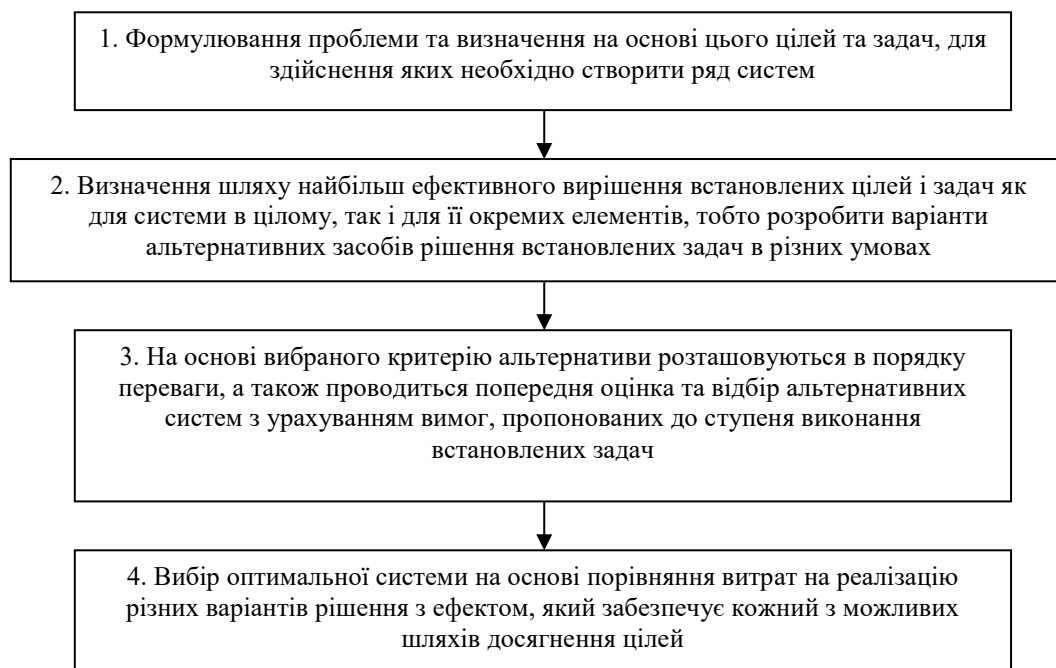


Рис. 1. Основні етапи системного аналізу при формуванні організаційно-економічних засад диверсифікованого розвитку АТП

Дослідницька увага зазвичай направлена на визначення стратегічної поведінки підприємств в середовищі конкурентів. Системний аналіз орієнтований на вибір ефективної стратегії поведінки на ринку транспортних послуг:

- стратегії концентрації;
- стратегія вертикальної інтеграції;

- стратегія центрованої диверсифікації;
- стратегія горизонтальної концентрації та інші.

Виробничо-технічна база та рухомий склад більшості автотранспортних підприємств фізично та морально застарів, що потребує в першу чергу застосування такого класу стратегій як функціональні, які відповідають на запитання: як підтримується стратегія бізнес-одиниць – відноситься до основних функціональних підрозділів і охоплює всі життєво важливі функції: фінанси, маркетинг, виробництво.

Щоб забезпечити якісну конкурентну спроможність підприємства на ринку транспортних послуг, необхідно насамперед на функціональному рівні визначити найефективніші напрямки розвитку. Пріоритетними для автотранспортних підприємств можуть бути:

- 1) стратегія оновлення – заміна зношеного та морально застарілого рухомого складу на новий;
- 2) стратегія розширення – збільшення рухомого складу існуючих марок при збільшенні попиту на транспортні послуги, або при потребі виконання нових видів перевезень виникає необхідність розширення кількості транспортних засобів характерних для даного виду;
- 3) стратегія модернізації – зміна спеціалізації рухомого складу або модернізація ремонтної бази.

Багато факторів внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства є визначаючими чинниками вибору функціональних стратегій розвитку. Ефективний стратегічний вибір допомагає зробити наявність концепції розвитку підприємства, яка містить у собі аналіз факторів внутрішнього і зовнішнього середовища. Проектування варіантів розвитку підприємства автомобільного транспорту необхідно проводити з урахуванням розрахунків витрат та тарифів підприємства при орієнтації на визначений рівень розвитку. Вибираючи найкращий варіант стратегії, потрібно керуватися принципами ефективного порівняння з іншими діями по фінансовому оновленню, економічній та технологічній доцільності, максимальному використанню внутрішніх резервів.

Очевидним, стосовно автомобільного транспорту є те, що стратегічне планування розвитку підприємства, це комплекс заходів, пов'язаних з визначенням найважливіших цілей та стратегій. Також завданням стратегічного планування є визначення його місії на ринку транспортних послуг, спрямованої на забезпечення стійкого та ефективного виконання перевезень.

В ринкових умовах господарювання проблеми функціонування автомобільного транспорту розглядаються в обмеженій кількості теоретичних і практичних проблем.

Стратегічне планування являє собою особливий вид практичної діяльності, направлений на розроблення стратегічних рішень, які висувають конкретні цілі і стратегії поведінки відповідних об'єктів. Реалізація цілей забезпечує ефективне функціонування в довгостроковій перспективі та швидке пристосування до умов зовнішнього середовища що змінюються.

В практиці роботи автотранспортних підприємств в умовах ринкових відносин, відсутність інструментарію стратегічного планування потребувало:

- 1) формалізувати процес стратегічного планування їх діяльності;
- 2) розробити концепцію і методику формування стратегії розвитку підприємства;
- 3) створити методичні засади прогнозування розвитку автотранспортних підприємств в умовах конкурентного ринку;
- 4) обґрунтувати області припустимих рішень розвитку підприємства на перспективний період;
- 5) обрати раціональні стратегії розвитку підприємства.

В результаті приватизації підприємств країни, в ринкових умовах виникає новий підхід до планування, обумовлений інтенсивним зростанням загальної чисельності господарств автомобільного транспорту. Традиційні методи, які застосовувались для планування розвитку автотранспортних підприємств стали непридатними, в зв'язку з дезінтеграцією автотранспортного комплексу. Планувати ефективний розвиток автотранспортного комплексу як відкритої системи, яка функціонує в умовах конкуренції не тільки на короткостроковий але й довгостроковий період, можна за допомогою використання нових методів. Стратегічне планування є найбільш ефективним методом, що являє собою вид діяльності спрямований на розробку стратегічних рішень, концепцію виживання і розвитку підприємства в ринкових умовах.

В стратегічному плануванні в повній мірі втілюється біхевіористичний підхід, тобто відмова від попередніх гіпотез і пропозицій, які спираються лише на спостереження за зовнішньою поведінкою – впливом зовнішніх факторів. У відповідності з цим підходом цілі розвитку підприємства постійно змінюються і піддаються впливу мінливих сил, які відображаються на політиці цін, обсязі випуску та реалізації послуг, а також виходячи із розміру запасів, ринкової частки і розміру прибутку.

Отже, на основі системного аналізу, визначені основні етапи формування організаційно-економічних засад диверсифікованого розвитку автотранспортних підприємств. До них відносяться формулювання проблеми, визначення шляху найбільш ефективного вирішення встановлених цілей, оцінка альтернативних систем та вибір оптимальної системи на основі порівняння витрат на реалізацію різних варіантів рішення

Возняк А. Р., магістрант,
Мурований І. С., канд. тех. наук., доцент
Луцький національний технічний університет

ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ОПЛАТИ ПРОЇЗДУ МІСТА ЛУЦЬК

Оптимізація роботи міського пасажирського транспорту, транспортної інфраструктури, ефективність роботи транспортних підприємств і забезпечення якісного транспортного обслуговування населення міст є складним соціально-економічним завданням, рішення якого вимагає принципово нових теоретичних і практичних підходів. Одним з таких підходів є впровадження автоматизованої системи обліку оплати проїзду в пасажирському транспорті, при якому буде забезпечений контроль і облік, підвищиться точність планування пасажирських перевезень і їх прибутковість за рахунок безперервної автоматизованої реєстрації пасажирів. Основна мета впровадження системи АСООП – це зріст прибутку та його облікований збір (рис. 1).

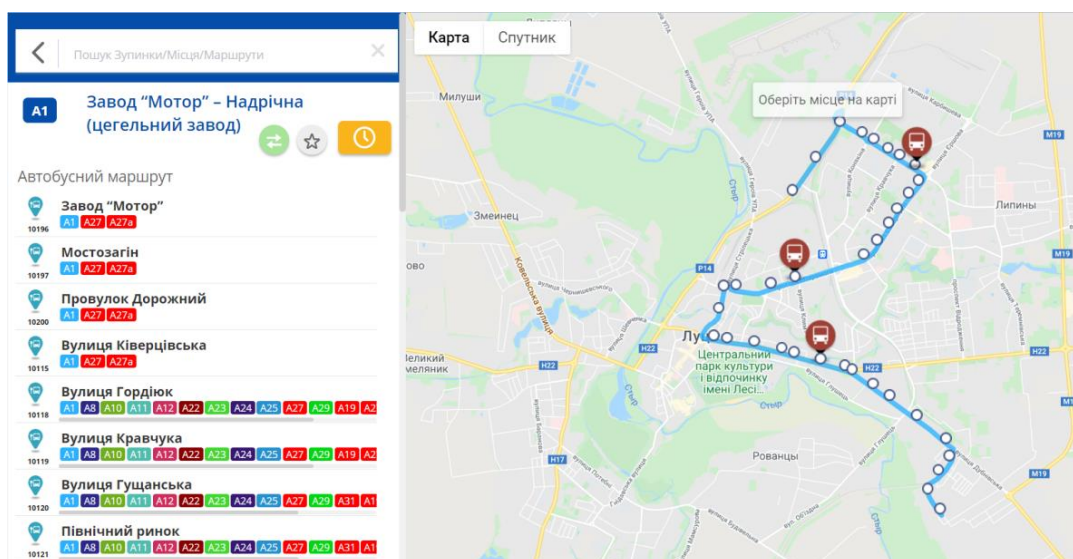


Рис. 1. Схема відстеження маршрутів руху громадського транспорту м. Луцьк

Керуючись Законом України “Про місцеве самоврядування в Україні”, відповідно до рішення виконавчого комітету міської ради від 21.11.2018 № 745-1 “Про оператора електронних систем у місті Луцьку” зі змінами, враховуючи рішення виконавчого комітету міської ради від 19.06.2019 № 372-1 “Про затвердження результатів конкурсу на відбір оператора електронних систем у місті Луцьку” виконавчий комітет міської ради вирішив, що організація та обслуговування електронних систем в громадському транспорті м. Луцька буде виконуватись оператором електронних систем у місті Луцьку “KENT KART EGE ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET ANONIM ŞİRKETİ” і “PAYNET SERVICES” TOB, які діють на основі Договору про створення консорціуму від 25.04.2019.

Типи обладнання яке встановлювалось перевізником для впровадження системи АСООП та з метою здійснення функцій оператора електронних систем у місті Луцьку наведено в таб. 1.

Таблиця 1

Список компонентів АСООП

№	Список компонентів
1	KentTablet – пристрій на борту (у тому числі інтегрований твердотільний диск SSD ємністю 1 терабайт для відеозапису у транспортному засобі)
2	Валідатор (пристрій для зчитування, реєстрації та справляння/списання плати за проїзд)
3	Камера відеоспостереження у салоні транспортного засобу

№	Список компонентів
4	Електромонтаж, обладнання для монтажу, комплекти для установки
5	Комутатор для мережі Ethernet (для розподілу живлення та зв'язку між пристроями у транспортному засобі та для захисту пристроїв від коливань напруги)
6	Установка апаратного та програмного забезпечення у транспортних засобах, офісах карткових центрів та офісі центру управління
7	KentPDA – зарядний пристрій та кіоск (пристрій точки продажу та поповнення квитків)
8	KentPDA – інспектор (пристрій для перевірки оплати для контролерів)
9	Апаратне та програмне забезпечення для персоналізації електронних квитків
10	AFC SW ліцензія користувача, ліцензія бази даних, сертифікати
11	AVL SW ліцензійний збір користувача, ліцензія бази даних, сертифікат
12	Ліцензія користувача для мобільного додатку
13	Ліцензія користувача програмного забезпечення для бортової системи відеоспостереження
14	Адаптування деяких частин системи до правил та вимог Замовника
15	Навчання

Впровадження автоматизованої системи обліку оплати проїзду на міському громадському транспорті м. Луцьк дозволило отримувати точну інформацію про кількість перевезених пасажирів, в тому числі пільгових категорій громадян, відстежувати пасажиропотік по часу доби, коригувати графік роботи громадського транспорту, підвищити культуру і якість обслуговування населення, здійснювати контроль пасажиропотоку при формуванні тарифного плану і маршрутної мережі міста, здійснювати контроль оплати проїзду без участі кондукторів.

Література

1. Про погодження двостороннього договору про організацію та обслуговування електронних систем в громадському транспорті м. Луцька [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/pro-pohodzhennia-dvostoronnoho-dohovoru-pro-orhanizatsiiu-ta-obsluhovuvannia-elektronnykh-system-v-hromadskomu-transporti-m-lutska>

2. Про Програму автоматизованої системи оплати проїзду та обліку пасажирів в громадському транспорті м. Луцька [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/pro-prohamu-avtomatyzovanoi-systemy-oplaty-proizdu-ta-obliku-pasazhyriv-v-hromadskomu-transporti-m-lutska>

Захарчук В.І., докт. техн. наук, професор,
Тартак І.М.,
Школярчук В.О.

Луцький національний технічний університет

МЕТОД ОЦІНКИ ПРОБІГОВИХ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛІВ

Ідея підвищення інформативності контрольних випробувань досить проста: спільно з режимом холостого ходу слід проводити заміри концентрацій шкідливих речовин у ВГ і на декількох режимах часткових навантажень. Для реалізації цих режимів можуть використовуватися навантажувальні стенди з біговими барабанами. Такі стенди використовуються в даний час для перевірки тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автотранспортних засобів (АТЗ) після проведення технічного обслуговування та ремонту. Основною відмінністю цих стендів від динамометричних (використовуваних при сертифікаційних випробуваннях) є відсутність інерційних мас, що дозволяють імітувати розгін і сповільнення автомобіля. Таким чином, на тяговому стенді можна імітувати тільки усталений рух автомобіля. Однак число і параметри режимів часткових навантажень можуть (і повинні) вибиратися таким чином, щоб відображати картину реального розподілу режимів роботи двигуна в процесі руху АТЗ по сертифікаційно-їздовому циклу. В якості сертифікаційних режимів руху використовуються їздові цикли відповідно до вимог Правил № 83 СЕК ООН - документа, що містить норми і методи випробувань на рівень викидів легкових автомобілів в Європі.

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

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

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

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

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

Література

1. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях / Ю.Ф. Гутаревич. – К: Выща школа, 1991. – 179 с.

Кашканов А.А., к.т.н., доцент;

Омельченко Б.О., студент

Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ПАРКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Автомобільний транспорт є головною складовою транспортного комплексу України в силу своєї мобільності, універсальності, гнучкості, здатності об'єднати всі види транспорту в єдину мережу. Він виконує важливу роль в розвитку виробничих сил суспільства, задоволенні потреб країни та населення в перевезенні вантажів та пасажирів. Від ефективності та якості наданих послуг на автомобільному транспорті в повній мірі залежить собівартість товарів, продуктивність праці, конкурентоздатність більшості галузей економіки країни.

Основною задачею роботи автомобільного транспорту є повне, своєчасне і якісне задоволення потреб в перевезеннях шляхом використання необхідного технологічного, економічного, інформаційного, правового і ресурсного забезпечення (рис. 1) [1-3].



Рис. 1. Методи підвищення якості перевезень

Для оцінювання рівня якості виробничих процесів застосовують кількісні та експертні методи [4]. Кількісні методи є більш об'єктивними, до них відносять: диференціальний, тобто роздільне співставлення показників з базовими; комплексний, що передбачає застосування узагальнених показників одразу до декількох одиничних показників, і змішаний методи. Одним з прямих методів впливу на якість продукції є керування затратами, що були понесені для забезпечення якості.

Вагомими компонентами системи забезпечення якості функціонування автомобільного парку автотранспортних підприємств (АТП) є: компонент стандартів (еталонної системи показників), компонент аналізу та оцінки діяльності. Взаємозв'язки компонентів забезпечення якості та понятійний апарат складаються в таку схему (рис. 2).

Таким чином, в системі забезпечення якості функціонування автомобільного парку АТП можна виділити компонент аналізу і оцінки діяльності та компонент стандартів чи еталонної системи показників [1, 2, 5]. Якщо цей процес аналізувати більш детально, то слід розглянути поняття якості забезпечення роботи АТП у вигляді комплексу декількох показників, а саме:

1. Ефективність – це відношення реально отриманого результату з результатом, який міг би бути отриманий в ідеальних умовах.

2. Економічність – відношення реальних затрат до нормативної вартості.

3. Адекватність – співвідношення між фактичним виконанням і потребою.

При цьому критерій «адекватність» складається з декількох понять: 1) науково-технічний рівень використання сучасних знань і технологій в процесі забезпечення роботи АТП; 2) своєчасність – співвідношення між часом надання АТП певної послуги і часом виникнення потреби в цій послугі з часом надання послуги і потреби в ній, якщо б система працювала в ідеальних умовах; 3) достатність – широта охопту питань функціонування автотранспорту АТП, яка достатня для забезпечення якісної та ефективної його роботи.

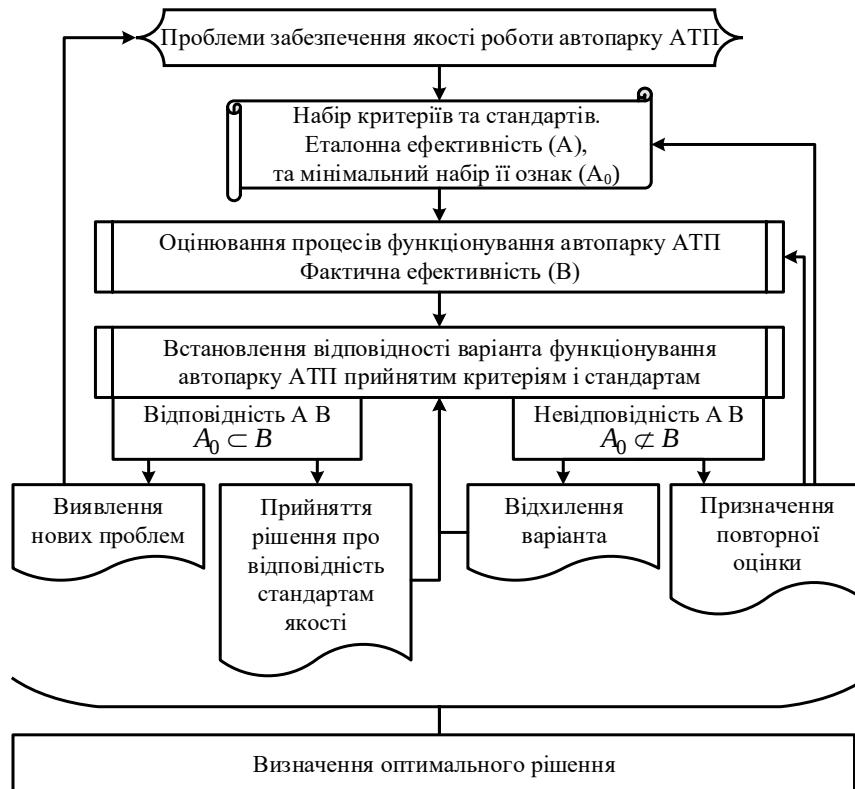


Рис. 2. Схема забезпечення якості функціонування автомобільного парку АТП

Кожна властивість може бути оцінена показником якості, що виражена в абсолютних або відносних одиницях. Одиничні показники якості роботи АТП, які характеризують одну властивість, рекомендується визначати не їх фактичними абсолютними значеннями або різницею між еталонним і фактичним значеннями, а відносною величиною, що розраховується за формулами

$$Q_i = \frac{q_i^f}{q_i^b} \text{ або } Q_i = \frac{q_i^b}{q_i^f}, \quad (1)$$

де Q_i – одиничний показник якості, що характеризують i -у властивість; q_i^b , q_i^f – базисне і фактичне значення характеристики i -ї властивості функціонування автомобільного парку АТП.

Аналіз якості можна проводити як за окремими властивостями, так і за групами властивостей та в цілому.

Показник якості, який характеризує k -у групу властивостей QG_k слід визначати за формулою

$$QG_k = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \alpha_i \cdot Q_i}, \quad (2)$$

де Q_i – показник якості, що характеризує i -у властивість, що включена в k -у групу властивостей; α_i – вага i -ї властивості в показнику якості, що характеризує k -у групу властивостей; n – число властивостей в k -й групі.

Загальний показник якості функціонування автомобільного парку АТП можна розрахувати аналогічно:

$$QP = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m \beta_k \cdot QG_k}, \quad (3)$$

де QG_k – показник якості, що характеризують k -у групу властивостей забезпечення АТП запасними частинами; β_k – вага показника якості, що характеризує k -у групу властивостей в загальному показнику; m – число груп властивостей, по яким оцінюється загальна якість забезпечення АТП запасними частинами.

При прийнятті рішень за концепцією системного аналізу [1] процес напрацювання рішення зводиться до вибору найкращої альтернативи серед сукупності допустимих засобів досягнення поставленої мети. Мета полягає в оптимізації системи за певним критерієм.

В справжніх складних системах в багатьох випадках існує декілька цілей. Ці цілі нерідко є суперечливими. При розробці складних систем, таких, як система забезпечення якості функціонування автомобільного парку АТП, неможливо визначити одну ціль чи встановити жорстку ієрархію цілей. Отже замість жорсткої моделі потрібно застосовувати «м'яку» модель, головна ідея якої полягає в компромісному рішенні в рамках діяльності по досягненню різних цілей, в знаходженні рішень, які в деякій мірі задовольняли б усі потреби. Компромісний підхід виник від розуміння того, що досить часто не хватає інформації для лінійного розподілу рішень і можна лише здійснити груповий розподіл.

Потрібно також відмітити, що реалізація компромісного підходу може супроводжуватись виникненням певні труднощів. Особа, яка приймає рішення, не завжди об'єктивно оцінює рівень якості напрацьованого рішення, а тому не завжди обирає найкраще рішення із загальної сукупності можливих рішень. Вибір найкращого варіанта можливий лише тоді, коли була застосована коректна модель та коректний алгоритм вибору.

Постановка задачі оцінювання якості функціонування автомобільного парку АТП виглядає так. Нехай задана множина можливих варіантів виконання конкретної функції автопарку АТП X :

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}. \quad (4)$$

Кожний варіант характеризується множиною параметрів оцінювання якості Y :

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}. \quad (5)$$

Нечітке відношення, яке має місце між кожним членом сукупності X і кожним членом сукупності Y , позначене через μ_{ij} . Тобто, μ_{ij} відображає міру відповідності i -го варіанта функціонування автомобільного парку АТП вимогам за j -м параметром ($\mu_{ij} \in [0,1]$; $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, m$). Якщо узяти разом всі нечіткі відношення x_i та y_j , то отримаємо матрицю нечітких відношень R розміром nm $R = \{\mu_{ij} | i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$.

Потрібно обрати оптимальний варіант x^* із множини X .

Задачу оцінювання якості варіанту функціонування автомобільного парку АТП можна записати таким чином:

$$x^* = \text{opt}(X, Y, R, M), \quad (6)$$

де M – використовувана модель вирішення задачі, обрана особою, яка приймає рішення.

В залежності від використовуваної моделі, результати вирішення задачі (6) можуть бути різними при однакових вихідних даних.

Література

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорта. Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. 468 с.
2. Пеньшин Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте : монография. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 224 с.
3. Кашканов А.А., Кашканова Г.Г., Стенжицька І.Є. Оцінка якості автотранспортного обслуговування пасажирських перевезень в умовах нечітко визначених очікувань споживачів. Наукові нотатки. 2010. Вип. 28. С. 246-251.
4. Принципи та інструменти управління якістю: Навчальний посібник / Укл.: С.І.Андрусенко, О.С.Бугайчук. К.: НТУ, 2006. 72 с.
5. Кашканов А.А., Грисюк О.Г. Критерії оцінювання якості розслідування та проведення автотехнічних експертиз дорожньо-транспортних пригод. Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. 2012. Вип. 134. С. 117-121.

Кашканов В.А., к.т.н., доцент;

Еспіпель Е.А., студент

Вінницький національний технічний університет

НЕОБХІДНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ГАЛЬМІВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

Автомобільний транспорт є наймасовішим і при цьому найнебезпечнішим видом транспорту. Переважна частина дорожньо-транспортних пригод (ДТП) відбувається через людський фактор тобто з вини водія автотранспортного засобу (АТЗ) або пішоходів, а також з причини недостатнього зчеплення шин АТЗ з дорожнім покриттям в процесі гальмування. Часто ДТП відбуваються з причин технічної несправності АТЗ, в тому числі їх гальмівної системи [3, 5].

Щорічно на території України відбувається близько 160 тис. ДТП, в яких гине понад 3,5 тисяч осіб і отримують поранення більше 32 тис. чоловік [5]. При цьому переважна більшість ДТП відбуваються або при гальмуванні автотранспортних засобів (АТЗ), або супроводжується гальмуванням. Кількість ДТП і тяжкість їх наслідків багато в чому залежать від технічного стану і ефективності роботи гальмівної системи АТЗ.

Одним з напрямків підвищення безпеки АТЗ в умовах експлуатації є підвищення якості контролю технічного стану їх гальмівної системи. Показники гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні АТЗ регламентуються нормативними документами [1, 2]. Дотримання вимог нормативних документів можливо при виконанні якісного та інформативного періодичного контролю технічного стану гальмівної системи АТЗ.

В умовах експлуатації АТЗ регламентуються властивості, які повинна забезпечувати їх гальмівна система в дорожніх умовах: гальмівна ефективність і стійкість при гальмуванні. Важливим параметром, що визначає показники гальмівної ефективності АТЗ і його коліс, є реалізований коефіцієнт зчеплення ф еластичних шин з опорною поверхнею дороги. Він визначає здатність автомобільних шин створювати поздовжні дотичні і поперечні реакції в плямі їх контакту з дорогою [4].

Контроль технічного стану АТЗ в умовах експлуатації здійснюється за допомогою методів технічної діагностики, яка передбачає для гальмівної системи використовувати дорожній або стендовий методи. Обидва ці методи мають свої переваги і недоліки. На території нашої країни переважно використовують стендові випробування. Технологічна класифікація методів і засобів діагностування гальмівних систем АТЗ представлена на рисунку 1.

Як правило, стендові випробування є прискореними в порівнянні з дорожніми, оскільки застосовувані методи і умови проведення стендових випробувань забезпечують отримання необхідної інформації в більш короткі терміни, ніж при дорожніх випробуваннях.

Методи стендових випробувань імітують дорожні умови і замінюють один із елементів загальної системи – дорогу. При цьому виключається залежність результату від іншого елементу загальної системи – погодних умов. Ці обставини значно зменшують вартість стендових методів контролю технічного стану гальмівних систем АТЗ у порівнянні з методами дорожніх випробувань, що робить їх більш прийнятними для умов експлуатації.

При проведенні стендових випробувань контролюють загальну питому гальмівну силу, коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил коліс осі, а для автопоїзда ще додатково коефіцієнт сумісності ланок автопоїзда й асинхронність часу спрацьовування гальмівного приводу. Дані випробування представлені двома видами: коли на стенді випробовується безпосередньо сам автомобіль (роликові стенди) і коли на стенді випробовують певний автомобільний вузол з імітацією роботи автомобіля (натурні інерційні та безінерційні стенди). На стенді моделюють реальну роботу автомобіля на дорозі. Як при будь-якому моделюванні, тут відтворюються не всі чинники реального руху, а лише найсуттєвіші (з точки зору розробника стенду й технології випробувань) [6].

Контроль технічного стану гальмівних систем АТЗ на силових роликових стендах, не завжди забезпечує достовірні результати визначення показників гальмівної ефективності АТЗ. Причинами низької достовірності контролю гальмівної ефективності АТЗ на силових роликових стендах є похибки вимірювання силових і кінематичних параметрів, викликані:

- значними відмінностями механіки взаємодії еластичною шини з двома опорними роликами стенду і плоскою опорною поверхнею дороги;
- коливаннями коліс АТЗ при гальмуванні на опорних ролика стенду;
- непаралельністю установки діагностується осі АТЗ і осі симетрії роликів стенда;
- значною різницею швидкісного режиму гальмування колеса на стенді (2-5 км / год) і в дорожніх умовах (40-0 км / год);

- значною відмінністю режимів кочення гальмуючого колеса при виконанні вимірювань на стенді і в дорожніх умовах.

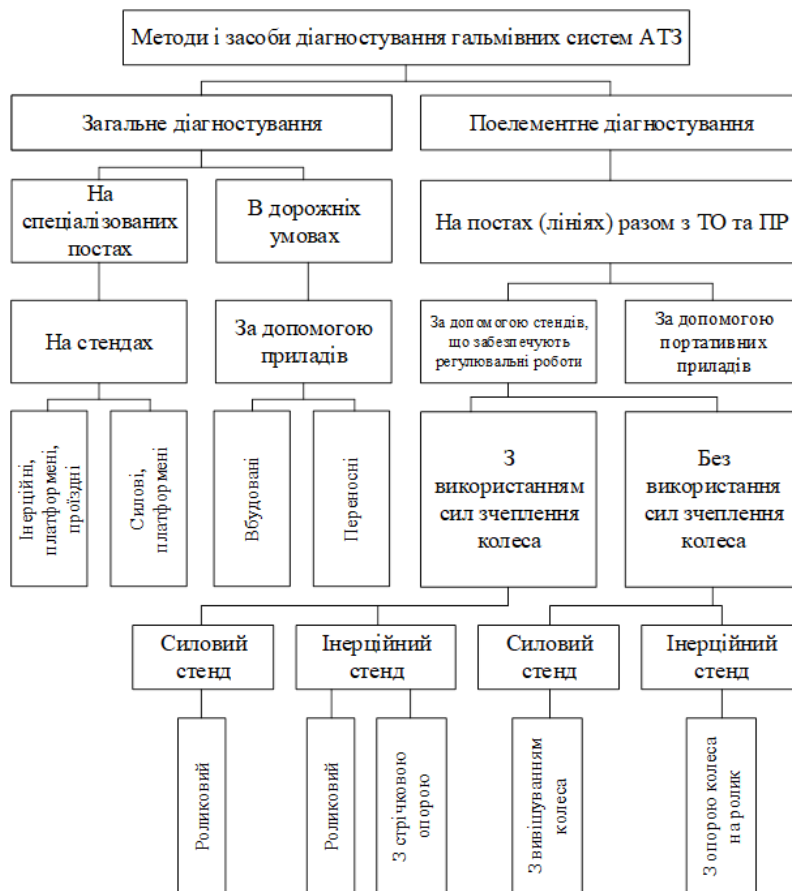


Рис. 1. Технологічна класифікація методів і засобів діагностування гальмівних систем АТЗ

Для підвищення точності контролю процесів гальмування АТЗ необхідно розробити математичний опис цих процесів, як для дорожніх умов, так і для стендових, який дозволив би аналізувати гальмівну ефективність АТЗ з урахуванням також зносу протектора шин, профілю опорних поверхонь дороги і стенду, зміни навантаження на гальмуючі колеса та температури навколишнього середовища.

