

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

ТЕЗИ

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

24-26 жовтня 2022 року



м. Житомир
2022

УДК 629.3

T11

Тези XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 24-26 жовтня 2022 року.
– Житомир : Житомирська політехніка, 2022. – 166 с.

T11

Представлено доповіді учасників XV 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» 24-26 жовтня 2022 року.

УДК 629.3

ТЕЗИ

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

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

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

Матеріали подано в авторській редакції

Об'єм даних – 16.99 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», 2022

Зміст

Антонюк О.П., Мельничук Ю.В.	БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОЇ ШКАЛИ БАЖАНОСТІ	7
Бажинов О.В., Бажинова Т.О.	ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	10
Базар Є. М.	ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ВПЛИВІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ СУЧАСНИХ АТП	13
Barta D. Kravchenko O. Kravchenko K. Dizo Ja.	WEAR EVALUATION OF THE FRICTION MATERIAL OF DISC BRAKE PADS	16
Бегерський Д.Б., Бегерська Т.С.	АНАЛІЗ НАЯВНОЇ ВЕЛОІНФРАСТРУКТУРИ – УКРАЇНСЬКИЙ І ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД	19
Бегерський Д.Б., Вітюк І.В.	ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	21
Бегерський Д.Б., Коваль А.О.	ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОПОЇЗДА НА ЙОГО АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	23
Бегерський Д.Б., Пехоцька А.В.	АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРОБЛЕМ В СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ І ПЕРЕВЕЗЕНЬ	25
Березюк О.В., Віштак І.В.	ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗНОШЕНОСТІ СМІТТЄВОЗІВ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ	27
Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Березняк М.С.	ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВІ ЗВ'ЯЗКИ ПАРАМЕТРІВ ОСНОВНИХ РЕСУРСНИХ ГРУП ДВИГУНА ЯМЗ-238	30
Віштак І. В., Березюк О. В.	ПРИЧИННИ ВИНИКНЕННЯ РИЗИКІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ	36
Гаврилюк А.А.	ЕКОЛОГІСТИКА ЯК НАПРЯМОК РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ	39
Голенко К.Е., Войчишин Ю.І., Бабак О.П., Роман Д.А.	МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ	41
Голуб Д.В., Аулін В.В., Замуренко А.С., Лановенко В.О.	МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПОЕТАПНОЇ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	44
Дорошук М.А., Коваль А.В., Дорошук В.О.	БЕЗПЕКА РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПРОДУКЦІЇ ЛІСОВОЇ І ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	46
Захарчук В.І., Свинарчук О.І., Мордас І.Л.	КОМПЛЕКСНА ЦІЛЬОВА ПРОГРАМА ПЕРЕВЕДЕННЯ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ МОТОРНІ ПАЛИВА	48
Ільченко А.В.	ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРУБКИ ТЕПЛООВОГО ВИТРАТОМІРА НА РАДІАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПОТІК	49
Кашканов А.А., Кашканова А.А., Нахімчук А.О.	БЕЗПЕКА РУХУ ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	51

Кашканов А.А., Пальчевський О.В.	ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НЕОРДИНАРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ	54
Кашканов В.А., Склярів М.В., Головащенко Б.В.	ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ НА АТП ПРИ ВИКОНАННІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	57
Кищун В. А.	ВІД СИСТЕМ ДОПОМОГИ ВОДІЮ ДО АВТОПЛОТІВ	59
Kovalskiy V.P., Guo Mingjun	CLASSIFICATION OF SNOW REMOVAL TECHNOLOGIES OF AUTOMOBILE TRANSPORT NETWORKS	62
Ковальчук А.П.	ШВИДКЕ РУЙНУВАННЯ ДОРОЖНИХ КОНСТРУКЦІЙ, СПРИЧИНЕНЕ ЗБІЛЬШЕННЯМ ВАГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВІД ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ІНТЕНСИВНІСТЮ РУХУ, НА ЯКІ ІСНУЮЧА МЕРЕЖА ДОРІГ НЕ РОЗРАХОВАНА	64
Коломієць В. І.	ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ – СКЛАДОВА МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	65
Корпач А.О., Гладиш О.О.	ВОДНЕВІ ДВИГУНИ З СИСТЕМАМИ FCEV І HICEV	68
Корпач А.О., Корпач О.А.	СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИЧІПНИХ АВТОБУСНИХ ПОЇЗДІВ	70
Кохан В. Ф., Крайник Л. В.	СТРУКТУРА ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОТЕХНІКИ АРМІЙ НАТО ТА ОНОВЛЕННЯ ПАРКУ ЗС УКРАЇНИ	73
Кривошапов С.І.	ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО ПІДХОДУ ЩОДО НОРМУВАННЯ ДОДАТКОВОГО ВИТРАТУ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ З ГБА	75
Кубіч В.І., Безпалько М.В., Безпалько М.В., Рапота М.О.	ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ АМОРТИЗАТОРА АВТОМОБІЛЯ ПРИ ХОДІ ВІДБЮЮ	77
Кужель В.П., Мельник Я.А.	ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПОСЛУГ ПІДПРИЄМСТВ АВТОСЕРВІСУ	80
Кужель В.П., Мукомел О.Л.	ОСОБЛИВОСТІ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ	82
Кукало І.Б., Лемешев М.С.	ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВІДХОДІВ СУЧАСНИМИ СПЕЦАВТОМОБІЛЯМИ – СМІТТЄВОЗАМИ	84
Кукурудзяк Ю.Ю.	ІДЕНТИФІКАЦІЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ НА ОКРЕМИХ ПЕРЕГОНАХ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ	87
Ліщук В.О., Колодницька Р.В.	АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЗАСОБІВ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ ЗА ПРИКЛАДОМ МІСТА ЛОНДОН	89
Лузан С.О., Ситников П.А.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	92
Макарова Т. В., Макаров В.А., Чернега В.Ю.	ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «КОЛЕСО- ДОРОГА»	93

Мармут І.А.	ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВІРКИ ФАР ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЛИКОВИХ СТЕНДІВ	95
Мельничук О.І.	УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СПЕЦАВТОМОБІЛІВ – СМІТТЄВОЗІВ НА ОСНОВІ ДАТЧИКА МАЛИХ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ	98
Митко М.В., Пономарьова Г.В.	АГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ ПНЕВМОПІДВІСКИ АВТОБУСІВ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» НА КІЛЬКІСТЬ ВІДМОВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ	101
Ocheretnyi V.P., Olenyuk A.P.	ELECTRIC CAR AS A TYPE OF FUTURE TRANSPORT	104
Палагнюк Д. М., Гринчук В.В.	GPS-МОНІТОРИНГ ЗА ЗБОРОМ ВІДХОДІВ СПЕЦАВТОМОБІЛЯМИ – СМІТТЄВОЗАМИ	105
Пелешок А.П.	ОСНОВНІ АСПЕКТИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	108
Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Український Є.О., Рижова В.Ю.	ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБМІН МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОГРІВУ ДВИГУНА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ОБЛАДНАНОГО ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ	110
Полупан Є.В., Шевченко С.І., Прооренко О.І.	ІННОВАЦІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННІ ВИРОБНИЦТВОМ ТО ТА РЕМОНТУ АТЗ В АТП	113
Поручинська І.В.	ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ЛОГІСТИКИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД	116
Поручинський В.І.	SMART-ТЕХНОЛОГІЇ – МАЙБУТНЄ СУЧАСНИХ МІСТ	118
Прасоленко О.В., Чумаченко В.А.	ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СМУГИ РУХУ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ	120
Прохорчук М.В., Ковальський О.В., Форманюк М.А., Чуйко С.П.	ПІДВИЩЕНА ІНФОРМАТИВНІСТЬ НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ - ОПЕРАТИВНИЙ ФАКТОР ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ	122
Рожко Н.Я., Плекан У.М.	СУЧАСНІ ТРЕНДИ ТА РЕАЛІЇ РИНКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ	125
Сахно В.П., Поляков В.М., Човча І.В.	ДО ВИЗНАЧЕННЯ МАНЕВРНОСТІ І СТІЙКОСТІ РУХУ ПРИЧІПНОГО АВТОПОЇЗДА	127
Смирнов Є.В.	КОНЦЕПЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ	131
Сорока В.С., Хітров І.О.	ВПЛИВ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ МІСТА ДУБНО	132
Тарандушка Л.А., Костьян Н.Л., Тарандушка І.П.	РОЗРОБКА МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕСУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ МІСТА	134
Титаренко В.Є., Шумляківський В.П., Зарицький Н.О.	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ВОДІЯ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВПЛИВОМ ДОРОЖНИХ ЧИННИКІВ НА БЕЗПЕКУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	136
Хаврук В.О.	ОЦІНКА СТАНУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ПРОГНОЗУ	138

Хребет В.Г., Виноградов М.С., Мастепан М.А., Савенок Д.В., Левадний О.В.	УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КЛАПАННОГО СПРЯЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИЛКАТНОГО АБРАЗИВНОГО СКЛАДУ	141
Цимбал С.В., Коваль Р.В.	АНАЛІЗ ТЕОРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ	144
Цьонь О.П., Плекан У.М.	ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ВІДБУДОВИ	147
Чеберячко С.І., Дерюгін О.В., Третяк О.О.	ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ	148
Черненко С.М., Мурашко О.А.	УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНОГО КЕРУЮЧОГО МОДУЛЯ	151
Чуйко С.П., Кравченко О.П.	АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЙНОСТІ ПОВІТРЯ В САЛОНІ АВТОБУСУ З СИСТЕМОЮ КОНДИЦІОНУВАННЯ	154
Чуйко С.П., Ткаченко Г.М., Кіпчук А. М., Швайко А.О.	ЕЛЕКТРОСАМОКАТИ І БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ	157
Шевченко С.І., Полупан Є.В., Краюшкін О.О., Пархоменко М.К.	ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГАЛЬМУВАННЯ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ОБЛАДНАНОГО ГАЛЬМАМИ ІЗ САМОПІДСИЛЕННЯМ	160
Шипов Є.Г., Дейсун Д.Р.	ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СТО	163
Шипова О.Ю., Шовкопляс І.А.	ЗАСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ	166

**Антонюк О.П., старший викладач кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.т.н.**
**Мельничук Ю.В., студентка кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту**
Вінницький національний технічний університет

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОЇ ШКАЛИ БАЖАНОСТІ

У практичній діяльності транспортних підприємств та організацій часто потрібно оцінити якість роботи, що виконується окремими виконавцями, підрозділами та службами. Це необхідно під час підбиття підсумків роботи, а також при оцінці якості обслуговування пасажирів у місті. Питання оцінки стало особливо актуальним останніми роками, коли деякі транспортні підприємства розпочали впровадження систем управління якістю перевезень.

Найпростішим показником якості може бути «рівень», який визначається відношенням фактичного рівня до базисного нормативного чи еталонного. До найбільш універсальних та досконалих способів оцінки якості відноситься метод, в основі якого лежить так звана функція бажаності Харрінгтона, [1, 3]:

$$V = e^{-e^{-Y}}, \quad (1)$$

де V - значення функції бажаності; Y - значення аргументу в умовному масштабі; e - експонента, основа натурального логарифму ($e \approx 2,71828$).

В основу побудови функції V покладено ідею перетворення натуральних значень оцінюваних показників якості в безрозмірну шкалу бажаності (переваги). Шкала бажаності належить до психофізіологічних шкал. Її призначення – встановлення відповідності між значенням показника якості та оцінкою ступеня бажаності цього значення.

Функція бажаності Харрінгтона являє собою S-подібну криву, яка асимптотично наближається до осі абсцис при значенні від -3 до -6, і до прямої, паралельної осі абсцис, що проходить через точку $V = 1$, при значеннях від 4 до 6. Стандартні значення на шкалі бажаності Харрінгтона представлені на відповідному графіку - на рис. 1. Існує співвідношення між значеннями шкали бажаності та оцінкою якості (табл. 1). Значення V , що дорівнює нулю, відповідає абсолютно неприйнятному рівню якості, а значення V , що дорівнює одиниці, - найкращому.

Таким чином, визначивши та обґрунтувавши граничні значення, всі інші отримують побудовою відповідної шкали значень показника. Значення 0,37 та 0,63 отримані наступним чином: $V = 1/e = 0,37$ та $V = 1 - 1/e = 0,63$.

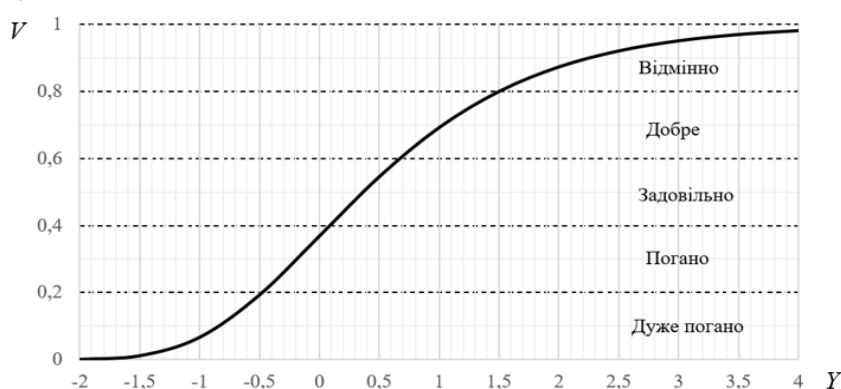


Рис. 1 - Графік функції бажаності Харрінгтона

Таблиця 1 - Відповідність стандартних значень на шкалі бажаності бальним оцінкам якості

№	Значення функції бажаності	Оцінка якості
1	1,00 – 0,80	Відмінно
2	0,80 – 0,63	Добре
3	0,63 – 0,37	Задовільно
4	0,37 – 0,20	Погано
5	0,20 – 0,00	Дуже погано

Шкала оцінки якості не обов'язково має поділятися на п'ять груп. Наприклад, можна об'єднати оцінки «погано» та «дуже погано», а також «добре» та «відмінно», внаслідок чого отримуємо три групи.

Якість можна також оцінювати і за двобальною системою: $V < 1/e$ - «погано» і $V > 1/e$ - «добре».

Нижній межі задовільної оцінки відповідає величина $Y = 0$, звідки

$$V = e^{-e^{-Y}} = e^{-e^0} = 1/e \approx 0,37, \quad (2)$$

отже, незадовільній якості відповідають негативні значення, а прийнятній - позитивні.

Метод Харрінгтона знайшов застосування з метою оцінки якості пасажирських автомобільних перевезень, зокрема його використовують для оцінки роботи маршрутних таксі. Оцінка якості різних показників роботи пасажирського автотранспорту виконується за методикою, яку розробили Е. Е. Мун та А. Д. Рубець, [2, 3]:

1. Оскільки при $Y = -1, V \approx 0$, то практично нижня межа будь-якого оцінюваного показника приймається $Y_{\min} = -1$.

2. Верхню границю обирають виходячи з наступних умов:

- якщо показник якості змінюється рівномірно, немає межі або не наближається до нього асимптотично, то $Y_{\max} = 2$;

- якщо показник якості асимптотично наближається до граничного значення, то $Y_{\max} = 3$;

- якщо показник якості асимптотично наближається до граничного значення, причому процес наближення вимагає досить точної оцінки, то $Y_{\max} = 4$.

3. Нижня Y_{\min} та верхня Y_{\max} межі оцінюваного показника в натуральних одиницях зміни Y знаходяться відповідно до наступного правила: Y_{\min} дорівнює неприйнятному значенню Y , а Y_{\max} відповідає максимальній величині або границі.

4. Визначення граничних значень Y при оцінці якості зручно виконувати за графіком функції Харрінгтона або скористатися табл. 2.

Таблиця 2 - Граничні значення оцінок якості аналізованого показника

№	Оцінка якості	Граничні значення показника
1	Відмінно	Більше $(y_{\min} + 2,5\varepsilon)$
2	Добре	Від $(y_{\min} + 1,773\varepsilon)$ до $(y_{\min} + 2,5\varepsilon)$
3	Задовільно	Від $(y_{\min} + \varepsilon)$ до $(y_{\min} + 1,773\varepsilon)$
4	Погано	Від $(y_{\min} + 0,525\varepsilon)$ до $(y_{\min} + \varepsilon)$
5	Дуже погано	Меньше $(y_{\min} + 0,525\varepsilon)$

Допоміжна величина ε , що використовується у табл. 2 (крок зміни оцінюваного показника) визначається за формулою:

$$\varepsilon = (y_{\max} - y_{\min}) / (Y_{\max} + 1) \quad (3)$$

Для прикладу розглянемо оцінку якості коефіцієнта платного пробігу β . Відповідно до викладених вище правил верхня межа оцінюваного показника $\beta_{\max} = 1,0$, а нижня межа $\beta_{\min} = 0,45$, $Y_{\min} = -1,0$, $Y_{\max} = 3$. На основі перелічених даних побудований графік (рис. 2), з допомогою якого проведена оцінка якості коефіцієнта платного пробігу.

За графіком визначено такі значення меж оцінок якості коефіцієнта β : «відмінно» - понад 0,795; «добре» - від 0,695 до 0,795; «задовільно» - від 0,585 до 0,695; «погано» - від 0,52 до 0,595 і «дуже погано» - менше 0,52, [4]:

Одним із найбільш характерних випадків є оцінка якості роботи за коефіцієнтом наповнення γ . Якщо γ занадто малий, то це свідчить про недовикористання рухомого складу та нераціональний його розподіл за маршрутами. При надто високому значенні γ різко знижується якість обслуговування пасажирів U цьому випадку оцінюваний показник розбивається на дві шкали, протилежно орієнтовані. При цьому на прямому та зворотному напрямках шкал можуть бути прийняті різні масштаби. Межі

інтервалів при оцінці якості обчислюють так само, як і в попередньому випадку за формулами, представленими в табл. 2.

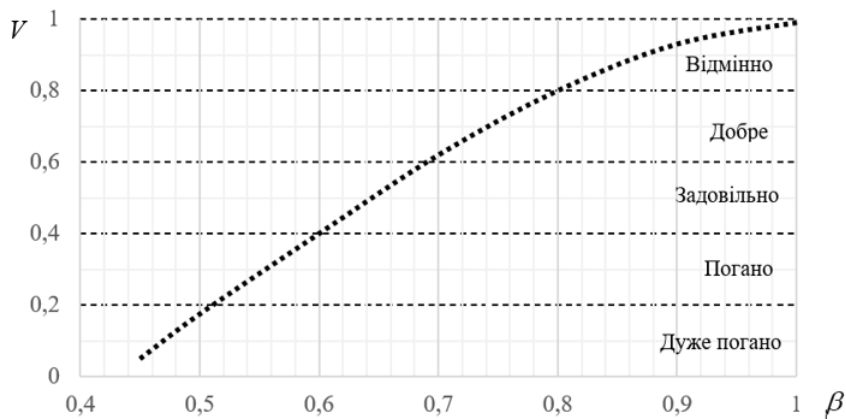


Рис. 2 - Графік визначення граничних інтервалів якості коефіцієнта платного пробігу

Оцінка якості роботи маршрутних таксі, як правило, виконується за такими частковими показниками: 1) коефіцієнт випуску автомобілів на лінію α_B ; 2) коефіцієнт наповнення γ ; 3) коефіцієнт використання часу у наряді τ ; 4) швидкість сполучення V_c , км/год; 5) частота руху A_q , авт/год; 6) інтервал руху автомобілів I , год; 7) коефіцієнт регулярності руху R .

У реальних умовах окремі показники з цих груп можуть бути в суперечності один з одним, що пояснюється різницею економічних інтересів пасажирів та підприємства. Компроміс досягається на основі узагальненого показника якості S .

Для розрахунку узагальненого показника якості можна використовувати різні підходи. Наприклад, він може розраховуватися як середнє арифметичне, середнє зважене чи середнє геометричне розглянутих вище часткових показників якості. У найпростішому випадку, якщо всі часткові показники якості вважаються рівнозначними і, отже, беруться з однаковою вагою, узагальнений показник якості можна розрахувати за формулою середнього геометричного:

$$S = \sqrt[k]{V_1 \cdot V_2 \cdot \dots \cdot V_k} \quad (4)$$

У конкретних умовах роботи рухомого складу на маршрутах міського громадського транспорту розглянутих раніше семи показників може бути недостатньо для оцінки якості обслуговування пасажирів. У цьому випадку використовують додаткові показники, наприклад час поїздки, безпека поїздки, комфортність поїздки та ін.

Висновки. У результаті аналізу використання функції бажаності Е. К. Харрінгтона в якості інструмента інтегрального оцінювання результативності практичної діяльності транспортних підприємств та організацій, а також при оцінці якості обслуговування пасажирів у місті, з'ясовано, що результати застосування даного підходу дозволяють забезпечити: 1) отримання об'єктивної їх оцінки зі встановленням тенденцій розвитку; 2) визначення напрямів підвищення ефективності роботи у фінансовому й організаційному аспектах в галузі пасажирських перевезень.