Література

1. ДСТУ 3649-2010. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – [Чинний від. 2010-28-12]. – К.: Вид-во стандартів, 2011. – 28 с. – (Національний стандарт України).
2. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії М, N і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT). – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 180 с.
3. Кашканов В. А. Необхідність вдосконалення методики діагностування гальмівних систем / В. А. Кашканов, Т. В. Захарчук // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. – Вінниця. ВНТУ, 2019. – Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/schedConf/presentations>
4. Кашканов В. А. Удосконалення методу визначення коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП. Автореф. дис.... к. т. н.: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / В. А. Кашканов.–Харків, 2008. –22 с.
5. Статистика ДТП в Україні за період з 01.01.2019 по 31.12.2019 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 21.10.2020). – Назва з екрана.
Шейн В. С. Удосконалення методів і засобів сертифікаційних випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Шейн Віталій Сергійович ; ННЦ "Ін-т метрології". - Харків, 2017. - 20 с

Клімов Е. С., к. т. н., доцент,
Пузир Р. Г., д. т. н., доцент,
Будній О., студент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОЛЕСА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ЗІ ШТУЧНОЮ НЕРІВНІСТЮ ДОРОГИ В МОМЕНТ ЇЇ ПЕРЕЇЗДУ

Експлуатація колісних транспортних засобів на дорогах кар'єрів, де корисні копалини видобувають відкритим способом, показує, що під час руху транспортні засоби вимушені долати штучні нерівності, зокрема у вигляді спеціальних коробів, які призначені для захисту кабелів живлення гірничих машин. На дорогах кар'єрів зазвичай застосовують збірно-розбірні конструкції кабелів захисту, оскільки залежно від міста видобутку корисних копалин, дороги періодично змінюються. Очевидно, що для визначення конструктивних параметрів коробів захисту необхідно знати взаємозв'язок між геометричними розмірами короба захисту, габаритним розміром колеса та коефіцієнтом тертя між коробом захисту та опорною поверхнею. Метою роботи є дослідження впливу конструктивних параметрів короба захисту кабелю живлення та розмірів колеса колісного транспортного засобу на коефіцієнт тертя між коробом захисту і опорною поверхнею.

Розглянемо процес взаємодії колеса колісного транспортного засобу, який працює в кар'єрі, з коробом захисту кабелю живлення гірничих машин трапецевидної форми збірно-розбірної конструкції під час руху по горизонтальній недеформованій опорній поверхні. Під час переїзду короба захисту колесо транспортного засобу спочатку рухається по похилій ділянці короба, потім – по гребню короба та спускається з нього по похилій ділянці. На цьому етапі розглянемо процес взаємодії колеса з похилою ділянкою короба в момент їх контакту під час підйому на короб. Для цього скористаємося схемою, наведеною на рис.1.

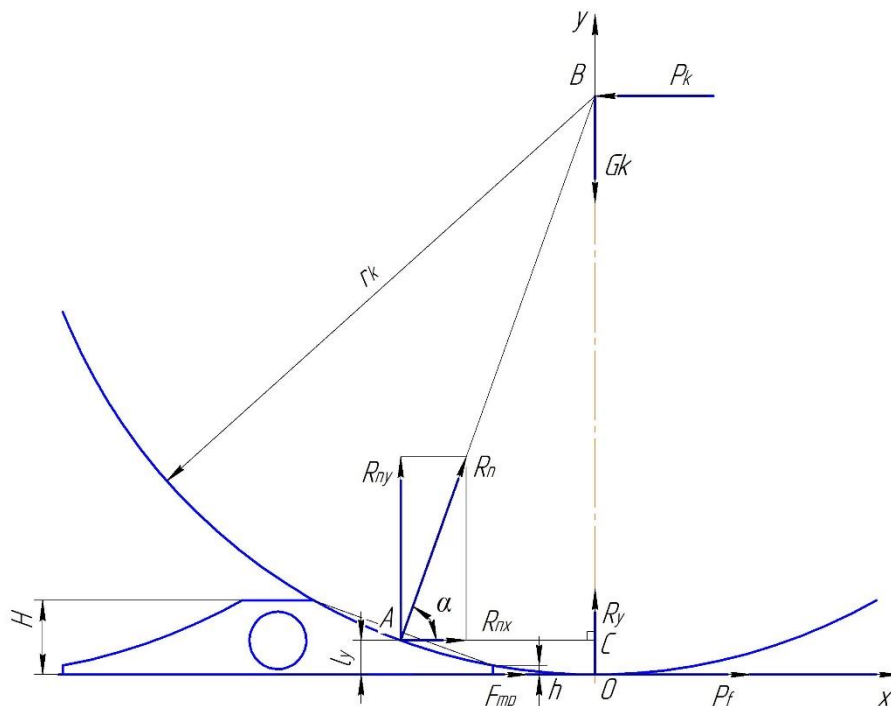


Рис. 1. Розрахункова схема сил, які діють на колесо в момент контакту з похилою ділянкою короба

З рис. 1 видно, що колесо одночасно спирається на опорну поверхню та на похилу ділянку короба захисту. На колесо діє штовхальна сила P_k , яка прикладена до центра колеса. У контакті шини з опорною поверхнею виникає сила опору коченню $P_f = f R_y$. Навантаження на колесо спричиняє реакцію опорної поверхні R_y , яка прикладена в центрі контактної відбитки шини, точці O , та реакцію похилої ділянки

короба захисту R_n , яка прикладена в середній точці дуги контакту шини колеса з коробом захисту, точки A , і скерована по лінії до центра колеса, точки B .

Уведемо систему координат Oxy . Початок системи розмістимо в центрі контактної відбитку шини, вісь Oy скеруємо перпендикулярно до опорної поверхні, вісь Ox – уздовж опорної поверхні. Реакцію R_n розкладемо на дві складові: нормальну до опорної поверхні R_{nx} та паралельну опорної поверхні R_{ny} . Кут α є кутом між напрямком дії реакції R_n та площиною опорної поверхні. Його величину можна визначити з розгляду трикутника ABC :

$$\sin \alpha = 1 - \frac{l_y}{r_k},$$

де r_k – радіус колеса,

l_y – відстань від опорної поверхні до точки прикладення рівнодійної реакції похилої частини короба захисту.

На рис. 2. наведено розрахункову схему для визначення відстані l_y . Для визначення відстані l_y з'єднаємо прямою лінією крайні точки дуги контакту шини колеса з похилою ділянкою короба захисту та поділимо цей відрізок на дві рівні частини ($KE = EL$). З точки E проводимо перпендикуляр до його перетину з дугою KL , унаслідок чого отримуємо точку A . Точка A є серединою дуги KL . У цій точці прикладена рівнодійна реакції похилої ділянки короба захисту. Відстань від опорної поверхні до точки B дорівнює l_y . Ураховуючи, що відстань AE дуже мала, а за певних конструктивних рішень (похила ділянка короба захисту виконана плоскою) може дорівнювати нулю, відстань l_y з достатньою для практичних розрахунків точністю можна визначити за виразом:

$$l_y = \frac{H+h}{2}, \quad (1)$$

де H – висота короба захисту;

h – відстань від опорної поверхні до початку контакту короба захисту з шиною колеса.

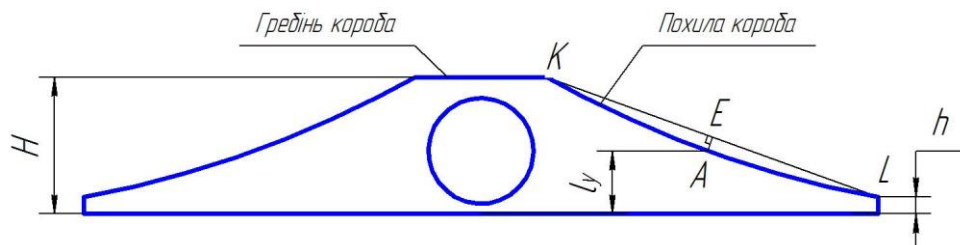


Рис. 2. Схема для визначення відстані l_y

Аналіз складових рівнодійної реакції короба захисту показує, що під час взаємодії колеса та похилої ділянки короба захисту складова реакції R_{nx} створюватиме опір руху короба захисту вздовж опорної поверхні, а складова R_{ny} притискатиме опорну поверхню до короба захисту. Унаслідок дії штовхальної сили P_k між коробом захисту та опорною поверхнею виникне сила тертя:

$$F_{mp} = f_{mp} R_{ny}, \quad (2)$$

де f_{mp} – коефіцієнт тертя між опорною поверхнею та коробом захисту.

Однією з умов нормальної роботи короба захисту під час переїзду через нього колісних транспортних засобів є відсутність ковзання короба по опорній поверхні. Розглянемо умову, за якої короб захисту не ковзатиме по опорній поверхні. Аналіз рис. 1 показує, що короб захисту не ковзатиме по опорній поверхні в тому випадку, коли сила тертя між коробом захисту на опорною поверхнею буде більша за силу, що зрушує короб уздовж опорної поверхні. Умова відсутності ковзання короба по опорній поверхні матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} F_{mp} &> R_n \cos \alpha, \\ f_{mp} R_n \sin \alpha &> R_n \cos \alpha. \end{aligned} \quad (3)$$

Після простих перетворень отримаємо вираз для визначення коефіцієнта тертя, за якого короб захисту не ковзатиме по опорній поверхні:

$$f_{mp} > ctg \alpha. \quad (4)$$

Аналіз формул (1), (4) дозволяє стверджувати, що величина коефіцієнта тертя, за якого короб захисту не ковзатиме по опорній поверхні, залежить тільки від конструктивних розмірів короба та радіуса колеса.

Проведемо розрахунки коефіцієнта тертя між коробом та опорною поверхнею f_{mp} зі значеннями радіуса колеса 1500 і 1200 мм. Конструктивні розміри короба такі: висота H набуватиме значення від 50 до 250 мм із кроком 50 мм, висоту h змінюватимемо за значеннями 0, 35, 70 мм.

На рис. 3 наведено графіки залежності мінімального коефіцієнта тертя між опорною поверхнею та коробом захисту кабелю живлення від висоти H .

З аналізу рис. 3 видно, що за постійного радіуса колеса 1500 мм зменшення висоти короба від 250 мм до 50 мм зменшує необхідний коефіцієнт тертя з 0,44 до 0,18 (у 2,4 рази). Аналогічне явище спостерігається і з радіусом колеса 1200 мм. Так, зменшення висоти короба від 250 мм до 50 мм зменшує необхідний коефіцієнт тертя з 0,5 до 0,2 (2,5 рази). Щодо впливу відстані h від опорної поверхні до початку упору колеса в короб, то зі зміною її від 0 до 70 мм з радіусом колеса 1500 мм та висотою короба 250 мм необхідний коефіцієнт тертя збільшується від 0,44 до 0,5 (у 1,14 рази). Якщо радіус колеса 1200 мм, коефіцієнт тертя збільшується від 0,5 до 0,58 (у 1,16 рази).

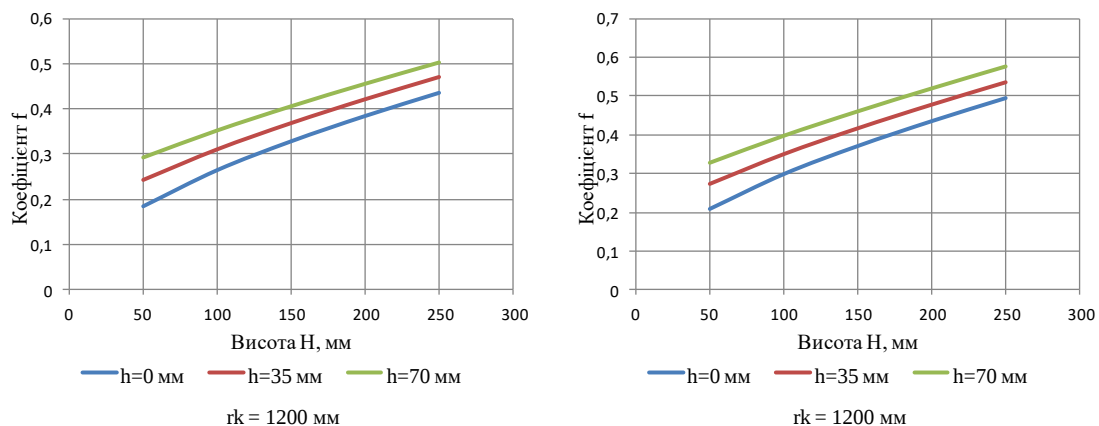


Рис. 3. Залежність коефіцієнта тертя від висоти короба H з радіусом колеса 1500 і 1200 мм

З вищенаведеного можна зробити висновок: величина коефіцієнта тертя, який забезпечить відсутність ковзання короба захисту по опорній поверхні, визначається радіусом колеса, висотою короба та відстанню від опорної поверхні до упору короба в шину колеса. Зменшення радіуса колеса та збільшення висоти короба призводять до збільшення необхідного коефіцієнта тертя між коробом та опорною поверхнею.

Література

1. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля. Київ: Арістей, 2006. 176 с.

Колодницька Р.В. к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ COPERT ДЛЯ ПІДРАХУНКУ ВИКИДІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Автомобільний транспорт один із найбільших забруднювачів повітря у Європі, особливо у тому випадку, коли використовуються автомобілі з дизельними двигунами. Розрахувати викиди від автомобільного транспорту можна, використовуючи COPERT - програму Microsoft Windows, яка розроблена як європейський інструмент для розрахунку викидів від автомобільного сектору. Підраховані викиди включають регульовані (CO, NO_x, VOC, PM) та нерегульовані забруднювачі.

В COPERT викиди забруднювача від транспорту обчислюються як сума трьох видів внесків:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{vap},$$

де E_{hot} – викиди від двигуна транспортного засобу;

E_{cold} – викиди від транспорту, які не пов'язані з роботою двигуна; E_{vap} – викиди транспорту, що пов'язані з процесом випаровування.

Використовуючи програму COPERT, були підраховані викиди від міських автобусів, що працюють як на дизельному біопаливі так і на дизельному паливі. Розглядалися наступні автобуси: малих розмірів (urban buses Midi <15 t), стандартні (urban buses standard 15 t-18 t) та автобуси з великими розмірами (urban buses articulated > 18 t).

Розрахунки проводились за 50% вологості і температурі 20°C. На рисунку 1 показані викиди оксидів азоту (NO_x) та монооксиду вуглецю (CO) за день від автобусів різних розмірів, різних стандартів Euro, що працювали в місті не в години пік (off peak) на дизельному паливі у порівнянні з викидами автобусів на дизельному біопаливі (biodiesel).

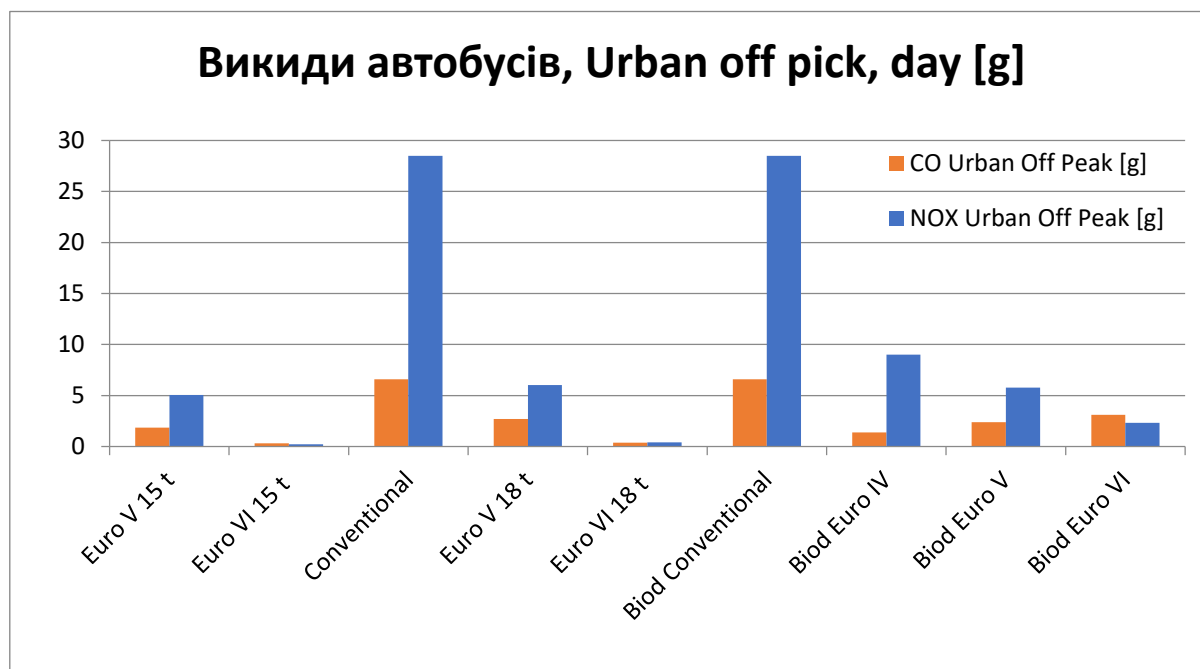


Рис. 1. Викиди CO та NO_x від автобусів, що використовують дизельне та біодизельне паливо

На рисунку 2 показані викиди оксидів азоту, CO та частинок PM 2.5 і PM 10 автобусів (Euro VI) на біопаливі та дизельному паливі за день. Як видно з рис. 2 автобуси на дизельному паливі мають переваги за викидами NO_x та CO. Але одна із основних переваг автобусів з використанням дизельного біопалива – це зменшення викидів вуглекислого газу CO₂, що видно з рис. 3.

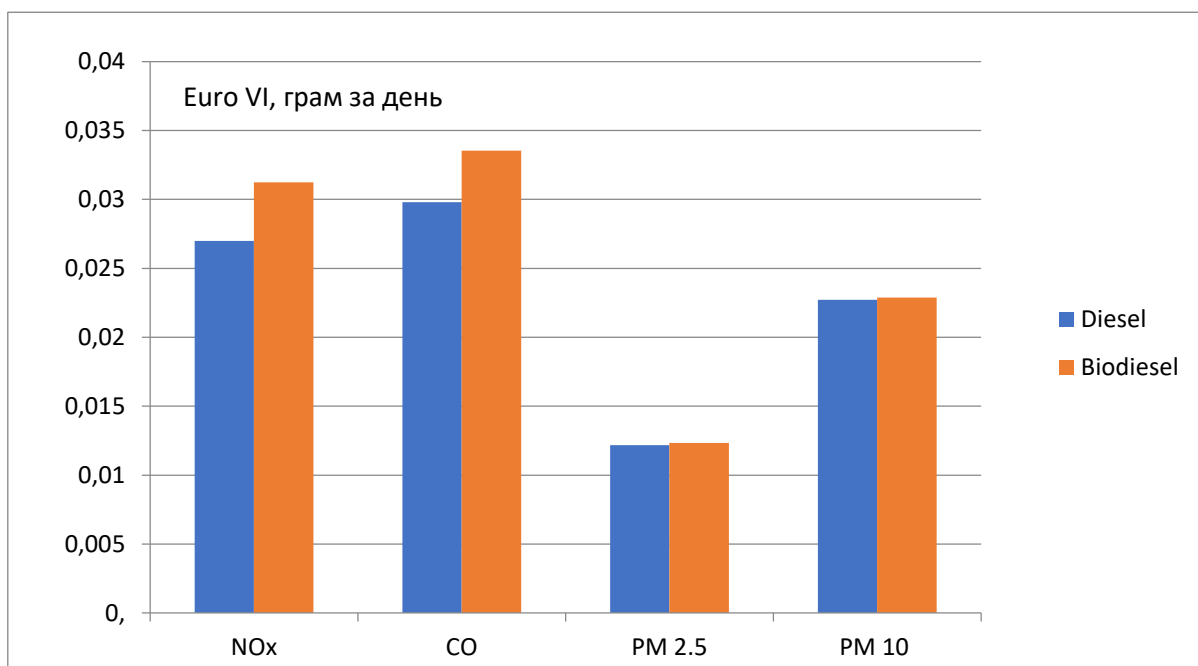


Рис. 2. Викиди автобусів (Euro VI), що використовують дизельне та біодизельне паливо

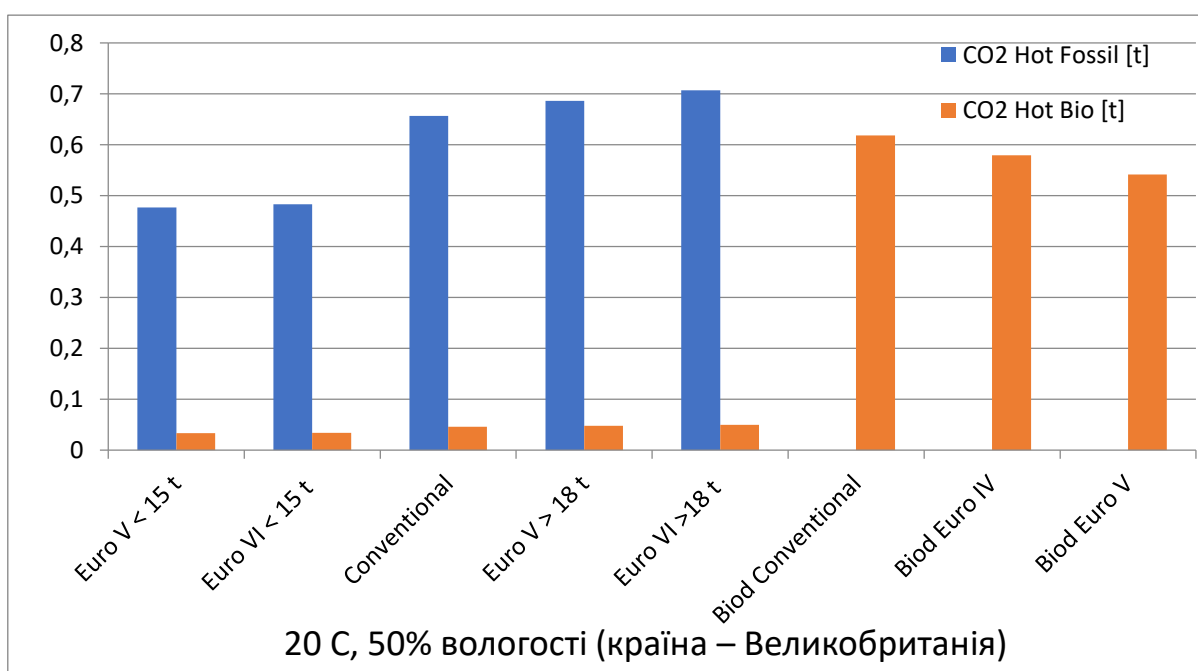


Рис. 3. Викиди CO₂ від автобусів, що використовують дизельне та біодизельне паливо

Найбільша перевага автобусів, що працюють на дизельному біопаливі, – відсутність канцерогенів у цьому паливі. До того ж, коли паливо виготовляється з відходів, ціна палива може бути нижча, ніж дизельного палива. Наприклад, біопаливо із кавової гущі, над яким працювали дослідники з університету Лондону UCL (University College London) має досить низьку ціну [1].

Програма Corpert – досить зручний інструмент для дослідження викидів автомобільного транспорту, який допомагає у виборі палива, що не має негативного впливу на здоров'я людей і планети в цілому.

Література

1. <http://www.dialogue.center/blog/kavove-palyvo-dlia-londonskykh-busiv>

Колодницька Р.В., доцент кафедри автомобілів
та транспортних технологій, к.т.н., доцент,
Кравченко О.П., професор кафедри автомобілів
та транспортних технологій, д.т.н., професор
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОНЦЕПЦІЯ ІДЕАЛЬНОГО ЗАМІННИКА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА У ДВЗ

Заборона дизельних двигунів, які мають великі викиди оксидів азоту, а також викиди вуглекислого газу в деяких країнах Європи приводять до того, що автомобілі з цими двигунами все більше і більше продаються в Україні. Отже концепція «ідеального» замітника дизельного біопалива в Україні достатньо актуальна.

Яким же повинно бути альтернативне паливо для того, щоб замінити нафтове дизельне паливо у ДВЗ? Можна відмітити основні характеристики альтернативного палива, які повинні бути близькими до дизельного палива: властивості, характеристики розпилювання, характеристики випаровування і згоряння, шкідливі викиди, витрата палива. Мета дослідження – визначення характеристик розпилювання, випаровування та самозаймання палива

Розпилювання палива. Розпилювання дизельного палива і відмінності цього процесу для дизельного біопалива детально описані в роботі [1]. Результати моделювання порівняння розподілення діаметрів крапель дизельного та біодизельного палив методом максимальної ентропії з експериментальними даними наведені на рисунку 1 і показують більшу кількість крапель меншого діаметру для дизельного палива, ніж для біодизельного палива RME (метиловий ефір ріпакової олії). Причина цьому підвищена в'язкість біопалива у порівнянні з дизельним. Для максимального наближення кривої розподілення крапель дизельного біопалива до кривої розподілення дизельного палива потрібно вибрати біопаливо з найменшою в'язкістю, що залежить від складу біопалива.

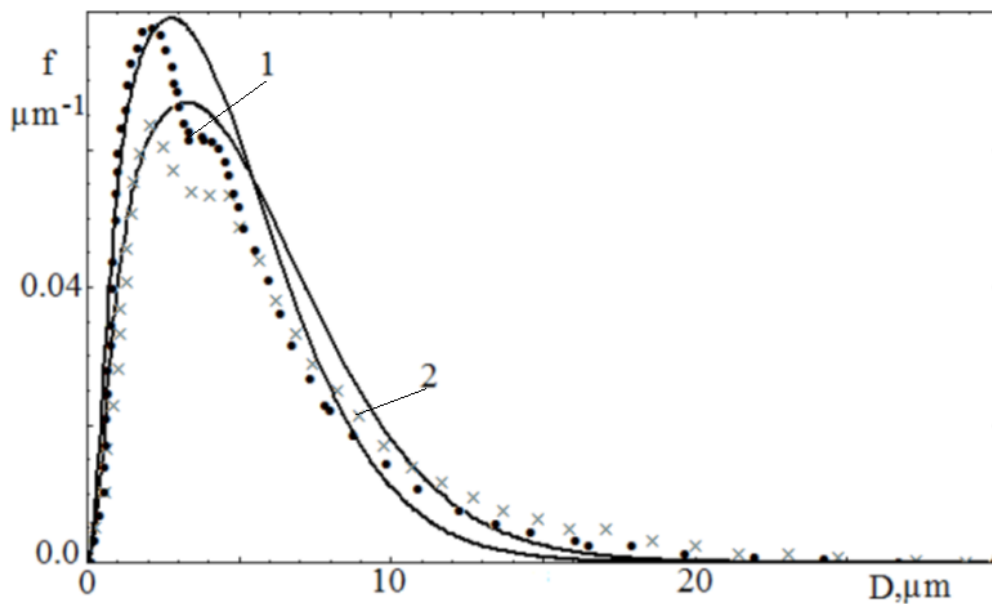


Рис. 1. Щільність ймовірності для діаметра крапель на відстані 15 мм від виходу від форсунки:
1 - для дизельного палива; 2 - для біодизельного палива

Випаровування палива. Для аналізу випаровування дизельного палива та біопалива використовувались моделі випаровування крапель, описання яких можна знайти в роботі [2]. На рис. 2 показана еволюція з часом масових часток на поверхні краплі дизельного біопалива для шести його компонентів (C16:0, C18:1, C22:1, C24:1, C18:2, C18:3). Початковий радіус краплі та температура приймалися рівними 12.66 мкм та 375 К, відповідно. Тиск та температура оточуючого газу дорівнює 30 бар та 880 К, відповідно. Крапля рухалася з постійною швидкістю 10 м/с [2].

Випаровування дизельного біопалива різних видів може значно відрізнятися в залежності від наявності компонентів, які випаровуються неоднаково. Наприклад, паливо СМЕ має у своїй структурі

молекули з маленькою кількістю атомів вуглецю на відміну від RME. На рис. 3 та 4 показані температури поверхні крапель та їх радіуси для дизельних біопалив RME та CME, відповідно, у порівнянні з сумішами цих палив з дизельним паливом у пропорціях: B5- 5% дизельного палива, B20- 20% та B50 - 50% [3].

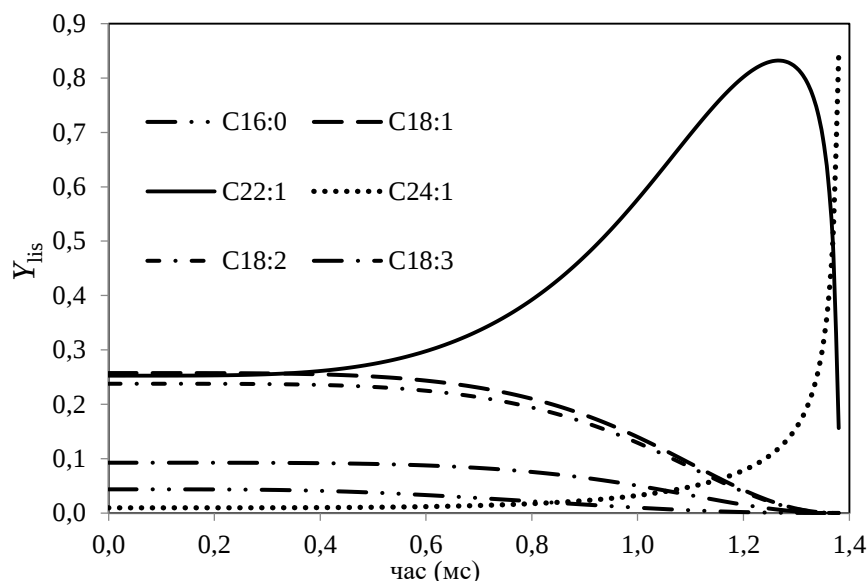


Рис. 2. Масові долі рідких складових на поверхні краплі Y_{lis} для шести головних компонентів дизельного біопалива RME в залежності від часу

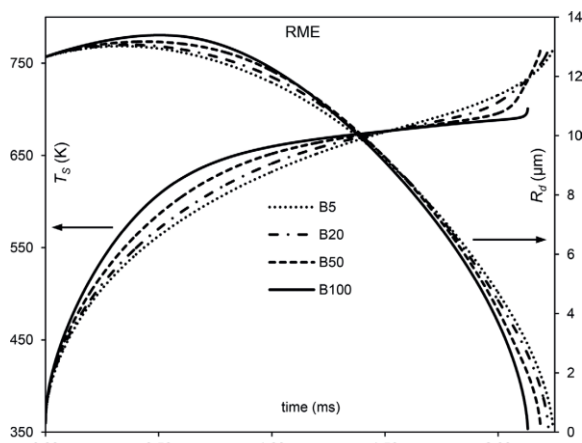


Рис. 3. Температури поверхні крапель T_s і радіуси R_d в залежності від часу для сумішей дизельного палива з біодизельним паливом RME

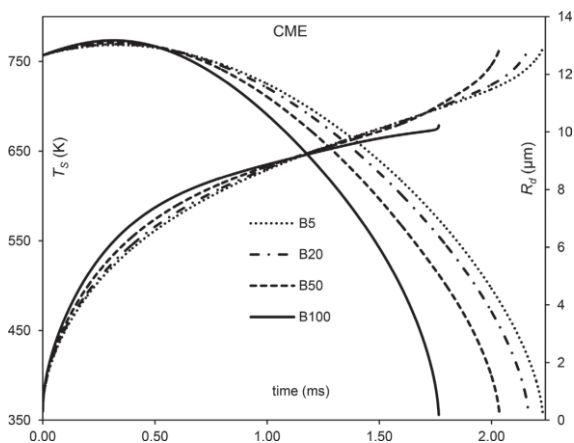


Рис. 4. Температури поверхні крапель T_s і радіуси R_d в залежності від часу для сумішей дизельного палива з біодизельним паливом CME

Самозаймання палива. Найпростіший спосіб моделювання самозаймання палива - це розгляд самозаймання як хімічної реакції типу Ареніуса [4]:

$$P_{ch} = M_f Q_f C_f A \exp\left(-\frac{E}{R_u T_g}\right), \text{ (Дж/м}^3\text{)} \quad (1)$$

де M_f – молярна маса палива (кг/моль); Q_f – питома теплота згоряння (Дж/кг); C_f – молярна концентрація парів палива (моль м⁻³); A – преекспоненціальний фактор (1/с); E – активаційна енергія (Дж/кмоль).