Література

1. Вакуленко К. Є. Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.
2. Маруніч В.С., Шморгун Л.Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л.Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.
3. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 150 с.
4. Герами, В. Д. Городская логистика. Грузовые перевозки: учебник для вузов/В. Д. Герами, А. В. Колик. - Москва : Издательство Юрайт, 2021. - 343 с.

Бажинов О.В.¹, професор кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів імені М.Я. Говорущенко, д.т.н., професор

Бажинова Т.О.², інженер-програміст, к.т.н.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

²Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сьогодні на ринок виходять гібридні транспортні засоби, що водночас з витратою палива витрачають електричну енергію, яку вони можуть запасати від електричної мережі. Автомобілі з електроприводом у режимі «тільки електрика» споживають лише електричну енергію, яку вони отримують від спеціальних зарядних станцій. Тому витрату енергоносіїв автотранспортних засобів треба перераховувати з урахуванням як витрати палива, так і витрати електричної енергії. Крім того, для визначення дійсної витрати та вартості енергоносіїв необхідно еквівалентно перерахувати вартість розходу електричної енергії у еквівалентну витрату палива.

Правилами ЄЕК ООН № 83-05:2005 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно викидів забруднювальних речовин залежно від палива, необхідного для двигунів», IDT рекомендовано для гібридних транспортних засобів, які заряджаються за допомогою зовнішнього зарядного пристрою, з перемикачем робочих режимів для визначення паливної економічності (табл.).

Таблиця 1 – Приклад вибору робочих режимів

Гібридні режими Заряд батареї	Тільки електрика Гібридний режим	Тільки паливо Гібридний режим	Тільки електрика Тільки паливо Гібридний режим	Гібридний режим (спортивний, економічний, міський, позаміський)
Умова А. Повна зарядка	Гібридний режим	Гібридний режим	Гібридний режим	Гібридний режим з переважним споживанням електроенергії
Умова В. Мінімальна зарядка	Гібридний режим	Споживання палива	Споживання палива	Режим з переважним використанням палива

Проводиться два випробування з дотриманням наступних умов:

– умова А: Випробування проводиться з повністю зарядженим пристроєм акумулювання електричної енергії / потужності;

– умова В: Випробування проводиться при мінімальній зарядці (максимальній розрядці) пристрою акумулювання електричної енергії / потужності. Перемикач робочих режимів встановлюється як показано в табл..

Розрахунок потужності проводиться за такою формулою:

$$P = \frac{M \cdot V \cdot \Delta V}{t}, \quad (1)$$

де V – швидкість під час випробування, м/с;

ΔV – відхилення швидкості від швидкості V , м/с;

M – контрольна маса, кг;

t – час, с.

Потужність P , яка була визначена на випробувальному треку, коригується з урахуванням вихідних умов навколишнього середовища наступним чином

$$P_{\text{корегована}} = K \cdot P_{\text{вимірювальна}}; \quad (2)$$

$$K = \frac{R_R}{R_T} \cdot [1 + K_R(t - t_0)] + \frac{R_{AERO}}{R_T} \cdot \frac{(\rho_0)}{\rho}, \quad (3)$$

де R_R – опір коченню при швидкості V ;

R_{AERO} – аеродинамічний опір при швидкості V ;
 $R_T = R_R + R_{AERO}$ – загальний опір руху;
 K_R – поправочний коефіцієнт на температуру, обумовлену опором коченню, який вважається рівним $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}$, або поправочний коефіцієнт, зазначений заводом-виробником і схвалений адміністративним органом;
 t – температура повітря, $^\circ\text{C}$;
 t_0 – вихідна температура навколишнього середовища, $t_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 ρ – густина повітря в умовах випробування;
 ρ_0 – густина повітря у вихідних умовах ($20 \text{ } ^\circ\text{C}$, 100 кПа).

Співвідношення $\frac{R_R}{R_T}$ і $\frac{R_{AERO}}{R_T}$ вказуються заводом-виробником транспортного засобу. Якщо ці величини відсутні, то за згодою заводу-виробника та відповідної технічної служби можна використовувати значення, отримані за допомогою наведеної нижче формули для співвідношення «опір коченню / загальний опір»:

$$\frac{R_R}{R_T} = a \cdot M + b, \quad (4)$$

де M – маса транспортного засобу, кг;
 a і b – коефіцієнти, причому для кожної швидкості коефіцієнти a і b будуть різні (табл.)

Для вимірювання обертового моменту необхідно розігнати транспортний засіб до обраної постійної швидкості V . Виміряти обертовий момент C_t і швидкість протягом не менше 20 с. Точність системи реєстрації даних повинна становити не менше $\pm 1 \text{ Нм}$ для обертового моменту $\pm 0,2 \text{ км/год}$ для швидкості.

Таблиця 2 – Співвідношення швидкості та коефіцієнтів a і b

V (км/год)	a	b
20	$7,24 \dots 10^{-5}$	0,82
40	$1,59 \dots 10^{-4}$	0,54
60	$1,96 \dots 10^{-4}$	0,33
80	$1,85 \dots 10^{-4}$	0,23
100	$1,63 \dots 10^{-4}$	0,18
120	$1,57 \dots 10^{-4}$	0,14

Зміни обертового моменту C_t і швидкості не повинні перевищувати 5 % протягом кожної секунди періоду вимірювання. Обертальний момент C_{t1} являє собою середній обертальний момент, отриманий за формулою:

$$C_{t1} = \frac{1}{\Delta t} \int_t^{t+\Delta t} C(t) dt. \quad (5)$$

Випробування проводиться три рази в кожному напрямку. Визначається середній обертовий момент за цими шістьма вимірами для вихідної швидкості. Якщо середня швидкість відрізняється більше, ніж на 1 км/год від вихідної швидкості, то для розрахунку середнього обертового моменту використовується лінійна регресія. Визначається середнє значення цих двох моментів, C_{t1} і C_{t2} .

Швидкість повітряного потоку (Q_S) в кожній точці випробування розраховується в стандартних одиницях ($\text{м}^3/\text{хв}$), за даними витратоміра із застосуванням методу, запропонованого заводом-виробником. Потім швидкість повітряного потоку перетворюється в струм, що подається насосом (V_0) в м^3 на один оберт при абсолютних значеннях тиску і температури на вхідному отворі насоса

$$V_0 = \frac{Q_S}{n} \cdot \frac{T_p}{273,2} \cdot \frac{101,33}{P_p}, \quad (6)$$

де V_0 – швидкість потоку, що подається насосом, при T_p та P_p , $\text{м}^3/\text{об.}$,

Q_S – повітряний потік при $101,33 \text{ кПа}$ і $273,2 \text{ К}$ в $\text{м}^3/\text{хв}$;

T_p – температура на вхідному отворі насоса, К ;

P_p – абсолютний тиск на вхідному отворі насоса, кПа ;

n – швидкість роботи насоса, об/хв .

Потім для компенсації взаємодії змін тиску в насосі, викликаних швидкістю його роботи, і швидкості прослизання насоса розраховується кореляційна функція (X_0), що визначає залежність між швидкістю роботи насоса (n), перепадом тиску на вхідному і вихідному отворах насоса й абсолютним тиском на вихідному отворі насоса за формулою:

$$X_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}}, \quad (7)$$

де X_0 – кореляційна функція;

ΔP_p – перепад тиску на вхідному і вихідному отворах насоса, кПа;

P_e – абсолютний тиск на вихідному отворі насоса, кПа.

Вирівнювання методом найменших квадратів проводиться для отримання калібрувальних рівнянь:

$$V_0 = D_0 - M(x_0), \quad (8)$$

$$n = A - B \cdot \Delta P_p, \quad (9)$$

де D_0 , M , A і B – постійні кутові коефіцієнти, що описують криві.

Навіть цей спосіб, як і розглянуті вище випробувальні цикли на паливну економічність та екологічну безпеку, не зовсім підходять для оцінювання витрати палива та електричної енергії гібридними транспортними засобами. Це пов'язано з тим, що ТЗ із електроприводом мають режим «тільки електрика» та можуть розганятися на електричній тязі до високих швидкостей. Це означає, що весь цей цикл або його частину гібридний транспортний засіб подолає за рахунок дешевої електричної енергії. При цьому в умовах експлуатації гібридний транспортний засіб може застосовувати як електричний двигун, так і двигун внутрішнього згоряння. ДВЗ у даному випадку споживає набагато більше пального, в порівнянні з системою електричного привода, що отримує живлення від акумуляторної батареї [1, 2].

Тому для відповідного оцінювання витрати енергоносіїв (палива та електричної енергії) у гібридних транспортних засобах можна, наприклад, застосовувати в їх системах керування спеціальні інформаційні системи, які будуть фіксувати витрату палива та електричної енергії за весь час експлуатації автомобіля. Ці дані вже є у системі керування ДВЗ та системі керування акумуляторними батареями BMS (Battery Management System), яка ставиться на кожний акумуляторний елемент в батареї для керування процесом «заряд-розряд». Тільки ці дані про загальну витрату енергоносіїв будуть оцінювати економічність гібридних транспортних засобів в експлуатаційних умовах. Слід зазначити, що вартість енергоносіїв буде відрізнятися не тільки в різних країнах, але й у одній і тій самій, але у різних умовах експлуатації, наприклад, улітку або взимку. Всі ці дані можуть бути подані на сайті виробника транспортного засобу та постійно оновлюватися. Тільки такі дані будуть передавати конкретні експлуатаційні витрати в кожному регіоні та давати покупцеві більш достовірну інформацію про паливну та електричну економічність гібридних транспортних засобів.

Слід зазначити, що на паливну економічність гібридних транспортних засобів більшою мірою впливає майстерність водія, стиль та характер водіння, умови експлуатації, маси. Це пов'язано з більш високим ККД гібридної силової установки в порівнянні з ККД автомобіля з ДВЗ. Саме тому в гібридних транспортних засобах застосовуються спеціальні системи, які навчають водіїв економному водінню.

Висновки. Вирішено важливе науково-прикладне завдання підвищення ефективності використання гібридних транспортних засобів за рахунок удосконалення методу визначення витрат енергоносіїв у різних експлуатаційних умовах.

Література

1. Бажинова Т.О., Борисенко А.О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів: монографія, Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. 104с.
2. Бажинов О.В. Метод визначення ефективної роботи силової установки гібридного автомобіля / Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Заверуха Р.Р. // Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2021, №21, с.180-187.

Базар Є. М., викладач вищої категорії, авомеханічні дисципліни
*Відокремлений структурний підрозділ «Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ВПЛИВІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ СУЧАСНИХ АТП

Проектування АТП або його реконструкція здійснюється за загальними правилами проектування промислових і виробничих підприємств відповідно до норм технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту (ОНТП). Одним з важливих пунктів для проектування є визначення кількості впливів технічного обслуговування проектного підприємства. Вони служать основою для розрахунку річного обсягу робіт з ТО і ремонту та чисельності виробничого персоналу проектного АТП. За останні роки в системі технічного обслуговування відбулись значні зміни, які досі не відображені в нормативних документах. Використання старих нормативів приведе до значних неточностей в проекті [1].

Виробники сучасних автомобілів дещо змінили нумерацію і періодичності ТО. Нумерація по класифікації ТО-2, що проводиться через певні проміжки часу (пробігу) стала наскрізною: від ТО-1 до ТО-10 (12). У ряду виробників легкових автомобілів необхідність виконання ТО-1 зовсім відпала, зате появилась операція ТО-0, що виконується одноразово через 2...3 тис. км. після введення в експлуатацію.

Тобто, для легкових автомобілів види і нумерація ТО виглядає таким чином:

- щоденне обслуговування (ЩТО);
- обслуговування ТО-0: (після 2,5 тис км спочатку експлуатації);
- періодичне обслуговування: ТО-1(15 тис); ТО-2(30 тис); ТО-3(45 тис.)...
- сезонне обслуговування (СО): один або два рази на рік.

Регламент технічного обслуговування, міжсервісні інтервали і зміст операцій по кожному виду ТО визначаються заводом виробником і вказуються в сервісній книжці.

Коректування нормативів ТО в залежності від експлуатаційних факторів не передбачається.

Періодичність технічного обслуговування для деяких марок автомобілів приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Періодичності ТО легкових автомобілів,

Марка	ТО-0	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-4	ТО-5	ТО-6	ТО-7	ТО-8	ТО-9	ТО-10
Ланос, міс.		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
км.	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Лада, км.	3	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
рік.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Технічне обслуговування для сучасних автомобілів КамАЗ Євро-5 введено єдине технічне обслуговування і групи технічного обслуговування (таблиця 2) [2]:

Таблиця 2 - Періодичності виконання ТО для автомобілів Євро-5

	Вид ТО	Група А	Група В	Група С
1	ТО-2500	Від 1 000 до 5 000 км	Від 1 000 до 5 000 км	Від 1 000 до 5 000 км
2	ТО	через 80 000 км	через 60 000 км	через 40 000 км

Категорія умов експлуатації визначається сервісним центром за кількістю балів в «Анкеті власника транспортного засобу» і призначається відповідно до рекомендацій для співробітника сервісної служби автоцентру ПАТ «КАМАЗ»

Технічне обслуговування для сучасних автомобілів МАЗ в основний період експлуатації має такі ж види як і автомобілів КамАЗ [3].

Технічне обслуговування автомобіля КраЗ в основний період експлуатації виконується [4]:

ТО-1 - технічне обслуговування № 1, виконується через кожні 4000км;

ТО-2 - технічне обслуговування № 2 - виконується через кожні 16000 км.

4. Сезонне технічне обслуговування - СО - виконується два рази на рік

Багато актуальних моделей європейських і американських вантажних автомобілів, в тому числі DAF, Skania, Iveco, MAN володіють збільшеним міжсервісним інтервалом, який може досягати 40 - 60 тисяч км. Йдеться про ТО-2, при якому проводиться заміна моторної оливи і інші заходи [5]. І відразу слід зауважити, що це не йде врозріз з вимогами положення про ТО, так як в ньому вказано мінімальний пробіг між ТО-2, а про максимальний нічого не сказано. Тут доречне запитання, з якою ж періодичністю найкраще проводити технічне обслуговування автомобіля? Все залежить від віку автомобіля та деяких інших факторів. Якщо вантажівка нова і ще знаходиться на гарантії, то сервіс потрібно відвідувати в терміни, встановлені дилером. Для старих автомобілів міжсервісний інтервал вибирають самі власники.

Розрахунок кількості технічних впливів базується на так званому цикловому методі, котрий передбачає визначення кількості обслуговувань за період до капітального ремонту. На сьогоднішній день цей метод неприйнятний, так як практично всі виробники не передбачають для автомобілів капітального ремонту. Та і авторемонтних заводів, де раніше виконувались такі ремонти згідно відповідних технологій, в даний час вже не існує. В експлуатації є багато автомобілів, придбаних за кордоном після того, як вони вже відходили значну частину свого ресурсу.

Кількість ТО розраховують для кожної моделі автомобілів окремо за сумарним річним пробігом. Спочатку розраховують коефіцієнт технічної готовності парку по формулі:

$$\alpha_T = 1 / (1 + I_{cd} (1/d_{mor})) \quad (1)$$

де I_{cd} – середньодобовий пробіг автомобіля, км,

d_{mor} - нормативний простій в ТО і ремонті, дні/1000км.

Розрахунок коефіцієнта випуску парку виконують по формулі:

$$\alpha_B = \alpha_T D_p K_e / D_k \quad (2)$$

де K_e - коефіцієнт, що враховує простої технічно справних автомобілів,

D_p - кількість днів роботи парку в рік;

D_k - кількість календарних днів в році.

Далі визначається пробіг автомобілів кожної моделі АТП за рік по формулі:

$$L_p = I_{cd} \cdot D_k \cdot A_{cn} \cdot \alpha_B, \text{ км} \quad (3)$$

де A_{cn} - облікова кількість автомобілів кожної моделі, шт

Тоді кількість обслуговувань визначиться як:

$$N_{TO} = L_p / L_{TO} \quad (4)$$

де L_{TO} – вибраний і відкоректований пробіг між ТО автомобілів даної моделі.

Якщо для даних автомобілів передбачено два види ТО, то спочатку розраховується кількість ТО вищої складності (з більшим пробігом між ТО), а потім кількість ТО меншої складності по формулі:

$$N_{TO-1} = (L_p / L_{TO-1}) - N_{TO-2} \quad (5)$$

Отриману кількість ТО потрібно заокруглити до цілого числа.

Кількість щоденних обслуговувань визначиться:

$$N_{што} = L_p / I_{cd} \quad (6)$$

Потрібно врахувати, що фактично в багатьох автопідприємствах ЩТО не виділяється в окрему групу робіт, а виконується водіями самостійно після повернення з лінії. В такому випадку враховувати їх не потрібно.

А число сезонних обслуговувань залежить від того, виконуються вони раз чи два рази в рік і становитиме $N_{co} = A_{cn}$, або $2 A_{cn}$. Сезонне обслуговування не виділяється, як окремий вид і виконується разом із черговим ТО [6].

Література

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Міністерство транспорту України, 1998. – 17 с.
2. <https://kamaz.ru/purchase-and-services/services/service/>
3. <https://maz-auto.info/normativno-texniceskaja-dokumentacija/periodichnost-texniceskogo-obsluzhivanija-dlja-avtomobilej-maz/>
4. <https://banga.ua/pages/zapchasti-kraz-dokumentatsiya/rukovodstvo-po-jekspluatacii-avtomobil-sedelnyj-kraz-6443/203-vidi-i-pereodichnost-tehniceskogo-obsluzhivaniya>
5. <https://www.man-ts.ru/service/tech-serv/>
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Організація і управління: підручник. К.: Знання-Прес, 2004. 478 с.

УДК 629.113:621.83.059.1

Barta D.¹, doc., Ing., Department of transport and handling machines, PhD, docent
Kravchenko O.², prof., Department of Automobiles and Transport Technologies,
Dr.Sc.Tech, profesor

Kravchenko K.¹, doc., Department of transport and handling machines, PhD, docent
Dizo Ja.¹, doc., Ing., Department of transport and handling machines, PhD, docent

¹University of Žilina

²Zhytomyr Polytechnic State University

WEAR EVALUATION OF THE FRICTION MATERIAL OF DISC BRAKE PADS

Non-exhaust (airborne) particulate matter PM10 and PM2.5 (with references to their sizes – smaller than 10 and 2.5 microns in diameter respectively), account to almost a halve of the overall PM emissions in Europe [1]. Mostly generated from braking elements and tyres in vehicles, as well as the road decomposition, non-exhaust PM are significantly hazardous not only for the human health, but also for the well-being of other species and the soil. The European Commission has adopted a plan for transitioning to zero on-board emissions for a large amount of the future vehicle fleet, yet there is no concrete plan for the dealing with the emissions of airborne PM, which gradually grow with the increase of the vehicle fleet in use and amount to as much as 30mg/km, depending on the vehicle type (light-duty, heavy-duty), the road type (urban, rural, highway) and many other factors.

Many laboratory studies have analysed the chemical composition of friction layers on brake pads in regards to the PM, in order to create a methodology for lowering of their emittance [2-5]. Simultaneously, these same metallic elements act for the most serious threat to human health and the environment when considering airborne PM. Analysis that are based on practical statistical data of two Ukrainian transport enterprises – LAA TRANS and TRANSPELE taken for the period 1999-2005 on all kinds of routes around Europe, show that the truck brake system is most likely to malfunction or failure averagely every 188 thousand km [6].

The presented results are on the amount of produced friction material per millimeter of worn-out brake pad friction layer and per km mileage of the pad.

The measuring of each sample brake pad was done by estimating with a calliper the existing friction material amount and also by measuring the weight of the pad with an electronic scale. The weight and thickness of the used friction material were then calculated by subtracting the measured values from the standard values of a new pad. The measured braked pads are of two sizes – for discs with diameter $\phi 370\text{mm}$, used in trailers, and for discs with diameter $\phi 430\text{mm}$, used in trucks and semi-trailers. The pads are produced from a few different companies, which all use different chemical compositions of the friction material and a slightly different geometry of their pads, the pads could easily be distinguished by their form, weight and wear properties, which is also visible from the results.