Самозаймання палива характеризується двома основними параметрами: початкова температура (мінімальна температура, за якої може відбуватися процес самозаймання палива) і затримка займання (час між впорскуванням палива і його займанням). Ці параметри залежать від тиску в камері згоряння, типу і хімічного складу палива та інш. Хімічна кінетика самозаймання включає в себе біля 1000 хімічних реакцій і біля сотні компонентів палива [4]. Додаткові труднощі полягають в тому, що ми не знаємо коефіцієнтів швидкості всіх реакцій, і вирішення цієї задачі потребує багато часу і коштів, оскільки часто

пов'язано з використанням суперкомп'ютера. Дослідники працюють над тим, щоб зменшити кількість рівнянь, які описують згоряння дизельного палива у двигунах внутрішнього згоряння. Так, в роботі [4] відмічено, що кількість рівнянь була зменшена до 30, а кількість компонентів палива - до 21.

В роботі [5] запропоновано визначати затримку займання дизельного біопалива за допомогою двох рівнянь з різними коефіцієнтами в залежності від діапазону температур. Для низьких та середніх температур затримка займання підраховується наступним чином:

$$ID = A_{act} \left(\frac{50}{CN} \right)^{1.5} \frac{1[atm]}{p} \exp \left(\frac{T_{act}}{T} \right), \quad (2)$$

де A_{act} – активаційний коефіцієнт (мс); CN - цетанове число палива; p - тиск в циліндрі (атм); T_{act} – активаційна температура, К; T – температура, К.

Для високих температур, як правило, затримка займання не залежить від виду палива:

$$ID = A_{act} \frac{1[atm]}{p^{0.8}} \exp \left(\frac{T_{act}}{T} \right). \quad (3)$$

Результати моделювання затримки займання для компоненту (C10:0M) за тиску 20 атм з часом, використовуючи рівняння (2-3) у порівнянні з експериментальними даними показано на рис. 5 [5].

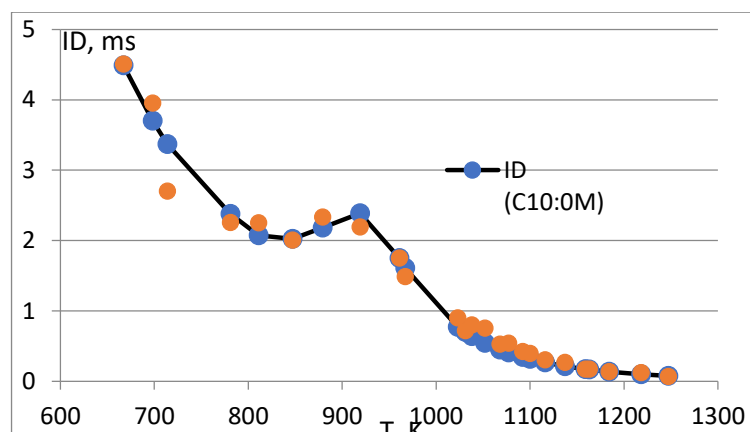


Рисунок 5 - Затримка займання (мс) метилового ефіру (C10:0M)

Дослідники з компанії Shell Research Ltd. замість того, щоб будувати складні хімічні моделі намагалися дослідити основні особливості процесу займання. Було виділено такі основні чотири процеси: початковий (initiation), поширення (propagation), розгалуження (branching), припинення (termination), які включали вісім реакцій [4]. Ця модель відома, як модель Shell. Застосування моделі Shell для описання процесу самозаймання дизельного біопалива може бути темою наступних досліджень.

Таким чином, для одержання ідеального заміника дизельного палива у ДВЗ автомобільного транспорту потрібне глибоке розуміння процесів розпилювання, випаровування та займання палива. Моделювання та експериментальне вивчення цих процесів дозволить визначити процес управління ними і знайти оптимальний варіант щодо параметрів управління.

Література

1. Колодницька Р.В. Розпилювання дизельного палива та біопалива у двигунах внутрішнього згоряння: монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – 210 с.
2. Колодницька Р.В. Процеси випаровування та згоряння дизельного біопалива у двигунах внутрішнього згоряння: монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 192 с.
3. Al Qubeissi M., Al-Esawi N., Kolodnytska R., 2018. Atomization of bio-fossil fuel blends. In: Advances in Biofuels and Bioenergy. Ch 4, p.p. 59-81.
4. Sazhin S. Droplets and Sprays. Springer. London. P. 345.
5. Колодницька Р.В. Моделювання затримки займання дизельного біопалива в ДВЗ автомобільного транспорту / Р.В. Колодницька, О.П. Кравченко // Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90-річчю автомобільного факультету "Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування" (16-18 вересня 2020 р.). – Х.: ХНАДУ, 2020. - С. 239-241.

Колодницька Р.В. к.т.н., доц.
Шумляківський В.П. к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

АВТОМОБІЛІ НА ВОДНЕВИХ ПАЛИВНИХ КОМІРКАХ. МРІЯ ЧИ РЕАЛЬНІСТЬ ДЛЯ УКРАЇНИ?

Транспортні засоби на паливних комірках (Fuel-cell electric vehicles FCEVs) з використанням водню відносяться до транспортних засобів з нульовими викидами. Ще недавно автомобілі, що працюють на водні, були нездійсненою мрією. В 2007 році компанія Toyota випустила перший гібридний автомобіль, що працює на паливних комірках Toyota Mirai з електричним двигуном потужністю 113 кВт. Замість двигуна внутрішнього згоряння цей автомобіль має стек з паливними комірками, що живляться воднем і виробляють електричний струм. У 2013 році Daimler AG, Ford Motor Co. та Nissan під Альянсом з Renault підписали угоду про спільну розробку загальної системи паливних комірок (елементів). Toyota Motor Corp., Honda Motor Co. та Nissan беруть участь в японській урядовій ініціативі щодо розвитку інфраструктури водневих станцій в Японії.

У Великобританії знаходиться біля десяти станцій, де можна заправитися воднем, одна з яких знаходиться в м. Coventry. В табл. 1 показані характеристики гібридного втомобілю Microcab H2EV [1], виробництво якого налагоджено в компанії Microcab (Великобританія) сумісно з лабораторією Future Transport, Coventry University.

Таблиця 1

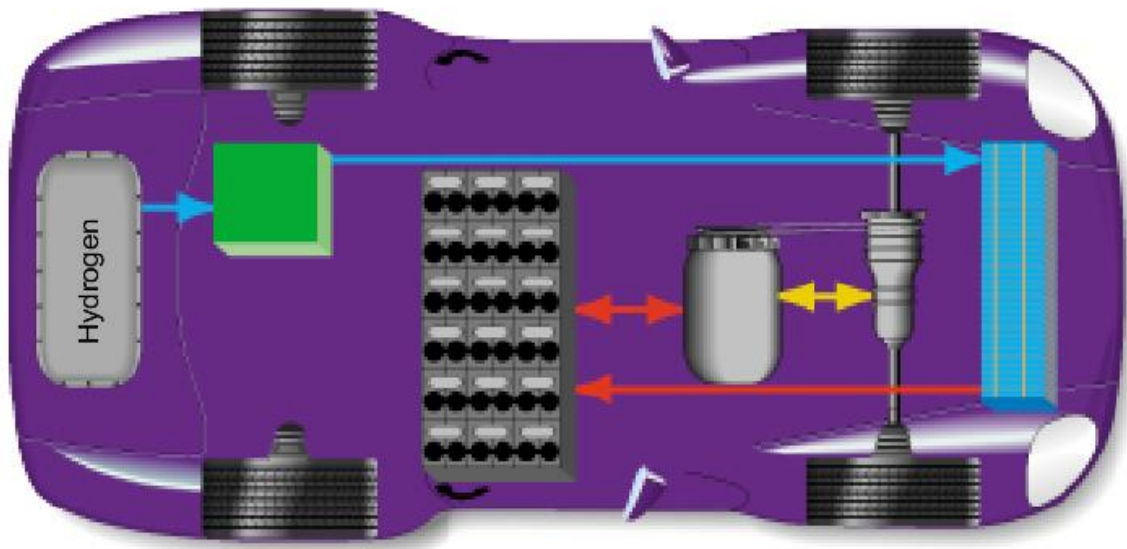
Силова установка з паливними комірками (Fuel Cell Powertrain)			
Range of full tank	180 miles	Діапазон роботи	180 міль
Drive	Twin DC motors, 40 kW peak	Рушій (привід)	Двигун DC,
Main drive voltage	72 V	Напруга головного приводу	72 вольт
Transmission	Belt drive to front wheel	Трансмсія	Ремінна передача на переднє колесо
Lithium battery pack	4.3 kWh capacity	Літійові батареї	Потужність 4.3 кВт/год
Fuel Cell	Low -temperature proton exchange membrane (PEM)	Тип паливних комірок	Низькотемпературна протонна мембрана (PEM)
Fuel Cell Power	3.0kW -10.0 kW	Потужність паливних комірок	3.0 кВт -10.0 кВт
Hydrogen Tank Capacity	1.8 kg	Ємність резервуару для водню	1.8 кг
Hydrogen Tank Pressure	350 bar	Бак з воднем Тиск	350 бар

В 2019 році на кафедрі «Автомобілі і транспортні технології» виконана магістерська робота (Катерина Мацкевич), в якій спроектовано гібридний автомобіль на паливних комірках з використанням водню, як палива, використовуючи програму Advisor. Схема гібридного автомобіля з паливними комірками показана на рис. 1.

В 2020 році спроектовано автомобіль на водневих паливних комірках середньої розмірності (модуль VEHmidSizeCar), використовуючи ту ж саму програму Advisor. Характеристики автомобілю показані в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристики автомобілю	
Автомобіль:	Середньорозмірний на паливних комірках (VEHmidSizeCar)
Максимальна потужність, кВт	51
паливні комірки	(fcell)
Паливо	Водень
Батарея	Літій-іонна (Li)
Трансмсія	Механічна (man) (PTS)



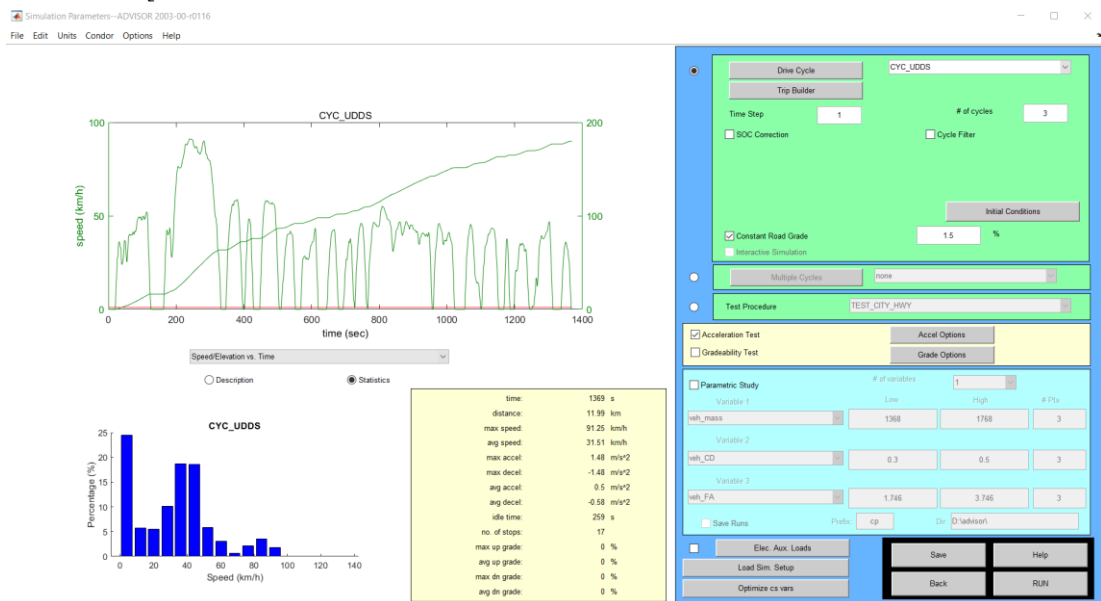
Привідні колеса	Передні
-----------------	---------

Рис. 1. Схема гібридного автомобіля на паливних комірках

Випробування автомобіля на паливних комірках за міським циклом (CYC_UDDS) з ухилом дороги 1,5% (кількість циклів 3) показано на рисунку 2. Характеристики циклу: час циклу: 1369 [с]; дистанція: 12 [км]; максимальна швидкість: 91 [км/год]; середня швидкість: 31,5 [км/год]; максимальне прискорення: $+1,48 [m/c^2]$.

Рис.
2.
Тестування
автомобіля
за міським
циклом

Автомобіль,
що працює на
паливних
комірках з
використанням



станням водню, як палива, показує нульові викиди шкідливих відпрацьованих газів автомобіля, що підтверджується розрахунками у Advisor. Як відомо, такий автомобіль викидає тільки воду. На рис. 3 показані нульові викиди спроектованого автомобіля на паливних комірках.

Emissions (grams/km)				Standards	
HC	CO	NOx	PM		
0	0	0	0		

Рис. 3. Викиди автомобіля з паливними комірками, що працює на водні

Для того, щоб такі спроектовані автомобілі стали реальністю в Україні звичайно потрібні заправні станції на водні. До того ж, паливні комірки, які використовують водень, достатньо дорогі, оскільки вони

потребують використання платини. Але в Україні можна використовувати паливні комірки другого типу, які можуть використовувати, як паливо не тільки водень, але й інші палива, як то біогаз, дизельне біопаливо та ін. Такі комірки, на основі цирконію, розроблені у Київському інституті матеріалознавства ім. Францевича [2].

Література

1. Microcab industries Ltd <https://www.coventry.ac.uk/>
2. Kolodnytska R., Kravchenko A.P., Ilchenko A.V., Vasylyev O. Fuel cell vehicles in Ukrainian perspective. //International Conference on Sustainable Materials and Energy Technologies – ICSMET 2019 12th - 13th of September 2019, P30, Coventry, UK.

Корнікова К.М., асистент
Ільченко А.В., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІМС-ЕЛЕКТРОБУСІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В М. ЖИТОМИР

З кожним днем стан екології на планеті погіршується. Ситуація з пандемією показала те, що людство зобов'язано звертати увагу на екологічну ситуацію у світі. Одним із найвпливовіших факторів, що діє на екологію, є транспорт. Є декілька основних причин, пов'язаних з впливом громадського транспорту на довкілля та життя людей: по-перше, це викиди, які забруднюють і так вже забруднене повітря; по-друге, шумове забруднення, що призводить до стрімкої втоми людського організму; по-третє, завантаженість доріг, особливо в години пік; по-четверте, незручність проїзду та його вартість.

На даний момент, серед громадського транспорту набуває популярності електричний. У місті Житомир - це тролейбуси та трамваї.

У Житомирі існує один маршрут трамваю – “Майдан Перемоги – Льонокомбінат”. Його колії у багатьох місцях викликають труднощі руху іншого транспорту, а також додаткову небезпеку дорожнього руху (наприклад, багато зупинок організовано з проїзної частини). За останні роки багато міст України виявили для себе незручність, спричинену трамваями, тому від них і відмовились. Тролейбусна мережа міста Житомира не дозволяє дібратись до всіх районів, а добудова тролейбусної мережі потребує немалих капітальних вкладень.

На сьогоднішній день у світі популярності набирає ще один вид громадського транспорту – електробус. Його рух здійснюється за допомогою електродвигуна і він має накопичувальну систему енергії – акумуляторна батарея/батареї. Недоліком впровадження такого виду транспорту є велика вартість електробусів та необхідність побудови зарядних станцій для них.

Існує ще один вид електричного транспорту, що має меншу популярність та заслуговує не меншої уваги. Це ІМС-електробус (від англ. “in-motion-charges” - заряджання в русі) або ж тролейбус зі збільшеним автономним ходом за рахунок динамічної підзарядки батареї. Сьогодні, компанія Iveco представляє систему ІМС, як інакше для електробуса, систему, що оновлює концепцію тролейбуса, як ефективного та надійного електромобіля. Таким чином даний транспортний засіб є поєднанням тролейбуса та електробуса. ІМС-електробус заряджає батареї в русі через штанги, а також під час гальмування, зменшуючи втрати електроенергії на рух та має акумуляторні батареї, завдяки яким його автономний хід складає приблизно 20 км. Він має нульові викиди токсичних речовин в атмосферу та можливість діставатись в складнодоступні місця (на відміну від тролейбусів). Iveco Bus пропонує багато видів електробусів, оснащених системою ІМС. Більше 800 таких тролейбусів вже експлуатуються в Європі.

Мета наукової роботи полягає в обґрунтуванні можливості і більш широкого використання в місті Житомирі традиційного громадського електротранспорту та сучасних електробусів.

Для покращення пасажирських перевезень в місті пропонується звернути увагу на ІМС-електробуси. Наразі, Чернігівський автозавод Еталон розробляє електробус з динамічною підзарядкою з автономним ходом до 20 км. Сьогодні в місті Одеса курсує один електробус з динамічною підзарядкою. Його розробили в КП “Одесміськелектротранс” на базі тролейбуса Skoda21tr, оснастивши акумуляторами автономного ходу і новою електронною системою управління. В робочому режимі даний електробус може проїхати 25-30 км (на повному заряді до 50 км). Однак, вартість такої модернізації по цінах 2018 року склала 3,5 млн грн.

Тролейбусна мережа міста Житомир складається з 18 маршрутів, яких не достатньо для обслуговування всіх районів. Звичайно, транспорт не може курсувати по всіх 877 вулицях, проспектах, проїздах тощо. Потребує обґрунтування створення нових маршрутів та модернізації старих, задіявши такі основні вулиці, по яких наразі не їздять тролейбуси: Героїв Пожежників, Троянівська, Короленка, Соснова, Героїв Базару, Вільський Шлях, Миру, Тараса Бульби-Боровця, Андріївська, Северина Наливайка, Народницька, Саєнка, Корольова, Шевченка, Бориса Тена, Івана Мазепи, Східна, Святослава Ріхтера, Князів Острозьких, Хлібна, Небесної Сотні, Домбровського.

Створювати нові маршрути необхідно тільки з погляду використання ІМС-електробусів. Це додатково дасть змогу покращити якість пасажирських перевезень ще й до населених пунктів, що знаходяться на невеликій відстані від міста Житомира (в районі до 10 км від кінцевої зупинки), які можливо було б обслуговувати на теперішніх тролейбусних маршрутах ІМС-електробусами з автономним ходом до 20 км. З цього погляду пропонується взяти до уваги такі зупинки: Крошня,

Ялинка, Малікова, Гідропарк, майдан Станишівський, «Агробудіндустрія», ЗОК, Лікарські трави, вулиця Гагаріна, майдан Визволення (табл. 1).

Таблиця 1

Приміські населені пункти міста Житомира			
Наявна кінцева зупинка з електромережею для тролейбусів	Відстань від кінцевої зупинки до населеного пункту, км	Населений пункт	Примітка
Крошня	2,7	с. Сонячне	
Крошня	6,9	с. Оліївка	
Крошня	6,4	с. Світин	
Крошня	8,3	с. Кам'янка	через с. Сонячне
Майдан Визволення	8,3	с. Кам'янка	по вул. Вільський Шлях
Майдан Визволення	9,2	с. Кам'янка	по вул. Миру
Ялинка	1,5	с. Довжик	
Ялинка	6	с. Іванівка	
Ялинка	9,5	с. Давидівка	
Ялинка	9,9	с. Садки	
Гідропарк	3,5	с. Тетерівка	
Гідропарк	9,1	с. Перлявка	
Малікова	6,4	с. Довжик	
Малікова	9,9	с. Барашівка	
Майдан Станишівський	2,5	с. Слобода-Селець	
Агробудіндустрія	2,2	с. Слобода-Селець	
Лікарські трави	6,7	с. Глибочиця	
ЗОК	4,4	с. Клітчин	
ЗОК	8,7	с. Калинівка	через с. Клітчин
ЗОК	9,9	с. Левків	
вулиця Гагаріна	4,7	с. Зарічани	
вулиця Гагаріна	5,2	с. Гуйва	
вулиця Гагаріна	5,9	с. Станишівка	
вулиця Гагаріна	7,2	с. Новогуївинське	
вулиця Гагаріна	9,3	с. Скоморохи	
вулиця Гагаріна	9,5	с. Пряхів	

Висновки:

1. Виходячи з екологічної ситуації, що склалася в місті Житомирі (викиди токсичних речовин з відпрацьованими газами двигунів, шумове навантаження тощо), пропонується впроваджувати ІМС-електробуси для покращення міських пасажирських перевезень. Для цього необхідно провести техніко-економічне та екологічне обґрунтування заміни громадського транспорту з двигунами внутрішнього згоряння на ІМС-електробуси. Це вимагає також проведення модернізації транспортної мережі міста.

2. Необхідно обґрунтувати подовження існуючих тролейбусних маршрутів міста для покращення пасажирських перевезень до найближчих до міста населених пунктів. Аналіз доводить, що це дасть можливість під'єднати до мережі міста 22 населених пункти, які знаходяться на відстані від кінцевих тролейбусних зупинок від 1,5 до 9,9 км. Таку задачу можна вирішити не створюючи додаткові електромережі тільки використанням ІМС-електробусів.

Корпач А.О., к.т.н., проф.,
Левківський О.О., к.т.н.,
Національний Транспортний Університет

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМІВ, ВІБРАЦІЙ ТА ЖОРСТКОСТІ РОБОТИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Дослідження направлені на визначення джерел шумів, вібрацій та жорсткості роботи автомобільних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), на сьогоднішній день, актуальні як при проектуванні нових двигунів з метою покращення віброакустичних характеристик, так і при обслуговуванні в процесі експлуатації, з метою виявлення дефектів. Підвищений рівень шумів та вібрацій при роботі двигуна може бути викликаний різноманітними факторами, серед яких найбільш поширені: порушення процесів згорання палива, дисбаланс рухомих компонентів двигуна, дефекти впускної та випускної систем ДВЗ.

Визначення джерел та причин виникнення шумів та вібрацій ДВЗ є складною та трудомісткою технічною задачею. Основна складність в процесі досліджень пов'язана з вірною інтерпретацією результатів, оскільки необхідно виділити шум або вібрацію, що викликана дефектом від нормальних фонових шумів та вібрацій двигуна або інших компонентів автомобіля. Дослідження шумів та вібрацій може виконуватись як на спеціальних стендах так і в дорожніх умовах під час руху автомобіля.

Активний розвиток мікропроцесорних технологій та програмного забезпечення дозволив створити діагностичні комплекси, які спрощують та автоматизують процеси дослідження шумів та вібрацій. На сьогоднішній день використовуються як стаціонарні (AVL NVH Testbed Systems) так і портативні (Rotunda Tools MTS 4100, PicoDiagnostics NVH та ін.) пристрої. Портативні пристрої отримали більш широке розповсюдження у зв'язку із простою та зручністю виконання досліджень на автомобілях в умовах експлуатації.

Одним з найбільш зручних та функціональних вважається діагностичний комплекс PicoDiagnostics NVH, що широко застосовується для виявлення дефектів двигунів шляхом аналізу віброакустичних показників. Діагностичний комплекс включає датчики вібрацій, датчики шуму, комунікаційні модулі та програмне забезпечення.

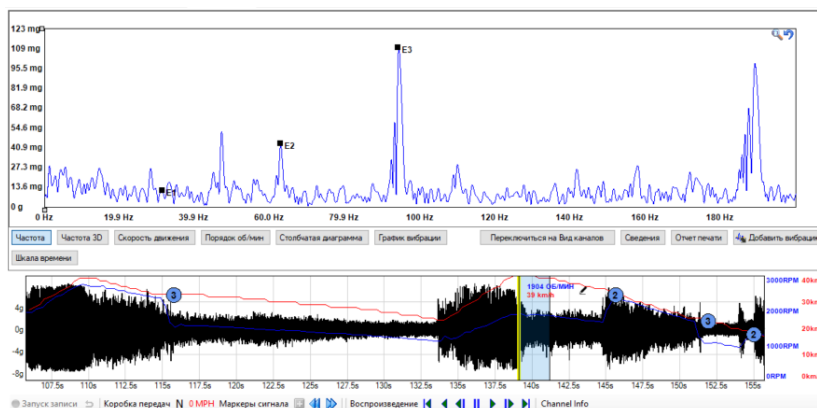


Рис. 1. Результати вимірювань вібрацій ДВЗ за допомогою PicoDiagnostics NVH

Програмне забезпечення PicoDiagnostics NVH дозволяє автоматизувати аналіз амплітудно-частотного спектру та просторової орієнтації шумів та вібрацій автомобільних двигунів (рис. 1). Амплітуда та частота звукових коливань записуються високочутливим мікрофоном, а частота, амплітуда та напрямок просторових коливань зчитується акселерометром в 3-х площинах, крім того прилад отримує інформацію про робочі показники двигуна (наприклад частота обертання колінчастого валу) зі штатних датчиків бортової системи діагностики автомобіля (OBD2). При аналізі результатів вимірювань враховується ряд технічних характеристик двигуна (кількість та порядок робити циліндрів, передаточні відношення в механізмі приводу допоміжного обладнання, і т.п.), що дозволяє більш точно визначити джерело шуму або вібрації, оскільки враховуються частота та амплітуда нормальних коливань для кожного типу двигуна.

Опрацьовані результати вимірювань інтерпретуються в графічному вигляді. Визначена частота коливань з найбільшою амплітудою дозволяє локалізувати дефектний компонент двигуна з високою точністю. Для підвищення точності вимірювань можливо змінювати місце розташування датчиків або використовувати декілька датчиків.

Корпач А.О., к.т.н., проф.,
Федорчук Р.О., студент
Національний транспортний університет

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ В ДИЗЕЛЯХ МОТОРНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

Подорожчання нафти, а, відповідно, і бензину, поставило наукову інтелігенцію перед проблемою пошуку альтернативних джерел енергії. Технічні нововведення і винаходи відтягнули ще декілька десятиліть наближення енергетичної катастрофи. Однак, в XXI столітті, постали проблеми: екологічна катастрофа і відсутність природного ресурсу.

Перспективним напрямом в боротьбі за зменшення токсичності відпрацьованих газів ДВЗ та збереження ресурсів є перехід до альтернативних палив, які, в основному, не є продуктами переробки нафти. У наш час існує велика кількість заміників нафтових палив для автомобілів

Останнім часом в нашій країні і за кордоном вивчається проблема заміни бензину і дизельного палива рослинними оліями та палив, отримуваних на їх основі. Такою може бути олія багатьох олійних і технічних культур, зокрема, соняшника, кукурудзи, ріпаку тощо.

Ріпак – досить невибаглива культура, його врожайність 15-25 центнерів насіння з гектару. Шляхом екструзії (пресування) вилучається до 40% олії від маси зерна. Більш глибока екстракція (вилучення) дозволяє отримати до 70% олії. Ріпаківу олію, як і олію інших культур, можна використовувати у вигляді добавок до дизельного палива або продукувати з неї метилефір (етилефір), який безпосередньо використовується як паливо для дизелів. Метилефір отримують з олії трансестерифікацією (хімічним перетворенням). Для одержання 1000 літрів метилефіру потрібно 1000 літрів олії, 110 літрів метанолу та 16 літрів каталізатора (гідрооксиду калію або натрію). В результаті додатково одержують 110 кг гліцерину та відбувається часткове повернення метанолу.

Ріпаківу олію, використовується як змащувальну оливу для систем змащування двигунів і за своїми властивостями не поступається нафтовим оливам. Вона має цілком прийнятну температуру застигання. За антикорозійними та протизношувальними властивостями ріпаківу олію перевищує нафтові оливи. За умови роботи дизеля на сумішах ріпаківу олії і дизельного палива зміна концентрацій шкідливих компонентів відпрацьованих газів (CO , C_mH_n , NO_x , CO_2) і їх димність мають такий же характер як і для звичайних дизелів. Під час роботи дизеля на ріпаківу олії викиди оксиду вуглецю на один кілометр шляху дещо зростають, порівнюючи з дизельним паливом (2,48 і 1,67 г/км відповідно), а викиди вуглеводнів та оксидів азоту зменшуються. Окрім того ВГ такого дизеля не містять сірки і важких металів.

Біоенергетичний потенціал України є величезним. Сприятливе поєднання кліматичних умов, значний аграрний сектор, дешева й доступна робоча сила роблять Україну надзвичайно привабливою для інвесторів. Проте, вона має пройти довгий шлях, до того як біопаливо зможе допомогти в розв'язанні багатьох економічних та екологічних проблем. Значною допомогою в цьому є виробничий і ринковий досвід, накопичений двома десятками країн, насамперед, членами ЄС, які реалізують політику обов'язкового використання біопалива [1].

Перший двигун, що працював на олії з насіння сосни (із перспективою використання як палива звичайної рослинної олії), був продемонстрований на Всесвітній виставці 1900 р. самим Рудольфом Дизелем. Але після тріумфальної ходи дешевого нафтового палива інтерес до біодизеля згас, відродившись лише в кризові 1970-ті. На комерційні рейки випуск біодизельного палива було поставлено у початку 1990-х, насамперед у тих країнах, що оцінили реальні довгострокові вигоди від застосування цього ресурсу і прийняли відповідні рішення щодо його підтримки.

Що таке біодизель? Термін «біодизель» дещо розмитий і не має чіткого визначення. Спочатку біодизелем називали суміш 95...70 % нафтового палива з 5...30 % олії. Проте наявність гліцерину в таких продуктах зумовлювала наявність нагару на розпилювачах форсунок, закоксовуванню поршневих кілець і «прогоряння» клапанів двигуна, що швидко виводило його з ладу. Сьогодні під біодизелем. Здебільшого, розуміють біопаливо на основі рослинних або тваринних жирів (олій), а також продуктів їхньої естерифікації.

Біодизельне паливо є найбільш економічним з альтернативних палив для виробництва. Воно є цілком сумісним з існуючими двигунами транспортних засобів і комерційних паливних систем розподілу і споживання. Виробляється зі суміші рослинної олії та метанолу. Значний інтерес викликають олії, отримані з ріпаку, соняшнику, сої, льону та продукти їх переробки. Теплота згоряння рослинних олій близька до теплоти згоряння традиційних дизельних палив. Їх можна використовувати для спалювання в дизелях у вихідному виді або після спеціальної хімічної обробки, а також у суміші з нафтовими й

альтернативними паливами. Основним компонентом рослинних олій є жирні кислоти, що представляють собою високомолекулярні сполуки, які містять кисень, з вуглеводною основою. Тому, всі рослинні олії є паливними і можуть застосовуватися як моторні палива. Низька випаровуваність і висока в'язкість рослинних олій виключає їхнє використання в бензинових двигунах, але вони можуть успішно застосовуватися як паливо для дизелів. Цьому сприяють, порівняно, невисока термічна стабільність рослинних олій і прийнятна температура їхнього самозапалювання, що ставить 280–320 °С, що лише трохи перевищує температуру самозапалювання дизельних палив (230–300 °С). При цьому цетанове число (ЦЧ) різних рослинних олій змінюється в межах від 33 до 50 одиниць, що порівняно з ЦЧ дизельних палив (40–55).

Основною сировиною для біодизеля є жирні, рідше – ефірні олії таких культур: – ріпак (Європа) – дозволяє одержати до 1190 л олії з гектара.