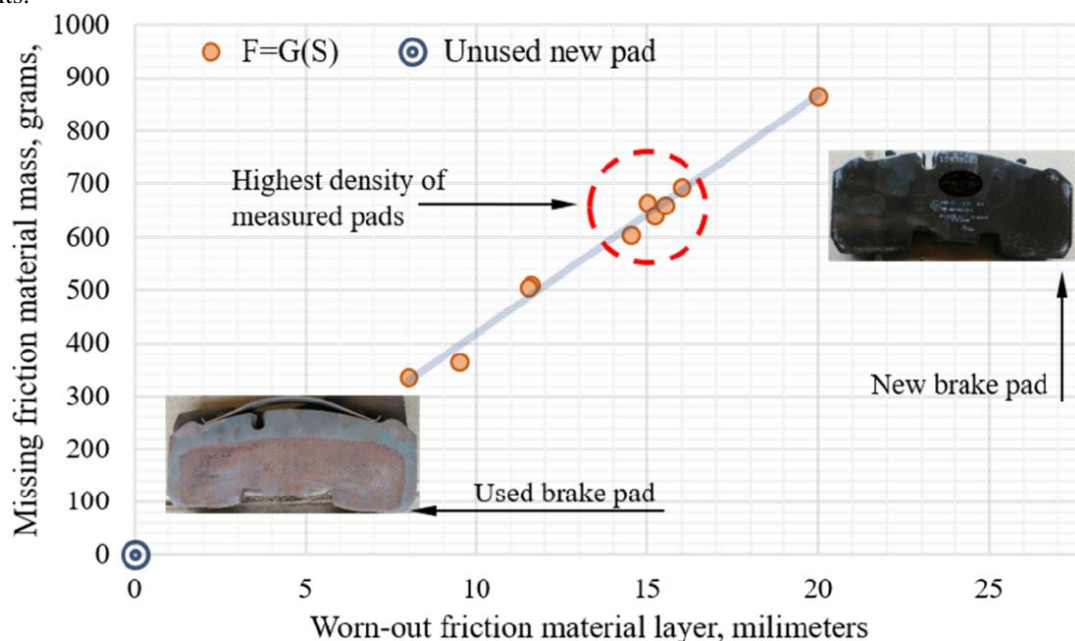


Figure 1. Missing friction material mass to worn out friction material layer, g/mm for $\phi 370\text{mm}$ disc

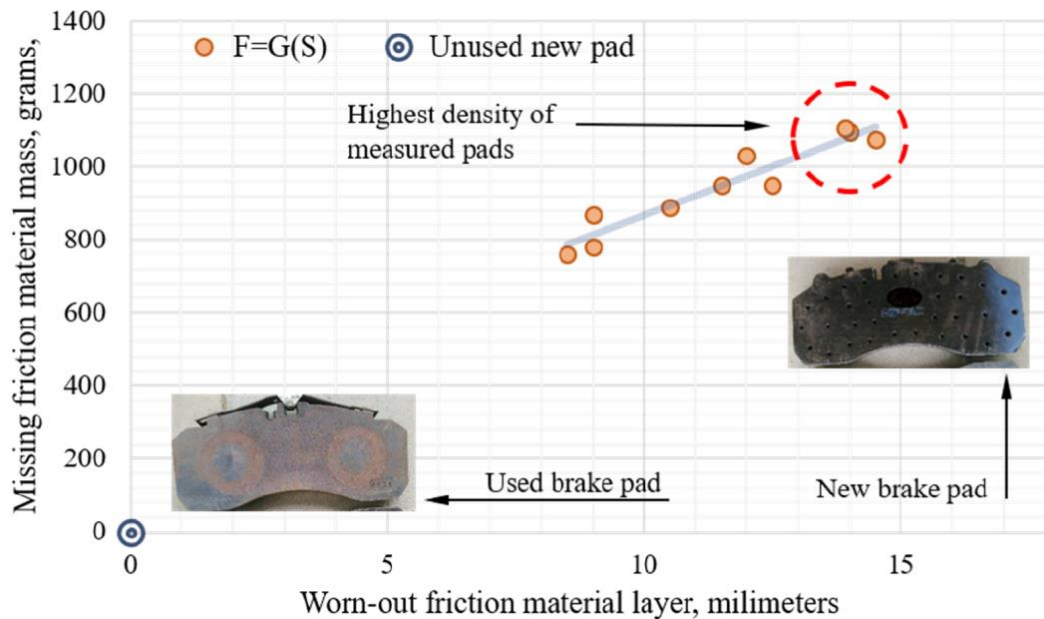


Figure 2. Missing friction material mass to worn out friction material layer, g/mm for \varnothing 430mm disc

On figures 1 and 2 is shown the measured data of 10 brake pads used for \varnothing 370mm discs in trailers and of 10 pads with \varnothing 430mm used in trucks and semi-trailers. The figures represent missing friction material in grams per missing friction material layer worn-out from the pad in millimeters. At the left bottom corner of each graph is positioned a point representing an unused new pad with 0mm missing friction layer thickness and 0g missing friction material mass. Additionally, in each of the figures are shown images of a new and a used brake pad for each of the discs. A trendline is projected in order to show the average tendency g/mm of friction material wear. The bubble indicates the highest density in terms of measured braking pads, showing that most of them were measured at the theoretical end of their operational period.

The results show that brake pads of \varnothing 370mm discs produce about 38.42-44.34 g of particles per each mm of friction material used, while the larger brake pads with \varnothing 430mm discs produce 74.14-96.67 g of particles per each mm of friction material.

The values of brake pads wear in g/mm could easily be calculated in mg/km. However, it is very important to properly set the average mileage of the pads as it depends on many factors, such as the route of the vehicle fleet, the average gross mass of the goods transported, and many others. According to the statistical data of the enterprise which supplied us with pads, the average pad mileage of their fleet is about 150-200 thousand km. In this case, the pads generate about 3.37-3.90 mg/km of PM for the \varnothing 370mm discs, while the values of the larger brake pads correspond to 6.56- 8.56 mg of particles per km.

Such wide ranges of g/mm are due to the different chemical composition of the friction material on the pad, since the pads are produced by various companies.

In order to somewhat eliminate the problem of pollution from PM and also lower the significance of their generation process, various active and passive solutions for decreasing of the amount of PM, have been developed.

Typical passive solutions are the electric and hybrid drives, retarders, intarders and motor brakes. They help in facilitation of the work of the main brake system and so reduce the amount of formed solid particles to the lowest possible level. Hybrid and electric drives allow for regenerative braking, while retarders, intarders and motor brakes aid the braking process by means of fluid circulation. Active solutions, on the other hand, are focused on the direct capture of PM which is normally released during braking into the atmosphere. They are not commonly used yet, but there are several prototypes being developed by some automotive suppliers.

CONCLUSION. There are many factors affecting the amount of PM from brake pads, especially in the case of heavy-duty vehicles. According to the assessment in the study, the gross vehicle weight plays the biggest role in PM generation from braking in heavy-duty vehicles. The results estimated from vehicles operating on standard routes in Europe with an abundance of different road types and road profiles, that on average 3.37-3.90 mg/km of PM from braked pads with brake disc diameter \varnothing 370mm and 6.56-8.56 mg/km with brake disc diameter \varnothing 430mm, is produced. These values are significantly lower than the publicly presented data of up to 30 mg / km and show how significant is the influence of the already mentioned factors on production of PM from disc brake pads.

REFERENCES:

1. GRIGORATOS T., GIORGIO M. Non-exhaust traffic related emissions. Brake and tyre wear PM. European Commission, JCR Science and Policy Reports, 2014.
2. LEE P. W., FILIP D. P. Friction and wear of Cu-free and Sb-free environmental friendly automotive brake materials, *Wear* 302 (1–2), 2013, pp. 1404–1413.
3. NEIS P. D., FERREIRA N. F., FEKETE G., MATOZO L. T., MASOTTI D. Towards a better understanding of the structures existing on the surface of brake pads, *Tribology . International* 105, 2017, pp. 135–147.
4. KUMAR M., BIJWE J. Optimized selection of metallic fillers for best combination of performance properties of friction materials: A comprehensive study, *Wear* 303(1–2), 2013, pp. 569–583.
5. PERRICONE G. et al. A concept for reducing PM10 emissions for car brakes by 50%, *Wear* 396–397, 2018, pp. 135–145.
6. KRAVCHENKO A P, SHKVAROK O I, GLAYBORODA A A, GAYVORONSKY A S The results of a statistical study of the operational reliability of the trailer composition of semitrailer trucks Materials of the XII scientific and technical Conference “Transport, Ecology - Sustainable Development” (Varna: TU), 2006, p 153–159.

Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій, к.т.н.
Бегерська Т.С., студентка групи ЗТРГ-21м
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ НАЯВНОЇ ВЕЛОІНФРАСТРУКТУРИ – УКРАЇНСЬКИЙ І ЗАКОРДОННИЙ ДОСВІД

Кількість велосипедистів у містах України збільшується щороку. Про це свідчать підрахунки велосипедистів, які проводять громадські організації, та соціологічні транспортні дослідження. Особливо багато людей пересіли на велосипеди навесні 2020 року, коли в Україні було запроваджено карантин у зв'язку з коронавірусною пандемією. Ця тенденція відповідає світовій, де люди також пересіли на велосипеди через часткове або повне припинення роботи громадського транспорту чи з метою мінімізувати контакти. Водночас наявна велосипедна інфраструктура не задовольняє попит, який постійно зростає. Станом на жовтень 2020 року лише декілька міст України мають невеликі мережі велосипедної інфраструктури (Київ, Львів, Вінниця, Івано-Франківськ), і кілька десятків міст та ОТГ мають одну або кілька велодоріжок (Харків, Одеса, Полтава, Миргород, Житомир). Приміські, міжміські та міжсільські веломаршрути відсутні. У понад тридцяти містах України розроблені велосипедні концепції, стратегії або плани, під час підготовки яких були проведені певні аналізи потреб користувачів і перешкод до їх реалізації (Львів, Миколаїв, Вінниця, Київ, Івано-Франківськ, Миргород, деякі об'єднані територіальні громади). Жодна з затверджених програм наразі не була виконана повною мірою. Велосипедний транспорт є одним із елементів досягнення сталої мобільності: він не потребує палива, займає мало місця на дорозі та при паркуванні, доступний більшості людей, а також позитивно впливає на здоров'я людей, якість життя у містах і безпеку дорожнього руху. Завдяки відсутності викидів велосипедний транспорт допомагає переміщувати людей, не забруднюючи повітря та не викидаючи парникові гази, що спричиняють зміну клімату. Тому розвиток велотранспорту часто є однією з рекомендацій, яку надають транспортні та кліматичні експерти з ЄС. Національна транспортна стратегія України до 2030 року, затверджена у 2018 році, визначила завданнями розвиток інфраструктури для руху велосипедів, впровадження систем громадського прокату велосипедів, розроблення стратегії розвитку велосипедного руху, посилення велосипедної безпеки, яка б ґрунтувалася на прогресивному іноземному досвіді, та забезпечення розвитку інфраструктури для велосипедного руху, забезпечення оптимальної взаємодії велосипедного руху з іншими видами транспорту.

Велосипед, електросамокат та інші засоби мікромобільності отримують дедалі більше популярності. Вони дають свободу пересування, а інфраструктура для них є найдешевшою у будівництві й утриманні. Навіть у мегаполісах можна досягти показника у 10-15% велопоїздок від загальної кількості переміщень у місті. Це помітно знижує затори і розвантажує громадський транспорт.

Водночас розвиток велосипедної та мікромобільності зменшує викиди, стимулює малий і середній бізнес, підвищує громадське здоров'я. Електросамокати можуть внести суттєвий вклад у заміщення автомобілів у містах. Для цього варто покращувати та пристосовувати для них велоінфраструктуру і стимулювати обирати цей вид транспорту замість поїздки в авто.

З 2018 року, згідно з оновленими Державними будівельними нормами, велоінфраструктура є обов'язковою при будівництві та ремонті вулиць, і поки що більшість міст ідуть саме цим шляхом. **Однак такий підхід не забезпечує головного — зв'язності.** Якщо будувати таким чином, наприклад, метро — окремі шматки по 1-2 станції в різних кінцях міста — на ньому не можна буде здійснювати зручні й завершені поїздки. Українським містам варто звернути увагу на появу зв'язних багатокілометрових веломаршрутів, які будуть корисними для багатьох людей.

Розвиток велоінфраструктури та громадського транспорту значно покращує доступність міста. **Так, в Україні менше 30% домогосподарств мають доступ до приватного автомобіля.** У більшості родин є один автомобіль, яким зазвичай користуються чоловіки. Створення альтернатив важливе для вирішення не лише транспортних і кліматичних проблем, а й соціальних. Наявність зручної пішохідної, велосипедної інфраструктури, а також комфортного громадського транспорту робить міську мобільність доступною для різних груп людей.

На сьогоднішній день у всьому світі гостро стоїть питання про охорону навколишнього середовища і створення екологічних інфраструктур всіх сфер життєдіяльності. Однією з найбільш великих проблем є транспортна, особливо в великих містах. Науково доведено, що оксиди і діоксиди азоту та їх частки викликають смертельні випадки.

Згідно статистичних даних забруднення повітря щорічно вбиває близько 3-3,5 мільйонів чоловік, більше ніж малярія, ВІЛ і грип разом узяті. Так фахівці різних країн світу знайшли рішення цієї

проблеми в переході від автомобільного транспорту до велосипедного і вже бачать незаперечне поліпшення якості життя в таких містах. Адже велосипед екологічно чистий, корисний для здоров'я, розвантажує місто від потоку машин, займає невеликий простір і, що дуже важливо, робить місто більш динамічним, доброзичливим і привабливим, як для жителів міста, так і для гостей і туристів.

Дослідження показали, що щоденна поїздка на велосипеді на відстань в 2,5 км на рік економить до 180 літрів бензину і скорочує викид CO₂ на 495 кг. При цьому викиди шкідливих домішок автомобілів займають 80% забруднюючих речовин. Рівень шуму, що виробляється велосипедистами, у відсотках також значно нижчий, що значно підвищує якість життя.

Роботодавці великих велосипедних міст стверджують, що працездатність людей, що їздять на велосипеді кожен день, вище, ніж у тих, хто використовує автомобіль.

Використання велотранспорту значно позначається і на економіці. Згідно з дослідженнями Європейської федерації велосипедистів їзда на велосипеді приносить річний дохід всьому Євросоюзу в розмірі до 200 млрд. євро. Більшість з них припадає на доходи в галузі охорони здоров'я.

Як ми можемо помітити, інфраструктура немоторизованого транспорту допомагає майже всім членам суспільства: це і молоді, і літні люди незалежно від їх соціального і фінансового становища. У країнах Європи велосипед вже звичний вид транспорту. Він використовується як в рекреаційних і спортивних цілях, так і являється повноцінним засобом пересування, завдяки створенню умов для безпечних і комфортних поїздок практично в будь-яку частину міста.

Найбільш велосипедною країною в світі по праву вважаються Нідерланди, де цей вид транспорту визнаний пріоритетним на державному рівні. У Нідерландах на 17 млн осіб припадає 23 млн велосипедів. Велосипедна інфраструктура в Нідерландах постійно поліпшується. Останньою новинкою була – автострада для велосипедистів. З 2015 року було побудовано 400 миль велодоріг. Ці швидкі велосипедні маршрути з'єднують міста – приблизно в десяти милях один від одного – і надають велосипедистам більш високий пріоритет на з'їздах, ніж автомобілістам.

Також одними з лідерів велоруку вважаються: Данія, Франція, Китай, Японія, Великобританія, ну і, звичайно ж, Німеччина. Саме цю країну Європи можна назвати найпідготовленішою в плані прийняття нормативних документів, що стосуються велоінфраструктури, в яких даються правила і рекомендації з проектування велосипедних і пішохідних шляхів, кожен з яких складено на регіональному рівні. На державному рівні розробляються велосипедні стратегії. У 2017 році прийнято закон «про мобільність». Подібні заходи передбачають підвищення частки велосипедних поїздок, відкриття односторонніх вулиць, створення зелених зон, налагодження громадського велопрокату та забезпечення відповідної безпеки. Всі ці заходи не залишилися просто на папері, вони дійсно втілені в реальність. Про це свідчить статистика, згідно з якою велосипед є найпоширенішим засобом пересування в Німеччині. На 82 млн. жителів країни припадає 70 млн. велосипедів. Для порівняння, автомобілів, допущених до експлуатації в Німеччині всього 41 млн.

**Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій, к.т.н.
Вітюк І.В., старший викладач кафедри автомобілів і
транспортних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»**

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦЬЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

В даний час спостерігається стрімке збільшення кількості електромобілів. Це пов'язано з низкою проблем, насамперед екологічних, пов'язаних із використанням нафти, як сировини для палива двигунів внутрішнього згорання. Багато урядів, особливо країн Європи, накладають обмеження на використання певних видів палива або двигунів внутрішнього згорання загалом.

Велика оглядова стаття [1] містить дані про використання нафти в різних країнах. В ній вказано, що 49% світової нафти споживається в транспортному секторі. Проаналізовано показники забруднюючих викидів, а також процентний вміст їх складових частин. На прикладі США показано, що 68% усіх шкідливих викидів, пов'язаних з використанням нафти, 28% усіх шкідливих викидів, 34% викидів вуглекислого газу та 36-78% забруднення повітря в містах припадає на транспортний сектор. США та Китай демонструють часткові поточні обмеження на використання нафтового палива та обмеження на викиди шкідливих і забруднюючих речовин у транспортному секторі. Наведено приклади законодавчих актів, спрямованих на розвиток екологічно чистого транспорту та транспорту з використанням альтернативних джерел енергії.

На даний момент електромобілі та автомобілі на паливних елементах є єдиними «чистими» автомобілями, які не мають викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, пов'язаних з використанням двигунів внутрішнього згорання. Використання електромобілів замість автомобілів з двигунами внутрішнього згорання призведе до скорочення викидів вуглекислого газу на 20%, а при використанні відновлюваних джерел енергії – на 40%. Викиди, пов'язані з виробництвом електроенергії для електромобілів, становлять лише 2% для чадного газу, 76% для вуглекислого газу, 56% для оксидів азоту та 9% для викидів гідроксиду вуглецю порівняно з викидами від автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.

Основним джерелом енергії для електромобілів є акумулятор. Основні проблеми, що обмежують роботу електромобілів, пов'язані саме з акумуляторами. І в першу чергу це проблеми безпеки акумулятора.

В цій самій статті [1] проведено короткий опис різних типів акумуляторів. Зроблено висновок, що основними показниками батарей повинні бути висока ємність, висока швидкість заряду і тривалий життєвий цикл. Остання вимога зумовлена високою вартістю акумуляторів, яка на даний момент є основною перешкодою для стрімкого зростання популярності електромобілів серед споживачів. Показано, що серед поточних типів акумуляторів, які можна використовувати на EV і HEV, найкраще відповідають вищезазначеним вимогам Li-ion акумулятори. Показано, що безпека акумуляторів є ключовим моментом для їх використання на електромобілях. Акцентується увага на тому, що внаслідок хімічних та електрохімічних реакцій, які відбуваються при зарядці/розрядці акумуляторів, виділяється значна кількість тепла, що може призвести до перегріву, пожежі, і навіть вибух акумуляторів. У зв'язку з цим зроблені висновки про необхідність високоефективних систем термоконтролю для таких батарей.

Представлені результати багатьох відомих досліджень, які показують, що температурний режим батареї істотно впливає на її експлуатаційні властивості, такі як ємність і час життєвого циклу. На підставі аналізу результатів досліджень зроблено висновок, що для забезпечення необхідного рівня безпеки батареї, забезпечення високої ємності та необхідної кількості робочих циклів робоча температура батареї повинна бути в діапазоні від 250С до 400С, а температурна різниця між окремими акумуляторними модулями не повинна перевищувати 5 градусів. Показано, що робоча температура батареї найбільше впливає на електрохімічну систему батареї.

У даній роботі сформульовано основні проблеми, пов'язані з температурним режимом батареї: 1) висока температура батареї під час її зарядки/розрядки призводить до зниження її продуктивності; 2) нерівномірний розподіл температури по поверхні батареї (елементів, між осередками всередині упаковки, між упаковками) призводить до можливості підвищення локальної температури батареї, що негативно впливає на час автономної роботи.

На основі цього сформульовано основні вимоги до систем теплового керування батареями. Такі системи повинні: 1) підтримувати оптимальну робочу температуру кожного елемента батареї і батареї в

цілому, відводячи надлишок тепла в теплом кліматі і нагріваючи батарею, якщо клімат холодний; 2) підтримувати однакову температуру на поверхні кожної батареї, так добре щоб забезпечувати мінімальну різницю температур між окремими осередками в кожному пакеті і між окремими пакетами в батареї; 3) такі системи мають бути компактними, легкими, надійними, недорогими та простими в обслуговуванні; 4) забезпечити вентиляцію батареї для видалення газів, що утворюються під час роботи батареї.