Ріпак – універсальна культура, на яку припадає близько 10 % загальній площі посівів олійних культур у світі. В Європі ріпак може скласти гідну конкуренцію соняшнику. Трохи поступаючись останньому і перевершуючи сою за олійністю, ріпак здатний щорічно давати стабільні врожаї у середньому 20...25 ц/га (середня врожайність соняшнику 10...12 ц/га). Поліпшуючи структуру ґрунтів та їхній фітосанітарний стан, збагачуючи їх азотом та іншими мікроелементами, ріпак є чудовим попередником зернових (особливо пшениці), значно збільшуючи їхню врожайність [2].

Біодизельне паливо можна використовувати у вихоро- і передкамерних дизелях, а також у двигунах із безпосереднім впорскуванням, як у чистому вигляді (в адаптованих двигунах), так і в сумішах із нафтовим паливом без змінення конструкції двигуна.

В умовах необхідності відродження територій регіону, постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, існує гостра необхідність максимальної активізації роботи у напрямі сприяння переходу зазначених територій на траєкторію сталого соціально-економічного розвитку. В результаті проведеної у цьому напрямі роботи підтвердилася позиція щодо необхідності розробки комплексної регіональної програми забезпечення сталого соціально-економічного розвитку радіаційно забруднених територій регіону. Вказана програма має бути зосереджена на реалізації заходів, які б у найближчій перспективі дали можливість забрудненим територіям сформувати власний економічний потенціал, що стане основою їх подальшого розвитку. Це завдання може бути вирішено за допомогою реалізації інноваційних проектів, спрямованих на розвиток постраждалих територій, створення виробництв, що забезпечать випуск рентабельної продукції. Одним із найбільш перспективних із таких проектів є започаткування вирощування на території забруднених районів енергетичних культур з організацією подальшого їх використання для виробництва біопалива (паливні пелети, гранули), будівельних матеріалів та інших цілей. Ряд енергетичних культур здатні відроджувати деградовані ґрунти, поліпшувати якість землі, зменшувати радіаційне забруднення ґрунту. Таким чином, започаткування масштабного проекту з виробництва та переробки енергетичних культур (міскантус, енергетична верба, ріпак, сорго та ін.) на території радіаційно забруднених територій може забезпечити досягнення комплексу економічних, соціальних та екологічних цілей та на цій основі сприяти переходу зазначених територій на траєкторію сталого соціально-економічного розвитку. Крім того, даний проект стане основою для започаткування широкомасштабної роботи по формуванню енергетичної незалежності регіону.

Впровадження у виробництво ріпаку на забруднених територіях буде ґрунтуватися на застосуванні еколого-безпечних технологій, які б забезпечували отримання високоякісної сировини та оптимально мінімізували затрати з метою підвищення рентабельності виробництва. Вивчення можливості одержання високих врожаїв ріпаку в умовах II зони радіоактивного забруднення Народицького району з метою одержання біоенергії (біодизеля) дасть змогу не лише покращити агроекологічний стан ґрунту, а й сприятиме підвищенню інвестиційної привабливості регіону [3].

Література

1. <https://www.syngenta.ua/news/ripak-ozimiy/cikavi-fakti-pro-ripak-ripakova-rapsodiya>.
2. https://pidru4niki.com/73001/ekologiya/sirovina_virobnitstva_biodizelnogo_paliva.
3. Шляхи реабілітації радіоактивно забруднених територій за вирощування енергетичних фітокультур. //О.В. Скидан, AGROECOLOGICAL JOURNAL, No. 1, 2016. С.136-138.

Кравченко К.О.¹, науковий співробітник кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Герліці Юрай¹, завідувач кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Лак Томаш¹, доцент кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Кравченко О.П.², професор кафедри автомобілів та транспортних технологій, д.т.н. професор
¹Жилінський університет (м. Жиліна, Словаччина);
²Державний університет «Житомирська політехніка»

СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПОВІТРЯ ПРИ ОБЕРТАННІ ГАЛЬМОВИХ ДИСКІВ

На сьогодні більшість транспортних засобів використовують дискові гальмівні механізми. Така конструкція має гарні показники надійності, забезпечує отримати ефективний метод гальмування та являється зручною у проведенні технічного обслуговування механізму. Удосконалення конструкції дискових елементів забезпечує підвищення ефективності гальмівних властивостей транспортних засобів і потребує додаткового обладнання для проведення досліджень [1].

Від ефективного гальмування залежить безпека транспортного засобу; проте, при обертанні тормозних дисків виникає аеродинамічний опір за рахунок руху повітря в вентиляційних каналах. Це явище відноситься до негативних факторів, що збільшують опір руху транспортного засобу.

Для оцінки опору повітря, який створюється в вентиляційних каналах гальмівних дисків розроблена конструкція стенду [2], яка складається з двох опор 1 та 2, на яких встановлені ідентичні електродвигуни 3, 4 постійного струму на постійних магнітах. Електродвигун 3 жорстко закріплений на опорі 1, електродвигун 4 закріплений з можливістю руху в осьовому напрямку по канавках 5 опори 2 (рис. 1, а). На опори 1 та 2 через підшипники 6 установлена вісь 7 імітаційної колісної пари з гальмівним диском 8. З одного боку, вісь 7 з'єднана через пружне зчеплення 9 з електродвигуном 3. Вісь 7 з'єднана з електродвигуном 4 через магнітно-радіальне зчеплення 10, яке містить внутрішній диск 11 і зовнішній диск 12. Електрична схема для визначення опору повітря при русі гальмівних дисків містить: джерело струму 13, амперметр 14, вольтметр 15, перемикач 16 і датчик оборотів 17 (рис. 1, б).

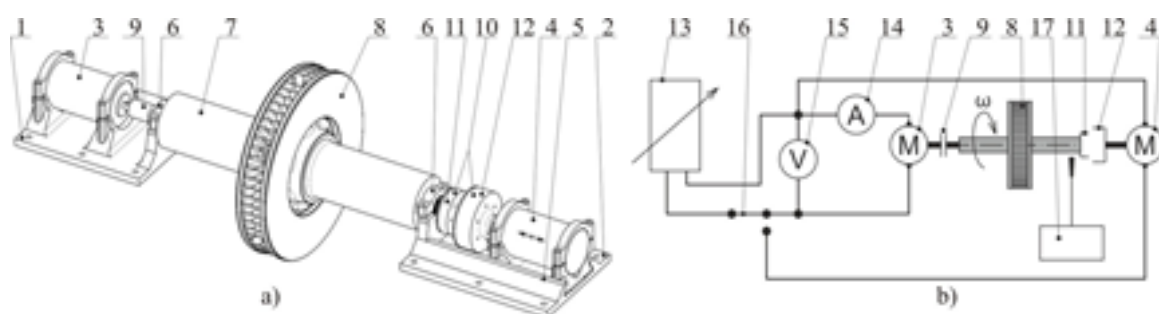


Рисунок 1 - Схема стенду для дослідження опору повітря при обертанні гальмівних дисків

Спосіб дозволяє визначення опору повітря при обертанні гальмівних дисків, який полягає в отриманні потужності опору повітря залежно від моменту інерції елементів обертання та уповільнювання при русі досліджуваних гальмівних елементів по інерції. Величина опору розраховується залежно від параметрів електродвигуна постійного електричного струму на постійних магнітах. Одночасно вимірюються параметри для визначення потужності та ефективності роботи електродвигуна залежно від умов випробування (температури, динаміки). На першому етапі включають джерело електричного струму та встановлюють необхідну напругу залежно від швидкості руху, яку необхідно досліджувати. Перемикач переведений на перший електродвигун, обертальний момент від першого електродвигуна передається на вісь імітованої колісної пари з гальмівним диском через пружне зчеплення. На другому етапі чекають встановленого рівномірного руху гальмівного диска; на третьому етапі з амперметра, вольтметра та датчика оборотів зберігаються значення струму, напруги та оборотів; четвертий етап - перемикач переводиться в положення другого електродвигуна, одночасно пересувається другий електродвигун в канавках опори для з'єднання внутрішнього та зовнішнього дисків магнітно-

радіального зчеплення, при цьому рух гальмівного диска та електродвигуна забезпечується другим електродвигуном, перший електродвигун генерує напругу за рахунок механічного з'єднання з віссю імітованої колісної пари, яка працює від другого електродвигуна. П'ятий етап - записуються дані з датчика оборотів, вольтметра (індукована напруга та кутова швидкість). Далі виконується розрахунок ефективності роботи першого електродвигуна в даному тепловому та динамічному стані і виконується розрахунок опору повітря при русі гальмівного диска.

Конструкція стенду дозволяє отримати:

- наближення умов проведення досліджень до реальних умов експлуатації;
- підвищення точності вимірювання опору повітря при обертанні гальмівного диска, урахуванням параметрів механічної частини вимірювального обладнання;
- оцінювання на стадії проектування ефективності конструкції вентиляційних каналів гальмівних дисків та їх вплив на опір руху транспортного засобу та зниження витрат на виготовлення натурального зразка гальмівного диска.

Визначення опору повітря при обертанні гальмівних дисків полягає в виконанні наступного технологічного процесу:

- увімкнути джерело струму 13 та встановити необхідну напругу в залежності від швидкості руху, яку необхідно досліджувати. При цьому перемикач 16 переведений на електродвигун 3. Обертаючий момент від електродвигуна 3 передається на вісь 7 імітованої колісної пари з гальмівним диском 8 через пружне зчеплення 9. Вісь 7 імітованої колісної пари встановлена на опори 1 та 2 через підшипники 6. Разом із віссю 7 імітованої колісної пари обертається встановлений на ній внутрішній диск 11 магнітно-радіального зчеплення 10;
- чекати встановлений рівномірний рух гальмівного диску 8;
- з амперметра 14, вольтметра 15 та датчику обертів 17 зберегти значення електричного струму I (А), напруги U (В) та обертів ω (рад/сек);
- перемикач 16 перевести в положення електродвигуна 4. Одночасно пересунути електродвигун 4 в канавках 5 опори 2 для з'єднання внутрішнього диску 11 та зовнішнього диску 12 магнітно-радіальне зчеплення 10. При цьому рух гальмівного диску 8 та електродвигуна 3 забезпечується електродвигуном 4. Електродвигун 3 генерує напругу за рахунок механічного з'єднання з віссю 7 іменованої колісної пари, яка працює від електродвигуна 4;
- зафіксувати дані з датчику обертів 17, вольтметра 15 (індуковану напругу U_i (В) та кутову швидкість ω_i (рад/сек));
- виконати розрахунок ефективності роботи η електродвигуна 3 в вибраному тепловому та динамічному стані за формулою:

$$\eta = \frac{U_i \cdot \omega}{U \cdot \omega_i}, \quad (1)$$

де U - напруга, В;

U_i - індукована напруга, В;

ω - кутова швидкість, рад/сек;

ω_i - кутова швидкість, яка вимірюється відповідно п. 4, рад/сек.

- виконати розрахунок опору повітря P (Вт) при обертанні гальмівного диску за формулою:

$$P = U \cdot I \cdot \eta. \quad (2)$$

Висновки. Використання запропонованого способу дозволить наблизити умови проведення досліджень до реальних умов експлуатації, підвищити точність вимірювання опору повітря при обертанні гальмівного диска, урахуванням параметрів механічної частини вимірювального обладнання. Використання запропонованого способу дозволить на стадії проектування оцінювати ефективність конструкції вентиляційних каналів гальмівних дисків на опір руху транспортного засобу та, тим самим, знизити витрати на виготовлення натурального зразка гальмівного диска.

Література

1. 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, pp. 1–27.
2. Кравченко К.О., Хаусер В., Герліці Ю. та ін. Спосіб визначення опору повітря при русі гальмівних дисків. Патент на винахід № 121929. 10.08.2020. Бюл. № 15

**Кравченко О.П., професор кафедри автомобілів
і транспортних технологій, д.т.н., професор
Чуйко С.П., аспірант кафедри автомобілів
і транспортних технологій**
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ КОМФОРТУ В САЛОНІ МІСЬКОГО АВТОБУСУ ЩОДО НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА

З розвитком сучасних кліматичних засобів, які використовуються на автобусах, компанії стикаються з дилемою: пасажирів цікавить додатковий комфорт транспортних засобів з кондиціонером, а системи кондиціонування повітря можуть зменшити економію палива у великих об'ємних комерційних автомобілях - до 50% і в середніх - більш ніж на 20%, при одночасному збільшенні шкідливих викидів у відпрацьованих газах (NO_x - майже на 80% і CO - на 70%) [1].

Метою роботи є визначення рівня зовнішніх і внутрішніх теплових навантажень салону міського автобуса і тепловтрат при відкритих дверях на планових технологічних зупинках.

Об'єктом дослідження є конструктивні параметри міського автобуса (на прикладі МАЗ-206) і умови його експлуатації, які впливають на мікроклімат.

Для вдосконалення нормування витрати палива міських пасажирських перевезень, важливим фактором слід вважати умови експлуатації транспортного засобу, що включають дорожні умови і режими руху. Ці фактори здійснюють основний вплив на витрату палива і середню швидкість руху.

Комфорт пасажирів в салоні автобуса є важливим показником якості надання транспортних послуг і вирішальним фактором у виборі режиму перевезення пасажирів. Відчуття теплового комфорту забезпечується факторами, які залежать від теплообміну між тілом людини і навколишнім середовищем.

Основними визначальними факторами мікроклімату в салоні автобуса, при його експлуатації в літній період, є повітрообмін, який забезпечує нормований перепад температури в салоні з зовнішнім середовищем а також рухливості і вологості внутрішнього повітря. Необхідний повітрообмін салону визначається з умов асиміляції від сонячної радіації і пасажирів. Розрахунок надходження тепла через елементи облицювання конструкцій автобуса ускладнюється істотними змінами температури зовнішнього повітря і ще більше коливаннями теплового потоку на зовнішніх поверхнях від сонячного випромінювання. При цьому важливим є надходження тепла від присутніх пасажирів, яке також залежить від параметрів зовнішнього повітря.

Теплова рівновага в салоні автобуса настає тоді, коли вхідні теплові потоки відповідають тепловим потокам, які виходять з салону. Відповідно, рівняння теплового балансу в загальному вигляді салону автобуса матиме вигляд [2]:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = \sum_{j=1}^m Q_j, \quad (1)$$

де Q_i - теплонадходження в салон, Вт; Q_j - тепловідвід із салону, Вт; n - кількість складових, які задіяні в теплонадходженні; m - кількість складових, які задіяні в тепловідводі.

Загальне теплове навантаження в салоні автобуса можна записати у вигляді:

$$Q = Q_{\text{body}} + Q_{\text{grass}} + Q_{\text{sun}} + Q_{\text{passenger}} + Q_{\text{others}}, \quad (2)$$

де Q_{body} , Q_{grass} - конвективні теплонадходження, відповідно через непрозорі поверхні салону і вікна, Вт; Q_{sun} , $Q_{\text{passenger}}$, Q_{others} - сонячне випромінювання, тепловиділення від людей, теплові навантаження від агрегатів і вузлів, Вт.

Розрахунками [2] було встановлено, що найбільш важливими факторами, які впливають на температуру повітря в салоні автобуса є: пасажироприсутність, температура повітря в салоні на момент початку руху по маршруту, температура зовнішнього повітря, час руху автобуса з пасажиром, протягом якого включений кондиціонер, час посадки-висадки пасажирів на технологічних зупинках.

Оскільки комфорт - це суб'єктивне поняття, то ефективність охолодження салону автобуса, доцільно проводити за температурно-часовою характеристикою повітря в контрольних точках, розташованих в зоні розміщення пасажирів по обидві сторони салону. Експериментально визначені значення температури і швидкості повітря в салоні при русі автобуса з закритими дверима і в момент планової технологічної зупинки з відкритими дверима.

При вивченні впливу відкривання дверей на тепловий комфорт в салоні автобуса встановлено, що тиск повітря в салоні з працюючим кондиціонером дещо вищий тиску атмосферного повітря за межами автобуса. Залежно від напрямку і швидкості вітру, різниці температур зовнішнього і внутрішнього

повітря, тиск безперервно змінюється. Варіація повітряного розподілу, при відкритих дверях на зупинці свідчить, що повітря, яке знаходиться в салоні, має менше температурне значення і при відкритті дверей виходить з салону нижньою частиною дверного отвору. Верхньою частиною, відповідно заходить більш тепле повітря із зовнішнього середовища. Схема повітрообміну через дверний отвір з параметрами автобуса МАЗ-206 на зупинці представлена на рисунку 1.

Взаємозв'язок тепловтрат кондиціонера розглянуто з урахуванням обробки їх повітря по $i - d$ діаграмі вологого повітря. Визначено реперні позначки. Температура повітря, що надходить в салон приймається на $4 - 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ менше, ніж температура повітря в салоні. Для того, щоб уникнути зайвих витрат енергії на охолодження повітря, що потрапляє в салон автобуса, проводиться рециркуляція внутрішнього повітря. В режимі рециркуляції повітря забирається безпосередньо з салону автобуса і відповідно зменшуються витрати на привід компресора кондиціонера.

Процес охолодження в початковій стадії здійснюється без зміни вологості. Надалі з повітря видаляється конденсат, вологоємність повітря зменшується до температури теплообмінної поверхні кондиціонера. Фактично рух повітря в теплообміннику кондиціонера нерівномірний і турбулентний, завдяки чому повітря, що знаходиться у теплообмінній поверхні, змішується з повітрям, що знаходиться далеко від теплообмінної поверхні.

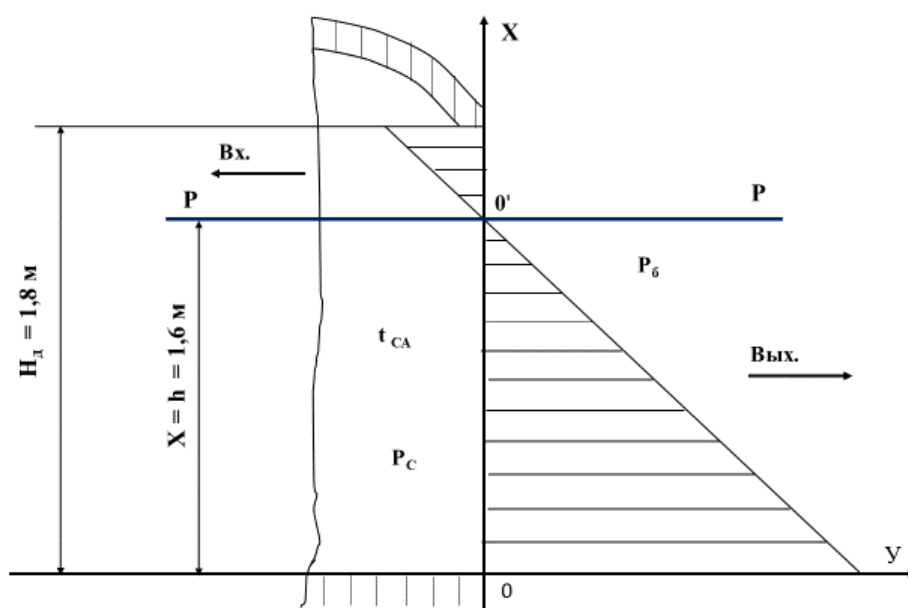


Рис. 1. Схема повітрообміну через дверний отвір автобуса на зупинці

Встановлено, що при середньому часу стоянки автобуса на технологічній зупинці величина теплопритоків в салон становить 106 Вт. Крім того, через відчинені двері автобуса за цей час в салон надходить близько 1 м^3 зовнішнього повітря. При максимальній тепловій потужності автобусного кондиціонера REVO-250, яким укомплектований автобус МАЗ-206, час для видалення надлишків тепла, яке надійшло в період стоянки на зупинці, становить 50 с.

Висновки. Стабілізація тепловіддачі і її кількість дозволяє знизити вплив теплової інертності системи кондиціонування на температурний режим повітря в салоні, реалізувати індивідуальне коригування температури повітря в салоні в межах 40% від потужності кондиціонера, а також використовувати систему кондиціонування, як акумулятор кліматичного режиму. Такий підхід дозволить знизити витрату палива автобусом з кондиціонером при виконанні транспортного процесу в літній період експлуатації.

Література

1. R. Farrington and J. Rugh. Impact of Vehicle Air Conditioning on Fuel Economy, Tailpipe Emissions, and Electric Vehicle Range. Washington, D.C. October 31, 2000. National Renewable Energy Laboratory 1617 Cole Boulevard Golden, Colorado 80401-3393
2. Кравченко О.П., Чуйко С.П. Дослідження параметрів повітря в салоні міського автобуса / О.П. Кравченко, С.П. Чуйко // Транспорт і логістика: проблеми та рішення: Збірник наукових праць за матеріалами IX-ї Міжнародної науково-практичної конференції (22 - 24 травня 2019 р.). – Одеса: КУПІРІЄНКО СВ, 2019. – С. 154-156.

Кривошапов С.И., доцент каф. ТЭСА, канд. техн. наук, доцент
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЭКСПРЕСС ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ СМАРТФОНА

Расход топлива – один из показателей, характеризующего общее техническое состояние транспортного средства. Количество подаваемого топлива в цилиндры двигателя соотносится с количеством воздуха и зависит от: качества наполнения и своевременного воспламенения топливовоздушной смеси, выпуска отработавших газов, теплового состояния и качества смазки деталей двигателя.

Любая передача энергии вызывает трение и потерю энергии, как следствие, повышение расхода топлива. Поступательные и вращательные движения деталей в двигателе, привод вспомогательного оборудования, передача и изменение крутящего момента в трансмиссии, перемещение подрессоренной и неподдресоренной масс подвески и кузова автомобиля, гистерезисные потери в шинах, состояние рулевого и тормозного механизмов – также влияют на расход топлива.

По данным [1] в среднем только одна десятая часть энергии расходуется на движение автомобиля, а остальная – на нагрев окружающей среды и изменение состояния автомобиля, т.е. безвозвратно теряется. Точное количество полезной энергии и потерь зависит от работы автомобиля: нагрузочного и скоростного режимов движения – веса автомобиля, скорости движения, передаточного числа коробки передач и главной передачи, динамического радиуса колеса.

Современные автомобили оборудованы системой самодиагностирования. Состояние основных параметров работы автомобиля можно получить через диагностический разъем OBD-II (On-board diagnostics). Стандарт предусматривает следующие протоколы передачи данных: ISO 9141-2, ISO 14230 (Keyword Protocol 2000), SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM, ISO 15765-4 CAN (Controller Area Network).

Организация приема и передачи данных через разъем осуществляется диагностическим оборудованием – сканерами. Например, фирма Bosch производит сканеры KTS серии 200, 250, 340, 350, 525, 530, 540, 560, 570, 590, 670, 800 [2]. Это достаточно дорогое оборудование, которое используется на станциях технического обслуживания. Существуют сканеры других производителей.

Водители автомобилей могут использовать недорогие адаптеры, на основе микросхемы ELM327 (микроконтроллер PIC 18F2480 с прошивкой), которая разработана фирмой Elm Electronics. Адаптер является мостом между диагностическим разъемом и компьютером. Существуют исполнения: проводное (USB) или беспроводное (Bluetooth/Wi-Fi). Программное обеспечение и драйверы поддерживает операционные системы Android/iOS/Windows.

В настоящее время в адаптере ELM327 реализовано 9 протоколов: SAE J1850 PWM (41,6 кбод); SAE J1850 VPW (10,4 кбод); ISO 9141-2 (5 бод инициализация 10,4 кбод); ISO 14230-4 KWP (5 бод инициализация 10,4 кбод); ISO 14230-4 KWP (быстрая инициализация 10,4 кбод); ISO 15765-4 CAN (11 бит ID, 500 кбод); ISO 15765-4 CAN (29 бит ID, 500 кбод); ISO 15765-4 CAN (11 бит ID, 250 кбод); ISO 15765-4 CAN (29 бит ID, 250 кбод).

Информация, которая может быть получена через диагностический разъем с помощью адаптера ELM327, зависит от производителя и марки автомобиля. Данные о расходе топлива, скорости автомобиля и частоте вращения коленчатого вала двигателя предоставляет практически все современные автомобили. Путем наблюдения за расходом топлива в процессе эксплуатации автомобиля при определенных режимах движения можно оценить общее техническое состояние автомобиля и предупредить о чрезмерном потреблении топлива.

Для работы с адаптером ELM327 разработаны специализированные программы: Torque Pro, PCMScan Toad Pro, ScanTool AutoEnginuity, OBD II Auto Doctor, Movi Pro, EOBD Facile, EasyOBD, ScanMaster-ELM и др. Их основная функция: считывание кодов неисправности, визуальное представление основных параметров автомобиля, тестирование исполнительных систем. К этим средствам обращаются периодически. Длительное наблюдение за одним или несколькими параметрами, анализ соотношений параметров между собой, выявление рассогласования и постановка диагноза в этих программах не реализовано.

Целью данного исследования является разработка программного обеспечения для непрерывного мониторинга расхода топлива на автомобиле.

Программа устанавливается на смартфоне (smartphone — умный телефон) водителя. Её необходимо запустить перед началом движения автомобиля. Адаптер ELM327 постоянно подключен к OBD II. В процессе работы программа периодически собирает сведения о расходе топлива при определенных скоростях автомобиля или оборотах коленчатого вала двигателя. Полученная информация сохраняется в базе данных на мобильном устройстве.

Отдельный модуль программы анализирует изменение расхода топлива во времени, сравнивает с предельными заданными или расчетными значениями, сигнализирует о превышении расхода топлива

относительно нормы. Для расчета эталонных значений расхода топлива можно использовать методику проф. Говорущенко Н.Я. [3, 4], которая позволяет по техническим параметрам автомобиля рассчитать норму расхода в л/100 км. Также данная методика применялась для корректировки расхода топлива от температуры и давления окружающего воздуха.

Программа создавалась в интегрированной среде Embarcadero® RAD Studio 10.4 на языке программирования Delphi. Эта среда позволяет компилировать программы, которые смогут работать под управлением операционных систем Android, IOS, Windows с 32 или 64 разрядностью [5].

Более 85 % мобильных устройств работают под управлением ОС Android (разработчик Open Handset Alliance и Google). Поэтому программа была разработана и протестирована для смартфона под управлением Android версии 4.2. Связь смартфона с ELM327 реализовано для Bluetooth версии 2.0. Скорость обмена настраивается. В качестве хранилища данных была использована локальная встраиваемая база данных SQLite версии 3.3 [6].

Рабочая зона экрана программы имеет несколько вкладок (режимов): параметры автомобиля; мониторинг данных от ELM327; расчет расхода топлива; работа с базой данных; анализ результата.

Программа хранит технические данные автомобиля, необходимые для расчета расхода топлива. Эти данные можно просматривать и редактировать. Каждому автомобилю присваивает уникальный идентификатор, который заносится в базу. Это позволяет объединять данные с разных устройств в единое хранилище для всех автомобилей предприятия.

В режиме мониторинга на экране смартфона отображаются следующие данные: путевой расход топлива (л/100 км); часовой расход топлива (л/ч); скорость автомобиля (км/ч); частота вращения коленчатого вала (об./мин.); температура воздуха окружающей среды (°C); температура всасываемого воздуха (°C); температура охлаждающей жидкости двигателя (°C); давление топлива в рампе (кПа); абсолютное давление во впускном трубопроводе (кПа); расход воздуха (г/с); абсолютное положение дроссельной заслонки (%); относительное положение дроссельной заслонки (%); атмосферное давление (кПа); температура масла в двигателе (°C).

Регистрация расхода топлива выполнялась только для прогретого двигателя, когда температура охлаждающей жидкости и масла стабилизированы.

Математическая модель [3] связывает расход топлива со скоростью автомобиля $Q(V)$ на режиме установившегося движения. Поэтому, в программе замеряется текущая скорость автомобиля, а расход топлива заносится в базу только тогда, когда скорость не меняется более чем на $\pm \Delta V$ за время t .

Если автомобиль неподвижен с включенным двигателем, то в базу данных заносится часовой расход топлива и обороты коленчатого вала двигателя, когда $n_{max} - n_{min} < \Delta n$ за время t .

Для каждой записи фактического расхода топлива программа рассчитывает теоретическое значение расхода по методике [3]. Дополнительно необходимо указать степень загрузки транспортного средства.

Соотношение частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости автомобиля, с учетом передаточного числа главной передачи и радиуса колеса, определяют передаточное число коробки передач, необходимого для расчета расхода топлива.

Можно просматривать и удалять записи в базе, настраивать частоту регистрации расхода топлива.

Программа в графическом и табличном виде выдает результат расхода топлива. Определяет характеристику изменения расхода топлива от времени эксплуатации $Q(t)$.

Внедрение систем диагностирования транспортных машин на основе сетевых и компьютерных технологий позволяет оперативно и в удобной для пользователя форме извещать об отклонениях нормального функционирования объекта и наступлении возможных отказах.

Контроль работоспособности автомобиля переносится на программное обеспечение, встраиваемое в постоянно доступный для водителя смартфон.

Литература

1. Кривошапов С.И. Алгоритм расчета КПД транспортных машин / С.И. Кривошапов, Е.Ю. Говорущенко // Весник ХНАДУ. – 2003. – № 20. – С. 34-36.
2. Официальный сайт дилера по продаже и обслуживанию диагностического оборудования BOSCH [Электронный ресурс] / Bosch. - Режим доступа: <https://www.bosch-kts.ru>
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. - 474 с.
4. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н.Я. Говорущенко, С.И. Кривошапов. // Автомобильный транспорт : Сб. научн. тр. – 2004. - № 15. – С. 21-25.
5. Осипов Д.Л. Delphi. Программирование для Windows, OS X, iOS и Android. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.: ил. — (Профессиональное программирование).
6. Леонов В. Обучение мобильной разработке на Delphi. - М.: Embarcadero, 2015. — 332 с. — (Проектное обучение).

**Кужель В.П., к.т.н., доцент;
Оринський І.А., магістрант**

Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЧНИХ КОРОБОК ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ

Відмітимо, що сучасні умови експлуатації автомобілів характеризуються значною напруженістю руху з частими зупинками й інтенсивним розгоном. Тому сформулюємо вимоги, що ставляться до коробок перемикання передач (КПП), які повинні забезпечувати наступні показники:

- підвищення паливної економічності і продуктивності автомобіля;
- безпеку, ергономіку, комфортність керування автомобілем;
- надійність у встановлених межах;
- зниження сукупних витрат на виробництво, обслуговування і експлуатацію;
- забезпечення вимог і стандартів нормативної документації.

В свою чергу до автоматичних коробок перемикання передач (АКПП) висуваються ще додаткові специфічні вимоги:

- широкий діапазон регулювання параметрів потужності (крутного моменту і кутової швидкості), що забезпечує високі тягово-швидкісні властивості автомобіля;
- високий ККД на основних робочих режимах, що забезпечує економічні та швидкісні властивості автомобіля;
- зручний автоматизований процес перемикання передач повинен забезпечувати плавну й швидку зміну передаточного відношення, а також вберегти трансмісію від можливих помилок водія.

Отже, оснащення автомобілів АКПП дало змогу різко знизити обсяг навантаження, покладеного на водія під час руху, а також сприятливо позначилось на ходовій частині, двигуні та швидкісних характеристиках автомобіля. Надійність і простота експлуатації визначили подальше широке використання цього винаходу.

Сьогодні автоматичні АКПП застосовуються і на легкових, і на повнопривідних автомобілях, і навіть на вантажному транспорті. Весь різновид АКПП, що застосовуються, умовно можна розділити на два типи. Основна відмінність цих типів полягає в системах керування і контролю за роботою КПП. До першого типу АКПП належать гідромеханічні, а до другого - роботизовані КПП. Окремим видом автоматичних КПП є безступінчастий варіатор [1].

Сформулюємо класифікацію АКПП:

- гідромеханічна АКПП;
- роботизована АКПП;
- роботизована АКПП з двома зчепленнями» (DSG);
- автоматична коробка перемикання передач Multitronic (варіатор (CVT)).