На підставі наведених матеріалів можна зробити висновки, щодо необхідності створення високоефективних систем терморегулювання акумуляторних батарей. Використання систем повітряного охолодження все ще залишається актуальним, незважаючи на нові та перспективні розробки. Багато наукових праць присвячені аналізу таких систем і питанням підвищення теплової ефективності батареї для електромобілів.

Використовуючи можливості програмного забезпечення ANSYS можна побудувати модель акумулятора. На основі розробленої моделі можливо дослідити вплив швидкості вхідного потоку охолоджуючого повітря на ефективність охолодження батареї та в подальшому дослідити вплив різних схем організації потоку охолоджуючого повітря на ефективність системи охолодження.

Література.

1. Rao, Z., Wang, S., 2011. A review of power battery thermal energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 4554–4571. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.096>

УДК 629.113

Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н
Коваль А.О., аспірант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОПОЇЗДА НА ЙОГО АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Вантажні магістральні перевезення автомобільним транспортом грають величезну роль у житті людства, і обсяги перевезень складають сотні тисяч тон вантажів та мільйони кілометрів пробігу. Через масовість використання виникає питання максимального зменшення витрати палива.

Найбільш суттєво зменшити витрату палива можна за рахунок зниження аеродинамічного опору автопоїзда. При швидкості руху транспортного засобу в 55-65 км/год сила опору повітря більша за будь-яку іншу силу опору руху автомобіля, а при швидкості 110-130 км/год вона перевищує сили інерції та силу супротиву дороги разом взятих.

Сила опору повітря складається із сили тиску зустрічного потоку повітря, сили, створюваної розрідженням за автомобілем, та сили тертя повітря по поверхні автомобіля.

Аеродинаміка автомобілів вивчається двома основними методами - випробуваннями в аеродинамічній трубі і комп'ютерним моделюванням. Аеродинамічні труби для випробування автомобілів іноді оснащуються рухомою доріжкою, що імітує рухоме дорожнє полотно. Крім того, колеса випробовуваного автомобіля приводяться в обертання. Ці заходи вживаються для того, щоб врахувати вплив дорожнього полотна і обертючих коліс на потоки повітря.

Оптимальним шляхом дослідження цього питання є математичне моделювання за методом кінцевих елементів. Прикладом програмного забезпечення є програма ANSYS Fluent.

Для роботи нам необхідна базова модель автопоїзда (рис.3). Для цього обираємо прототип. У нашому випадку це сідельний тягач Volvo FH16 Globetrotter XXL (рис. 1) і напівпричеп (рис.2).

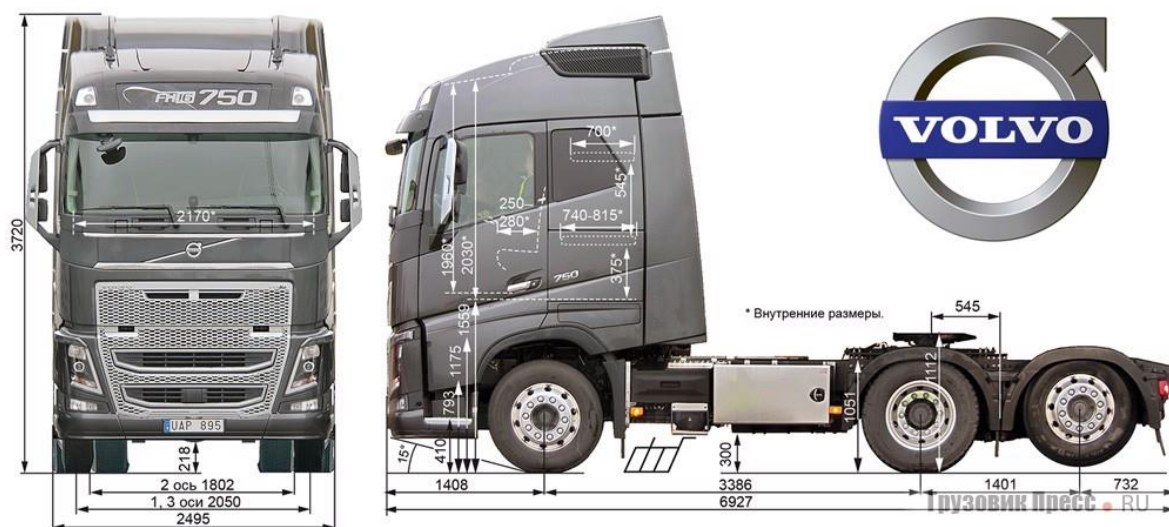


Рис. 1. - Сідельний тягач Volvo FH16 Globetrotter XXL

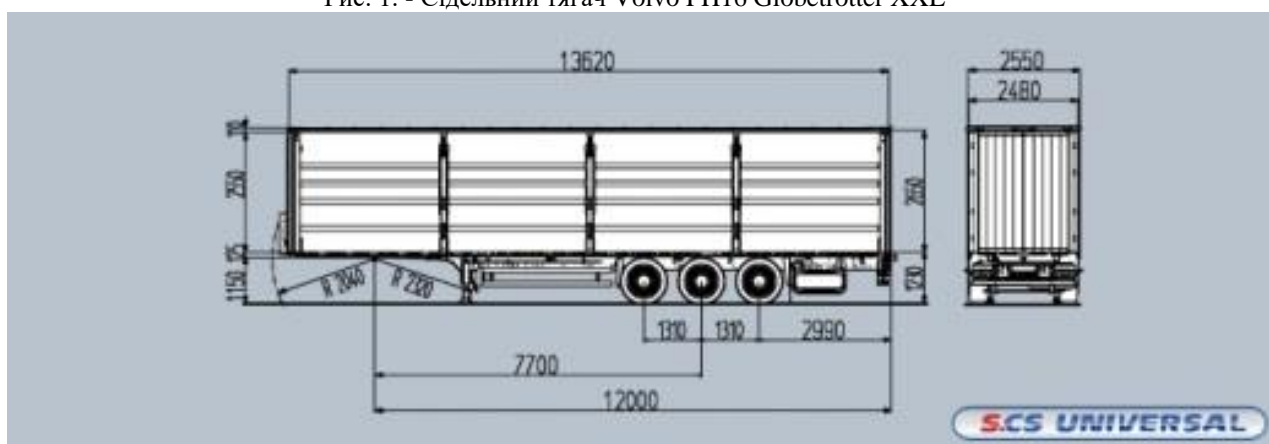


Рис. 2. - Напівпричіп

Після створення базової моделі виконується додавання вхідних умов, обчислення дійсного аеродинамічного опору. Після отримання цих результатів виконується зміна деяких геометричних особливостей, наприклад, зміна відстані між кабіною та напівприцепом, та знаходиться оптимальне значення.

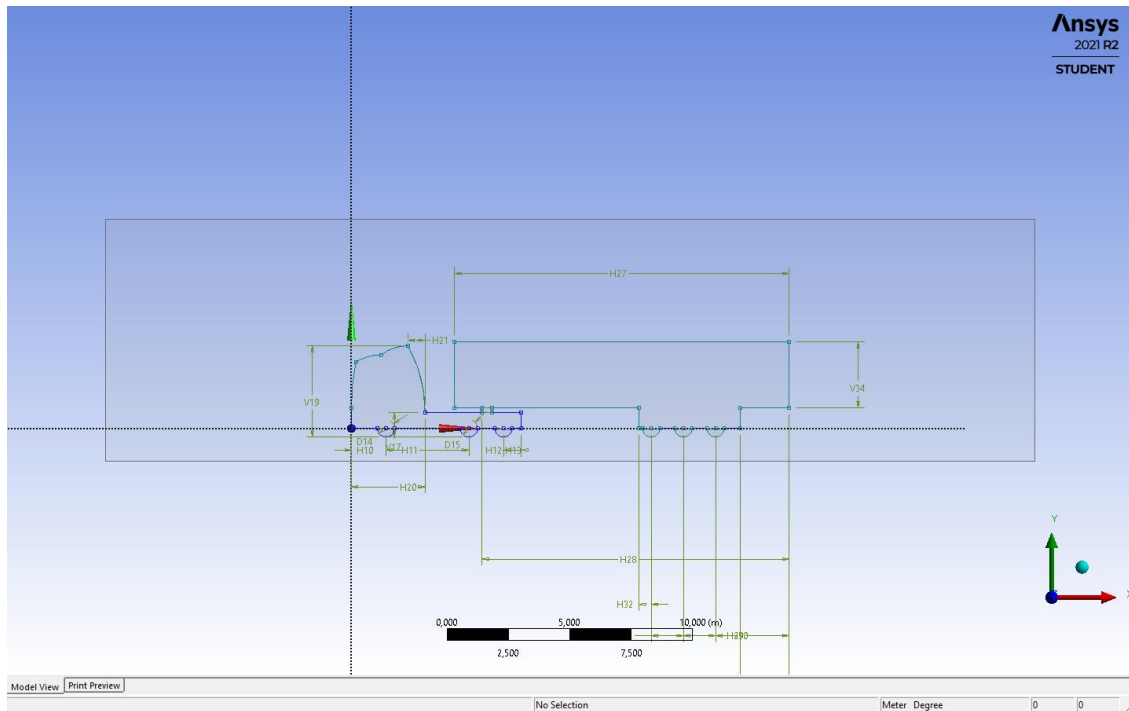


Рис. 3. - Базова модель

Подальшим розвитком буде додавання аеродинамічних елементів для зниження чи зміни повітряного потоку. Прикладами таких елементів можуть бути аеродинамічні панелі, спойлери тощо.

Завдяки прийняттю та впровадженню комплексу заходів по зменшенню аеродинамічного опору можна значно скоротити витрату палива, і, як наслідок – зменшити вартість перевезень та збереження ресурсів планети.

**Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій, к.т.н.
Пехоцька А.В., студентка групи ЗТРТ-22м
Державний університет «Житомирська політехніка»**

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРОБЛЕМ В СФЕРІ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ І ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Відомо [1], що у сучасних умовах для будь-якого виду транспорту існує проблема якості перевезень пасажирів. Це викликано роллю транспорту в житті суспільства, оскільки велика частина поїздок пасажирів у містах пов'язана з трудовим процесом і збільшенням відстаней поїздок. Також було виявлено, що це, в свою чергу, загострює проблему регулярності перевезень, оскільки циклічність формування пасажиропотоків вимагає і відповідної організації пасажирських перевезень.

В даний час ця проблема повинна вирішуватися на основі створення безперервної логістичної системи транспортування пасажирів. Основною умовою цієї безперервної логістичної системи транспортування пасажирів стає своєчасне задоволення попиту на транспортну послугу шляхом автоматизації управління рухом пасажирського транспорту.

Крім того, на міському громадському маршрутному транспорті необхідне впровадження системи моніторингу кількості перевезених пасажирів. Конструктивно така система контролю пасажирських перевезень являє собою комплект з бортового контролера, встановленого на кожній одиниці рухомого складу і блоку з керуючою програмою, що знаходиться на диспетчерському пункті. Контролер по кабельній системі отримує сигнали від датчиків, встановлених в верхніх або нижніх частинах прорізів дверей для входу пасажирів.

Аналіз якості пасажирських автомобільних перевезень по показнику безпеки.

Як відомо, першорядне значення перевезень пасажирів автомобільним маршрутним транспортом визначається тим, що до 60% всієї транспортної роботи виконується саме цим видом транспорту. Проте, разом з такою великою кількістю транспортної роботи, в сфері пасажирського автомобільного маршрутного транспорту спостерігається доволі багато серйозних і актуальних проблем. Однією із таких проблем є те, що, у зв'язку з давнім терміном випуску та дуже тривалим і активним терміном експлуатації, значна частина парку автомобільного маршрутного транспорту є фізично і морально зношеною. В додаток до цього, через надзвичайно сильне збільшення кількості легкових автомобілів на дорогах в останні декілька років, пропускна здатність вулично-дорожньої маршрутної мережі в містах виявилася вичерпаною, значно погіршилися умови формування транспортних потоків, істотно збільшився час поїздок, з'явилися небачені раніше затори на багатьох не тільки центральних, але й другорядних вулицях. Всі ці фактори, перераховані вище, негативно впливають на безпеку перевезень пасажирів, яка, окрім цього, і так відстає від світового рівня. Паралельно з цим залишається високим внесок автомобільного маршрутного транспорту в забруднення навколишнього середовища. Усі вищепераховані проблеми ми можемо яскраво спостерігати і у місті Житомир.

Таким чином очевидно, що зазначені проблеми значно погіршили якість перевезень в системі пасажирського автомобільного маршрутного транспорту.

Нинішній стан системи міського громадського транспорту вимагає розробки сучасних методів підвищення ефективності транспортної діяльності з обов'язковим урахуванням системного підходу. Також необхідно зазначити, що головним та першочерговим завданням є розвиток методичних положень до організації транспортного процесу, особливо тих, що стосуються підвищення його якості та безпеки.

До показників, за допомогою яких можливо оцінити якість перевезень, можна віднести наступні:

- час пересування;
- комфортабельність поїздки;
- час очікування транспорту;
- безпека поїздки;
- ціна поїздки.

Показник рівня безпеки перевезень пасажирів міським громадським пасажирським автомобільним маршрутним транспортом розглядається різними вченими з позиції різних підходів. Вагомість цього показника у всіх авторів різна, але, у всіх без винятку, присутність такого показника є обов'язковою. Окрім цього, погляд на таке поняття як «безпека перевезень» у кожного автора також свій. Відносячи його до складу послуги перевезення, автори виходять з таких понять, як:

- показник рівня аварійності;
- надійність водіїв;
- надійність транспортних одиниць;
- забезпечення безпеки умов перевезень.

- кваліфікованість водіїв.

На основі аналізу відомих досліджень встановлено, що у всіх стандартах, пов'язаних з маршрутними пасажирськими транспортними послугами, відображені вимоги безпеки перевезень.

Також можна навести узагальнені результати експертних оцінок найбільш значущих показників якості маршрутних пасажирських перевезень та результатів аналізу вимог споживачів, які показали наступний розподіл:

- 1) Безпека поїздки P1 - 23,3%;
- 2) Комфортність поїздки P2 - 23,0%;
- 3) Доступність поїздки P3 - 22%;
- 4) Вартісний показник P4 - 18,2%;
- 5) Інформаційний показник (рівень інформаційного сервісу) P4 - 13,5%.

Для підвищення якості перевезень в системі міського громадського пасажирського автомобільного маршрутного транспорту за виявленими показниками якості, необхідне впровадження комплексу заходів, сформованого за чотирима основними напрямками: соціальний; технічний; організаційний; економічний.

Таким чином, можна стверджувати, що задачі підвищення якості пасажирських перевезень громадським транспортом вимагають комплексного і системного підходу, а дослідження спрямовані на підвищення якості транспортного обслуговування населення у містах і, зокрема у Житомирі, є актуальними.

Література

1. Аулін В.В., Голуб Д.В. Якість перевезення пасажирів як невід'ємна частина транспортного процесу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. 2008. Випуск 5/2008. Частина 2. С. 80-84.

**Березюк О.В., професор кафедри безпеки
життєдіяльності та педагогіки безпеки, д.т.н., доцент
Віштак І.В., доцент кафедри безпеки
життєдіяльності та педагогіки безпеки, к.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет**

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗНОШЕНОСТІ СМІТТЄВОЗІВ У ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

На сьогодні для збирання та транспортування твердих побутових відходів (ТПВ) до місць захоронення та сміттєспалювання в Україні використовуються спецавтомобілі – кузовні сміттєвози в кількості більше 4100 од., які здатні ущільнювати ТПВ, зменшуючи витрати на перевезення і необхідні площі полігонів [1]. З метою зменшення темпів зростання площ земельних ділянок під захоронення ТПВ, вони підлягають первинній переробці під час завантаження у сміттєвоз шляхом ущільнення [2], зневоднення [3] та подрібнення. Зношеність автопарку сміттєвозів комунальних підприємств Житомирщини протягом 2013-2021 років змінювалась в межах 56 % до 61,9 %. Відповідно до Постанови Кабміну № 265 [4], важливим є забезпечення застосування сучасних вискоєфективних сміттєвозів у комунальному господарстві країни, як основної ланки в структурі машин для збирання та первинної переробки ТПВ. Тому визначення регресійної залежності, що описує динаміку зношеності сміттєвозів у Житомирській області для вирішення проблеми поведінки з твердими побутовими відходами є актуальною науково-технічною задачею.

Аналіз [5] розробок в галузі комунальної техніки показав, що у більшості сміттєвозів технологічні операції здійснюється за допомогою гідравлічного приводу робочих органів. Найменшу довговічність (пробіг до напрацювання на відмову) серед основних компонентів сміттєвозів із боковим способом завантаження ТПВ згідно досліджень [6] має гідравлічна система, що сприяє підвищенню зношеності сміттєвозів. За результатами спостережень [7] визначено структуру та найчастіші причини відмов гідравлічного обладнання сміттєвозів: гідроциліндри – 34,92 % (знос манжет, ущільнень, штока; розрив гайки кріплення поршня до штока; вигин штока; механічні пошкодження), гідронасос – 16,40 % (вироблення корпусу, знос шестерень, видавлювання сальників, тріщини корпусу), трубопроводи, шланги – 15,34 % (обрив шлангів, знос трубопроводів), гідророзподільник – 13,23 %, (знос ущільнень, золотників; тріщини корпусу). Найбільшу небезпеку становлять значні навантаження на елементи приводу, викликані перехідними процесами під час пуску. Враховуючи значну масу контейнерів з ТПВ (до 0,5 т) перевантаження можуть досягати значних величин. Особливу небезпеку це становить для вузлів з'єднання гідроциліндр-важіль, гідроциліндр-кузов, а також для гнучких трубопроводів високого тиску, які підводять робочу рідину до гідроциліндра. Такі стрибки тиску в режимі перехідних процесів можуть стати причиною розриву трубопроводів високого тиску, виходу обладнання з робочого стану. Тому досліджено стійкості роботи гідроприводу та якості перехідних процесів під час пуску та отримано залежності таких показників якості перехідних процесів, як час регулювання та відносне перерегулювання, від основних параметрів робочих органів сміттєвозів під час завантаження [8] та вивантаження [9] ТПВ, відповідно, які дозволяють розрахувати раціональні параметрів робочих органів сміттєвозів, що забезпечують якісні перехідні процеси під час пуску гідроприводів, а, отже, і зменшення інтенсивності їхньої зношеності. В роботі [10] встановлено, що електронні телематичні навігаційно-диспетчерські системи контролю машини в процесі роботи на маршруті дозволяють автоматично керувати роботою машини та забезпечують більш плавний рух важелів, зменшують їхні ривки та тремтіння під час розвантаження контейнерів з ТПВ. Ці ривки і тремтіння негативно діють на автомобіль. Внаслідок зниження негативного впливу термін служби кузова та шасі збільшується, а їхня зношеність зменшується.

Системний аналіз показав, що для вирішення проблеми ТПВ необхідний комплекс машин [11], перспективним способом мінімізації кількості та шкідливості ТПВ є їхнє зневоднення та подальше віброущільнення плитою пресування з гідроприводом та віброзбудженням за допомогою генератора імпульсів тиску. На основі дослідженої взаємодії робочого тіла – ТПВ з виконавчими органами машин сформовано структуру машин для збирання та первинної переробки ТПВ [12]. Встановлено, що конструкція сміттєвоза повинна враховувати стратегію поведінки з ТПВ та технологію їхнього збирання. Тому виготовлення нових конструкцій сміттєвозів з розширеними функціональними можливостями також сприятиме зменшенню показника зношеності автопарку сміттєвозів комунальних підприємств.

В статті [13] встановлено, що шини автомобілів для збирання та транспортування ТПВ, встановлені на передній осі, мають менший знос, ніж на задній осі. Це пов'язано з тим, що в процесі транспортування

ТПВ навантаження на задню вісь більше, ніж на передню. Відповідно є можливість порівняти фактичний пробіг шин з нормативами підприємства.

В роботі [14] наведено статистичні дані щодо зношеності сміттевозів у Житомирській області в 2013-2021 роки. Однак конкретних математичних залежностей, що описують динаміку зношеності сміттевозів у Житомирській області, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

В табл. 1 наведено статистичні дані щодо динаміки зношеності сміттевозів у Житомирській області в 2013-2021 рр. [14].

Таблиця 1
Статистичні дані за 2013-2021 рр. щодо динаміки зношеності сміттевозів у Житомирській області [14]

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Зношеність сміттевозів у Житомирській області, %	59	59,09	60	61,5	61,8	61,9	60,1	57,1	56

На основі даних табл. 1 планувалось отримати математичну модель у вигляді парної регресійної залежності зношеності сміттевозів у Житомирській області.

Для визначення регресійної залежності, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Житомирській області використано такі методи: регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей, комп'ютерного моделювання.