Автоматичні коробки перемикання передач дають змогу водієві під час руху не відволікатися на процес перемикання передач. На відміну від простої механічної трансмісії, в якій використовують паралельні вали і шестерні, що зчіплюються між собою шестерні, в гідромеханічних КПП використовують планетарні передачі. Проте сучасні тенденції розвитку і жорсткі екологічні, паливні і економічні норми, вимагають від автовиробників створення автоматичних трансмісій з вищим коефіцієнтом корисної дії (ККД) і швидкодією, чого гідромеханічні АКПП не в змозі повністю забезпечити. Тому наступною розробкою стали роботизовані КПП, в яких функцію керування перебрав на себе електронний блок керування.

В свою чергу роботизовані коробки можуть мати електричний або гідравлічний привід зчеплення та передач. В автоматичному режимі команда на зміну передачі надходить від комп'ютера, що враховує швидкість руху, оберти двигуна, дані бортових систем. Основним недоліком РКПП є великий час перемикання передач (до 2 с), що призводить до провалів і ривків у динаміці автомобіля і знижує комфорт від керування транспортним засобом [2].

Вирішення зазначеної проблеми було знайдено в застосуванні КПП з двома зчепленнями, що забезпечило перемикання передач без розриву потоку потужності. Таке технічне рішення реалізовано в коробках DSG, S-Tronic (час перемикання передач 0,03 – 0,04 с). У таких коробках є два вторинних вали з розташованими на них веденими шестернями і синхронізаторами - як у шестиступінчастій механічній трансмісії. Весь секрет у тому, що первинних валів є теж два: вони вставлені один в одного. Кожен з валів з'єднується з двигуном через окреме багатодискове «мокре» зчеплення (рис. 1.).

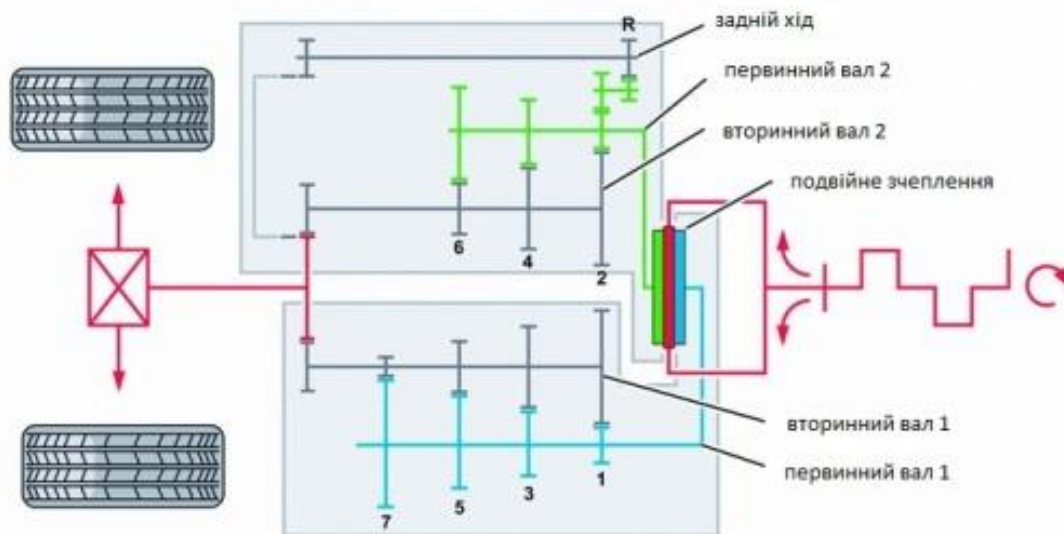


Рис. 1. Принципова схема роботизованої коробки перемикання передач з двома зчепленнями

Не дивлячись на переваги, основними недоліками роботизованих коробок перемикання передач (РКПП) з двома «мокрими» зчепленнями залишаються: складність конструкції, велика кількість оливи і досить висока маса самої коробки.

Досконалішою конструкцією РКПП стала КПП з двома зчепленнями, а саме 7-ступінчаста РКПП типу DSG з двома «сухими» зчепленнями. У порівнянні з 6-ступінчастою DSG нова коробка використовує «сухі» фрикційні муфти, тобто працюють не в мастильній ванні. В результаті одержали подальше зниження витрати палива і шкідливих викидів, більше комфорту і задоволення за кермом. Крутний момент від двигуна до коліс у РКПП з двома зчепленнями передається без чіткого розриву під час перемикання, завдяки тому що одне зчеплення починає розмикатися тоді, коли інше замикається.

Проаналізуємо ще один вид автоматичних КПП - варіатори - цей тип коробки передач також називають безступінчастим коробкою передач або CVT. Зміна передавального відношення здійснюється вручну або автоматично. Варіатори бувають конусні, кулькові, багатодискові, торові, хвильові та клинописові. Приклад АКПП типу Multitronic, які дають можливість плавно змінювати передавальні відношення між вхідним і вихідним валами (рис. 2).

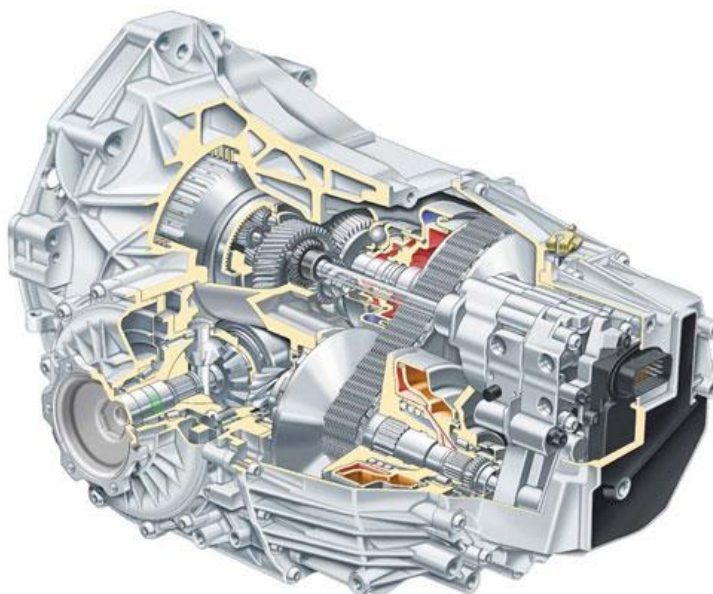


Рис. 2. Автоматична коробка перемикання передач Multitronic

В більшості випадків станом на сьогоднішній день в автомобілях використовуються клинопасові варіатори фрикційного типу. Принцип роботи таких варіаторів полягає у зміні діаметрів шківів. Передача моменту між шківками відбувається через ремінь, який складається з великої кількості металевих пластин, з'єднаних між собою, як правило, металевою стрічкою. Відмітимо, що переваги коробки передач Multitronic пов'язані, в першу чергу, з її економічністю і відсутністю втрат у динаміці. Динамічні показники автомобіля з Multitronic і 5-ти ступінчастою механічною КПП - однакові. Ще переконливіше виглядають відмінності Multitronic порівняно зі стандартною автоматичною трансмісією, де, незважаючи на всі удосконалення, втрати потужності все ще залишаються. Система Multitronic, порівняно з найсучаснішими АКПП, також забезпечує незрівнянно більш м'який і плавний хід. Multitronic робить перемикання передач абсолютно непомітним: ця трансмісія працює абсолютно без ривків, а перемикання відбувається за частки секунди.

Як підсумок, сформулюємо переваги та недоліки сучасних автоматичних коробок перемикання передач у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Переваги та недоліки сучасних автоматичних коробок перемикання передач

Вид АКПП	АКПП з гідротрансформатором	Роботизована АКПП	Роботизована АКПП з двома зчепленнями	Варіатор
Переваги	- висока надійність і довговічність конструкції; - простота керування; - високий рівень комфорту; - автомобіль може легко адаптуватися до режиму водіння.	- простота в керуванні; - ККД на рівні з механічною КПП; - можливість обирати режим роботи.	- має характеристики механічної коробки передач і поєднує їх з комфортом і зручністю автоматичної коробки передач; - високі динамічні показники; - плавність перемикання передач; - високий ККД; - високий рівень комфорту; - можливість обирати режим роботи трансмісії; - перемикання відбувається без втрати потужності. - здійснюється безперервна передача крутного моменту; - найвищий ККД; - високі динамічні показники роботи; - високий рівень комфорту керування автомобілем; - оптимальна паливна ефективність; - ефективне використання потужності двигуна за рахунок максимальної коригування навантаження ходової частини з частотою обертання колінчастого вала	
Недоліки	- низький, порівняно з іншими КПП ККД; - низькі динамічні показники; - більш високі витрати на технічне обслуговування; - більш висока витрата палива.	- затримки при перемиканні (великий час перемикання передач (до 2 с), що призводить до провалів і ривків у динаміці автомобіля і знижує комфорт від керування транспортним засобом). - має фіксовану кількість передач, трансмісія не завжди дозволяє підтримувати найкращу частоту обертання двигуна; - висока вартість; - більша вага порівняно зі звичайною механічною КПП; - дороге обслуговування.	- обмеження щодо передачі крутного моменту; - порівняно низький ресурс (з клинопасовою передачею). - висока технологічна складність конструкції; - дороге обслуговування.	

Література

1. Hashchuk P. Optimal laws of gear shift in automotive transmissions / P. Hashchuk, R. Pelo // ECONTECHMOD. An International quarterly journal. — Lublin-Rzeszow, 2018, - Vol. 07, No. 2 - P. 59-69.
2. Кужель В.П. Забезпечення ефективності діагностування електронних систем керування двигуном // Кужель В. П., Пасічник Я. Ю., Дмитренко Р. М. // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/6940/5915> 2.

Макаров В.А., проф., д.т.н., доц.,
Макарова Т.В., доц., к.е.н.
Вінницький національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ ПОЛІПШЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ РЕГІОНУ В УМОВАХ ПОВОРОТУ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТУ

Діяльність автотранспортної техніки (АТ) пов'язана з існуванням сучасного суспільства і пронизує усі сфери життя планети, а саме: науку і техніку, первинну природу Землі, культуру і духовність людства. Необхідною є філософська оцінка автомобільної техніки з метою визначення основних горизонтів і напрямів для орієнтування її прогресу [1]. Загальні питання поліпшення структури та функціонування сьогодишньої автотранспортної системи регіону (АТСР) досліджено на прикладі Німеччини, що є економічно розвиненою країною з найкращим автомобілебудуванням та використанням АТ.

В ФРН розглянуто аспекти зміни напрямів розвитку транспорту (ЗНРТ), з метою підвищення екологічного рівня структури та функціонування транспортних засобів. Означені ЗНРТ планують виконувати разом з переробкою підходів до формування структури всієї системи господарства регіонів та країни в цілому.

Наведені роботи признані доцільними у зв'язку з висновками Міжнародної групи експертів по зміні клімату на планеті [2]. Визнано, що подальше потепління на 1,5 °C обумовить збільшення засух, штормів, паводків тощо. Збільшення температури на 2°C може ініціювати некеровані кліматичні катаклізми. Тому, для підвищення екологічного рівня планетарної системи, вирішено скоротити глобальні негативні викиди в довкілля: вдвічі до 2030 року і до нуля – до 2050 року.

Щодо функціонування транспорту, актуальним має бути наступне:

- двигуни внутрішнього згоряння – це «вчорашній день», ДВЗ не є натеper пріоритетними системами;
- у 2035 році автомобілі в ФРН будуть працювати на електричній енергії, що отримується та поновлюється від сонця, вітру і води;
- приватні легкові автомобілі грають другорядну роль;
- головними транспортними засобами слід вважати електробус, поїзд і велосипед;
- діяльність вантажних автомобілів має бути по можливості виведена за часом і простором за межі населених пунктів, зон відпочинку мешканців та інтенсивного ведення сільськогосподарських робіт.

Таким чином планується обумовити розв'язання важливих соціальних і природоохоронних задач. Але втілення в життя означених планів не повинно значуще вплинути на ефективність господарчої діяльності регіонів і країни, а також зменшити мобільність переміщення мешканців.

З наведеної вище інформації випливає проблема відсутності механізму для розгляду сумісної дії значущих факторів при забезпеченні раціонального функціонування автотранспортної системи регіону, в умовах повороту напряму розвитку транспорту.

Мета дослідження – формування принципової схеми для аналізу ефективності сумісної дії факторів, що суттєво впливають на функціонування автотранспортної системи регіону.

Мнемосхема моделі (рисунок 1) містить два протилежних поля тяжіння, які обумовлені діями двох факторів:

- інтенсивністю руху автомобілів (показана на правій вісі);
- аварійністю на дорожній мережі регіону (показана на лівій вісі).

В структуру моделі АТСР включені шість основних компонентів:

- розвинена АТСР (компонент 1), яка може бути створена за результатами дії компонентів 2-6;
- зміна напряму розвитку транспорту (компонент 2), виникнення якого впливає з теперішнього незадовільного стану довкілля;
- заклад, в якому продуктивно співпрацюють спеціалісти з транспортної поліції, автомобільної та шинної промисловості, наукові та медичні працівники (компонент 3, що має розв'язувати завдання з аварійності на транспорті за сценаріями діяльності VUFO [4]);
- всеукраїнська спілка автомобілістів, яка буде забезпечувати допомогу водіям країни, як це робить ADAS в ФРН (компонент 4) [5];
- професійні водії або штучний розум, що в змозі розв'язувати складні транспортні сценарії (компонент 5);
- елементи інтелектуальних транспортних систем (ІТС), які діють в існуючій АТСР (компонент 6) і є основою для впливу компонентів 2-5.

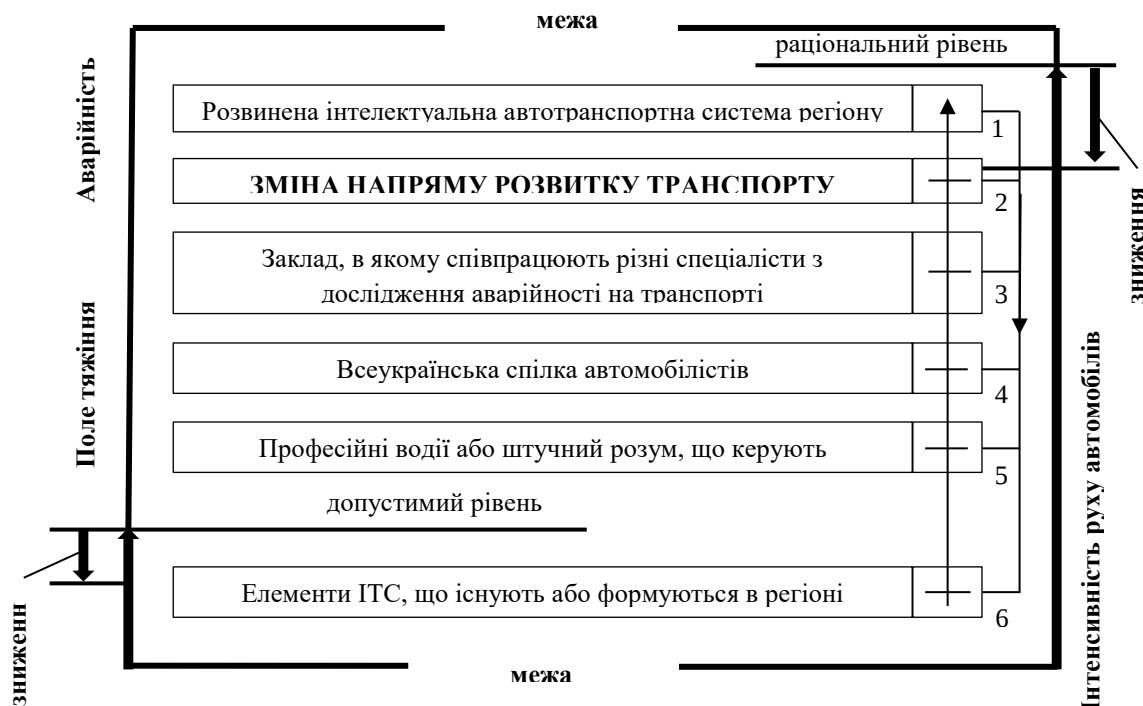


Рис. 1. Мнемосхема, яка візуалізує модель розвитку автомобільної транспортної системи регіону в умовах зміни напрямку розвитку транспорту

Висновки. При досягненні раціонального балансу між інтенсивністю руху автомобілів та аварійністю на автодорогах регіону, суттєва зміна напрямків розвитку транспорту може внести значущі корективи в параметри і співвідношення інтенсивності та аварійності.

Для отримання остаточних результатів необхідно додатково урахувувати наступні підходи:

- планування розміщення житлових районів з урахуванням виконання побутових і санітарних функцій;
- вивчення намірів мешканців регіонів та інвесторів тощо.

Література

1. Макаров В.А. Про оцінку можливості та необхідності методологічної підтримки напрямів розвитку сучасної автомобільної техніки / В.А. Макаров, Т.В. Макарова // Вісник Вінницького політехнічного інституту» № 2 (149). 2020. – С. 89-98.
2. Ruth Blanck, Johanna Kresin, Stefan Klinski Umweltrecht an der HWR Berlin Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und internationale Beispiele. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-reformbedarf-der>.
3. Landwirtschaft und klima. <https://www.greenpeace.de/landwirtschaft-und-klima>. Заголовок з екрану.
4. Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden. Режим доступу: <http://www.vufo.de/>. - Заголовок з екрану.
5. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC). Режим доступу: <http://www.adac.de/>. - Заголовок з екрану.

Мармут І.А., доц., к.т.н., доц.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛІСНОЇ ПОТУЖНОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ ПДС-Л ПРИ НАЯВНОСТІ ГІДРОПРИВОДУ

Показники тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобілів та їх двигунів в умовах експлуатації визначають за допомогою роликів тягових стендів.

В якості навантажувально-приводного пристрою (НПП) для тягово-гальмівних стендів найбільш підходящі характеристики мають машини постійного і змінного струму. Однак, вони мають велику масу і габарити. Тому вони застосовуються на стаціонарних діагностичних стендах.

Альтернативою електричним машинам є гідравлічні насос-мотори, які застосовуються як елементи гідроприводу в верстатобудуванні. Найбільш придатними для НПУ діагностичного стенда є аксіально-поршневі насос-мотори типу МНА або Bosch Rexroth серії A6VM [1]. Силові характеристики цих гідромашин залежать від робочого об'єму і номінального тиску. Ці пристрої можуть працювати як в насосному режимі, тобто в якості гальмівного пристрою, так і в режимі гідромотора (руховий режим). Переваги гідроприводу – висока енергоємність, малі габарити і маса [2].

Тягово-гальмівний стенд інерційного типу є у складі пересувної діагностичної станції для легкових автомобілів (ПДС-Л) на кафедрі технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ. Для забезпечення необхідних режимів роботи стенд має навантажувально-привідний пристрій (НПП) гідравлічного типу – РМНА-63/320. Виконання вимог до точності і якості перевірки тягових властивостей автомобілів забезпечується крім геометричних параметрів також метрологічними характеристиками стенду: типом вимірювальної системи (ВС) і закладеною методикою реєстрації діагностичних параметрів.

Про технічний стан двигуна можна судити по потужності, що їм розвивається. Безпосередньо заміряти потужність двигуна важко і складно. Побічно про потужність двигуна можна судити по потужності, підведеної до коліс. При технічно справному двигуні легкового автомобіля до коліс підводиться не менше 70% максимальної потужності при даній частоті обертання колінчастого вала.

У гідронасосах гальмівний момент прямо пропорційний перепаду тиску на вході і виході. Для обраного мотор-насоса (РМНА-63/320) найбільший перепад досягає 24 МПа. Якщо максимальний тиск на виході буде 25 МПа, а тиск підживлення 1 МПа, то гальмівний момент, Н·м, визначається за формулою:

$$M_H = \frac{0,16 \cdot V_0}{\eta} \cdot \Delta P, \quad (1)$$

де V_0 – номінальна подача на один оборот (63 см³/об); η – ККД гідросистеми (середня величина становить 0,89).

Підставивши чисельні значення, отримаємо: $M_H = \frac{0,16 \cdot 0,63}{0,89} \cdot \Delta P = 11,3 \cdot \Delta P$.

При зміні ΔP в межах від 10 до 25 МПа крутний момент буде змінюватися в межах 110...280 Н·м.

Потужність, що розвивається двигуном автомобіля, кВт, можна обчислити за формулою

$$N_{ДВ} = \frac{P_K}{\eta_{ТР}} = \frac{P_K \cdot V_a}{0,92 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = 0,302 \cdot 10^{-3} \cdot P_K \cdot V_a, \quad (2)$$

де P_K – тягова сила на колесах автомобіля, Н; η – ККД трансмісії автомобіля.

Зусилля P_K , Н, з достатньою точністю можна визначити за формулою (для стенда ПДС-Л):

$$P_K = \frac{11,3 \cdot \Delta P}{r_p} = \frac{11,3 \cdot \Delta P}{0,11935} \approx 94,68 \cdot \Delta P. \quad (3)$$

Підставимо (3) у формулу (2): $N_{ДВ} = 0,302 \cdot 10^{-3} \cdot 94,68 \cdot \Delta P \cdot V_a = 28,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a$.

Наприклад, при $\Delta P=25$ МПа і $V_a=50$ км/год $N_{ДВ}=35,7$ кВт. При визначенні P_K не врахована величина $G_a \cdot f \approx 200$ Н (втрати на кочення коліс по роликам стенда). Тому, отриману потужність слід в середньому зменшити приблизно на 5%, тобто $N_{ДВ}=0,95 \cdot 35,7=33,9$ кВт.

Остаточна формула для визначення потужності запишеться так:

$$N_{ДВ} = 0,95 \cdot 28,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a = 27,2 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P \cdot V_a. \quad (4)$$

Перепад тиску в гідросистемі можна заміряти спеціальними датчиками тиску.

Література

1. Гидромоторы аксиально-поршневые Bosch Rexroth серії A6VM. [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа: https://hydromotor.com.ua/radialno_porshnevy_e_hydromotory/bosch-rexroth.
2. Мармут И.А., Мармут Н.И. Использование объемного гидропривода для инерционных роликотендов // Материалы международной научно-практической конференции «Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования», (20-21 марта 2014 г.), Воронеж, Воронежская государственная лесотехническая академия, т.1, с. 259-263.

Огневий В.О., канд. екон. наук, доцент
Огороднік Я.Ю., магістрант
Вінницький національний технічний університет

ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ

На практиці в даний час відбуваються грубі порушення в технологічному процесі технічної експлуатації газобалонної апаратури (ГБА), які негативно впливають на екологічну обстановку в житловій зоні міста, завдають шкоди здоров'ю людей, а також можуть бути причиною вибуху і спричинити матеріальні збитки і людські жертви, так як важкий вуглеводневий газ, погано розсіюється в повітрі, може легко утворити вибухову газоповітряну суміш.

Невиконання вимог нормативних документів, а отже, порушення технологічного процесу технічної експлуатації ГБА, полягає в стравлюванні зрідженого вуглеводневого газу (ЗВГ) в навколишнє середовище при необхідності спорожнити газовий балон з несправною запірною-захисною арматурою. Такі випадки в процесі експлуатації ГБА нерідкі, представлені на рисунках 1 і 2 і характерні не тільки для України, але і для країн Європи.



Рис. 1. Фрагмент аварійної ситуації, що виникла в результаті відмови ЗПА автомобільного газового балона



Рис. 2. Фрагмент вимушеного спустошення автомобільного газового балона в атмосферу через відсутність поста зливу ЗВГ

Згідно нормативної документації, дана операція повинна проводитися на спеціалізованих постах зливання газу.

Причиною цього є модернізація конструкції запірної арматури (ЗПА) автомобільних газових балонів, пов'язана зі зміною технології заправки для виключення забруднення навколишнього середовища. З огляду нормативних документів і приводяться в них технологічних схем зливу газу впливає, що вони призначені тільки для балонів, обладнаних ЗПА, що складається з окремих вентилів різного призначення. Для балонів з мультиклапаном представлені технологічні схеми зливу газу не можуть бути виконані з таких причин:

- 1) не представляється можливим до мультиклапана під'єднати зливний шланг;
- 2) наявність у видатковій магістралі мультиклапана швидкісного клапана не дозволяє зливати газ, оскільки швидкість витікання газу при зливі значно перевищує швидкість газу при нормальній роботі двигуна, на яку розрахований швидкісний клапан.

Таким чином, ЗПА автомобільних газових балонів у вигляді мультиклапана втратила можливість зливати газ, і в жодному нормативному документі не сказано, яким чином здійснювати слив газу із таких балонів.

Це недоопрацювання виникло в результаті відсутності в нашій країні і до теперішнього часу контролю за виконанням вимог нормативних документів. Отже, упущення в нормативному документі порушило функціонування системи використання ЗВГ в якості автомобільного палива, що тягне за собою серйозні екологічні та економічні проблеми.

Для правильного функціонування системи використання ЗВГ в якості моторного палива повинна бути доопрацьована нормативна документація [4]. А для виконання вимог нормативних документів по зливанні ЗВГ з автомобільного балона з мультиклапаном необхідна модернізація як системи живлення двигуна, так і постів зливання газу з автомобільних балонів.

Проблемам і питанням використання ЗВГ в якості моторного палива присвятили свої роботи такі відомі вчені, як Самоль Г.І., Гольдблат І.І., Ерохов В.І., Лукша В.Н., Морев В.І., Панов Ю. В., Певнев Н.Г., Рачевський Б.С., Горшков С.А., Патрахальцев М.М., Пронін Е.Н., Кім А.А., Бондаренко Є.В.

Основоположники технічної експлуатації ГБА, Генкін К.І., Коллеров Л.К., Самоль Г.І., Гольдблат І.І., в своїх роботах довели можливість застосування газу в якості палива на автомобільному транспорті, привели основні експлуатаційні показники ГБА і розробили конструкції газових двигунів і автомобілів [6].

В даний час вченим Патрахальцевим М.М. ведуться дослідження, спрямовані на розробку робочих процесів газодизельних двигунів з внутрішнім сумішоутворенням, що використовують ЗВГ. Роботи Ерохова В.І., Панова Ю.В. присвячені переобладнання, улаштування та безпечної експлуатації сучасних ГБА [2, 3].

Відомості про фізико-хімічних і теплотехнічних властивостях ЗВГ, а також про їх транспортуванні, зберіганні і використанні описані в працях Стаскевич Н.Л., Вигдорчик Д.Я., Варгафтік Н.Б. і Рачевський Б.С [1, 5, 7].

Таким чином, питання, що стосуються вдосконалення технічної експлуатації газобалонних автомобілів, на сьогоднішній день актуальні і вимагають вирішення корінного питання - організації безпечної технічної експлуатації ГБА.

Література

1. Варгафтик, Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Физматгиз, 1963. – 708 с.
2. Ерохов, В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика) : учебник для вузов / В.И. Ерохов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 598 с.
3. Ерохов, В.И. Газовая аппаратура нового поколения для подачи СУГ / В.И. Ерохов // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. – 2013. – №7. – С. 17-30.
4. Нормативное обеспечение экологической безопасности автомобильного транспорта в эксплуатации: учеб. пособие / В.А. Максимов и др. ; ред. : В.А. Максимов, В.И. Сарбаев. – М. : МАДИ-ГТУ, 2004. – 235 с.
5. Рачевский, Б.С. Сжиженные углеводородные газы / Б.С. Рачевский. – М.: НЕФТЬ и ГАЗ, 2009. – 640 с.
6. Самоль, Г.И. Газобаллонные автомобили / Г.И. Самоль, И.И. Гольдблат. – М.: Машгиз, 1963. – 388 с.
7. Стаскевич, Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л. Стаскевич, Г.Н. Северинец, Д.Я. Вигдорчик. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.

Поляков В.М., професор кафедри «Автомобілі», к.т.н., доцент
Разбойніков О.О., інженер кафедри «Автомобілі»
Національний транспортний університет

ДО РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ РОБОТИ АКТИВНОЇ ПІДВІСКИ, ЩО СПРЯМОВАНИЙ НА ПОЛІПШЕННЯ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ РУСІ ПО НЕРІВНІЙ ДОРОЗІ

На основі літературного огляду проведено аналіз досліджень курсової стійкості автомобіля при русі по нерівній дорозі. У розглянутих інформаційних джерелах не виявлено систем, які призначені безпосередньо для поліпшення курсової стійкості автомобіля при його русі по нерівній дорозі.

Розроблено розрахункову схему та математичну модель руху автомобіля по нерівній дорозі, що враховує вплив особливостей конструкції та робочих процесів в системі рульового керування і підвіскі автомобіля, а також процесів в контактах його еластичних шин з опорною поверхнею нерівної дороги на показники його курсової стійкості та динаміку руху в цілому.

За отриманою математичною моделлю проведено теоретичні дослідження. За результатами теоретичних досліджень доведено, що дорожні нерівності можуть призвести до втрати курсової стійкості автомобіля. Виявлено основну причину втрати курсової стійкості руху автомобіля по нерівній дорозі – відхилення керованих коліс від нейтрального положення. Зазначене обумовлено дією моментів сил відносно осей повороту керованих коліс автомобіля, які насамперед залежать від робочих процесів його підвіски. Це підтверджує, що керуванням робочими процесами активної підвіски можливо досягти поліпшення курсової стійкості автомобіля при русі по нерівній дорозі. Сформульовано вимоги та розроблено алгоритм роботи активної підвіски автомобіля, що спрямований на поліпшення його курсової стійкості при русі по нерівній дорозі. Критерієм якості роботи активної підвіски обрано мінімальне відхилення керованих коліс від заданого положення (чим менше відхилення керованих коліс від заданого положення після долання дорожньої нерівності, тим якість роботи активної підвіски вище).

У відповідності з розробленим алгоритмом роботи активної підвіски необхідно:

- до наїзду на початок дорожньої нерівності забезпечити рівність нормальних реакцій опорної поверхні на ліве та праве керовані колеса;
- на фазі долання додатного кута атаки нерівності зменшити дію нормальної реакції опорної поверхні на кероване колесо, що долає дорожню нерівність (рис. 1, а);
- в області вершини нерівності забезпечити зміну ходу підвіски з відповідним вертикальним прискоренням центру колеса, що долає дорожню нерівність
- на фазі долання від'ємного кута атаки нерівності збільшити нормальну реакцію на кероване колесо, що долає дорожню нерівність (рис. 1, б).

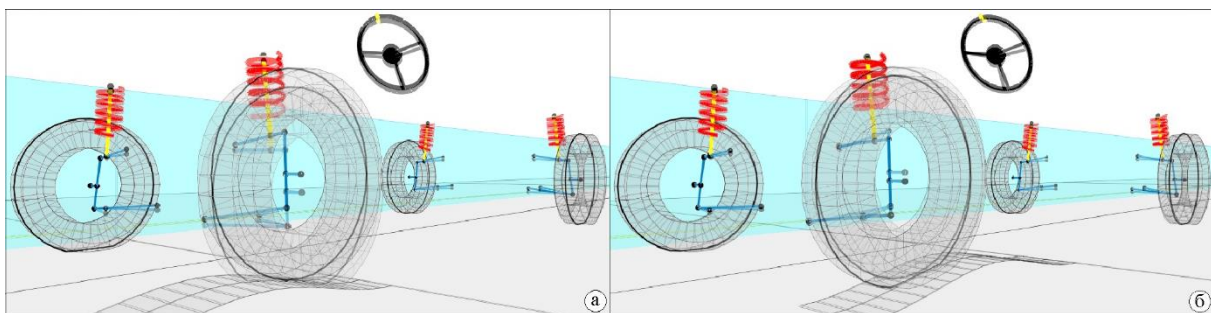


Рис. 1. Візуалізація процесу долання автомобілем з активною та пасивною (напівпрозоре зображення) підвісками лівим керованим колесом додатного (а) та від'ємного (б) кутів атаки дорожньої нерівності

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що курсова стійкість легкового автомобіля з активною підвіскою, що працює за розробленим алгоритмом, задовільна. При цьому через 1,5 с після наїзду на дорожню нерівність курсовий кут автомобіля з активною підвіскою зменшено до 0,059 град (для автомобіля з пасивною підвіскою цей показник досягав 1,170 град), а поперечне відхилення його центру мас – до 0,015 м (поперечне відхилення автомобіля з пасивною підвіскою – 0,251 м).

Ефективність розробленого алгоритму роботи активної підвіски та достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджено експериментальними дослідженнями. Розбіжність теоретичних даних з експериментальними не перевищує 10 %.

Сакно О.П.¹, доцент кафедри, к.т.н., доцент
Колеснікова Т.М.¹, доцент кафедри, к.т.н., доцент
Медведєв Є.П.², доцент кафедри, к.т.н.
Шевченко О.В.¹, студент

¹ ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

² Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ FRAM

Успішне управління транспортним процесом може бути реалізовано при виявленні впливу факторів на ефективність його виконання і визначенні закономірностей виникнення причин, які можуть негативно впливати на нього. Питання контролю безпеки руху автотранспортних засобів при виконанні процесів доставки вантажів і перевезення пасажирів є актуальними і вимагають їх вирішення з залученням сучасних наукових методів. Метод аналізу функціонального резонансу (Functional Resonance Analysis Method – FRAM) використовується для вивчення складних соціотехнічних систем. Він був створений і описаний Еріком Холнегелем, який зазначив, що складні технічні системи містять велику кількість підсистем і компонентів, мінливість продуктивності яких зазвичай поглинається системою з мінімальним впливом на загальну систему. Основними джерелами цієї мінливості є люди, технології, організації, які забезпечують справний стан техніки.

FRAM базується на чотирьох принципах або припущеннях щодо того, як все відбувається. Чотири принципи:

1. Принцип еквівалентності: роботоздатність і нероботоздатність рівнозначні тому, що вони обидва впливають із варіабельності функціонування технічної системи в цілому. Не існує спеціальних причин, які працюють лише на відмови.

2. Принцип приблизних коригувань: варіабельність як спосіб пристосувати людину до керування системою TOiP та експлуатації автомобілів. Люди (фахівці) завжди мають коригувати те, що вони роблять, щоб відповідати ситуації (наприклад, безпека руху). Така варіабельність ефективності неминуха, повсюдна і необхідна.

3. Принцип несподіваності: поява роботоздатності і нероботоздатності не є прямим результатом варіабельності в межах певної задачі чи функції, а це поєднання варіабельності багатьох функцій. Змінність функціонування системи може поєднуватися несподівано, що призводить до непропорційно великих результатів (нелінійні ефекти). Результат виникає, якщо його не можна віднести або пояснити (неправильними) функціями системи. Тобто не всі результати можна пояснити, що мають конкретну причину, та яку можна визначити.

4. Принцип функціонального резонансу: несподівані «посилені» ефекти взаємодій між різними джерелами варіабельності лежать в основі явища, описаного функціональним резонансом. Функціональний резонанс (functional resonance) – це детектовний сигнал (*detection signal*, тобто можна виявити), який виходить із ненавмисної комбінації варіабельності багатьох сигналів. Функціональний резонанс – це альтернатива лінійній причинності.

Розглянемо детально принципи.

1. Принцип еквівалентності - роботоздатність і нероботоздатність виникають в результаті одних і тих же процесів при експлуатації автомобілів. Пояснення виникнення відмови покладається на розбиття технічної системи на частини або компоненти. Як у фізичній, так і в соціотехнічній системах існують «природні» частини, такі як люди, машини тощо. В описі процесу або послідовності подій розкладання призводить до опису окремих дій або кроків у процесі, наприклад, перелік регламентних робіт ТО. ТО покладається на пошук однієї або декількох деталей або компонентів, що спричинили відмову. Наслідок таким чином пояснюється появи несправностей системи та/або її компонентів. Цей погляд базується на гіпотезі про різні причини, яка полягає в припущенні, що процеси, які протікають правильно, та процеси, які протікають неправильно, роблять це з різних причин, тобто, що два види результатів мають абсолютно різні причини. Тоді як FRAM і Resilience Engineering застосовують інший підхід, а саме, що процеси, які протікають правильно, і речі, які протікають неправильно, відбуваються приблизно однаково. Те, що результати в двох випадках різні, не означає, що основні причини також повинні бути різними. Принцип приблизних коригувань пояснює, чому це так.

2. Принцип приблизних коригувань. Соціотехнічні системи можна зрозуміти лише частково, так як це складний зв'язок між людиною, технікою, інфраструктурою тощо. Тому фактичні умови роботи або проведення дії ніколи не повністю узгоджуються з тим, що очікувалося або було призначено. Тому для виконання роботи необхідно постійно пристосовувати експлуатацію автомобіля до існуючих умов (ресурси, час, інструменти, інформація, вимоги, можливості, конфлікти, технології ТО). Ці коригування

здійснюються окремими людьми, групами та організаціями і відбуваються на всіх рівнях - від виконання конкретного завдання (регламентні роботи ТО) до планування та управління. Однак, оскільки ресурси (час, технологія ТОiP, інформація тощо) майже завжди обмежені, такі корективи неминуче будуть приблизними, а не точними. У більшості випадків це досить добре, оскільки ситуації рідко сильно відрізняються від тих, що зазвичай є. Орієнтовне коригування є причиною того, що процеси в основному йдуть правильно, але також і причиною, коли вони час від часу йдуть неправильно (рис. 1).

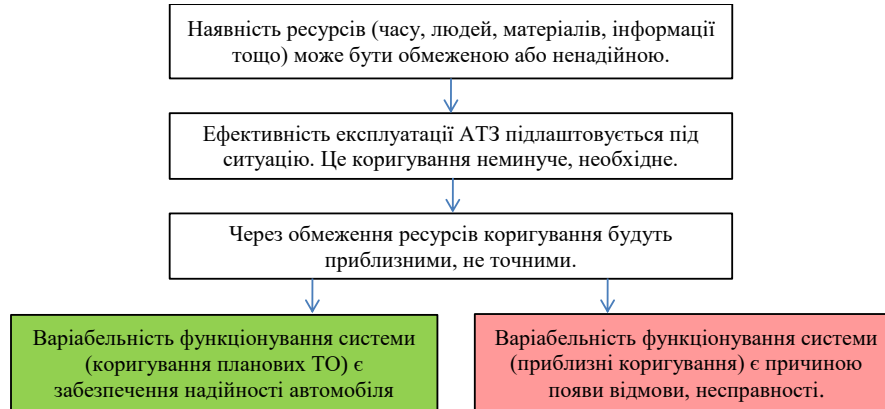


Рис. 1. Принципи приблизного коригування функціонування технічної системи

3. Принцип несподіваності чи виникнення результатів. Варіабельність, що обумовлена щоденними коригуваннями, рідко сама по собі є достатньо великою, щоб слугувати причиною відмови або досить велике, щоб описати її як збій. Але якщо неможливо знайти причину специфіки, яка пояснює спостережуваний наслідок, тоді не можна правильно стверджувати, що результати були викликані певними умовами чи ситуаціями. Коригування періодичності ТОiP автомобілів зазвичай проводилися саме тому, що це зазначено в технічному паспорті. Варіабельність декількох функцій може збігатися і взаємно впливати одна на одну несподіваними способами, тим самим призводити до несподіваних і непропорційних наслідків - як у негативному, так і в позитивному сенсі. Такий спосіб опису чи пояснення того, як виникають наслідки, технічно називається нелінійним (нелінійний ефект має дві характеристики. По-перше, не існує пропорційності між «причиною» та «наслідком». Ефект не можна пояснити причинно-наслідковим (лінійним) мисленням). І помилки (відмова, несправність), і повсякденна ефективна робота (роботоздатний стан автомобіля) можна пояснити як виникаючі з варіабельності, а не як результат (або викликаний ним). На практиці це означає, що наслідки не можна приписувати або пояснювати, посиляючись лише на несправності або дефекти в конкретних компонентах або деталях.

На рис. 2 показано, що результати можуть розглядатися як визначена одна або кілька ідентифікованих причин. Сам результат – це (відносно) постійна зміна стану системи (водій, автомобіль та зовнішнє середовище). Причини тут розглядаються як компоненти або функції, які певним чином вийшли з ладу або не працювали коректно. Оскільки багато з цих причин відповідають напівпостійним умовам системи, їх можна виявити, простеживши назад наслідки.

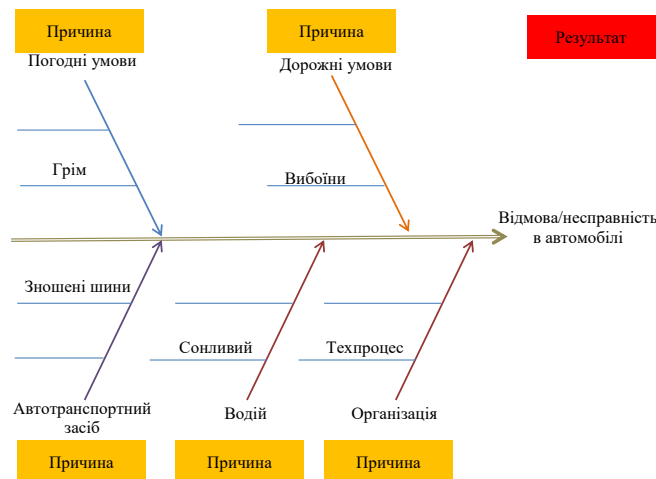


Рис. 2. Ідентифікація причин, що впливають на появу відмови в автомобілі

Це можна зробити, коли подія аналізується, або їх існування може бути виведено і, можливо, згодом підтверджено.

На рис 3 показано, як виникаючий результат може сприйматися як нестабільний (короткостроковий) поєднання станів і подій. Однак наслідки не можна пояснити як вплив конкретних компонентів або функцій. Натомість інцидент трапляється через перехідних або тимчасових умов.

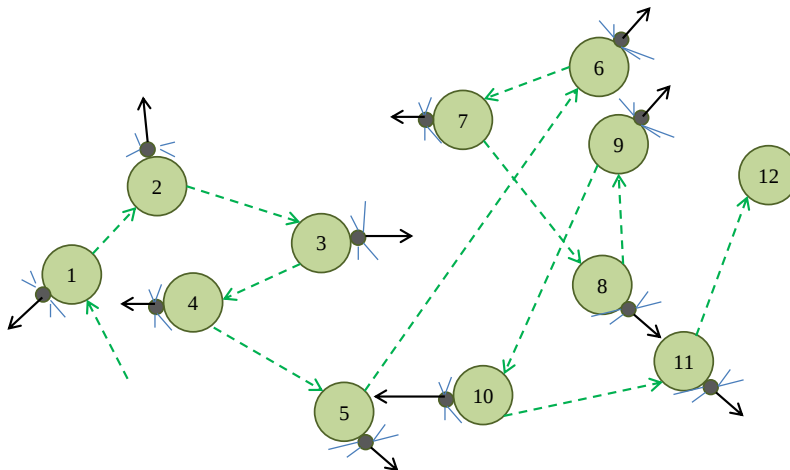


Рис. 3. Надзвичайні результати в технічній системі (автомобіль), що сприяють появі несправності/відмови

«Причини» – це конфігурації або комбінації станів і подій, які існували в певний момент часу. Про їх існування можна зробити висновок, але їх неможливо знайти.

Результатом є (відносно) стабільна зміна системи або її частин.

4. Принцип резонансу. Змінність ряду функцій іноді може збігатися, тобто вони можуть взаємно впливати одна на одну. Це може призвести до того, що амплітуда однієї або декількох функцій стає незвично великою (призводить до позитивних чи негативних результатів). Наслідки такої підвищеної варіабельності можуть поширюватися на інші функції аналогічно явищу резонансу. Таким чином, це вже не питання про одиночні чи декілька причинно-наслідкових ланцюгів, оскільки це означатиме, що можна говорити про одне або більше конкретних та розпізнаваних причин (відмова). Натомість впливи виникають, тобто вони виникають таким чином, який неможливо пояснити або звести до лінійної причинності.

Функціональний резонанс – це виявляється результат (або сигнал), що виникає внаслідок непередбачуваної взаємодії повсякденної варіабельності декількох сигналів. Орієнтовні коригування містять невелику кількість впізнаваних скорочень або евристики, що означає, що варіабельність експлуатаційних властивостей автомобілів є напівпорядкованою, а також частково передбачуваною. Існує закономірність у тому, як люди поведуться та як вони реагують на несподівані ситуації - у тому числі й ті, що виникають із того, як поведуться інші люди. Резонансні ефекти, які виникають, можна розглядати як наслідок способів функціонування системи, і явище тому називається функціональним резонансом, а не стохастичним резонансом.

Функціональний резонанс пропонує спосіб зрозуміти результати, які є як безпричинними (виникаючими), так і нелінійними (непропорційними) таким чином, що робить можливим прогнозування і контроль.

Практично для всіх форм людської діяльності важливо зробити наші дії та оточення максимально зрозумілими – і, таким чином, максимально передбачуваними.

Традиційні методи та підходи до управління ризиками мовчазно припускають, а отже, опосередковано вимагають відстеження систем. У 1960-70-х роках, коли були розроблені ці методології ризику, це припущення не було обґрунтованими, хоча воно не було правдивим. Однак інформаційні технології (зокрема) перетворили складність наших систем на експоненціальну швидкість, і встановлені методології вже не придатні для низького трактування або нерозв'язних систем. Таким чином, нам потрібен новий підхід та нові інструменти.

Сахно В.П., завідувач кафедри автомобілів, доктор технічних наук, професор
Ященко Д.М., доцент кафедри автомобілів, кандидат технічних наук
Диких О.В., аспірант кафедри автомобілів
Національний транспортний університет

ДО ВИБОРУ ТИПУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БТР-70

Внутрішні війська МВС України укомплектовані переважно БТР-60 та БТР-70 [1]. Слід мати на увазі те що, БТР-60 ПБ, БТР-70, БТР-80, а також БРДМ-2 є машинами російського виробництва, їх використання в Національній гвардії України, після виготовлення достатньої кількості бронемашин українського виробництва буде припинено. Проте, на сьогодні актуальним залишається питання модернізації цих машин [2].

Виготовлення та модернізація спеціальної колісної техніки (СКТ) повинні проводитися з додержанням затверджених вимог, зокрема таких як максимальна швидкість руху по шосе – не менше 85-100 км/год; мінімальна стійка швидкість – 2-3 км/год; максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у коробці передач (КП) та додатковій коробці передач (РК) – 0,7-0,9, а на прямій передачі – 0,06-0,15; вага буксируемого причепа до 70 % від повної маси автомобіля; середня швидкість руху по дорогам з твердим покриттям – 40-50 км/год, по ґрунтовим – 30-40 км/год; середня швидкість руху по дорогам, які розмоклі та засніжені або колонним шляхам – 15-20 км/год; впевнено подолання труднопрохідних ділянок місцевості; подолання крутих підйомів до 35°, затяжних спусків, косогорів до 25°, порогових перешкод висотою 0,8-1,0 та ровів шириною 1,0-1,3 радіуса колеса [3].

Перелічені вимоги повинні виконуватися як при модернізації спеціальної колісної техніки, так і при її переобладнанні. Модернізація включає заміну системи двигун-трансмісія існуючої моделі, яка включає в себе два двигуни ЗМЗ-4905 і дві механічні чотириступеневі коробки передач і двоступеневі додаткові коробки передач, головну передачу і колісні редуктори, на більш сучасну і прогресивну. Окрім механічних та гідромеханічних передач при модернізації СКМ використовують і інші моторно-трансмісійні установки, такі як гібридна електромеханічна трансмісія і гідромеханічна трансмісія з мікропроцесорною системою автоматичного управління [4], електро-механічну трансмісію і чисто електричну трансмісію [5-6], кожна з яких має свої переваги і недоліки, які потрібно враховувати при модернізації СКТ.

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

Можна вважати, що описаний вище досвід був зважений спеціалістами ДП «Житомирський бронетанковий завод» та обрано варіант з встановленням на вже існуючу агрегатну базу дизелів виробництва марки General Motors та потужністю 140 к.с. [7].

Як при модернізації, так і при переобладнанні СКТ не до кінця вирішеним є питання потужності силової установки, яка задовольнила б усім вимогам, що висуваються до подібної техніки, та її розподіл між двома двигунами.

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

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

де f_v - коефіцієнт опору дороги за максимальної швидкості V_{max} автомобіля;

G_a – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н;

K_B - коефіцієнт опору повітря, Н×с²/м⁴;

F - площа Міделя (для автомобілів приймається рівною площі проекції автомобіля на площину, що перпендикулярна його поздовжній осі),

$F = B \times H, м^2$; B – колія, H – висота автомобіля;

η_m – коефіцієнт корисної дії трансмісії автомобіля.

Для забезпечення швидкості руху автомобіля 25 м/с (90 км/год) потужність $N_{оп}$ складе 129 кВт, а при русі зі швидкістю 30 м/с (108 км/год) – 200 кВт.

Для СКТ дуже важливим параметром є механічний коефіцієнт корисної дії (ККД), який залежить від кількості і властивостей кінематичних пар, що передають механічну енергію від колінчастого валу двигуна до ведучих коліс автомобіля:

$$\eta_m = \eta_{kn} \times \eta_{pk} \times \eta_{крп} \times \eta_{гп} \times \eta_{кр}, \quad (2)$$

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

У роботі [8] пропонується ККД трансмісії визначати за виразом

$$\eta_m = 0,98^k 0,97^l 0,995^m 0,999^n, \quad (3)$$

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

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

Таким чином, при роботі двох двигунів сумарна їх потужність повинна бути не меншою N_Σ за швидкості 25 м/с – 184 кВт, а за швидкості 30 м/с – 285 кВт. Разом з тим, при роботі тільки одного двигуна з приводом тільки на два мости необхідна потужність складе: за швидкості 25 м/с – 154 кВт, що може забезпечити двигун DEUTZ TCD2013 L44V потужністю 161 кВт при частоті обертання 2300 хв-1. За потужності 154 кВт момент, що реалізується на ведучих колесах, визначиться як

$$M_k = \frac{1000 \times N_k \times r_k}{v_a} = 2737 \text{ Нм} \quad (4)$$

При цьому тягова сила на ведучих колесах складе $P_T=5164$ Н і достатньо тільки однієї ведучої осі для її реалізації ($P_m \leq P_\phi = M_o \times g \times \phi = 17640$ Н, де M_o – маса машини, що приходить на одну вісь, $M_o=3000$ кг, g – прискорення вільного падіння, ϕ - коефіцієнт зчеплення, $\phi=0,6$). З цього можна зробити висновок, що рух з максимальною швидкістю може бути забезпечено при передачі потужності тільки на дві осі машини. Разом з тим, і трансмісія за своїми кінематичними параметрами повинна забезпечити рух автомобіля з максимальною швидкістю. Заміна бензинового двигуна на дизель з меншою частотою обертання колінчастого валу двигуна потребує корекції трансмісії.

Другим обмежуючим фактором для машини, що розглядається, є подолання автомобілем максимального підйому (трансмісія автомобіля залишається незмінною). За технічних вимог величина максимального підйому складає 30° . При цьому сила опору підйому визначиться як

$$P_h = G_a \times \sin \alpha, \quad (5)$$

а сила опору дороги $P_\psi = P_h + P_f = G_a \times \sin \alpha + G_a \times \cos \alpha \times f$.

За кута підйому 30° реальна дорога може бути тільки ґрунтовою, для якої опір кочення можна прийняти рівним $f=0,03...0,035$ (коефіцієнт зчеплення 0,4...0,5) [8]. Тоді сила опору дороги складе $P_\psi=61804$ Н, а необхідна потужність при русі зі швидкістю 5 км/год $N_\psi=85,84$ кВт, тобто визначальною є потужність, що визначена за умови руху автомобіля з максимальною швидкістю.

Окрім руху з максимальною швидкістю силова установка автомобіля повинна забезпечити і можливість руху в складних дорожніх умовах, для руху в яких максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у КП та РК повинен бути в межах $D_{max}=0,7-0,9$. За незмінної трансмісії БТР максимальний динамічний фактор визначиться як:

$$D_{max} = (P_{max} - P_n) / G_a, \quad (6)$$

$$P_{max} = \frac{M m_{k1} p_{kn} o_{кр} e_{max}}{r_d}, \quad (7)$$

$$P_n = k_v F V^2. \quad (8)$$

За швидкості до 5 м/с силу опору повітря можна не враховувати. Тоді

$$P_{max} = D a_{max},$$

що забезпечується при роботі тільки одного двигуна.

При русі в складних дорожніх умовах при значних величинах опору руху і відносно низьких коефіцієнтів зчеплення ($\psi=0,3$; $\phi=0,4$ – ґрунтові дороги у період бездоріжжя [8]) автомобіль повинен бути повнопривідним. Зважаючи на те, що для повнопривідного автомобіля у даних умовах сила опору руху менше за силу зчеплення, то необхідний крутний момент на колесах кожної осі повинен визначатися за умови подолання опору руху. Сила опору руху визначиться як

$$P_\psi = \psi a_{2max}, \quad (9)$$

де G_{a2} – навантаження на дві інші осі автомобіля, $G_{a2}=6000$ кг.

Приймаючи нормальні опорні реакції на усіх осях автомобіля однаковими (без урахування перерозподілу нормальних опорних реакцій на осях автомобіля), отримаємо

$$P_\psi=0,3 \times 6000 \times 9,8=17640 \text{ Н},$$

а необхідний крутний момент на обох осях - $M_{\psi} = P_{\psi} \times r_d = 9349,2$ Нм.

За однієї і тієї трансмісії крутний момент, що створюється другим двигуном визначиться як

$$M = \frac{M_{\psi}}{\eta_m \times u_{k1} \times u_{pk1} \times u_0 \times u_{кретмах}} = 111,2 \text{ Нм} \quad (10)$$

За умови установки на автомобілі двигунів однієї фірми з однаковими частотними параметрами як для потужності, так і крутного моменту, у якості додаткового можна прийняти двигун D 914L3 потужністю 43 кВт за частоти обертання 2300 хв^{-1} і максимального крутного моменту 204 Нм за частоти обертання 1700 хв^{-1} .

Сумарна потужність двох двигунів складе 204 кВт, тобто на 26 кВт менше за потужність двох двигунів Д245.30Е2, проте задані показники тягово-швидкісних властивостей забезпечуються.

Для остаточного прийняття рішення стосовно заміни двигунів необхідно визначити і інші показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР-70 при установці різних типів двигунів, а також визначитися з передаточними відношеннями механізмів трансмісії.

Висновки. Розглянуті варіанти переобладнання БТР-70. Показано, що одним із можливих варіантів заміни штатних двигунів ЗМЗ-4905 є варіант установки двох дизелів фірми DEUTZ різної потужності. При цьому потужність (161 кВт) від основного двигуна DEUTZ TCD 2013 L4 4V передається тільки на першу і третю вісь, збільшуючи ККД трансмісії до 0,837, що забезпечує режим руху з максимальною швидкістю. Другий двигун D 914L3 потужністю 43 кВт поряд з першим двигуном забезпечує рух БТР в складних дорожніх умовах при значних величинах опору руху і відносно низьких коефіцієнтів зчеплення ($\psi=0,3$; $\varphi=0,4$ – ґрунтові дороги у період бездоріжжя).

Сумарна потужність двох двигунів складе 204 кВт, що на 26 кВт менше за потужність двох двигунів Д245.30Е2, проте задані показники тягово-швидкісних властивостей забезпечуються.

Література

1. Р. І. Топчій. Формування підходів до системи оцінювання умов експлуатації бронетехніки шляхом впровадження енергетичних характеристик транспортного потоку/Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. 2013. Ви. 1 (21). – С. 67-333.
2. С.П. Мазні, Г.М. Маренко, А.Г. Скиба, В.М. Франкова Пропозиції щодо вдосконалення конструкції бронетранспортерів Національної гвардії України/ Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2017. Випуск № 60 (111). – С.156-160.
3. Літвінов О.В. Експериментальне оцінювання показників динаміки та опору руху спеціалізованої колісної техніки/Механіка та машинобудування, 2017, №1, с.278-288
4. Стримовский С.В., Слюсаренко Ю.А., Соловьев В.М. Анализ трансмиссий современных легкобронированных колесных военных машин и их влияние на параметры подвижности/ Интегровані технології та енергозбереження 3'2014. С 97-110.
5. Волонцевич Д.О., Ключка Р.В., Собко А.П., Стримовский С.В. Анализ режимов работы гибридной силовой установки с электромеханической трансмиссией на перспективном колесном бронетранспортере/ Интегровані технології та енергозбереження 4'2018. – С.34-47.
6. Д. О. Волонцевич, Є. О. Веретенников, Я. М. Мормило, А. С. Яремченко, В. О. Карпов Тяговый баланс перспективного колесного бронетранспортера с электромеханической трансмиссией// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 5 (1227). – С. 168–172.
7. http://www.ukrrudprom.com/digest/Radikalnaya_modernizatsiya_Kak_iz_starogo_sovetskogo_BTR
8. Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів: [навчальний посібник] /В.П.Сахно, А.П.Костенко, М.І.Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.
9. С.П. Мазні, Г.М. Маренко, А.Г. Скиба, В.М. Франков Пропозиції щодо вдосконалення конструкцій бронетранспортерів Національної гвардії України /Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 2017, Випуск №60. С. 156-160

Слатов І.М., магістрант
Мурований І.С., канд. тех. наук., доцент
Луцький національний технічний університет

НЕОБХІДНІСТЬ ОНОВЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ КОНЦЕПЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТУ У МІСТІ ЛУЦЬКУ

Велосипед – транспортний засіб, який для руху потребує мускульну силу людини. Це екологічно чистий вид транспорту, який через порівняно невелику ціну доступний більшості населення. Також велосипед є достатньо мобільним та зручним, аби стати альтернативою для пересування містом.

Європа уже давно використовує цей вид транспорту для покращення екологічного стану міст, базового рівня здоров'я населення, збільшення мобільності населення, створення нових робочих місць, розвитку туризму тощо.

Є два основних параметри, при яких велосипедний транспорт функціонуватиме злагоджено та якісно – наявність велосипедистів та присутність велосипедної транспортної системи.

Транспортна система міста своєю чергою складається із транспортної мережі та інфраструктури. Перша являє собою вулично-дорожню мережу міста, яка є сукупністю магістральних шляхів, районних шляхів, рекреаційних та туристичних шляхів.

Транспортна інфраструктура для велосипедистів – це насичення транспортної мережі елементами, які допомагатимуть в загальному функціонувати велосипедному транспорту. Такими елементами, наприклад, є:

1. транспортні інженери, які розробляють мережу;
 2. підрядники, які її розбудовують;
 3. служби, що підтримують належний технічний стан;
 4. комунікаційні системи (дороговкази, або межові мапи);
 5. транспорт, під який спроектована ця мережа (основний вид товару);
 - 5.1. системи насичення мережі транспортом;
 6. сервіс для обслуговування транспортних засобів в цій мережі;
 - 6.1. системи забезпечення запчастинами, технічними рідинами;
 7. сервіс для власників транспортних засобів (аксесуари; місця паркування; тематичні заклади відпочинку та спілкування тощо);
 8. правова база, на основі якої здійснюється використання мережі її користувачами;
 9. механізми регулювання дотримання правової бази користувачами.
- Цей перелік можна продовжувати.

Станом на 2020-й рік у Луцьку досі діє затверджена концепція розвитку транспортної мережі для велосипедного транспорту (рис.1).



Рис.1. Схема розміщення велосипедних доріжок у затвердженому плані на 2012 – 2020 рр.

Ця концепція не була втілена в життя та не змінювалась протягом свого існування, але зазнало змін ставлення населення до велосипеда як виду особистого транспорту. Ця зміна яскраво продемонстрована ситуацією із пандемією COVID19. Помітна частина населення обрала для себе велосипед через можливість соціального дистанціювання та можливість мобільно добиратись місць призначення їхніх поїздки. На збільшення числа велосипедистів у Луцьку також вплинув фактор тимчасової заборони громадського транспорту. На даний час інтенсивність велоруку на центральних вулицях міста – вул. Лесі Українки та проспект Волі – сягає в середньому 60 – 70 велосипедистів за годину в будні дні, та 130 – 150 велосипедистів в години пік. У вихідні дні ця інтенсивність значно зростає.

З вищевикладеного можна зробити певні спостереження, а саме: суттєве збільшення числа велосипедистів при відсутності необхідної велосипедної мережі породжує негативні явища, наприклад:

1. часте порушення правил дорожнього руху;
2. збільшення кількості конфліктних ситуацій на дорогах та пішохідних зонах;
3. зростання рівня стресу серед населення, при тому, як серед велосипедистів, так і інших учасників руху.

Як уже зазначалось, фіксовані негативні явища пов'язані із відсутністю організації велоруку. Збільшення маси користувачів велосипедним транспортом уже є таким значним, що потребує не просто велосипедної мережі, а й відповідної інфраструктури також.

Таким чином доходимо наступних висновків:

1. Щоб не знецінювати, а навпаки розвивати вектор велосипедизації міста, потрібно активно та цілеспрямовано будувати велосипедну мережу. Також це потрібно для узгодження руху велосипедистів і значного зменшення усіх негативних аспектів неконтрольованого руху.

2. Мережу потрібно насичувати елементами інфраструктури – велосипедними прокатами, паркувальними зонами, зонами проміжного відпочинку, точками велосипедного сервісу, тематичними закладами. Слід взяти до уваги, що при збільшенні кількості велотранспорту виникатимуть добровільні об'єднання велосипедистів любительського та спортивного рівня, як серед дорослих, так і серед дітей. Відтак потрібно створювати нові підрозділи у відповідних органах, які б опікувались та розвивали велотранспортну систему в цілому.

Для цього необхідно удосконалити існуючу концепцію велосипедної мережі, додаючи поетапно інфраструктурні елементи. Також не буде зайвим включити в концепцію не тільки магістральні шляхи сполучення, а й утилітарну мережу міських районів, розвинути рекреаційну мережу велосипедних маршрутів, створити туристичну мережу маршрутів.

Стародавній Луцьк, з його історичною округою, зберігає великий потенціал у створенні приміських велосипедних маршрутів в радіусі 50 і більше км за межі міста. Про це промовляє зростання кількості туристів на велотранспорті. З власного досвіду велопогулянок містом та околицями автор цієї роботи помітив велику кількість велосипедистів, які вимушені подорожувати непристосованими вулицями та узбіччями трас.

Література

1. Рішення міської ради від 26.09.2012 №32/21 м. Луцьк. Про затвердження Концепції розвитку велосипедної інфраструктури міста Луцька: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-velosipednoyi-infrastrukturi-mista-lucka>
2. О. Чернишова. Формування мережі велосипедного транспорту в містах з низьким рівнем його використання. – Харків, 2019. – 207с.

Смирнов Є.В., к.т.н.,
Огневий В.О., к.е.н.

Вінницький національний технічний університет

АЛГОРИТМ ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ РЕГІОНУ

Основним завданням автомобільного транспорту є повне і якісне забезпечення потреби країни в вантажних і пасажирських перевезеннях. Виконання цього завдання тісно пов'язано з підтримкою рухомого складу в працездатному стані, яка значною мірою залежить від стану виробничо-технічної бази (ВТБ) підприємств автомобільного транспорту. Розвиток парку автомобілів автотранспортних підприємств (АТП) і приватних перевізників на сьогоднішній день відбувається значними темпами і, перед усім, більш сучасними автомобілями іноземного виробництва. Це призводить до відставання розвитку ВТБ від розвитку парку рухомого складу.