Регресія проводилась на основі лінеаризувальних перетворень, які дозволяють звести нелінійну залежність до лінійної. Під час дослідження використано метод регресійного аналізу результатів однофакторних експериментів та інших парних залежностей із вибором більш адекватного виду функції із 17 найпоширеніших варіантів за критерієм максимального значення коефіцієнта кореляції зі збереженням результатів в форматі MS Excel та Bitmap. Визначення коефіцієнтів рівнянь регресії здійснювалась методом найменших квадратів за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [15] і детально описана в роботі [16].

Результати регресійного аналізу наведені в табл. 2, де сірим кольором позначено комірки з видом регресії з максимальним значенням коефіцієнта кореляції R .

Таблиця 2
Результати регресійного аналізу динаміки зношеності сміттевозів у Житомирській області

№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R	№	Вид регресії	Коефіцієнт кореляції R
1	$y = a + bx$	0,38470	9	$y = ax^b$	0,16900
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,40454	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,15870
3	$y = a + b / x$	0,01972	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,15870
4	$y = x / (a + bx)$	0,89711	12	$y = a / (b + x)$	0,40454
5	$y = ab^x$	0,39466	13	$y = ax / (b + x)$	0,00082
6	$y = ae^{bx}$	0,39466	14	$y = ae^{b/x}$	0,01028
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,39466	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,01028
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,09200	16	$y = a + bx^n$	0,56330
17	$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$				0,99047

Отже, за результатами регресійного аналізу на основі даних табл. 1, як найбільш адекватну, остаточно прийнято таку регресійну модель

$$ZH_{CM,ЖТ} = 0,02095(t - 2012)^4 - 0,4468(t - 2012)^3 + 2,932(t - 2012)^2 - 6,25(t - 2012) + 62,84 \text{ [%]}, \quad (1)$$

де $ZH_{CM,ЖТ}$ – зношеність сміттевозів у Житомирській області, %;
 t – рік.

На рис. 1 показано графічну залежність, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Житомирській області, побудовану за допомогою рівняння регресії (1), що підтверджує визначену раніше достатню збіжність отриманої теоретичної залежності порівняно із даними, наведеними в роботі [14].

Аналіз графічної залежності на рис. 1 показав, що динаміка зношеності сміттевозів у Житомирській області в 2013-2021 рр. може бути описана поліномом 4-го порядку.

Висновки. Визначено регресійну залежність, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Житомирській області та дозволяє її прогнозувати, що необхідно для вирішення проблеми поведінки з твердими побутовими відходами. Побудовано графічну залежність, що описує динаміку зношеності сміттевозів у Житомирській області та дозволяє наглядно проілюструвати дану динаміку, показати достатню збіжність теоретичних та фактичних результатів. Встановлено, що динаміка зношеності сміттевозів у Житомирській області в 2013-2021 рр. може бути описана поліномом 4-го порядку.

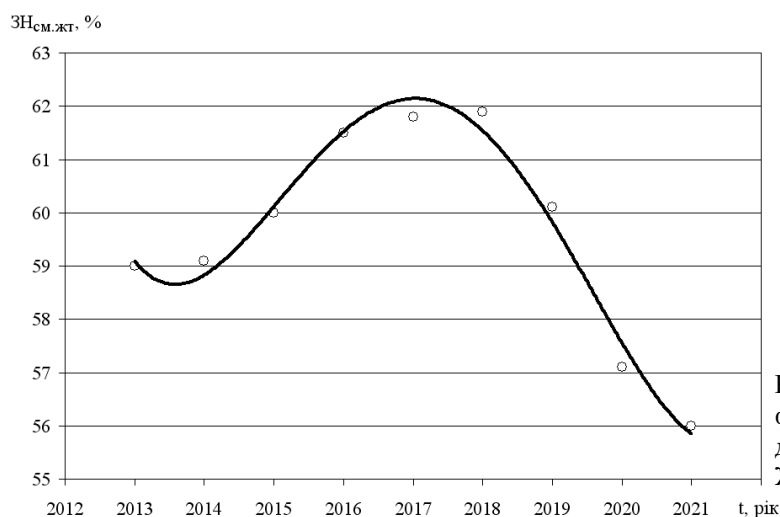


Рис. 1 – Залежність, що описує фактичну (○) та теоретичну (—) динаміку зношеності сміттєвозів у Житомирській області в 2013-2021 рр.

Література

1. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, Т. 27, № 10, 2017, с. 111-116.
2. Орлова Т.А. Экологическая оценка земельных участков, занятых объектами обращения с отходами, Містобудування та територіальне планування. 2006. Вип. 25. с. 167-181.
3. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом, Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2018, № 5, с. 18-24.
4. Кабмін України (2004, Берез. 4). Постанова № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами". URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/265-2004-%D0%BF>.
5. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д.т.н., Хмельницький, 2021.
6. Алтунина М.С. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта кузовных мусоровозов: дис. к.т.н., Новочеркасск, 2015.
7. Мальцев Д.В. Совершенствование организации перевозочного процесса твердых бытовых отходов автомобильным транспортом: дис. к.т.н., Орел, 2016.
8. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози, Вісник ОДАБА, № 33, 2009, с. 403-406.
9. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів, Машинознавство, № 10 (136), 2008, с. 25-28.
10. Шляховой В. Верным путем идете, мусоровозы! Телематика в мусоровозах, Основные средства, № 1, 2017, URL: <https://os1.ru/article/9607-telematika-v-musorovozah-vernym-putem-idete-musorovozy>
11. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, № 1, 2015, с. 3-8.
12. Березюк О.В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів, Вісник машинобудування та транспорту, № 2, 2015, с. 3-7.
13. Беляев М.С., Генсон Е.М. Определение соответствия фактического износа шин мусоровозов нормативному значению, Химия. Экология. Урбанистика, Т. 2020, 2020, с. 30-33.
14. Мінрегіон, Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2021 рік. URL: https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/05/rozdil-4-_oblasti-2021.xls
15. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz"), Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486, К: ДСІВ України, дата реєстрації: 03.06.2013.
16. Березюк О.В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz", Вісник ВПІ, № 1, 2014, с. 40-45.

**Борисюк Д.В., старший викладач кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.т.н.
Зелінський В.Й., асистент кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту
Березняк М.С., магістрант кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту**
Вінницький національний технічний університет

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВІ ЗВ'ЯЗКИ ПАРАМЕТРІВ ОСНОВНИХ РЕСУРСНИХ ГРУП ДВИГУНА ЯМЗ-238

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

Методи визначення технічного стану дизельних двигунів, що використовуються на практиці, як правило, вимагають часткового розбирання вузла або агрегату, а будь-яка розбирально-складальна операція, навіть якщо деталь не ремонтується, знижує термін служби вузла до 15-20% [3]. Тому для визначення технічного стану двигунів необхідно використовувати сучасні безконтактні та нерозбірні методи діагностування, які засновані на аналізі вихідних параметрів, функціонально пов'язаних зі структурними параметрами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час діагностування дизельних двигунів здійснюється декількома методами із застосуванням різного устаткування. Великий внесок у розробку методів і засобів діагностування дизельних двигунів внесли: Астахов І.В. [4], Баширов Р.М. [5], Бишов М.В. [6], Ждановський М.С. [7], Загородських Б.П. [8], Кокорев Г.Д. [9], Николаенко О.В. [10], Успенський І.А. [11] та ін. Методи технічного діагностування дизельних двигунів, що отримали поширення, як правило, виконуються при їх частковому розбиранні.

Застосування сучасних безконтактних і нерозбірних методів діагностування, заснованих на аналізі вихідних параметрів дизеля, функціонально пов'язаних з його структурними параметрами, дозволить вирішити завдання зниження трудомісткості робіт, якості діагностування, однак, вони досліджені недостатньо.

Питанням проектування систем діагностування присвячені роботи Глазунова Л.П. [12], Біргера І.А. [13], Карибського В.В. [14], Нікіфорова С.Н. [15], Мірошникова Л.В. [16], Сергеева А.Г. [17] та ін.

Аналіз літературних і наукових джерел показав, що існуючі методи та засоби діагностування двигунів внутрішнього згорання, не в повній мірі відповідають сучасним вимогам щодо визначення їх поточного технічного стану, що вимагає розробки математичних моделей автоматизації процесу діагностування їх основних частин.

Отже, процес визначення технічного стану автотракторних двигунів ЯМЗ-238 та його автоматизація є актуальною науково-технічною задачею.

Мета дослідження. Метою дослідження є контроль технічного стану такого важливого агрегату транспортного засобу, як двигун внутрішнього згорання ЯМЗ-238, за рахунок створення автоматизації процесу діагностування його вузлів та деталей на основі причинно-наслідкових зв'язків параметрів основних його ресурсних груп.

Основна частина. Двигуни виробництва ПАТ «Автодизель» (ЯМЗ) – це двигуни багатопільового призначення. Технічні характеристики, універсальність, висока ступінь уніфікації і ремонтпридатність сприяють їх широкому застосуванню на автомобілях та інших енергетичних засобах різного призначення.

Найбільшого поширення серед двигунів ПАТ «Автодизель» (ЯМЗ) має сімейство дизелів ЯМЗ-238. Якщо дивитися на двигун ЯМЗ-238, то від сімейства двигунів ЯМЗ-236 він відрізняється незначно – до V-подібного шестициліндрового агрегату додали по одному циліндру в кожен ряд, отримавши при цьому восьмициліндровий двигун.

Всі восьмициліндрові двигуни серій ЯМЗ-238, незалежно від наявності турбонаддуву мають однаковий об'єм (14,86 л), діаметр циліндра (130 мм) та хід поршня (140 мм) [18, 19].

Вирішення задачі автоматизації логічного процесу постановки діагнозу вимагає розробки моделей елементів двигуна внутрішнього згорання як об'єктів діагностування, що описують на одному математичному рівні взаємозв'язки між безліччю можливих несправностей і безліччю значень діагностичних параметрів [20, 21].

Для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між конструктивними елементами двигуна ЯМЗ-238, які характеризують його фактичний технічний стан, використовувалися структурно-наслідкові моделі

взаємозв'язків контрольованих параметрів. Застосовуючи метод декомпозиції до структури об'єкта дослідження, виділяють причинно-наслідкові зв'язки між основними ресурсними групами об'єкта, їх дефектами і контрольованими параметрами (діагностичні, структурні і розмірні), що характеризують фактичний технічний стан об'єкта дослідження.

При розробці структурно-наслідкових моделей для основних ресурсних груп (циліндропоршнева група (ЦПГ), кривошипно-шатунний механізм (КШМ), газорозподільний механізм (ГРМ)) двигунів ЯМЗ-238 використовувалася інформація про їх конструкції і функціонування їх окремих механізмів і підсистем. Для визначення номенклатури структурних і діагностичних параметрів використовувалися рекомендації ДСТУ 9118:2021 [22].

Отримані структурно-наслідкові моделі основних ресурсних груп механізмів двигунів ЯМЗ-238 (ЦПГ, КШМ, ГРМ) представляють собою багаторівневі спрямовані граfi (рис. 1 – 3). На першому рівні знаходяться основні дефекти відповідних вузлів, що викликають відхилення від номінальних значень конструктивних параметрів двигуна. Другий, третій і четвертий рівні займають відповідно розмірні, структурні і діагностичні параметри об'єкта контролю (табл. 1), які є визначальними для його фактичного технічного стану.

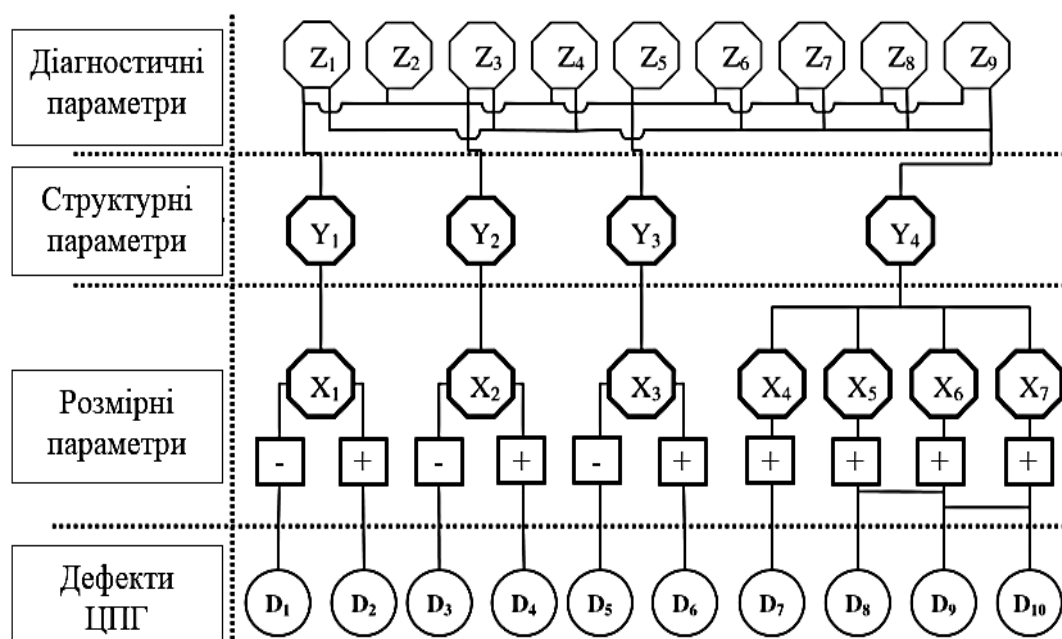


Рис. 1 – Граф-модель взаємозв'язків контрольованих параметрів ЦПГ двигуна ЯМЗ-238 і її дефектів

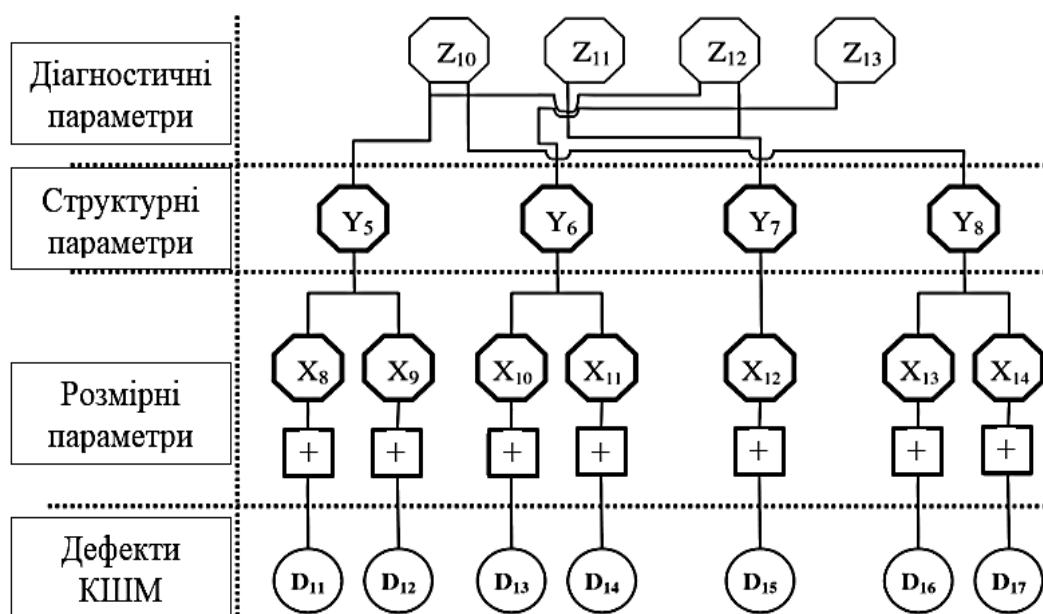


Рис. 2 – Граф-модель взаємозв'язків контрольованих параметрів КШМ двигуна ЯМЗ-238 і його дефектів

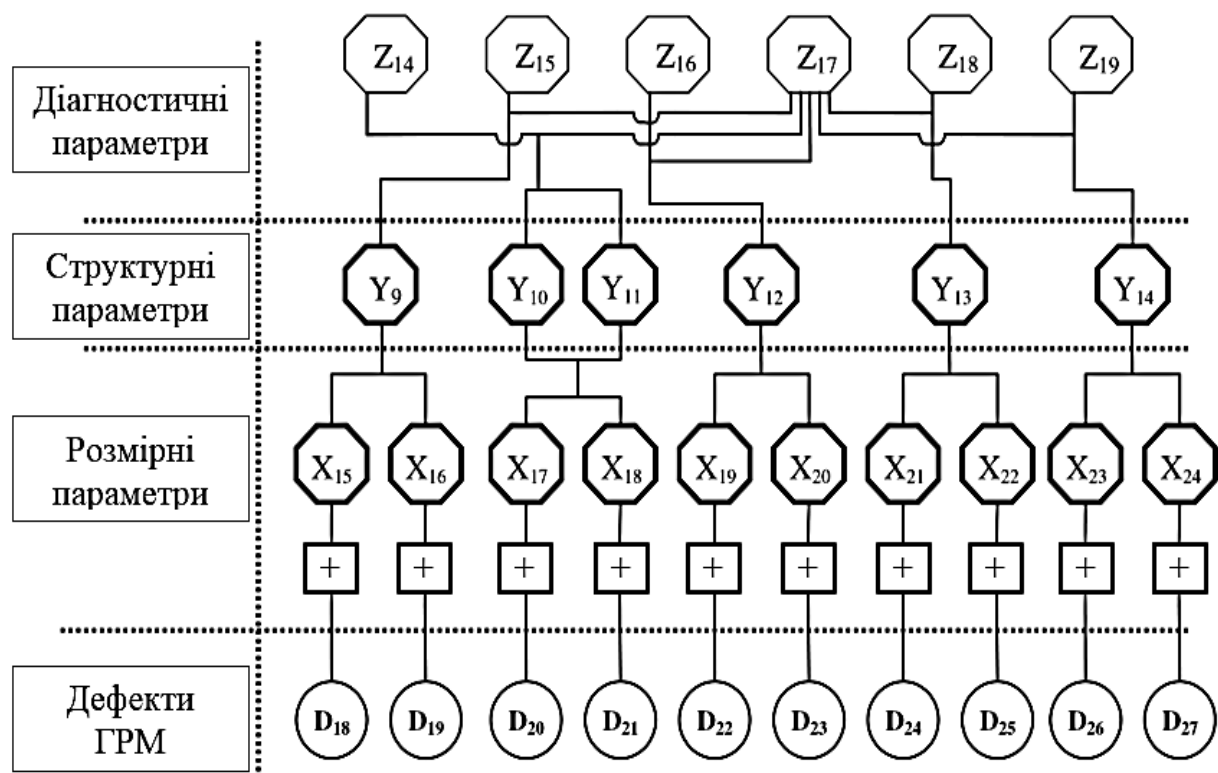


Рис. 3 – Граф-модель взаємозв'язків контрольованих параметрів ГРМ двигуна ЯМЗ-238 і його дефектів

Таблиця 1 – Специфікація параметрів

Позначення	Найменування
1	2
Циліндро-поршнева група	
1. Діагностичні параметри	
Z ₁	Кількість газів, що прориваються в картер
Z ₂	Компресія
Z ₃	Значення витоку повітря в ВМТ
Z ₄	Значення витоку повітря в НМТ
Z ₅	Різниця значень витоку повітря в ВМТ і НМТ
Z ₆	Кількісний та якісний склад елементів зносу вмаслі
Z ₇	Розрядження у впускному трубопроводі
Z ₈	Димність вихлопу
Z ₉	Потужність двигуна
2. Структурні параметри	
Y ₁	Зазор між поршнем і першим компресійним кільцем
Y ₂	Зазор між поршнем і другим компресійним кільцем
Y ₃	Зазор між поршнем і третім компресійним кільцем
Y ₄	Зазор між гільзою і юбкою поршня
3. Розмірні параметри	
X ₁	Висота першого компресійного кільця
X ₂	Висота другого компресійного кільця
X ₃	Висота третього компресійного кільця
X ₄	Діаметр юбки поршня
X ₅	Діаметр гільзи циліндра в верхньому поясі
X ₆	Діаметр гільзи циліндра в нижньому поясі
X ₇	Діаметр гільзи в поперечній площині