На основі аналізу наукових праць [1 – 4], прогнозів розвитку парку рухомого складу та інших обмежень можна виділити такі шляхи розвитку ВТБ автомобільного транспорту:

1. Удосконалення існуючої ВТБ без істотної зміни її структури і принципів функціонування;
2. Створення розвиненої системи спеціалізації і кооперації виробництва технічного обслуговування і ремонту головним чином для автомобільного транспорту загального користування;
3. Організація ВТБ на основі концентрації, спеціалізації і кооперації виробництва на регіональному рівні незалежно від відомчої приналежності рухомого складу.

На погляд авторів, варіант, який передбачає створення єдиної системи організації ВТБ в умовах регіону, незалежно від організаційних структур і форм власності підприємств автомобільного транспорту, є найбільш перспективним. Хоча, на перший погляд може здатися, що даний підхід важко застосувати в ринкових умовах господарювання, але цей підхід можливо і доцільно застосовувати при створенні системи забезпечення працездатності автобусів та вантажних автомобілів, як при розвитку пасажирського транспорту регіону, так і створенні регіональної мережі автосервісу комерційних автомобілів. Інтеграція обслуговування парку автомобілів регіону дозволить найбільш повно реалізувати переваги концентрації, спеціалізації і кооперації виробництва, застосування перспективних методів виконання робіт та вдосконалення організаційної структури підприємств.

Формування стратегії розвитку ВТБ автомобільного транспорту на регіональному рівні дозволяє оптимізувати її потужності і перерозподілити обсяги робіт з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу між підприємствами регіону із запровадженням спеціалізованих виробництв (на базі найбільш розвинених підприємств автомобільного транспорту). Такий похід може бути найкращим з точки зору системного підходу як за рахунок підвищення якості робіт та зниження витрат на підтримку рухомого складу АТП, що входять в таке об'єднання, так і забезпечення додаткового прибутку підприємствам, що будуть централізовано виконувати роботи, які потребують вартісного спеціалізованого обладнання. Алгоритм формування такої стратегії розвитку ВТБ наведено на рис. 1.

При формуванні раціональної мережі ВТБ в регіоні перш за все необхідно визначити необхідні потужності такої ВТБ та структуру підприємств, які будуть її формувати. Також слід врахувати можливість надання даною ВТБ послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобілів і для рухомого складу, не закріпленого за даною ВТБ, наприклад транзитного [5]. В кожному пункті розміщення рухомого складу формується потік вимог на технічне обслуговування та ремонт по кожному з видів послуг, що надаються для цих груп рухомого складу. Крім того, автомобільні дороги також можуть розглядатися в якості пунктів виникнення відмов рухомого складу, що рухається по ним. Виходячи з цього формується потік вимог на обслуговування і ремонт по всій мережі регіону.

Для оптимізації використання ВТБ мережі підприємств автомобільного транспорту в межах регіону попередньо необхідно здійснити їх групування у кластери, що характеризуються низьким ступенем віддаленості між підприємствами та з характерно вираженим підприємством – лідером. Підприємство – лідер в сформованій групі повинно характеризуватися високою ефективністю використання рухомого складу, високим коефіцієнтом технічної готовності та високим технологічним рівнем організації виробництва технічного обслуговування і ремонту [6].

Для оцінки підприємств автомобільного транспорту регіону та формування груп доцільно застосовувати методи розпізнавання образів, зокрема метод кластерного аналізу, який найбільш повно відповідає поставленому завданню [5-6].

Відповідно до принципів концентрації, спеціалізації і кооперації ВТБ відбувається перерозподіл робіт з обслуговування і ремонту автомобілів між підприємствами сформованої мережі. Таким чином на підприємствах – лідерах створюються спеціалізовані виробництва по виконанню найбільш складних і

трудомістких робіт. При цьому менш складні і трудомісткі роботи можна виконувати на підприємствах з менш розвинутою ВТБ.

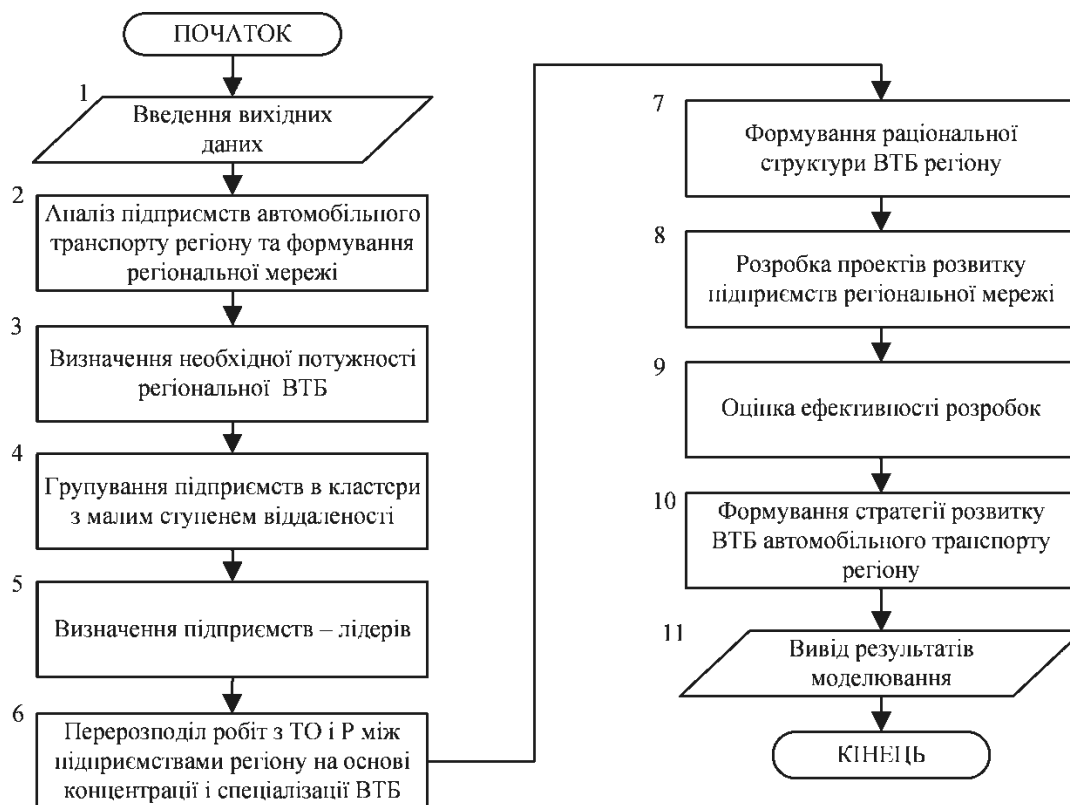


Рисунок 1 – Алгоритм формування стратегії розвитку ВТБ автомобільного транспорту регіону

Відповідно до отриманої структури ВТБ автомобільного транспорту регіону розробляються проекти розвитку підприємств, що входять до цієї регіональної мережі.

Оцінку ефективності ВТБ автомобільного транспорту регіону доцільно виконувати як за технічними, так і за економічними показниками. В якості економічних показників доцільно використовувати структуру і обсяг витрат на підтримку працездатності рухомого складу та прибуток від надання автосервісних послуг, а в якості технічних – показники, що характеризують рівень забезпеченості ВТБ, наявність і стан технологічного обладнання та рівень технології, коефіцієнт технічної готовності та інші показники.

В результаті виконаних розробок формується концепція та стратегія (програма) розвитку ВТБ автомобільного транспорту регіону. Дана стратегія дозволяє підвищити якість та знизити витрати на підтримку працездатного стану рухомого складу комерційного автомобільного транспорту регіону.

Література

1. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: [2-е изд., перераб. и доп.]. М. : Транспорт, 1993. 271 с.
2. Варфоломеев В.Н. Управление техническим развитием предприятий автомобильного транспорта. К. : УМК ВО, 1989. 116 с.
3. Кузнецов Е.С., Курников И.П. Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы. М. : Транспорт, 1988. 231 с.
4. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика : [монографія]. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 176 с.
5. Чеканов А.Ю., Коньков В.А. Грузовой сервис: факторы формирования и развития фирменной сети. *Автотранспортное предприятие*. 2012. №7. С. 24-29.
6. Ермилов Д.С., Зенченко В.Л., Васильев В.А. Методика выбора предприятия-лидера при перераспределении программы ТО и ремонта автомобилей. *Естественные и технические науки*. М. : Компания Спутник+, 2005. №6(20), С. 246-254.

Спірін А.В., канд. техн. наук, доцент,¹
Борисюк Д.В., асистент,²
Твердохліб І.В., канд. техн. наук, доцент¹
¹ Вінницький національний аграрний університет
² Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КОЛИВАНЬ РОБОЧОГО МІСЦЯ ОПЕРАТОРА АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вступ. Проблема підресорення сидіння в транспортних засобах виникла як самостійна, оскільки підвіска остова не задовольняє при збільшених швидкостях руху машини вимогам санітарно-гігієнічних норм. Якщо підвіска машини забезпечує максимальні значення спектра прискорення остова в місці установки сидіння в межах 8-9 Гц, що відповідає частотному діапазону, сприятливо переносимого людиною, то доцільність в спеціальному підресорюванні сидіння відпадає [1-3]. Щоб забезпечити такий спектр прискорень остова, необхідно істотно ускладнити його підвіску. Тому проблема поліпшення умов праці на транспортних засобах часто вирішується шляхом введення локального підресорення сидіння. Остов транспортного засоба при цьому може мати більш високий рівень прискорень коливань, обмежений граничними значеннями, пов'язаними з довговічністю вузлів ходової частини, рами тощо [4].

Одним з методів усунення шкідливого впливу коливань робочого місця оператора є забезпечення допустимих його амплітудо-частотних характеристик шляхом вибору пружно-в'язких в'язей між коливальними масами в залежності від геометричних параметрів опорної поверхні, по якій рухається машина, геометричними та механічними параметрами рушіїв, швидкості руху, коливальних мас та механічними параметрами в'язей між ними. При цьому керованими залишаються геометричні та механічні параметри рушіїв та механічні властивості в'язей.

Результати дослідження. При аналізі амплітудо-частотних характеристик коливань робочого місця оператора можна ввести деякі припущення та спрощення:

- збурююча дія з боку нерівності опорної поверхні носить гармонічний характер;
- механічні параметри рушіїв можуть бути представлені двома типами: абсолютно тверде тіло, деформоване тіло з наявними пружно-в'язкими властивостями;
- амплітудо-частотні збурення від рушіїв можуть передаватись до робочого місця через пружно-в'язкі в'язі, що характеризуються лінійним зв'язком пружних сил з переміщеннями та лінійним зв'язком в'язких сил зі швидкостями переміщень;
- всі коливання розглядаються у вигляді одномірних переміщень.

Передача коливань від опорної поверхні до робочого місця оператора, в загальному випадку може бути представлена багатомасовою системою з пружно-в'язкими в'язями. При цьому вводиться припущення, що розподілені маси зведені до зосереджених. В моделі замінімо всі вертикальні переміщення колеса x_k на z_k . Всі переміщення позначені змінною z . Механічна модель передачі коливань від деформованої опорної поверхні через деформоване колесо та пружно-в'язку підвіску до робочого місця може бути представлена схемою на рис. 1.

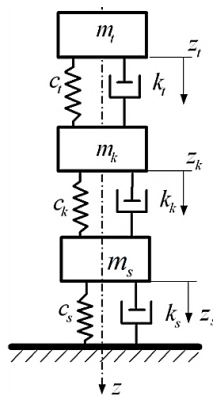


Рис. 1. Схема передачі коливань від деформованої опорної поверхні до робочого місця оператора

На схемі прийняті такі позначення: m_s , z_s , k_s , c_s - приведена маса, переміщення, модуль в'язкості та модуль пружності опорної поверхні; m_k , z_k , k_k , c_k - приведена маса, переміщення, модуль в'язкості та модуль пружності деформованого колеса; m_t , z_t , k_t , c_t - приведена маса робочого місця, переміщення,

модуль в'язкості та модуль пружності пружно-в'язкої підвіски. Для складання рівняння руху елементів системи можна використати класичний підхід з використанням рівняння Лагранжа другого роду:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

де T - кінетична енергія системи; Π - потенціальна енергія системи; Φ - функція Релея, що характеризує лінійні в'язкі властивості дисипації енергії; Q_i - компоненти узагальнених сил; $q_i, \dot{q}_i$ - узагальнені переміщення та узагальнені швидкості переміщень, відповідно.
Компоненти рівняння Лагранжа мають наступний вигляд:
- кінетична енергія системи:

$$T = \frac{1}{2} m \dot{q}_i^2; \quad (2)$$

- потенціальна енергія системи:

$$\Pi = \frac{1}{2} c_i q_i^2. \quad (3)$$

Потенціальна енергія системи для гравітаційних сил:

$$\Pi_g = m g q_i. \quad (4)$$

Функція Релея, що характеризує в'язку дисипацію:

$$\Phi = m \dot{q}_i. \quad (5)$$

Узагальнена сила (збурююча сила) для поступального руху є прискоренням:

$$\ddot{z} = \frac{d}{dt} \left(4(k+n) \left(r - \sqrt{-h^2 + r^2} \right) T v \cos[8tTV] \right) = 4(k+n) \left(r - \sqrt{-h^2 + r^2} \right) T v \cos[8tTV]. \quad (6)$$

В цьому випадку узагальнена сила з урахуванням прискорення матиме вигляд:

$$Q_i = m \ddot{z}. \quad (7)$$

Кінетична енергія для наведеної вище моделі матиме вигляд:

$$T = \frac{1}{2} (m_t z_t'^2[t] + m_k z_k'^2[t] + m_s z_s'^2[t]). \quad (8)$$

Потенціальна енергія від дії пружності елементів в'язей:

$$\Pi = \frac{1}{2} (c_s (z_s[t])^2 + c_k (z_s[t] - z_k[t])^2 + c_t (z_k[t] - z_t[t])^2). \quad (9)$$

Потенціальна енергія гравітаційних сил:

$$\Pi_g = m_t g z_t[t] + m_k g z_k[t] + m_s g z_s[t], \quad (10)$$

де g - прискорення вільного падіння.

Приймаючи до уваги, що початкові зміщення в момент часу дорівнюють нулю, потенціальна енергія гравітаційних сил також дорівнює нулю:

$$\partial_{(z_t[t] \rightarrow 0, z_k[t] \rightarrow 0, z_s[t] \rightarrow 0)} \Pi_g = 0.$$

Функція в'язких в'язей Релея:

$$\Phi = \frac{1}{2} (k_s (z_s'[t])^2 + k_k (z_s'[t] - z_k'[t])^2 + k_t (z_k'[t] - z_t'[t])^2). \quad (11)$$

Переходячи до складових рівняння Лагранжа можна записати для першого доданку для маси m_t :

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial}{\partial \dot{z}_t[t]} T \right) = m_t \ddot{z}_t[t] = m_t \ddot{z}_t. \quad (12)$$

Перший доданок для колеса маси m_k :

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial}{\partial \dot{z}_k[t]} T \right) = m_k \ddot{z}_k[t] = m_k \ddot{z}_k. \quad (13)$$

Перший доданок для приведеної до точки контакту маси опорної поверхні, а бо приєднаної маси m_s :

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial}{\partial \dot{z}_s[t]} T \right) = m_s \ddot{z}_s[t] = m_s \ddot{z}_s. \quad (14)$$

Другий доданок рівняння Лагранжа для випадку, що розглядається для перерахованих вище складових матиме вигляд:

$$\frac{\partial T}{\partial q_i} = \frac{\partial T}{\partial z_t} = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial q_i} = \frac{\partial T}{\partial z_k} = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial q_i} = \frac{\partial T}{\partial z_s} = 0. \quad (15)$$

Перший доданок правої частини рівняння Лагранжа 2 роду для відповідних мас:

$$\Pi_t = \left(\frac{\partial}{\partial z_t[t]} (\Pi + \Pi_g/\Pi_g) = 0 \right) = -c(z_k[t] - z_t[t]); \quad (16)$$

$$\Pi_k = \left(\frac{\partial}{\partial z_k[t]} (\Pi + \Pi_g/\Pi_g) = 0 \right) = \frac{1}{2} (-2c_k(-z_k[t] + z_s[t]) + 2c_t(z_k[t] - z_s[t])); \quad (17)$$

$$\Pi_s = \left(\frac{\partial}{\partial z_s[t]} (\Pi + \Pi_g/\Pi_g) = 0 \right) = \frac{1}{2} (2c_s z_s + 2c_k(-z_k[t] + z_s[t])). \quad (18)$$

Накладені узагальнені сили в'язкості для елементів моделі:

$$\Phi_t = \frac{\partial}{\partial z_t'[t]} \Phi = k_t(-z_k'[t] + z_t'[t]); \quad (19)$$

$$\Phi_k = \frac{\partial}{\partial z_k'[t]} \Phi = (k_k + k_t)z_k'[t] - k_k z_s'[t] - k_t z_t'[t]; \quad (20)$$

$$\Phi_s = \frac{\partial}{\partial z_s'[t]} \Phi = -k_k z_k'[t] + (k_k + k_t)z_s'[t]; \quad (21)$$

С урахуванням вище визначених функцій можна записати систему трьох рівнянь:

$$\begin{cases} m_t z_t''[t] = -c_t(z_k[t] - z_t[t]) - k_t(-z_k'[t] + z_t'[t]); \\ m_k z_k''[t] = Q_i + \frac{1}{2} (2c_k(-z_k[t] + z_s[t]) - 2c_t(z_k[t] - z_t[t])) - (k_k + k_t)z_k'[t] + k_k z_s'[t] + k_t z_t'[t]; \\ m_s z_s''[t] = \frac{1}{2} (-2c_s z_s[t] - 2c_k(-z_k[t] + z_s[t])) + k_k z_k'[t] - k_k z_k'[t] - (k_k + k_s)z_s'[t]. \end{cases} \quad (22)$$

або в іншій формі запису:

$$\begin{cases} m_t \ddot{z}_t = c_t(z_k - z_t) - k_t(-\dot{z}_k + \dot{z}_t); \\ m_k \ddot{z}_k = Q_i + \frac{1}{2} (2c_k(-z_k + z_s) - 2c_t(z_k - z_t)) - (k_k + k_t)\dot{z}_k + k_k \dot{z}_s + k_t \dot{z}_t; \\ m_s \ddot{z}_s = \frac{1}{2} (-2c_s z_s - 2c_k(-z_k + z_s)) + k_k \dot{z}_k - k_k \dot{z}_k - (k_k + k_s)\dot{z}_s. \end{cases} \quad (23)$$

Нажаль аналітичного розв'язку системи рівнянь у вигляді (22) і (23) отримати не можливо, тому його можна розв'язати лише чисельним методом.

Чисельне розв'язання отриманого рівняння при різних геометричних параметрах опорної поверхні та колеса, та при різних значеннях механічних властивостей опорної поверхні, модулів пружності та в'язкості, а також відомих значеннях приведених та визначених приєднаних мас дозволяє визначити раціональні величини пружних та в'язких елементів k_t , c_t , k_k , c_k , що забезпечать допустимі амплітудно-частотні характеристики коливань маси m_t , тобто робочого місця оператора.

Література

1. В.А. Умняшкин, Н.М. Филькин, и Р.С. Музафаров, *Теория автомобиля*. Ижевск, Россия: Изд-во ИжПУ, 2006.
2. В.А. Скотников, А.А. Машенский, и А.С. Солонский, *Основы теории и расчета трактора и автомобиля*. М., Россия: Агропромиздат, 1986.
3. В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов, и др., *Тракторы. Теория*. М., Россия: Машиностроение, 1988.
4. А.Н. Мирошниченко, *Основы теории автомобиля и трактора*. Томск, Россия: Изд-во ТГАСУ, 2014.

Титаренко В.Є., к.т.н., доцент
Лазюта В.М., магістрант, 2 курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ПРИЧИН ОСНОВНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ГЕНЕРАТОРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ НА СТО

Сучасний автомобіль є розвинутою технічною системою, що складається з багатьох деталей, вузлів, підсистем, які взаємодіють в процесі експлуатації, зношуються не завжди з однаковими ресурсними напрацюваннями і цим самим з позицій системного підходу визначаються вузькі місця в його надійності. Стартер і генератор є важливими складовими, що впливають на показники надійності автомобіля, тому вивчення закономірностей їх зношування під впливом різних експлуатаційних факторів є важливою актуальною задачею.

Автомобільний генератор - це пристрій, який забезпечує перетворення механічної енергії в електричну. Він служить для підтримання заряду акумуляторної батареї та для живлення всіх електричних складових автомобіля. У сучасних транспортних засобах використовують синхронні електричні трифазні генератори змінного струму. Завдяки змінній частоті обертання двигуна підтримується рівень напруги, який керується реле-регулятором. Щоб генератор почав виробляти електроенергію після запуску двигуна, необхідно подати напругу на обмотку збудження. Даний процес відбувається після повороту ключа в замку запалення та запуску двигуна, при цьому струм в обмотці збудження генератора управляється регулятором.

В процесі технічного обслуговування та ремонту легкових автомобілів до основних несправностей генератора нами віднесено:

- 1) Нехарактерне підвищення шумових характеристик при його роботі.
- 2) Низький рівень зарядки акумуляторної батареї (13.2-13.5 вольт, при нормі 14.0-14.5 вольт) або відсутність зарядки взагалі, про що сигналізує лампа індикатор на приладній панелі автомобіля.
- 3). Збільшена напруга, яку виробляє генератор до 14.6-18.5 вольт.

Дослідження причин несправностей генераторів для аналізу їх відмов показали, що:

- 1) Причиною нехарактерного шуму при їх роботі можуть бути несправність підшипників або обгінної муфти, а також міжвиткове замикання статорної обмотки.
- 3) Причиною збільшеної напруги, яку виробляє генератор може бути: вихід з ладу реле регулятора. Причина не пов'язана з генератором – це можливий великий внутрішній опір акумуляторної батареї в результаті її зношування.

Встановлено, що на працездатність та безвідмовність роботи генератора, як і стартера впливає справність акумуляторної батареї, цілісність та справність силових проводів автомобіля і те, що його ресурс може складати 210-280 тис. км. при правильній експлуатації нового автомобіля, коли має місце нормальний рівень зарядки акумуляторної батареї, відсутні підтікання на генератор та належний стан силових проводів, а після ремонту генератора його залишковий ресурс за пробігом в середньому знаходиться в межах 130-170 тис. км. Характер зміни експлуатаційних ресурсів генераторів різних виробників в залежності від умов експлуатації показано на рис.1.

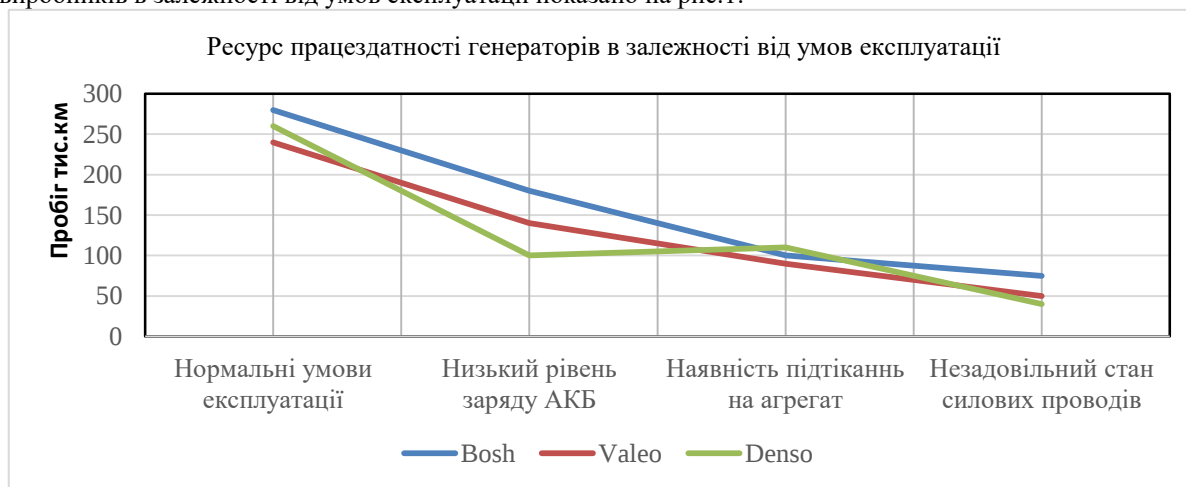


Рис. 1. Закономірності ресурсних напрацювань автомобільних генераторів різних виробників

В підсумку в якості рекомендації слід зазначити про те, що із трьох досліджуваних нами марок менш вразливими до дії експлуатаційних факторів і відповідно більш надійними є генератори фірми «Bosh».

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Бондар Д.О., студ., 2 курс магістрант., гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИБІР МЕТОДІВ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ В СИСТЕМІ «ВОДІЙ- АВТОМОБІЛЬ-ДОРОГА-СЕРЕДОВИЩЕ»

Для підвищення безпеки дорожнього руху в зв'язку зі зростанням інтенсивності транспортних потоків важливими є дослідження закономірностей зміни функціонального стану(ФС) водія від дорожньої обстановки. Для цього використовують різні методи дослідження, які враховують стан людини, як найважливішу ланку транспортного процесу.

На сьогодні існує велика кількість методів дослідження ФС людини, які змінюються під впливом різних чинників, але висувають ряд вимог : забезпечення безпеки здоров'я та життя людини під час проведення досліджень; не здійснювати вплив на умови роботи досліджуваного; бути адекватними для можливостей досліджуваної системи; бути чітко дозованими.

Дотримуючись цих вимог можна встановити вплив різних чинників на професійну діяльність людини. Найчастіше під час дослідження ФС водія використовують електрофізіологічні методи аналізу. Серед них найбільш популярні:

-електрокардіограма (ЕКГ); електроенцефалограма (ЕЕГ); електроокулограма (ЕОГ); шкіро-гальванічна реакція (ШГР).

Аналіз варіабельності серцевого ритму полягає у дослідженні інтервалів електрокардіограми, які відображають нормальні скорочення. На основі цього можна визначити тривалість серцевого циклу.

Дослідження ЕЕГ здійснюється за допомогою енцефалографа. ЕЕГ ефективно використовувати при впливі на людину лише одного конкретного чинника. В іншому випадку це призведе до активності різних областей кори головного мозку. Наявність певних ритмів відображає специфічний ФС людини. Так, наприклад, в стані спокою зазвичай, переважають бета та гамма ритми. Також при переході організму від одного стану до іншого починають переважати одні або інші ритми.

Встановлено, що ШГР відображає емоційний стан людини. Це виявляється під час дослідження електричного опору шкіри людини. Ця методика часто використовується для дослідження ФС операторів процесів різних видів та є частиною приладу детектора брехні. Недоліком дослідження ФС людини з використанням ШГР є те, що у медицині вона рідко застосовується. Тому ця методика розвинена і вивчена меншою мірою, ніж ЕЕГ та ЕКГ.

Найпростішим варіантом реєстрації ЕОГ є відеофіксація положення очей, що створює можливість відслідковувати рух очей при різних рівнях освітлення. Для цього використовують високоточні відео-прилади, які калібрують безпосередньо перед проведенням досліджу. Зазвичай, кількість предметів, яким водій приділяє увагу не перевищує більше трьох. В основному це пішохід, зустрічний або попутний транспортний засіб і проїзна частина автомобільної дороги. Вагомим недоліком цього методу є те, що під час реєстрації погляду водія фіксується лише центральний зір, але велика кількість інформації про дорожній рух сприймається периферійним зором, що залишається поза увагою.

Для адекватної оцінки обставин, в яких рухається водій, необхідно проводити відеореєстрацію як дорожньої ситуації, так і дій водія, які є основою методу електроокулограми.

Для дослідження функціонального стану водія використовують також тестові методи. Від водія вимагається не лише відповідний стан здоров'я, а також увага та ступінь її напруженості, рівень розвитку певних психологічних процесів, рішучості, вміння виконувати складні завдання тощо. Для дослідження цих показників використовують різного роду тести.

Найбільш поширеними тестовими методами дослідження психофізіологічних показників функціонального стану водія є:

- дослідження вищої нервової діяльності водія, а саме його темпераменту;
- дослідження уваги (червоно - чорні таблиці Шульте-1 Ілатонова, «коректурна проба»);
- дослідження просторової уяви (тест «годинники»).

Доведено, що найбільш зручними методами дослідження психофізіологічних показників функціонального стану водія під час його професійної діяльності є електрофізіологічні. І разом з тим вони є одними з найбільш інформативних, що надзвичайно важливо для повноти розкриття проблеми.

На основі проведеного аналізу методів досліджень, а також враховуючи можливості лабораторної бази приходимо до висновку про те, що найбільш імовірними для проведення експерименту в наших дослідженнях є використання методу ЕКГ, ШГР з додатковим вимірюванням тиску, частоти пульсу та частоти дихання.

Хітров І.О., канд. техн. наук, доцент
Національний університет водного господарства та природокористування

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ВИБОРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Транспорт є важливою складовою частиною єдиної транспортної системи нашої країни і широко застосовуються в усіх галузях народного господарства. Порівняно з іншими видами транспорту, саме автомобільним перевозиться найбільша кількість вантажів, на його долю припадає 80% об'єму вантажних перевезень.

Визначимося з основними дефініціями стосовно транспортних засобів.

Автомобільний транспортний засіб – колісний транспортний засіб (автобус, вантажний та легковий автомобіль, причіп, напівпричіп), який використовується для перевезення пасажирів, вантажів або виконання спеціальних робочих функцій [1].

Автомобіль – колісний транспортний засіб, який приводиться в рух джерелом енергії, має не менше чотирьох коліс, призначений для руху безрейковими дорогами і використовується для перевезення людей та (або) вантажів, буксирування транспортних засобів, виконання спеціальних робіт [1].

Колісний транспортний засіб – транспортний засіб, призначений для руху безрейковими дорогами, який використовується для перевезення людей, вантажів, а також перевезення і приводу під час руху або на місці встановленого на ньому обладнання, механізмів для виконання робочих функцій [1].

Транспортні засоби за своїм призначенням поділяються на:

- транспортні засоби загального призначення;
- транспортні засоби спеціалізованого призначення;
- транспортні засоби спеціального призначення.

Транспортні засоби загального призначення – транспортний засіб не обладнаний спеціальним устаткуванням і призначений для перевезення пасажирів або вантажів (автобус, легковий автомобіль, вантажний автомобіль, причіп, напівпричіп з бортовою платформою відкритого або закритого типу) [1].

Транспортні засоби спеціалізованого призначення – транспортний засіб, який призначений для перевезення певних категорій пасажирів або вантажів (автобус для перевезення дітей, інвалідів, пасажирів певних професій, самоскид, цистерна, сідельний тягач, фургон, швидка медична допомога, автомобіль інкасації, ритуальний автомобіль тощо) та має спеціальне обладнання (таксі, броньований, обладнаний спеціальними світловими і звуковими сигнальними пристроями тощо) [1].

Транспортні засоби спеціального призначення – транспортний засіб, призначений для виконання спеціальних робочих функцій (для аварійного ремонту, автокран, пожежний, автобетономішалка, вишка розвідувальна або бурова на автомобілі, для транспортування сміття та інших відходів, технічна допомога, автомобіль прибиральний, автомобіль-майстерня, радіологічна майстерня, автомобіль для пересувних телевізійних і звукових станцій тощо) [1].