1	2
4. Дефекти ЦПГ	
D ₁	Знос канавки поршня під перше компресійне кільце
D ₂	Знос першого компресійного кільця
D ₃	Знос канавки поршня під друге компресійне кільце
D ₄	Знос другого компресійного кільця
D ₅	Знос канавки поршня під третє компресійне кільце
D ₆	Знос третього компресійного кільця
D ₇	Знос юбки поршня
D ₈	Знос гільзи циліндра
D ₉	Конусність гільзи циліндра
D ₁₀	Овальність гільзи циліндра
Кривошипно-шатунний механізм	
1. Діагностичні параметри	
Z ₁₀	Величина сумарного зазору в шатунному підшипнику
Z ₁₁	Осьове переміщення колінчастого вала
Z ₁₂	Кількісний та якісний аналіз елементів зносу в маслі
Z ₁₃	Значення тиску в головній масляній магістралі
2. Структурні параметри	
Y ₅	Зазор у з'єднанні «шатунна шийка – вкладиш»
Y ₆	Зазор у з'єднанні «корінна шийка – вкладиш»
Y ₇	Зазор в упорному підшипнику
Y ₈	Зазор у з'єднанні «поршневий палець – втулка»
3. Розмірні параметри	
X ₈	Висота шатунного вкладиша
X ₉	Діаметр шатунної шийки
X ₁₀	Висота корінного вкладиша
X ₁₁	Діаметр корінної шийки
X ₁₂	Ширина задньої корінної шийки
X ₁₃	Діаметр поршневого пальця
X ₁₄	Діаметр втулки верхньої головки шатуна
4. Дефекти КШМ	
D ₁₁	Знос шатунних вкладишів
D ₁₂	Знос шатунних шийок колінчастого вала
D ₁₃	Знос корінних вкладишів
D ₁₄	Знос корінних шийок колінчастого вала
D ₁₅	Знос задньої корінної шийки по ширині
D ₁₆	Знос поршневого пальця
D ₁₇	Знос втулки верхньої головки шатуна
Газорозподільчий механізм	
1. Діагностичні параметри	
Z ₁₄	Кількісний та якісний аналіз елементів зносу в маслі
Z ₁₅	Витік стисненого повітря
Z ₁₆	Потужність двигуна
Z ₁₇	Димність вихлопу
Z ₁₈	Прорив газів в картер

Продовження таблиці 1

1	2
Z ₁₉	Тиск масла в головній масляній магістралі
2. Структурні параметри	
Y ₉	Тепловий зазор в клапанному механізмі
Y ₁₀	Фази газорозподілу
Y ₁₁	Зазор в шестернях приводу механізму ГРМ
Y ₁₂	Порушена щільність клапанів
Y ₁₃	Зазор у з'єднанні «стрижень клапана – направляюча втулка»
Y ₁₄	Зазор у з'єднанні «шийка розподільного вала – втулка опори»
3. Розмірні параметри	
X ₁₅	Висота носка коромисла
X ₁₆	Висота торця клапана
X ₁₇	Висота кулачка
X ₁₈	Товщина зубів приводу ГРМ
X ₁₉	Висота профілю фаски клапана
X ₂₀	Висота профілю фаски сідла клапана
X ₂₁	Внутрішній діаметр направляючих втулок
X ₂₂	Діаметр стержня клапана
X ₂₃	Діаметр втулок опор
X ₂₄	Діаметр шийок
4. Дефекти ГРМ	
D ₁₈	Знос бойка коромисла
D ₁₉	Знос торця стержня клапана
D ₂₀	Знос кулачків розподільного вала
D ₂₁	Знос розподільних шестерень
D ₂₂	Знос або вигорання робочих фасок клапана
D ₂₃	Знос або вигорання робочих фасок сідла клапана
D ₂₄	Знос напрямних втулок
D ₂₅	Знос стержня клапана
D ₂₆	Знос втулок опор розподільного вала
D ₂₇	Знос шийок опор розподільного вала

Побудова структурно-наслідкових моделей взаємозв'язків контрольованих параметрів для основних ресурсних груп двигуна ЯМЗ-238 здійснювалося на основі його конструкторської документації та інформації про функціонування його окремих механізмів та підсистем.

Висновки.

1. В ході аналізу останніх досліджень і публікацій з представленої теми встановлено, що конкретних структурно-наслідкові моделі основних ресурсних груп механізмів двигунів ЯМЗ-238 (ЦПГ, КШМ, ГРМ) не виявлено.

2. Розроблені структурно-наслідкові моделі для основних ресурсних груп двигунів ЯМЗ-238 дозволяють оцінити його технічний стан на етапах передремонтного діагностування та операційного контролю.

3. Велика кількість включених в структурно-наслідкові моделі параметрів дозволяє сформувати сукупність контрольно-діагностичних параметрів, використовуваних при централізованому ремонті за технічним станом об'єкта контролю на етапі передремонтного діагностування.

Література

1. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей. Москва: СОЛОН-Пресс, 2008. 272 с.
2. Komorska I. Diagnostic-Oriented Vibroacoustic Model of the Reciprocating Engine. *Solid State Phenomena*. 2012. Vol. 180. P. 214-221.
3. Ждановский Н. С., Николаенко А. В. Надежность и долговечность автотракторных дизелей. Ленинград: Колос, 1981. 295 с.
4. Астахов И. В. Физические основы процесса впрыска топлива в дизелях. *Труды МАДИ. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания*. 1979. С. 37-52.
5. Баширов Р. М. Оптимизация состава машинно-тракторного парка и распределения агрегатов по видам работ. Уфа: Издательство БГАУ, 2000. 113 с.
6. Бышов Н. В., Борычев С. Н., Аникин Н. В. и др. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства. Рязань: Издательство РГАТУ, 2015. 191 с.
7. Ждановский Н. С., Аллилуев В. А., Николаенко А. В. и др. Диагностика автотракторных двигателей. Ленинград: Колос, 1977. 264 с.
8. Загородских В. П., Хатько В. В. Ремонт и регулирование топливной аппаратуры автотракторных двигателей. Москва: Россельхозиздат, 1986. 139 с.
9. Кокорев Г. Д. Повышение эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.03 / ФГБОУВО «РГАУ им. П. А. Костычева». Рязань, 2014. 475 с.
10. Николаенко А. В., Хватов В. Н. Повышение эффективности использования дизелей в сельском хозяйстве. Ленинград: Агропромиздат. Ленинградское отд-ние, 1989. 191 с.
11. Успенский И. А., Синицин П. С., Кокорев Г. Д. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования. *Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции*. 2011. Т. 1. С. 263-269.
12. Глазунов Л. П., Смирнов А. Н. Проектирование технических систем диагностирования. Ленинград: Энергоатомиздат, 1982. 168 с.
13. Биргер И. А. Техническая диагностика. Москва: Машиностроение, 1978. 240 с.
14. Карибский В. В., Пархоменко П. П., Согомоян Е. С. Техническая диагностика объектов контроля. Москва: Энергия, 1967. 80 с.
15. Никифоров С. Н. Теория параллельного диагностирования. Дискретные объекты. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 144 с.
16. Мирошников Л. В., Болдин А. П., Пал В. И. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. Москва: Транспорт, 1977. 264 с.
17. Сергеев А. Г. Точность и достоверность диагностики автомобиля. Москва: Транспорт, 1980. 191 с.
18. Руководство по ремонту на двигатели ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 всех комплектаций и исполнений (236.01.01 РК). Ярославль: ОАО «Автодизель», 2014. 287 с.
19. Двигатели ЯМЗ-236М2, ЯМЗ-238М2 (236-3902150-Б РЭ). Ярославль: ОАО «Автодизель», 2010. 172 с.
20. Д.В. Борисюк. Математична модель процесу діагностування *турбокомпресора ЯМЗ-650.1118011*. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2021. Випуск 2 (13). – С. 1-13. – URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/634/596>
21. Борисюк Д.В., Зелінський В.Й., Твердохліб І.В., Полевода Ю.А. Математична модель автоматизації процесу діагностування двигунів внутрішнього згорання сімейства ЯМЗ-238. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. №4 (115). С. 12-23.
22. ДСТУ 9118:2021. Технічна діагностика. Діагностування технічного стану матеріалів конструкцій. Загальні вимоги. [Чинний від 2022-01-07]. Вид. офіц. Київ, 2021.

**Віштак І. В., доцент кафедри
безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, к.т.н., доцент
Березюк О. В., професор кафедри
безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, д.т.н., доцент
Вінницький національний технічний університет**

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ РИЗИКІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Ризик виникнення несприятливих подій є однією з головних проблем сучасного виробництва та головним критерієм реалізації безпеки.

Заходи, спрямовані на вирішення цих проблем, на сьогодні не є достатньо ефективними через безліч проблем, пов'язаних з економічними, технічними, ресурсними можливостями підприємств загалом, а також труднощами в оцінці та прогнозуванні певних процесів в умовах невизначеності: неповноти або неточності інформації.

Показники ризику починають все ширше використовуватися у сфері безпеки дорожнього руху. Особливо це стає актуальним у процесі аудиту безпеки сучасних автомобільних доріг, коли необхідно провести експрес-аналіз безпеки ділянок доріг або дати оцінку безпеки руху на конкретних автомобільних дорогах.

Існує безліч різних визначень ризику. Найчастіше ризик визначають як сукупність можливості збитку і його тяжкості. Проте досі немає єдиної думки у трактуванні поняття «ризик» через різноманітність його аспектів.

Ризик – це невизначеність щодо можливих втрат на шляху до мети. Будь-яке вкладення коштів у бізнес з усвідомленою метою отримати дохід залучає до розгляду питання про співвідношення ризику і потенційного доходу.

Поняття ризику є універсальною кількісною мірою потенційної безпеки, що дає змогу провести коригування вихідних цілей і стратегії вирішення завдань аналізу ризику, порівняння небезпек різного походження та механізмів дії, класифікацію та ранжирування потенційних джерел безпеки по їхньому внеску в інтегральні показники ризику; вивчити механізм і досліджувати причинно-наслідковий зв'язок виникнення і розвитку небажаних подій, а також вплив на показники ризику різних факторів техногенного, природного та соціального походження; забезпечити спрямування зниження ризиків шляхом оптимального управління технічними та організаційно-методичними факторами впливу (зниження ймовірності, зменшення величини збитку).

Ризик – кількісна характеристика дії небезпек, які формуються певною діяльністю людини, тобто кількість несприятливих подій, смертельних випадків, кількість випадків захворювання, кількість випадків тимчасової або стійкої непрацездатності (інвалідності), спричиненою дією на людину певної безпеки (дорожньо-транспортна пригода, аварія, дія електричного струму, шкідливої речовини, рухомих предметів і багато іншого), віднесених на певну кількість жителів (працівників) за певний період часу [1].

Фахівці в галузі безпеки дорожнього руху визначають ризик як імовірнісні можливості потрапити в дорожньо-транспортну пригороду (ДТП).

Ризик – поєднання ймовірності збитків, заподіяних безпекою та можливої величини певного збитку [2].

На автомобільному транспорті величина ризику найчастіше визначається ймовірністю настання випадків дорожньо-транспортних пригод (зокрема зі смертельними наслідками), яку з достатнім ступенем точності можна виявити з статистичних даних. Тобто ризик для людини може бути вимірний числом летальних випадків (травм), що відбулися за одиницю часу від даного виду діяльності.

Найефективнішим аналіз ризику виникнення небажаних подій може бути:

- на стадії проектування автомобільних доріг;
- у процесі оцінки діяльності дорожніх організацій і органів управління дорожнього господарства з безпеки дорожнього руху;
- під час аудиту для оцінки безпеки ділянок доріг;
- у процесі розроблення заходів щодо безпеки дорожнього руху на окремих ділянках дороги та на дорозі загалом.

Першочерговим завданням є визначення факторів ризику ДТП, які можна розділити на наступні групи [3]:

1. Фактори, що впливають на рівень ризику (економічні; демографічні; заходи в галузі міського планування; фактори, що впливають на тривалість часу в дорозі або на вибір способу пересування;

співвідношення високошвидкісного руху з вразливістю користувачів доріг).

2. Фактори ризику, що впливають на ймовірність потрапляння в аварію (перевищення швидкості; фізіологічні аспекти (алкогольне або наркотичне сп'яніння, втома, поганий зір водія); водіння в темний час доби; фактори, пов'язані з транспортним засобом (несправний стан гальмівної системи, загальний технічний стан транспортного засобу, періодичність проходження технічних оглядів); недоліки у конструктивному вирішенні доріг; недостатня видимість, обумовлена станом навколишнього середовища).

3. Фактори ризику, що впливають на важкість аварії (ступінь витривалості людини; перевищення швидкісного режиму; невикористання ременів безпеки, захисних шоломів; наявність в крові алкоголю; недостатня інженерна забезпеченість дорожніх споруд).

4. Фактори ризику, які зумовлюють важкість посттравматичних ускладнень (затримки з виявленням ДТП; пожежа; витік шкідливих речовин; труднощі під час рятування людей у процесі евакуації; відсутність адекватної медичної допомоги).

Визначення значущості факторів ризику під час проведення його аналізу є дуже складним завданням.

Класичною з позиції оцінювання факторів ризику ДТП є Матриця Хеддона (табл. 1), в якій виділено три фази ДТП (до її виникнення, в процесі й після) і три групи факторів: власні особливості людини (учасника руху), характеристики транспортного засобу та особливості навколишнього середовища (перш за все, стан доріг) [4].

Таблиця 1 – Матриця Хеддона

Фаза	Процес	Фактори, що залежать від		
		Людини	Транспортного засобу обладнання	Навколишнього середовища
До аварії	Попередження аварії	<ul style="list-style-type: none"> – інформованість; – поведінкові установки; – проблеми зі здоров'ям; – поліцейський контроль 	<ul style="list-style-type: none"> – експлуатаційна придатність дороги; – освітлення; – стан гальмівної системи; – дотримання швидкісного режиму 	<ul style="list-style-type: none"> – дизайн та розмітка дороги; – обмеження швидкості; – споруди та пристрої для пішоходів
Під час аварії	Попередження травмування під час аварії	<ul style="list-style-type: none"> – використання ременів безпеки; – проблеми зі здоров'ям 	<ul style="list-style-type: none"> – наявність та використання ременів безпеки; – інші пристосування для забезпечення безпеки; – протиаварійний дизайн автомобіля 	<ul style="list-style-type: none"> – дорожні об'єкти, що запобігають аварії
Після аварії	Підтримка життя	<ul style="list-style-type: none"> – навички надання першої допомоги; – доступність медичної допомоги 	<ul style="list-style-type: none"> – легкий доступ до місця події; – ризик загоряння 	<ul style="list-style-type: none"> – наявність служб порятунку; – наявність заторів надорогах

Згідно з дослідженнями, що були проведені європейськими вченими [16–18] ризик виникнення аварії, що призводить до травм, пропорційний квадрату швидкості; ймовірність серйозної аварії пропорційна швидкості в кубі; ймовірність аварії зі смертельним результатом – швидкості в четвертій степені. Збільшення середньої швидкості на 1 км/год призводить до зростання кількості аварій з травмами на 3 % та збільшення кількості аварій зі смертельним результатом на 4–5 %. Перевищення швидкості на 5 км/год понад 60 км/год дає таке саме зростання відносного ризику аварії з отриманням

травм, яке можна порівняти з рівнем вмісту алкоголю в крові – 0,05 г/дл.

Взаємодія факторів у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху (табл. 1) дає можливість стверджувати про тісний зв'язок елементів у системі «людина – транспортний засіб – дорога – середовище» (ЛТДС).

Показники ризику пов'язані з оцінкою ймовірності настання ДТП або ступенем небезпеки для людини, що використовуються для оцінки ризику дорожньо-транспортної пригоди у системі ЛТДС, в загальному вигляді визначають:

1. рівень ризиків ДТП, в залежності від кількості транспортних засобів (рівень небезпеки транспортних засобів);
2. рівень ризиків ДТП, що характеризують небезпеку дорожньої мережі території.

Ці показники оцінки ризиків небезпечних подій можуть бути використані для аналізу безпеки й оцінки ступеня ризику різних територій, проведення зонування територій або дороги за ступенем небезпеки виникнення небезпечних подій [5].

Висновки. Після того, як визначені оптимальні підходи до виявлення небезпек та ризиків, можна ефективно використовувати результати їхнього аналізу, а також здійснювати заходи з впровадження об'єктивних рішень щодо прийнятного рівня ризику скоєння ДТП, встановлювати вимоги та рекомендації з управління безпекою на автомобільній дорозі та її ділянці.

Література

1. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / Є. П. Желібо, В. М. Пічі. – Львів: «Новий Світ-2000», 2001. – 320 с.
2. arlos 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.
3. Калькіс В. Основные направления оценки рисков рабочей среды. Охрана труда / В. Калькіс, И. Кристиньш, Ж. Роя. – Рига : SIA «Jelgavas tipografija», 2005. – 72 с.
4. Маханець Л. Л. Моделювання ризику в зовнішньоекономічній діяльності : дис. канд. екон. наук : 08.03.02 / Маханець Любов Леонідівна. – Київ, 2002. – 204 с.
5. Коноваленко Ю. Джерела та фактори транспортного ризику при здійсненні вантажних перевезень автомобільним транспортом / Ю. Коноваленко // Галицький економічний вісник. 2013. №2 (41). С. 1020.
6. Лук'янова В. В. Економічний ризик : навч. посібник / В. В. Лук'янова, Т. В. Головач. – Київ : Академвидав, 2007. – 464 с.

Гаврилюк А.А., студент групи Л-19б,
факультет менеджменту та інформаційної безпеки
Вінницький національний технічний університет

ЕКОЛОГІСТИКА ЯК НАПРЯМОК РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

З точки зору процесу глобалізації та інтегрування економічних систем в міжнародний економічний простір компанії, які очікують завоювати світовий ринок починають приділяти все більше уваги питанням захисту оточення. Зосередження діяльності підприємств світового масштабу приділяється оптимізації логістичних процесів, як головного чинника росту ефективності їх діяльності. Велика увага екологічним аспектам логістики викликана різними причинами, одними з яких є інформування споживачів через екомаркування, зростання економічних стимулів щодо захисту екології, більша увага до заходів регулювання у цій сфері, ріст попиту на фахівців із захисту оточення. Однак для компанії найбільш мотивуючим фактором є бажання формування у клієнтів екологічний імідж компанії.

Одна з гіпотез “зеленої” логістики [1] вважає, що для вдосконалення промислових систем можна використовувати принципи, подібні до природних систем. З точки зору інженерної екології компанії технологічного кола вважаються аналогами організмів у біосфері, а тому їх конкуренцію порівнюють з природним відбором. Компанії, які орієнтуються лише на економічні результати своєї діяльності, ставлять під загрозу свою репутацію та можливість майбутнього розвитку в економічному середовищі. Тому необхідно забезпечити відповідальність усіх учасників ланцюга поставок за інтереси суспільства. Як свідчить зарубіжний досвід, успіх сучасних конкурентоспроможних підприємств можна пояснити реалізацією відповідної екологічної політики у сфері маркетингу та логістики. Незважаючи на динаміку перевезень через територію України та оцінку екологічних ризиків, вітчизняні компанії рідко звертають увагу на це питання. Тому вона дуже актуальна для сучасної вітчизняної дійсності.

Екологістика розглядається як нова філософія, спрямована на збалансовану інтеграцію економічних, екологічних та соціальних аспектів у логістичній системі [2]. Тому екологічні завдання включають зменшення споживання невідновлюваних та частини відновлюваних ресурсів у логістичному ланцюгу, а також зменшення шкідливого впливу логістичного процесу на навколишнє середовище. Сфера охорони довкілля повинна охоплювати внутрішні процеси підприємства (з метою охорони здоров'я працівників) і невиробничі приміщення (для зменшення негативного впливу шкідливих речовин, забруднювачів повітря, вібрації та шуму). Україні необхідно приділяти особливу увагу питанню ефективної утилізації та повторного використання відходів [3-12], зокрема твердих побутових відходів для перевезення яких використовуються сміттєвози [13-15], що характеризуються різноманітністю конструкцій [16-20]. Перевезення твердих побутових відходів здійснюється такими видами сміттєвозів: сміттєвози з боковим і сміттєвози із заднім завантаженням. Сміттєвози із заднім завантаженням мають більший об'єм для транспортування твердих побутових відходів і досягають більшого рівня ущільнення, ніж сміттєвози з боковим завантаженням. До основних технологічних операцій, які повинен проводити сміттєвоз відносять: завантаження твердих побутових відходів, їхнє ущільнення, транспортування та вивантаження на звалищі майданчики, сміттєспалювальні пункти або сміттєпереробні заводи. Сміттєвози класифікуються також за типом контейнера: відкриті та закриті. Обидва види, якщо не доукомплектовані додатковим обладнанням, завантажуються вручну. Подальше транспортування вантажу відбувається звичайним способом. Іншим важливим аспектом є підвищення ефективності використання деяких відновлюваних джерел енергії (таких як деревина, вода та земельні ресурси) і поступовий перехід на «чисту» енергію.

Серед усіх функціональних сфер транспортна логістика завдає найбільшої шкоди навколишньому середовищу. Україна має великий потенціал у використанні менш шкідливих транспортних засобів та розвитку ефективної національної логістичної системи, але вона також є однією з найбільш забруднених територій Європи. У списку країн за Індексом екологічної ефективності Всесвітнього економічного форуму Україна посідає 109 місце, а за Індексом ефективності логістики – 80 місце серед 160 представницьких країн [2]. Низька якість транспортної інфраструктури є перешкодою для взаємодії між різними галузями. Низький приплив інвестицій, висока амортизація основних засобів, низький рівень внутрішнього та зовнішнього екологічного та культурного розвитку обробної промисловості ускладнюють ситуацію.

Висновки. Таким чином, екологія дійшла своїм впливом і до логістики та створила такий підвид як екологістика, тому керівникам українських підприємств необхідно звернути увагу на реалізацію

екологічних принципів на підприємстві, щоб зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище, тим самим підвищивши ефективність діяльності підприємства.

Література

1. Маргіта Н.О., Білоніжка У.З. Сучасні тенденції впровадження «зеленої» логістики. URL: https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/sites/default/files/mmi2014_1_279_286.pdf
2. Горайстова Є.С., Луценко І.С. Екологістика як перспективний напрям розвитку українських підприємств в умовах поглиблення світової природної кризи. URL: <http://conf.management.fmm.kpi.ua/proc/article/view/129611>
3. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламосолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 травня 2015 р. Харків, НТУ «ХП», 2015. С. 209.
4. Березюк О.В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2009. № 2(7). С. 88-91.
5. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Використання відходів вапняку та промислових відходів у виробництві сухих будівельних сумішей. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2009. № 1. С. 36-40.
6. Березюк О.В., Горбатюк С.М., Березюк Л.Л. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування. Вісник ВПІ. 2013. № 4. С. 17-20.
7. Крусір Г.В., Соколова В.І. Дослідження компостування харчової складової твердих побутових відходів закладів громадського харчування. Збірник тез доповідей 79 наукової конференції викладачів ОНАХТ, 16-19 квітня 2019 р. Одеса: ОНАХТ, 2019. С. 312-313.
8. Березюк О.В. та ін. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування. Вісник ВПІ. 2015. № 1. С. 29-33.
9. Сагдеева О.А., Крусір Г.В., Цикало А.Л. Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. 2018. № 20 (85). С. 155-161.
10. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2011. № 2(10). С. 64-66.
11. Попович В.В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 "Екологічна безпека". Львів, 2017. 530 с.
12. Березюк О.В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz". Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 2 (8). С. 43-45.
13. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
14. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто–сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 111-116.
15. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Промислова гідраліка і пневматика. 2017. № 3 (57). С. 65-72.
16. Березюк О.В. Методика инженерных расчетов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
17. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2018. № 5. С. 18-24.
18. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі. Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2. С. 14-18.
19. Bereziuk O. and all. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes. Przegląd Elektrotechniczny. Warszawa, Poland, 2019. No. 4. Pp. 146-150.
20. Березюк О.В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2009. № 1 (6). С. 111-114.

Голенко К.Е.¹, викладач кафедри
трибології, автомобілів та матеріалознавства, к.т.н.
Войчишин Ю.І.², аспірант кафедри
проектування машин та автомобільного інжинірингу
Бабак О.П.¹, доцент кафедри
трибології, автомобілів та матеріалознавства, к.т.н.
Роман Д.А.², студент кафедри
проектування машин та автомобільного інжинірингу
¹ Хмельницький національний університет;
² Національний університет «Львівська політехніка»;

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

На сьогодні тема комфорту пасажирських перевезень не стоїть на місці і є надзвичайно актуальною як у промисловому, так і в науковому сенсі. Одним із важливих моментів у проектуванні транспортних засобів загального користування є створення комфортних умов для перевезення пасажирів та роботи водія. Особливо гострим є питання якісної оцінки стану робочого місця водія, адже при грубому порушенні мікрокліматичних показників знижується реакція сенсомоторних систем організму [1], і, відповідно, це може призвести до аварії. У свою чергу комфорт під час перевезення пасажирів є залежним від багатьох факторів: шумоізоляція, плавність руху, екологічна безпека, маневреність, а також тепловий режим у пасажирській частині та салоні автобуса загалом. У зв'язку з цим мікроклімат слід вважати одним із головних чинників якісного та комфортного перевезення, а, відповідно, і актуальним серед сучасних міських автобусів, наприклад, типу Low-floor (рис.1).

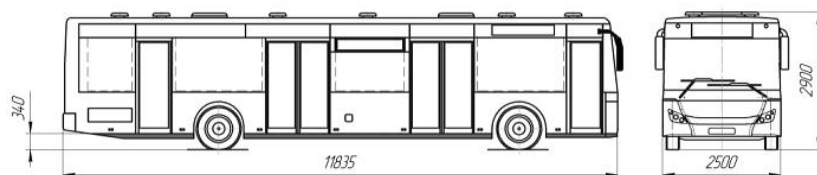


Рис.1. Міський автобус типу Low-floor класу тахі (ВАТ Укравтобуспром – 5289)

Міські варіації автобусів Low-floor характеризуються розміщенням широких накопичувальних площадок в їх структурі кузова, трапом для інвалідної коляски та відведеними для неї локаціями у салоні [2]. На відміну від класичної компоновки кузова з висотою підлоги 610-730 мм, що формує силову структуру та уможливує встановлення стандартних мостів, автобуси типу Low-floor вимагають застосування порталних мостів та потужної ферми даху, що відіграє роль несучої структури. Очевидно, що така конструкція міського автобуса є значно дорожчою порівняно з класичною компоновкою у всіх сенсах (виробництво, розробка, сертифікаційні випробування, включно з краш-тестами), тому й розрахунки по формуванню ефективного мікроклімату салону є зазвичай ґрунтовними та деталізованими, адже рівень комфорту безпосередньо впливає на економічну ефективність експлуатації автобуса (дохід з перевезень).

Суть роботи системи рідинного опалення полягає у виробленні тепла в опалювальній печі [3]. Далі відбувається підігрів теплоносія і розподіл його тепла в так зване мале коло обігріву, яке обігріває ДВЗ, салон та робоче місце водія [4]. Ця система може працювати в трьох режимах: додаткове опалення, опалення при стоянці, та має функцію економного режиму.

Для опису теплових потоків в салоні автобуса слід звернутися до рівнянь Нав'є-Стокса, що використовуються для опису течії неідеального газу або рідини для механічних систем [5-7].

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = F - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \nu \Delta v, \\ \text{div } v = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Де v – швидкість середовища, $\Delta v = \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}$; ρ – густина, $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ – кінематичний коефіцієнт в'язкості, F – густина маси зовнішніх, по відношенню до об'єму, масових сил, p – тиск, μ – динамічний коефіцієнт в'язкості. У цій системі рівнянь параметри μ та ρ відомі і масові сили F дані, тому система закрита і містить дві невідомі функції $v = (x, y, z, t)$ та $p = (x, y, z, t)$.

В нашому досліді ми будемо оперувати терміном «конвекція» - явищем перенесення тепла в рідинах, газах або сипких середовищах потоками самої речовини (неважливо, вимушено або мимоволі). Вимушена конвекція пов'язана із законом охолодження Ньютона, який подається як:

$$P = \frac{dQ}{dt} = hA(T - T_0), \quad (2)$$

Де P - це швидкість передачі тепла; h – коефіцієнт конвекційної тепловіддачі; A - площа відкритої поверхні; T - температура зануреного об'єкта; T_0 – температура рідини, що перебуває під конвекцією.

За допомогою комп'ютерного моделювання можна створити симуляційну модель роботи системи опалення салону автобуса. Модель натурної імітації може бути побудована як у 3D-представленні (AutoCad, Solidworks, Ansys (CFD-моделювання), так і у вигляді розрахункових блок-схем (Matlab, Simulink, SimulationX, OpenModelica) [7-8].

Закладемо у розрахунки наступні параметри у середовищі Ansys Fluent:

- конвекцію для статичного повітря, значення котрої прийнято рівним $25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ для імітації натурних випробувань внутрішнього об'єму салонів (рис.2) [9-10];
- швидкість у площі входу (т. А на рис.2) - $0,25 \text{ m/s}$;
- температура в області входу – 318 K ;
- температура внутрішнього об'єму і стінок - 293 K

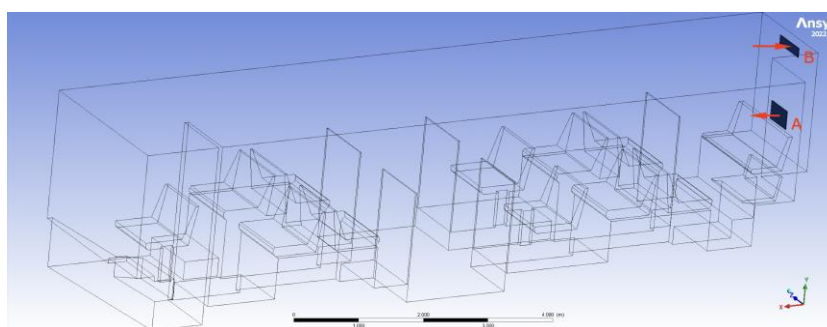


Рис.2. 3D-модель салону міського автобуса Low-entry з областями входу та виходу повітряних потоків

Проаналізуємо результати на основі карти швидкості (рис.3): у верхній частині об'єму салону помічено ламінарні потоки повітря [11] зі швидкістю порядку $0,17\text{-}0,22 \text{ м/с}$. Стінка позаду водія відокремлює потоки повітря, що розбиваються об неї та не доходять до спини водія. При цьому в лобовій частині салону (перед водієм) розподіл тепла досить активний, тому циркуляція повітря тут присутня в повній мірі.

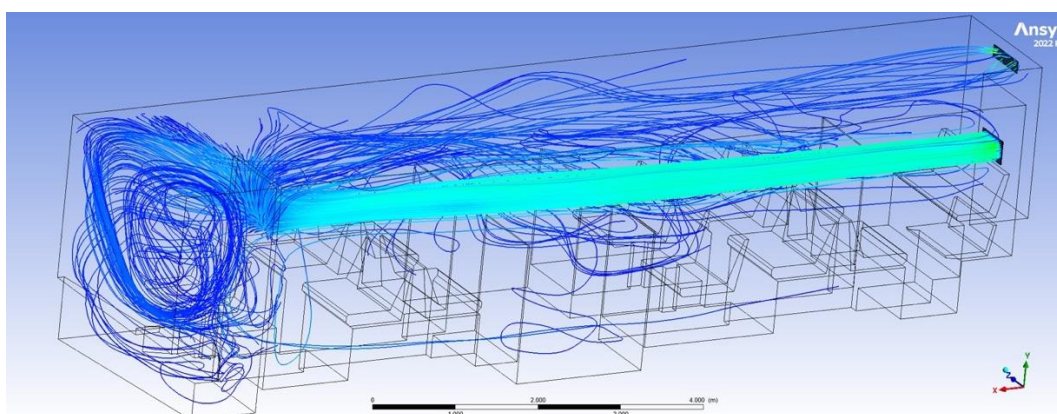


Рис.3. Карта потоків повітря в об'ємі салону автобуса (середовище Ansys Fluent)

Основні процеси алгоритмів розрахунку гідро- та термодинаміки в усіх програмах складаються з таких етапів [12–13]: 1) створення геометрії об'єкту; 2) створення розрахункової математичної моделі; 3) створення розрахункової сітки; 4) введення вхідних граничних умов; 5) запуск розрахунків створеної моделі з вхідними параметрами; 6) візуалізація результатів розрахунків в графічній формі та чисельному вигляді.

Розрахунок потоку рідини чи газу в сучасних програмних продуктах виконується шляхом чисельного розв'язку системи рівнянь, які описують загальний випадок руху рідини чи газу середовища. Перепишемо рівняння Нав'є - Стокса (3) та рівняння нерозривності у вигляді (4):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] + f_i, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j) = 0, \quad (4)$$

Тут використано скорочений запис рівнянь $i, j = 1 - 3$, допускається сумування по однаковим індексам, x_1, x_2, x_3 – осі координат, t – час. Член f_i виражає дію сил мас.

Обчислювальний експеримент не може повністю замінити натурний, тому що він сам потребує верифікації як метод. Але в принципі, в деяких випадках він може бути аргументовано його заміною. Таким чином, обчислювальний експеримент займає важливе місце у наукових дослідженнях та при інженерних розробках.

Висновки. Застосування запропонованої методики аналізу мікроклімату салонів міських автобусів носить практичну користь для конструкторських бюро на етапі проектування нових моделей та модифікації існуючих, адже імплементація реальних крайових умов випробувань у розрахункову модель в середовищі Ansys Fluent дозволяє отримати досить близькі до натурних експериментів результати. Похідною вигодою від застосування зазначеної методики є можливість підвищити комфорт перевезення пасажирів за допомогою перерозподілу повітряних мас, зміни конфігурації вентиляційних каналів та обігрівачів шляхом ітерацій компоновок 3D-моделі салону, що безпосередньо впливає на економічну ефективність експлуатації транспортного засобу.

Література

6. Dr.-Ing. Joseph Temming. Fahrzeugklimatisierung und Verkehrssicherheit. Auswirkungen sommerlichen Klimas in Kfz auf die Leistungsfähigkeit der Fahrer. Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT). Frankfurt am Main. 2003, 319 p.
7. Голенко К.Е. Особливості формування несівних структур каркасу автобуса типу Low- entry / К.Е. Голенко, Л.В. Крайник // Вісник НУ "Харківський політехнічний ін-т". – Харків: НУ "Харківський політехнічний ін-т", 2008. – 152 с.
8. Deh U., Klimatyzacja w samochodzie. WKiŁ, Warszawa 2008.
9. Jerzy Merksiz, Dariusz Michalak, Maciej Bajerlein, Mateusz Nowak, Łukasz Rymaniak, Andrzej Zólkowski. Wpływ zastosowania różnych konstrukcji piecy ogrzewania postojowego w autobusiemiejskim na zmniejszenie energochłonności. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe. 4/2012, s 120-127.
10. Soman, Akhil & Nair, Anu & Remilbabu. (2016). Study on Natural Convection Heat Transfer In an Enclosure – A review. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. 13. 26-30. 10.9790/1684-1304062630.
11. P.Anu Nair P, Saju Elias, Vincy John and Rajan K Amboori, An Inexpensive Technique to Determine the Parameter in Free Convection Heat Transfer from Two Parallel Heated Vertical Plates, European Journal of Advances in Engineering and Technology, 2(10), 2015, 49-55.
12. О. І. Нікольський, О. П. Шеремета. Моделювання теплових процесів в РЕА: навчальний посібник / О. І. Нікольський, О. П. Шеремета. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 116 с.
13. Akvile Jonuskaite. Flow Simulation with SolidWorks. Bachelor Thesis. Plastic Technology. 52 p.
14. Dixon, Michael & Romatschke, Ulrike. (2022). 3D Convective/Stratiform Echo Type Classification and Convectivity Retrieval from Radar Reflectivity. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. 10.1175/JTECH-D-22-0018.1.
15. Войчишин Ю.І., Круць Т.І., Зінько Р.В., Горбай О.З. Дослідження мікроклімату салону міського автобуса. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, №1 (14), 2020. С. 49-57.
16. Satz, Helmut. (2022). Turbulence and Convection. 10.1093/oso/9780192864178.003.0012.
17. Drankovskiy V. E., Rezvaya K. S., Krupa E. S. Calculating three-dimensional fluid flow in the spiral casing of the reversible hydraulic machine in turbine mode. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units. Kharkiv: NTU "KhPI". 2016. No. 20 (1192). P. 53–57.
18. Elin A., Lugova C., Kolesnik E. Testing of the CFX-5 package on the examples of flow of liquid and gas in the running parts of VNIIAEN specialization pumps: flow modeling in the flow part of the intermediate stage of the multistage centrifugal pump. Scientific and practical journal "Pumps and equipment". 2007. Vol. 6 (47). P. 42–46.

Голуб Д.В., доцент кафедри експлуатації
та ремонту машин, к.т.н., доц.
Аулін В.В., професор кафедри експлуатації
та ремонту машин, д.т.н., проф.
Замуренко А.С., аспірант кафедри експлуатації
та ремонту машин
Лановенко В.О., магістрант кафедри експлуатації
та ремонту машин
Центральноукраїнський національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ПОЕТАПНОЇ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Найважливішою умовою високоякісного транспортного обслуговування пасажирів міським пасажирським транспортом (МПТ) є забезпечення високої надійності та ефективності перевізного процесу [1].

Для масового пасажирського транспорту основними показниками є маршрутний принцип і принцип роботи за розкладом. Тому під надійністю перевізного процесу МПТ розуміють ймовірність здійснення перевезень відповідно до встановленого розкладу руху на маршрутах.

Оснoву надійності перевізного процесу складає виконання рухомим складом МПТ з відповідною регулярністю заданої кількості рейсів на кожному маршруті [2].

У добовому періоді транспортного обслуговування населення перевізний процес займає тривалий час, що є сумарною тривалістю випуску транспортних засобів з парку і руху рухомого складу на лінії.

Проте, як показують дослідження, впродовж цього періоду нерівномірно виникають збої, що порушують динамічну рівновагу виконання рейсів відповідно до маршрутного розкладу, що обумовлює функціонування об'єкту управління в системі оперативного управління МПТ за принципом перерв [3]. Виникнення збоїв вимагає негайної реакції системи оперативного управління МПТ.

Виходячи з чого з'являється суттєва необхідність вивчення тимчасової послідовності або частоти виникнення збоїв і тривалості дії системи оперативного управління МПТ в якості часу відновлення перевізного процесу, тобто надійності перевізного процесу.

При цьому слід зазначити, що міра надійності та ефективності перевізного процесу багато в чому визначає рівень якості транспортного обслуговування населення міста [4]. Чим менше частоти збоїв і тривалість відновлення функціонування перевізного процесу, тим вище якість та ефективність транспортної послуги і відповідно оцінка населенням роботи міського пасажирського транспорту.

Під надійністю перевізного процесу деякі фахівці розуміють забезпечення транспортного обслуговування населення на певному інтервалі часу, підтримуючи при цьому значення встановлених регламентуючими документами характеристик в заданих межах за відповідних умов експлуатації рухомого складу і перевезення пасажирів та вважають процес найбільш ефективним [5].

Приведене вище визначення надійності та ефективності є дуже загальним, щоб використовуватися як робоча модель для даного дослідження, і вимагає певної деталізації.

Тому в цілях вирішення проблеми доцільно спочатку структурувати оцінку надійності та ефективності по етапах транспортного процесу, а потім в цілому (рис. 1).

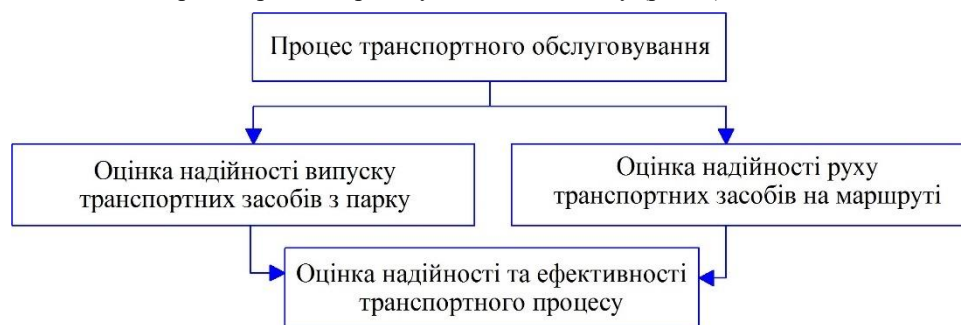


Рис. 1 - Схема поетапної оцінки надійності та ефективності перевізного процесу МПТ

Надійність перевізного процесу вимірюється вірогідністю вільної від збоїв випуску і руху в період від початку випуску рухомого складу МПТ до його заходу в парк - t [6].

При розробці математичної моделі структури перевізного процесу критерій збою визначається через стан елементів, що впливають на нього. В цьому випадку кожен з елементів впливу, передбачається простим, тобто вважається, що він може знаходитися лише в двох станах: працездатності (забезпечення пасажирських перевезень) і відмови (припинення надання пасажиром транспортної послуги через неможливість реалізації процесу перевезень). Виходячи з цього, стан перевізного процесу визначається сукупністю станів елементів, що його забезпечують, тобто критерій збою дозволяє усю безліч станів елементів, що впливають на його появу, розділити на дві підмножини:

- перша характеризується станом динамічної рівноваги перевізного процесу, тобто працездатності усіх елементів, що забезпечують надійність процесу перевезення;
- друга - станом порушення динамічної рівноваги перевізного процесу, тобто відмови яких-небудь елементів, що на нього впливають, у момент часу t .