До спеціалізованого рухомого складу автомобільного транспорту належать автомобілі та автопоїзди, призначені для перевезення одного або кількох однорідних вантажів і обладнані різними пристроями, які забезпечують цілісність вантажів, механізацію вантажно-розвантажувальних робіт і ефективне використання в різних дорожніх та кліматичних умовах. Оскільки групи товарів відрізняються за своїми властивостями, то існують різні до них вимоги [2]. Наприклад для перевезень:

- для піску, гравію – потрібний відкритий кузов;
- для цементу, кормів для тварин – закритий кузов і постійне перемішування;
- для рідини (молоко, хімічні продукти) – резервуари, у яких рідина не повинна реагувати з матеріалом резервуара;
- для м'ясних виробів, мороженої продукції – рефрижератори;
- для будівельних матеріалів, довгих труб, панелей не можна використовувати транспортні засоби з бортовою платформою;
- для вантажів сільськогосподарської продукції, газової та нафтової промисловості – потрібно використовувати транспортні засоби підвищеної прохідності.

Для вибору типу транспортного засобу застосуємо оцінку за системою взаємодії основних факторів і елементів. Всю систему можна зобразити як множину A , яка складається з підмножин A_i . (рис. 1).

Підмножина $A.1$. визначає групу зовнішніх факторів – умови експлуатації.

Підмножина $A.3$. визначає групу внутрішніх – конструкцію та експлуатаційні якості транспортних засобів.

Підмножина $A.2$. є об'єднуючим двох підмножин ($A.1$. та $A.2$) і характеризується як фактор – ефективність.

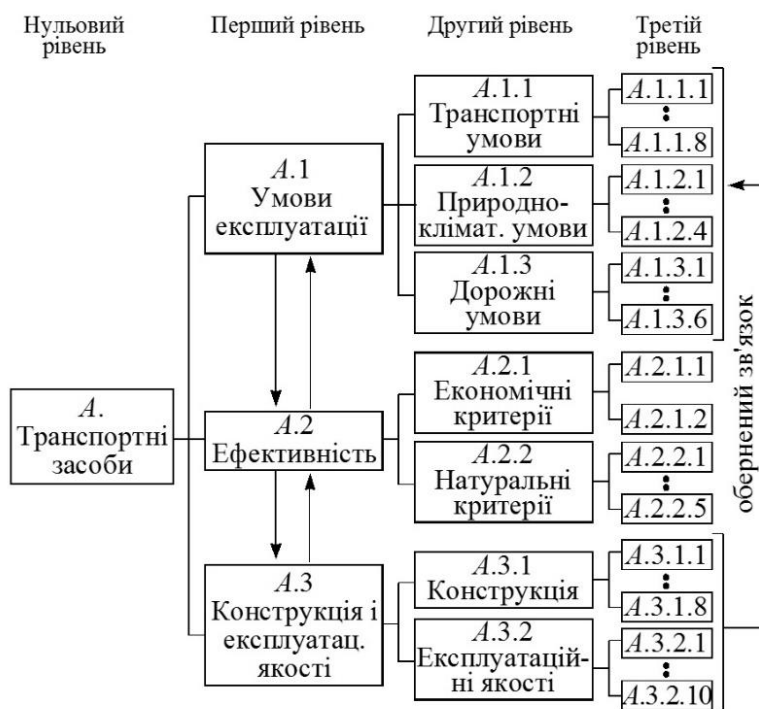


Рис. 1. Трьохрівнева система взаємодії основних факторів і елементів, які визначають вибір і оцінку ефективності застосування транспортних засобів

В свою чергу підмножини A_i діляться на групи A_{ij} і підгрупи.

$A_{1.1.1}$. – транспортні умови (вид вантажу і його характеристика; партійність перевезень вантажів; обсяг і стабільність перевезень; відстань перевезень; режим роботи; вид маршрутів; умови зберігання);

$A_{1.1.2}$. – природнокліматичні умови (зона помірного клімату, холодного, високогірні);

$A_{1.1.3}$. – дорожні умови (міцність дорожнього полотна; рельєф місцевості (рівнина, холмистий, гірський); елементи профілю, плану доріг і габаритні обмеження (ширина проїжджої частини, число полос); тип дорожнього полотна; інтенсивність руху).

Група $A_{2.1.1}$. – характеризується двома кінцевими елементами: витратами на перевезення в транспортній галузі; і позатранспортним ефектом (економія трудових ресурсів на завантаження і вивантаження, зниження витрат на транспортні тару, кількісне і якісне збереження вантажів);

Група $A_{2.2.2}$. – характеризується продуктивністю транспортного засобу: трудоемністю, енергоемністю, металоємністю.

Група $A_{3.1.1}$. – конструкція відноситься до внутрішніх факторів системи і ділиться умовно на кінцеві елементи: кузов; вага ТЗ; двигун; компоновка; естетичність.

Група $A_{3.2.2}$. – характеризує ступінь досконалості і пристосованості даної конструкції транспортного засобу до визначених умов його використання (вантажомісткість; швидкість руху, безпечність; паливна економічність, довговічність; прохідність; простотою технічного обслуговування і ремонту).

Таким чином, вибір типу транспортного засобу із запропонованих критеріїв для конкретних умов перевезень сприятиме підвищенню продуктивності, високої надійності та довговічності, безпеки і кращої паливної економічності.

Література

1. Закон України «Про автомобільний транспорт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text>.

2. Высоцкий М. С., Гришкевич А. И., Гилелес Л. Х. и др. Автомобили. Специализированный подвижной состав. Минск : Выш. шк., 1989. 240 с.

Черненко С.М., к.т.н., доцент,
Стаднік В.М., аспірант

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ЧИСЛА КЕРМОВОГО ПРИВОДУ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Удосконалення механізмів кермового керування сучасних автомобілів полягає в підвищенні, перш за все безпеки водіння, надійності, а також поліпшення зручності і комфорту в керуванні, що значно може знизити стомлюваність водія автотранспортного засобу. Стійкість руху автомобіля у прямому напрямку, легкість повороту коліс та їх здатність самостійно повертатися у вихідне положення, мінімальна віддача зворотних ударів на кермове колесо, повна надійність в роботі і безвідмовність дії за весь термін служби автомобіля, зручність в експлуатації та невисокі вимоги до догляду повинні бути невід'ємними складовими якості кермового керування. Відносно безпеки руху автомобіля кермове керування є одним з найбільш складних і відповідальних його механізмів. Питання підвищення надійності кермового керування і безпеки руху стоять особливо гостро для автомобілів великої вантажопідйомності, які в даний час є досить швидкохідними.

При кінематичному способі керування колісною машиною, завдяки повороту керованих коліс навколо шворнів та їх кінематичному та конструктивному зв'язку з остоном, відбувається зміна траєкторії її руху. При цьому параметри кінематики колісної машини в цілому будуть визначатися кінематикою керованих коліс, властивостями опорної поверхні, пружними та демпфуючими характеристиками їх шин з одного боку, а з іншого – параметрами колісної машини (конструктивною схемою, базами машини та заднього візка, характеристиками шин некерованих коліс, положення центру ваги тощо). Враховуючи, що основною ланкою системи є кероване колесо, то вона отримала назву колісного керуючого модуля [1]. У загальному випадку колісний керуючий модуль враховує керовані колеса з їх контактом з опорною поверхнею, керований міст з його пружними зв'язками з остоном колісної машини та кермове керування. У загальному випадку структурна схема колісного керуючого модуля наведена на рис. 1.

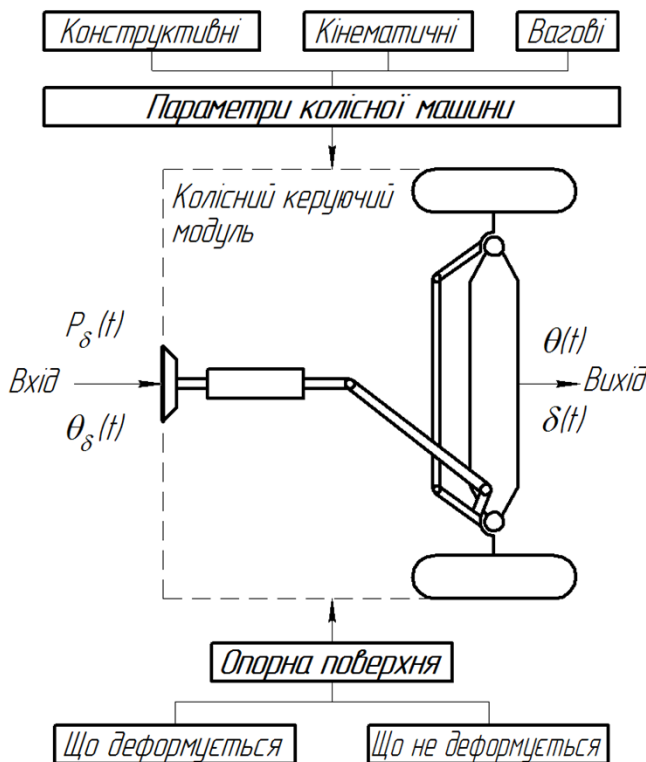


Рис. 1. Структурна схема колісного керуючого модуля

З аналізу рис. 1 видно що, вхідними даними в колісний керуючий модуль є величина зусилля, що прикладається водієм безпосередньо до керма $P\delta(t)$, і кут його повороту $\theta\delta(t)$. При цьому величина зусилля $P\delta(t)$ і динаміка його зміни є характеристиками силової взаємодії водія і керуючого модуля, а кут повороту кермового колеса $\theta\delta(t)$ - характеристикою керуючого впливу водія на керуючий модуль. У свою чергу величина зусилля на кермовому колесі $P\delta(t)$ буде залежати від величини моменту опору повороту керованих коліс, що формується безпосередньо кінематичними і конструктивними параметрами керованих коліс і моста, характеристиками опорної поверхні, параметрами шасі колісної машини з одного боку і параметрами кермового керування з іншого.

Розрахунок кермового керування, зокрема гідравлічного підсилювача, проводиться за максимальним моментом опору повороту керованих коліс на місці на твердій опорній поверхні з високим коефіцієнтом зчеплення. Визначальний вплив граничного за зчепленням моменту опору повороту шини на момент опору повороту колеса на місці, послугувало тому, що багато дослідників займалися визначенням цього моменту. Йому присвячені роботи Солтуса А.П., Лисова М.І.,

Чудакова Є.А., Литвинова А.С., Чайковського І.П., Таборека Я.Л., Бочарова Н.Ф., Редчица В.В., Гауха Б. Е. та інших [1-5]. З аналізу досліджень можна зробити висновок, що результати розрахунків за наведеними залежностями розрізняються між собою. Оскільки на величину граничного моменту істотно впливає положення центра повороту шини, тому залежності які не враховують положення центру повороту, з нашої точки зору, є неприйнятними для практичних розрахунків. Для практичних розрахунків можна рекомендувати користуватися тільки формулами Редчица В.В.[2] та Солтуса А.П. [1, 3], які враховують положення центру повороту, форму і розміри відбитка, навантаження на шину і коефіцієнт зчеплення. При цьому похибка в розрахунках для автомобіля КрАЗ-260 становить не більше 5%.

Для визначення передавального числа кермового приводу були розроблені алгоритми розрахунку за допомогою Microsoft Office Excel та програмного забезпечення PTC Creo Parametric. За допомогою Creo Parametric була створена тривимірна модель кермового керування автомобіля КрАЗ-260 (рис. 2).

На її основі був розроблений алгоритм визначення передавального числа кермового приводу який зводиться до визначення відстаней h_c та h_{Π} при заданому куті θ'_L повороту керованого колеса в діапазоні від -30° (поворот лівого керованого колеса праворуч) до 30° (поворот лівого колеса ліворуч). Передавальне число кермового приводу можна визначити за формулою:

$$i_{\Pi}(\theta'_L) = \frac{h_c}{h_{\Pi}}, \quad (1)$$

де h_c – плече сошки – найменша відстань від осі сошки до осі поздовжньої тяги; h_{Π} – плече поворотного важеля – найменша відстань від осі шворня до осі поздовжньої тяги.

Виміряти ці відстані у програмі Creo Parametric можна за допомогою функції «Измерить» (рис. 3). Для цього створену тривимірну модель кермового керування спростимо до основних деталей кермового механізму, залишаючи тільки ті які будуть імітувати реальну роботу кермового керування, а саме: кулькову опору, шворні, корпус кулькової опори, цапфу, поворотний важіль, поздовжню тягу, кулькові пальці, сошку та кермовий механізм.

За залежностями описаними Солтусом А.П. для визначення передавального числа кермового приводу був розроблений алгоритм розрахунку передавального числа кермового приводу за допомогою електронних таблиць Microsoft Office Excel та порівняний з алгоритмом розрахунку у програмі Creo Parametric. Для порівняння залежностей передавального числа кермового приводу від кута повороту керованого колеса $i_{\Pi}(\theta'_L)$ з різними кутами встановлення поздовжнього β_{Π} та поперечного α_{Π} нахилу



Рис. 2. Тривимірна модель кермового керування КрАЗ-260

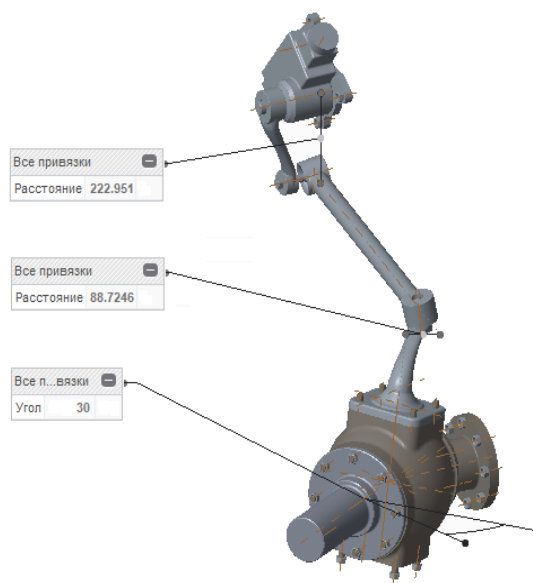


Рис. 3. Положення елементів кермового керування при максимальному повороті цапфи колеса ліворуч

шворня результати розрахунків були зведені до таблиці 2.

Результати, що отримані в ході досліджень передавального числа кермового приводу за описаними алгоритмами показують що залежності схожі між собою, різниця в розрахунках даних розрахованих в Excel обумовлюється недосконалістю описаної методики. Різниця в розрахунках показана в таблиці 3

Таблиця 2

Порівняння даних

θ'_L , град	$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$		$\beta_{ш} = 0^\circ$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$		$\beta_{ш} = -5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$		$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 4^\circ$		$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 0^\circ$		$\beta_{ш} = 0^\circ$ $\alpha_{ш} = 0^\circ$	
	Excel	Creo	Excel	Creo	Excel	Creo	Excel	Creo	Excel	Creo	Excel	Creo
-30	0,88	0,90	0,76	0,83	0,66	0,78	1,13	0,90	1,34	0,93	1,18	0,85
-25	0,88	0,86	0,76	0,81	0,66	0,78	1,12	0,86	1,31	0,88	1,15	0,83
-20	0,88	0,82	0,75	0,79	0,66	0,77	1,10	0,82	1,27	0,84	1,12	0,80
-15	0,86	0,79	0,74	0,78	0,65	0,76	1,07	0,79	1,22	0,81	1,08	0,78
-13	0,86	0,77	0,74	0,77	0,64	0,76	1,05	0,77	1,20	0,79	1,06	0,77
-10	0,84	0,75	0,72	0,76	0,63	0,75	1,03	0,75	1,17	0,77	1,03	0,75
-5	0,82	0,72	0,70	0,73	0,61	0,74	0,98	0,72	1,11	0,73	0,97	0,73
-3	0,80	0,70	0,69	0,72	0,61	0,73	0,97	0,70	1,08	0,72	0,95	0,71
0	0,78	0,68	0,68	0,70	0,59	0,72	0,93	0,68	1,05	0,69	0,91	0,69
3	0,76	0,66	0,66	0,69	0,57	0,70	0,90	0,66	1,00	0,67	0,88	0,67
5	0,75	0,64	0,65	0,67	0,56	0,69	0,88	0,64	0,98	0,65	0,85	0,66
10	0,71	0,60	0,61	0,63	0,53	0,66	0,82	0,60	0,90	0,60	0,78	0,61
13	0,68	0,57	0,59	0,61	0,51	0,64	0,79	0,57	0,86	0,57	0,74	0,58
15	0,66	0,55	0,57	0,59	0,50	0,62	0,76	0,55	0,83	0,55	0,72	0,56
20	0,62	0,49	0,53	0,54	0,46	0,58	0,70	0,49	0,75	0,49	0,64	0,51
25	0,57	0,43	0,49	0,49	0,43	0,53	0,63	0,43	0,67	0,43	0,57	0,45
30	0,52	0,36	0,45	0,42	0,39	0,47	0,56	0,36	0,59	0,36	0,50	0,38

Таблиця 3

Різниця розрахункових даних

	$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$	$\beta_{ш} = 0^\circ$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$	$\beta_{ш} = -5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$	$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 4^\circ$	$\beta_{ш} = 5^\circ 30'$ $\alpha_{ш} = 0^\circ$	$\beta_{ш} = 0^\circ$ $\alpha_{ш} = 0^\circ$
Максимальне відхилення	0,15	0,07	0,13	0,28	0,43	0,33
Середнє відхилення	0,09	0,03	0,12	0,24	0,34	0,22

Створені тривимірні моделі деталей кермового керування: сошка, поздовжня тяга, кулькова опора, корпус кулькової опори, поворотний важіль, шворні, цапфа та та збірка в цілому. Розроблений та описаний алгоритм розрахунку передавального числа кермового приводу автомобіля КрАЗ-260 за допомогою тривимірної моделі кермового керування.

За розробленими алгоритмами проведені розрахунки передавального числа кермового приводу з різними кутами нахилу шворня автомобіля КрАЗ-260. Для стандартного кута встановлення шворня $\beta_{ш} = 5^\circ 30'$; $\alpha_{ш} = 9^\circ 30'$ різниця між даними становить: максимальне відхилення 0,15; середнє відхилення 0,09.

Література

1. Солтус А.П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Учебное пособие для вузов. 2-е издание. К.: Аристей, 2005. 188 с.
2. Редчиц В.В. Определение максимального момента сопротивления повороту управляемого колеса на месте "Автомобильная промышленность", №9, 1973. С. 17- 18.
3. Солтус А.П., Серго А.В. К вопросу о предельном моменте сопротивления повороту шины на месте. Научные труды КГПИ «Проблемы создания новых машин и технологий», 1998. Вып.1. - С. 270-274.
4. Гинцбург Л.Л. Гидравлические усилители рулевого управления автомобилей. М.: Машиностроение, 1972. 120 с.
5. Солтус А.П., Черненко С.М.. Определение весового стабилизирующего момента от комбинированного наклона шкворня. Автомобильный транспорт. Сб. науч. тр. Харьков: ХНАДУ, Вып. 12, 2003. - С. 23-26.

**Шумляківський В. П., к.т.н., доц.
Мацюк В.С., магістрант, II курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»**

НАДІЙНІСТЬ ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Хоча, логічно припустити, що паливно-електричний гібрид з двома силовими і складними технічними компонентами може бути менш надійним, ніж його паливний аналог, але насправді це не так.

Гібриди самі по собі влаштовані досить просто. Принцип такий: звичайний бензиновий двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) крутить електромотор (один або декілька), який в свою чергу заряджає акумулятор, або енергія АКБ направляється на електродвигун, а він вже обертає колеса, дозволяючи прискорювати і сповільнювати автомобіль більш плавно.

Технічне перевага гібридів полягає в тому, що вони беруть все найкраще від обох моторів: ДВЗ і електричного. Як наслідок, такий тандем забезпечує екологічність і економічність в міському циклі, а також менший знос гальмівної системи. Практично всі сучасні гібриди мають систему рекуперації енергії. При уповільненні або при русі машини накатом електродвигуни починають крутитися від коліс і працювати як генератори, віддаючи струм на акумулятор.

В принципі, у гібридів кількість агрегатів не більш, ніж у авто з ДВЗ, і хоч електрика у них досить надійна, проте все це потенційні об'єкти для ремонту. Однією з найдорожчих є якраз високовольтна батарея.

Згідно із заявою виробників акумулятори високої напруги розраховані на весь термін служби автомобіля. Проте, гарантія Тойота становить всього 8 років або 160 000 км. У той же час, в США досить багато автомобілів Тойота Prius, які пройшли більше 300 000 км на рідній акумуляторної батареї без втручання сервісу. Вартість нового комплексу батарей для Тойота Prius і Auris HSD близько 2000 доларів.

Виходячи з світового досвіду, у Toyota Prius середній ресурс батареї становить 12-15 років експлуатації, у Honda Civic - приблизно 8-10 років, у Toyota Camry - близько 8, у Lexus GS 450h - 5 років. Пробіг скоріше вказує на загальний стан автомобіля. Але чим потужніший гібрид, тим швидше відбувається знос високовольтної батареї.

ДВЗ у більшості гібридів дефорсований і працює по більш «м'якому» циклу Аткинсона (точніше, по його спрощеному аналогу, названому циклом Міллера), що збільшує його ресурс, надійність і економічність.

ДВЗ у гібрида працює в режимі, близькому до ідеального. Ідеальний режим ДВЗ - це робота на постійних оборотах. У звичайного автомобіля оберти двигуна постійно змінюються, причому на розгоні це відбувається під повним навантаженням. Це викликає знос ДВЗ. У гібрида ДВЗ не пов'язаний безпосередньо з колесами і швидкість машини не має прямої залежності від його обертів. Ця особливість трохи шокує при першій поїздки на повному гібриді. Якщо Ви різко натиснете педаль акселератора, ДВЗ протягом секунди набере обертів до певного рівня, а машина при цьому не реагує, але зате потім починає вражаюче прискорюватися, рівномірно без провалів і перемикань. Таким чином, навіть під час розгону, ДВЗ гібрида працює на постійних оборотах, а прискорення забезпечується розподілом крутного моменту в диференціалі. Такий режим роботи ДВЗ підвищує його надійність в процесі експлуатації.

Гібрид не вимагає більш частого і більш дорогого ТО. Гальмівні колодки зношуються тільки після 100 - 150 тис.км. пробігу, тому що працюють мало через часте рекуперативне гальмування. ДВЗ гібрида використовується в більш простому й економічному режимі, ніж ДВЗ звичайного автомобіля, тому він менш критичний до техобслуговування. Звичайно, для довгої надійної роботи машини треба дотримуватися всіх регламентів та стежити за рівнями технічних рідин. Особливо це стосується термінів заміни гальмівної рідини, антифризу і масла в трансмісії. Заміна антифризу охолодження батареї здійснюється раз в 5 років або кожні 150 тис. км. З електричної частини - чищення повітропроводів батареї від пилу..

Як правило, саме покупці гібридів з пробігом понад 120 тис. км дешево першими стикаються з головним мінусом змішаної силової установки – дорожчею ремонтом електричних систем. Якщо мова йде про поломки звичайного двигуна, витрати на ремонт нічим не відрізняються від машин з ДВЗ. Якщо ж відбуваються якісь поломки електричних силових блоків, а також акумуляторних батарей, то, на жаль, ні у нас, ні за кордоном ніхто не робить дешево ефективне відновлення, пропонують великовузлову заміну.

Близько 80% поломок електричної силової установки в гібридних авто доводиться на інвертор, який заряджає акумулятори під час роботи ДВЗ. Цей механізм просто згоряє, і машину потім завести неможливо. Ремонт інвертора на неофіційному СТО коштує від \$ 2 тис., заміна в офіційному сервісному

центрі – в кілька разів дорожче. Цих витрат можна уникнути, якщо раз на рік заганяти авто на профілактику систем охолодження і живлення інвертора.

Автор статті [1] зазначає, що підрахувавши відсоткове співвідношення відмов, виявилось, що найбільше їх число припадає на електрообладнання і електроніку (34,2%). Частка відмови гібридної силової установки від загального числа несправностей становить 27%. Частка підвіски - 14%. Відмови інших вузлів не перевищують 10% (рис.1).

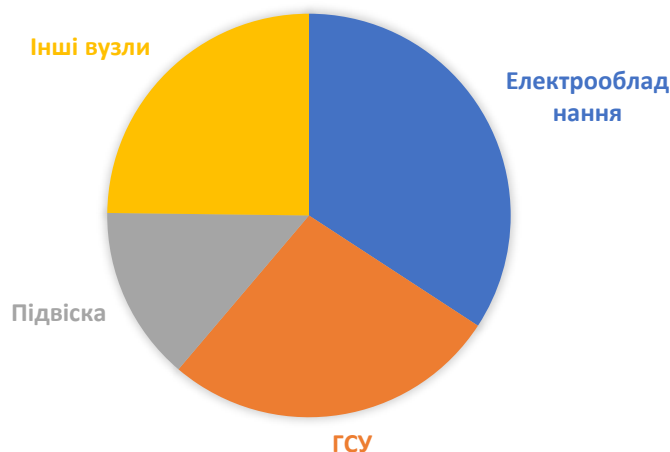


Рис. 1. Загальна вірогідність відмов ГСУ

Таким чином, з основних видів несправностей гібридних автомобілів виділяються дві підгрупи несправностей: електрообладнання та електроніка, гібридна силова установка (ГСУ).

В першій підгрупі основною причиною звернення власників, є передчасна втрата ємності високовольтної батареї. На цю несправність припадає 67% від загального числа звернень пов'язаних з несправностями електроустаткування.

При складанні батареї на заводі в неї встановлюють підібрані максимально близько один до одного елементи. Але з часом відбувається їх розбалансування по ємності, внутрішнього опору і багатьма іншими параметрами, що знижує ефективність батареї в цілому. Відбувається окислення мідних контактних пластин в високовольтної батареї. Автомобіль реагує на зниження якості високовольтної батареї: підвищенням витрати палива, некоректної індикацією рівня заряду і розряду батареї, що попереджає сигналізацією і падінням потужності в цілому. При подальшій експлуатації автомобіля з такою батареєю, збільшується ризик вибуху несправного елемента, що може привести загоряння, автотранспортного засобу.

Аналіз даних показав, що основною причиною несправностей ГСУ є поломка помпи системи охолодження інвертора. На цю несправність припадає понад 70% випадків відмови. Частка інших відмов у загальній кількості поломок гібридної силової установки незначна (менше 5%). Виняток становить вихід їх лад силового модуля. Ця несправність зустрічається в 11,3% випадках.

В статті [2] представлені результати обробки статистичної інформації по гібридним автомобілям серії Toyota Prius першого і другого покоління, які мають одну і ту ж схему сполучення THS (рис.2).

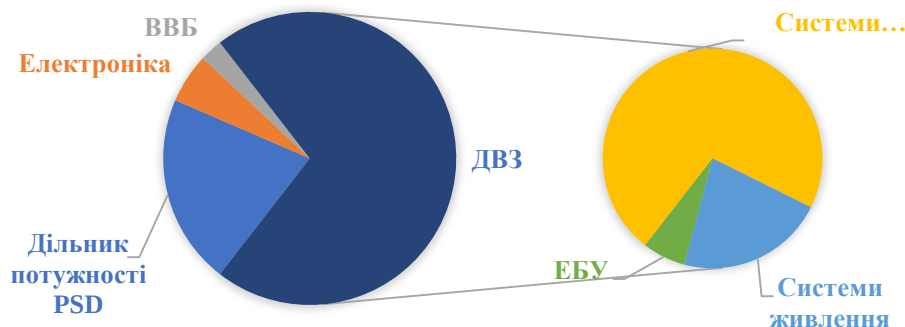


Рис. 2. Вірогідність відмов складових ГСУ за схемою THS

Найбільш вразливе місце даної ГСУ - ДВЗ 1NZ-FXE: 71% всіх відмов припадає на його системи. З них 51% - відмови системи запалювання, 15,5% - системи живлення, всього 4,5% від всіх відмов складає електронний блок управління двигуном (ЕБУД) з усіма своїми датчиками. Особливість цих відмов в тому, що вони призводять до непрацездатності всього гібридного автомобіля, а на одній електричній тязі далеко не заїдеш.

Дільник потужності PSD за кількістю відмов - на другому місці після ДВС (21% від усіх відмов ГСУ). Ці відмови не обумовлюють непрацездатність ГСУ, а викликають лише перешкоди у роботі дільника потужності, що призводить до невірної перерозподілу потужності від ДВЗ на провідні колеса і зарядку високовольтної батареї (ВВБ). При неправильному режимі зарядки ВВБ неминучі втрати її розрядної ємності, неприпустима ступінь розряду, вихід з ладу акумуляторних блоків.

Відмови електроніки ГСУ в сумі складають 5,5% від всіх відмов ГСУ. Без їх усунення система THS непрацездатна. Відмови викликані в основному перегрівом силових транзисторних ключів інвертора і обмоток статора МГ2. Створення ефективної та надійної системи охолодження інвертора і обмоток статора мотор-генераторів - ще одна серйозна проблема, яка потребує вирішення в даній ГСУ.

У ВВБ найменший відсоток відмов - 2,5%. Вихід з ладу акумуляторних блоків, як вже було зазначено вище, може бути викликаний несправністю PSD. Недотримання інструкцій з експлуатації ВВБ також може призвести до її відмови.

Аналіз статистичних даних по відмовах систем і агрегатів ГСУ THS можна поширити і на її пізнішу версію - HSD. За якістю ці силові установки тотожні. Тому при розробці нових технологій по експлуатації та ремонту ГСУ даного типу і створення сервісної інфраструктури для гібридних автомобілів отримані результати цілком придатні.

Дані отримані в дилерському центрі Тойота у Житомирі свідчать, що обсяги робіт з ТО на автомобілях з гібридною силовою установкою майже не відрізняється від обсягів робіт на автомобілях з традиційними ДВЗ, але за рахунок зміненої конструкції певні відмінності все ж є.

По-перше це додаткові роботи. Обов'язкова перевірка стану гібридної системи на кожному ТО (кожні 15 тис. км) складає 0.2 нормо-години. Заміна рідини інвертора відбувається кожні 150 тис. км та складає 1 нормо-годину.

По-друге, оскільки в повнопривідних гібридах привід задньої осі відбувається за рахунок окремого електромотору, регламент заміни масла в його редукторі теж інший. Для гібридних автомобілів заміна масла в редукторі приводу задніх коліс відбувається кожні 90 тис. км і складає 0.5 нормо-години. В автомобілях з традиційним ДВЗ привід на задню вісь здійснюється за допомогою роздавальної коробки, карданного валу й головної передачі в парі з диференціалом. Заміна масла в його редукторах здійснюється кожні 30 тис. км і складає 0.9 нормо-години

Заміна гальмівних колодок на таких транспортних засобах за рахунок рекуперативного гальмування відбувається, в середньому, в два-три рази рідше при ідентичних запасних частинах. Не поодинокими є випадки, коли гібридний автомобіль за 150 тис. км стирає лише половину гальмівних колодок.

Звичайно, деякі гібридні автомобілі потребують чистки системи охолодження ГСУ, чистки ВВБ від пилу. Але при правильному регламентному обслуговуванні з заміною всіх фільтрів та рідин це відбувається вкрай рідко.

Література

1. Угай С.М., Каминский Н.С., Пермякова О.Г. Неисправности гибридных автомобилей при эксплуатации // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2018. № 1. - С.288-294.
2. К вопросу о специфике технического обслуживания и ремонта гибридных энергетических силовых установок // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (31). С. 102-112.

УДК 62:65

T11

T11

Тези XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (присвячена сторіччю Державного університету «Житомирська політехніка») 26-28 жовтня 2020 року. – Житомир : Житомирська політехніка, 2020. – 80 с.

Представлено доповіді учасників XIII 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» 28 жовтня 2020 року.

УДК 62:65

Наукове електронне видання

ТЕЗИ

XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (присвячена сторіччю Державного університету «Житомирська політехніка»)

м. Житомир, 26-28 жовтня 2020 року

Редактори: *О.П. Кравченко*
А.В. Ільченко

Верстка та макетування: *О.О. Багінський*
О.А. Левківський

Відповідальність за зміст тез несе автор.

Об'єм даних – 6,88 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», 2020