Формальний опис структури перевізного процесу здійснюється з використанням індикаторних функцій:

$$x_i(t) \begin{cases} 1, \text{ якщо } i - \text{й елемент, що забезпечує транспортний процес} \\ \text{в момент часу } t, \text{ працездатний;} \\ 0, \text{ якщо } i - \text{й елемент, що забезпечує транспортний процес} \\ \text{в момент часу } t, \text{ знаходиться в стані відмови.} \end{cases} \quad (1)$$

Стан перевізного процесу, що складається з n елементів, що впливають, характеризується n -мірним вектором $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Виходячи з чого безліч станів перевізного процесу складається з 2^n станів, який може бути розбитий на дві підмножини, що відповідають станам працездатності і збою перевізного процесу в цілому.

Це відповідає тому, що на множині задається булева функція, яка є структурною функцією:

$$X \begin{cases} 1, \text{ якщо стан } X, \text{ відповідно до обраного критерію відповідає} \\ \text{нормальному ходу транспортного процесу;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (2)$$

Властивості булевої функції полягають в тому, що якщо $X = 1$ тобто все $x_i = 1$, то $\Phi(1) = 1$.

Якщо $X = 0$, тобто $x_i = 0$, то $\Phi(0) = 0$.

Вказана властивість свідчить про те, що якщо усі елементи перевізного процесу працездатні, то і перевізний процес знаходиться у нормальному стані, тобто він ефективний.

Враховуючи вищевикладене можна зазначити, що оцінка надійності та ефективності перевізного процесу міського пасажирського транспорту вимагає розробки системи показників і методологічного підходу до реалізації процесу оцінки.

Література

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В. та ін. Оцінка працездатності автомобільних транспортних систем на основі математичних методів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, 2020. №22. С. 262-271.
2. Голуб Д.В. Методи та підходи до моделювання ефективності цілей операцій в транспортних системах. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. Вип. 5(36) I. С. 317-327.
3. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. Київ: Слово, 2008. 400 с.
4. Голуб Д.В. Теоретична модель транспортної системи як сукупності взаємодіючих і взаємоперетворюючих елементів та підсистем. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. Вип. 5(36) II. С. 324-334.
5. Шпильовий І. Ф. Методичні основи управління системами міських пасажирських перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Шпильовий І. Ф. Київ, 2010. 23 с.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. та ін. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. - Вісник машинобудування та транспорту №1(11). Вінниця: ВНТУ, 2020. С.5-10.

Дорощук М.А.¹, студент групи ЛГ-12
Коваль А.В.², студент групи ТТ-51М
Дорощук В.О.², старший викладач кафедри
транспортних технологій і технічного сервісу

¹ Березнівський лісотехнічний фаховий коледж, (м. Березне);

² Національний університет водного господарства та природокористування, (м. Рівне)

БЕЗПЕКА РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПРОДУКЦІЇ ЛІСОВОЇ І ДЕРЕВООБРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Ріст інтенсивності руху транспортних засобів у сучасних умовах висуває ряд проблем, пов'язаних з розробкою заходів щодо забезпечення ефективності використання автотранспорту і безпеки дорожнього руху. Смерть і травми при дорожньо-транспортних пригодах, негативний вплив транспорту на навколишнє середовище, значні матеріальні витрати, які завдаються при цьому народному господарству, свідчать про те, що проблема безпеки руху стає важливою проблемою і вимагає негайного вирішення. [1].

Забезпечення безпеки дорожнього руху пов'язане з багатьма факторами, серед яких можна виокремити такі:

- підвищення якості конструкції автотранспортних засобів (АТЗ);
- підвищення рівня їх конструкційної безпеки;
- підтримання автомобілів в справному стані;
- удосконалення дорожніх умов і організації руху;
- покращення проектування, будівництва, реконструкції і утримання доріг [2].

В залежності від своїх фізичних, хімічних, біологічних і інших властивостей вантажі зберігаються, навантажуються, розвантажуються та транспортуються при певних умовах відповідним рухомих складом

Основні властивості деревини: вологість, щільність, коефіцієнт заповнення штабеля.

Лісоматеріали здатні поглинати вологу з більш вологого навколишнього середовища, збільшуючись в об'ємі (розбухати), і віддавати її більш сухому середовищу, зменшуючись в об'ємі (усихати).

Відправники зобов'язані завантажувати лісоматеріали, попередньо підсортувавши їх так, щоб у вагоні в кожному штабелі було не більше чотирьох суміжних розмірів по товщині, а відхилення по довжині не перевищувало 0,5 м. [3].

Відомо, що ефективність дорожнього руху обумовлена, в першу чергу, швидкістю і безпекою, а його специфічні особливості і проблеми визначаються, насамперед, системою ВАДС. Використовуючи елементарні поняття теорії множин, структуру системи ВАДС можна показати у вигляді схеми, як це зроблено на рисунку 1. Система буде включати такі складові частини: А – автомобіль; В – водій; Д – дорога; С – середовище. Крім того, в структурі системи можна виділити: а) механічну підсистему – автомобіль-дорога (АД); б) біомеханічні підсистеми – водій-автомобіль (ВА) і водій-дорога (ВД).

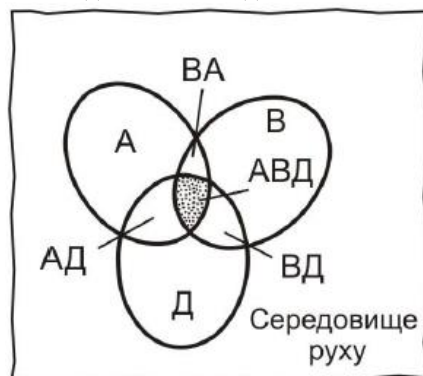


Рисунок 1 - Схема системи ВАДС [2].

При перевезенні продукції лісової і деревообробної промисловості всі чотири складові даної системи суттєво впливають на безпеку руху.

Перевезення лісу має особливості, які необхідно враховувати під час його планування та вибору рухомого складу: сезонність перевезень, велика питома вага довгоття, велика маса автопоїзда з вантажем, важкі дорожні умови.

Перевізники залежно від довжини лісу (хлестів, сортиментів, довгоття та короття) надають обладнаний кониками спеціалізований рухомий склад або автомобілі з бортовими платформами. До короття відносять ліс довжиною до 5 м. Ув'язувальні засоби (ланцюги, троси) надає замовник. Для перевезення лісу гірськими дорогами причіпи та причіпи-розпуски мають бути обладнані гальмами. Якщо використовують одноразові засоби пакетування лісу та пиломатеріалів за допомогою брусково-дротяної обв'язки, пакети мають бути обв'язані відповідно до рекомендацій [1].

Під час перевезення лісових вантажів особлива увага приділяється стану остійності рухомого складу. У всіх можливих несприятливих ситуаціях, наприклад при намоканні або зледенінні вантажу, повинен бути забезпечений мінімальний запас остійності.

Основні небезпеки під час перевезення й зберігання лісу створюються наступними факторами:

- можливість зсуву;
- пожежонебезпека;
- зменшення кисню в приміщеннях;
- утворення вибухонебезпечної суміші газів;
- токсичність антисептиків, якими обробляють ліс;
- зараженість мікроорганізмами, комахами [4].

Навантажувально-розвантажувальні роботи потрібно виконувати дотримуючись правил охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Вантажно-розвантажувальні операції з просоченими виробами виконуються механізованим способом. Не допускається участь водія у вантажно-розвантажувальних роботах, крім випадків, коли перевезення лісу і пиломатеріалів здійснюється лісовозними поїздами, що обладнані індивідуальними навантажувальними засобами.

Вантажовідправник повинен розташовувати ліс і пиломатеріали рівномірно між кониками автомобіля і причіпного складу. Комлі мають бути вирівнені. Висота вантажу на автомобілі не може перевищувати висоту вантажу на розпуску більш як на 100 мм під час перевезення сортиментів і на 300 мм під час перевезення хлестів [5].

Переважає більшість дорожньо-транспортних пригод так чи інакше пов'язана з порушенням правил дорожнього руху. Тому особливо важливе значення має цілеспрямована і ефективна виховна та навчальна робота серед учасників руху [2].

Оскільки більше половини дорожньо-транспортних пригод трапляється по вині водія, то особливу увагу потрібно приділяти його кваліфікації, стану здоров'я, досвіду та відповідальності, а також здійснювати контроль за дотриманням вадієм режиму роботи та відпочинку. Для цього необхідно встановити на транспортних засобах супутникові системи GPS-моніторингу транспорту, що унеможливить перевищення використання робочого часу під час перевезення вантажів лісової промисловості. Система в режимі онлайн на інтерактивній карті дозволяє відстежити повний маршрут автомобіля, швидкість та погодинний графік руху, стоянки, використання пального.

Згідно Правил перевезення вантажів для перевезення лісу і пиломатеріалів допускаються тільки водії, які пройшли інструктаж з техніки безпеки й особливостей перевезень лісу і пиломатеріалів.

На безпеку руху суттєво впливає категорія доріг та стан дорожнього покриття, особливо при перевезенні вантажів лісової промисловості, які здійснюються по лісових дорогах.

Висновки. Впровадження GPS-моніторингу в лісовому господарстві, правильна організація складського господарства, транспортних і навантажувально-розвантажувальних робіт, матеріальних потоків, дослідження взаємозв'язку складових частин системи ВАДС та їх вплив на такий важливий показник дорожнього руху, як його безпека, дасть можливість підвищити безпеку руху при перевезенні вантажів лісової і деревообробної промисловості.

Література

1. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад): Навчальний посібник. / Є.К. Вільковський, І.І. Кельман, О.О. Бакуліч - Львів: „Інтелект-Захід”, 2007. - 495 с.
2. Кищун В. Організація і безпека дорожнього руху: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.070101 Транспортні технології усіх форм навчання./ уклад. В. Кищун. – Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – 200 с.
3. Панченко С.В. Вантажні перевезення. Управління вантажною і комерційною роботою: Підручник / С.В. Панченко, А.О. Каграманян, В.С. Блиндюк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Ч. 2. – 462 с., рис. 179, табл. 20.
4. Тихонін В.І. Вантажознавство. / В.І. Тихонін. – Одеса: ОНМУ, 2016. – 236 с.
5. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. Державний департамент автомобільного транспорту Мінтранс України.- Київ, 1998. – 129 с.

УДК 629.113

**Захарчук В.І., професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, д.т.н., проф.
Свинарчук О.І., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій
Мордас І.Л., магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій**

Луцький національний технічний університет

КОМПЛЕКСНА ЦІЛЬОВА ПРОГРАМА ПЕРЕВЕДЕННЯ ПАРКУ АВТОМОБІЛІВ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ МОТОРНІ ПАЛИВА

Автомобілі є основними споживачами нафтових моторних палив та основними забруднювачами навколишнього середовища. Суттєво вирішити цю проблему можна розширенням використання альтернативних моторних палив (АМП), які поки-що застосовуються в невеликих обсягах [1].

Метою роботи є розробка комплексної цільової програми переведення автомобілів на альтернативні види палив

Розробка методики побудови згаданої програми зумовлена тим, що реалізація регіональних програм використання АМП значно загальмувалось. Майже все насіння вирощеного ріпаку іде на експорт, практично згорнуто промислове виробництво газового обладнання вантажних автомобілів та автобусів. Завантаження діючої мережі автогазозаправних станцій падає, а будівництво нових станцій скорочується.

Системно - цільова структура програми будується на етапі створення галузевої системи економії палива і зниження токсичності відпрацьованих газів (ВГ). Надалі її можна використовувати з різними видозмінами до тих пір, поки система не зазнає корінних змін.

Системно-цільовий метод являє собою комбінований (змішаний) експертно-розрахунковий метод. Його застосовують, як правило, у два етапи. На першому етапі він носить чисто експертний характер. З цією метою формують групу експертів. Вони роблять оцінку значущості кожної цілі з великою кількістю чинників [2].

Експерти створюють системно-цільову модель об'єкта, в якості якого виступає паливно-енергетична система галузі. Порівняння традиційних і альтернативних палив за різними показниками є одним з важливих аргументів у виборі палива.

У загальному вигляді побудова КЦП включає наступні етапи: формування експертної групи; розробку системно-цільової моделі об'єкта, тобто побудова «дерева цілей»; розрахунок коефіцієнтів зв'язку між елементами моделі; визначення значущості та ефективності організаційно-технологічних і технічних рішень.

В результаті формалізації об'єкт зображують у вигляді «дерева цілей», що представляє собою граф-модель. Вершини граф-моделі відображають структурні елементи об'єкта, а ребра - функціональні та структурні зв'язки. Структурні елементи, що входять до граф-моделі, є сукупністю всіх можливих комбінацій, що реалізують цільові функції об'єкта, його систем або підсистем.

Програма включає вісім основних розділів:

- 1 – номенклатура АМП;
- 2 – структура парку техніки і обсяги можливого заміщення РНП АМП;
- 3 – система забезпечення ТЗ АМП (стаціонарні, пересувні, гаражні станції, заводи з виробництва біопалив);
- 4 – реконструкція виробничо-технічної бази підприємств та забезпечення технічної експлуатації техніки;
- 5 – підготовка кадрів для проектування, експлуатації і технічного обслуговування техніки;
- 6 – нормативно-технічне забезпечення програми переобладнання техніки на АМП;
- 7 – науково-методичне та інформаційне забезпечення програми використання АМП;
- 8 – організація оперативного управління комплексною програмою.

Виконана робота показала, що газові палива, бензини з добавками спиртів та біодизельні палива з альтернативних перетворюються в даний час в самостійні види моторних палив для автотракторної техніки. Реалізація розробленої програми переходу техніки на АМП дозволяє вирішити найбільш важливі народногосподарські та соціально-економічні завдання сьогодення.

Література

1. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин. – К.: Либідь, 2005. – 504 с.
2. Захарчук В.І. Використання альтернативних моторних палив у засобах технологічного транспорту. Монографія - Луцьк: Луцький НТУ, 2015 – 233 с.

Ільченко А.В., доцент кафедри автомобілів
і транспортних технологій, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРУБКИ ТЕПЛООВОГО ВИТРАТОМІРА НА РАДІАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПОТІК

Необхідність обліку витрат рідких палив на автомобільному транспорті не викликає сумнівів. Це також актуально для стаціонарних силових установок, що мають в своєму складі двигуни внутрішнього згорання. Для обліку витрат палив на транспорті найбільш переважно використовувати теплові витратоміри [1-2].

Відомі описи деяких конструкцій теплових витратомірів, де наводяться їх технічні характеристики. Але інформація впливу їх геометричних параметрів на процес вимірювання витрат палив на транспорті в науковій літературі обмежена. Також відсутні детальні відомості повної реалізації їх переваг при використанні на транспорті, особливостей конструкції, додаткових шляхів зменшення похибки вимірювання витрат палив.

Мета дослідження: визначити вплив геометричних параметрів трубки теплового витратоміра (діаметрів трубки та нагрівача), які треба враховувати під час його проектування, налагодження, використання тощо, для зменшення похибки вимірювання витрат палив двигунами внутрішнього згорання.

Параметром руху потоку рідини в такому витратомірі є кількість речовини, що протікає через переріз трубопроводу в одиницю часу та загальна кількість перенесеної речовини (повна витрата).

В трубках теплових витратомірів (калориметричних та термоанемометричних) аналізують передачу тепла в осьовому напрямку. Треба враховувати також і радіальну передачу тепла, яка впливає на осьову, і відповідно, на похибку вимірювання.

Відомо, що радіальний тепловий потік у трубці теплового витратоміра з циліндричною стінкою (лінійна щільність теплового потоку) залежить від конструктивного коефіцієнта трубки теплового витратоміра [2, 3]:

$$K_k = \frac{2\pi}{\ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right)} \quad (1)$$

де d_1 – діаметр нагрівача, м;

d_2 – зовнішній діаметр трубки витратоміра, м.

Діаметр трубки пов'язаний з її максимальною пропускною спроможністю, що повинно забезпечувати максимальні витрати, на які розраховано процес виміру. Таким чином вказаний діаметр повинен мати певну величину, зменшувати яку не можна. З (1) можна зробити висновок, що конструктивний коефіцієнт, і відповідно радіальний тепловий потік, в залежності від діаметра трубки витратоміра буде зменшуватися, якщо:

$$\ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right) > 2\pi \quad (2)$$

або:

$$\frac{d_2}{d_1} > e^{2\pi} \approx 534 \quad (3)$$

З конструктивних міркувань забезпечити відношення діаметра трубки теплового витратоміра до діаметру нагрівача рівним 534 не є зручним для використання на транспорті. Як варіант, можна запропонувати використання максимально тонкий дротяний нагрівач, розташований уздовж осі трубки витратоміра.

Встановлено, що в процесі вибору діаметра трубки теплового витратоміра треба враховувати не тільки її пропускну здатність, але і теплопровідність матеріалу, для зменшення впливу на радіальний тепловий потік, який, в свою чергу впливає на осьовий тепловий потік, тобто на похибку вимірювання витрати палива [2, 3].

Якщо в якості матеріалу трубки теплового витратоміра використовується, наприклад, ебоніт (0,16 Вт/(м·К)), коефіцієнт радіальної теплопровідності трубки теплового витратоміра дорівнює 0,0652. А якщо використовувати трубку з відносно високою теплопровідністю і як матеріал вибрати, наприклад, монель (14,9 Вт/(м·К)), коефіцієнт радіальної теплопровідності трубки теплового витратоміра збільшиться до 0,1092. Сплав металів 95% Al+3-5% Cu+0,5% Mg як матеріал трубки теплового витратоміра з ще більш високою теплопровідністю (181 Вт/(м·К)) дасть вже незначне збільшення коефіцієнта радіальної теплопровідності трубки теплового витратоміра до 0,1099 [1-3].

Щоб повністю виключити вплив теплопровідності матеріалу трубки теплового витратоміра на радіальний тепловий потік, тобто на похибку вимірювань витрат палив, необхідно знайти таке значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу трубки, при якому коефіцієнт її радіальної теплопровідності дорівнює одиниці. Розрахунки показують, що це можливо лише теоретично, оскільки таких матеріалів немає у природі. Тобто повне усунення радіальної передачі тепла в трубці теплового витратоміра за рахунок вибору матеріалу трубки неможливе. У тому числі використання зовнішньої теплоізоляції трубки витратоміра не може звести до нуля радіальний тепловий потік, оскільки температура нагрівача завжди більша за температуру навколишнього середовища (температури ізоляції).

Виключити спільний вплив конструктивного коефіцієнта та коефіцієнта радіальної теплопровідності трубки теплового витратоміра на радіальний тепловий потік при вимірюванні витрат палив можна спробувати, порівнявши їх до одиниці:

$$\frac{2\pi}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \frac{\lambda_2 \lambda_1}{\lambda_2 + \lambda_1} = 1 \quad (4)$$

З (4) можна встановити краще відношення діаметра трубки теплового витратоміра до діаметру нагрівача за умови мінімального їхнього спільного впливу та впливу теплопровідності трубки на радіальний тепловий потік (похибка вимірювання витрат) палив, що рухаються в трубці витратоміра. Для зменшення впливу радіального теплового потоку на осьовий тепловий потік (і таким чином на похибку вимірювання витрати палива двигунів внутрішнього згорання) необхідно вибирати такі конструктивні параметри (матеріал та діаметр трубки теплового витратоміра, діаметр нагрівача), щоб відношення зазначених діаметрів відповідало матеріалу трубки теплового витратоміра.

Відношення d_2/d_1 для матеріалів з коефіцієнтом теплопровідності 0,16 ...12 Вт/(м·К) має бути в межах 0,507...1,984. Це зменшить вплив радіального теплового потоку на осьовий і таким чином зменшення похибки вимірювання витрати палива. Залежно від значень коефіцієнтів теплопровідності матеріалу трубки теплового витратоміра вони повинні змінюватись залежно (табл.).

Таблиця 1 - Залежність зміни d_2/d_1 від теплопровідності матеріалу трубки теплового витратоміра (за умови зменшення впливу його радіального теплового потоку на осьовий тепловий потік)

Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	Залежність (значення)	Достовірність апроксимації
0,16...6	$d_2/d_1 = 0,1182 \ln(\lambda_2) + 1,7959$	0,9
6...12	$d_2/d_1 = 0,0028 \lambda_2 + 1,954$	0,95
>12	$d_2/d_1 = 1,99$	-

Висновки. Для зменшення похибки вимірювання витрати палива внаслідок зменшення впливу радіального теплового потоку в тепловому витратомірі на осьовий тепловий потік (без урахування теплопровідності палива та матеріалу трубки витратоміра) необхідно зменшувати діаметр нагрівача та збільшувати діаметр трубки теплового витратоміра. При цьому необхідно також обов'язково враховувати теплопровідність матеріалу трубки теплового витратоміра.

Література

1. Безвесільна, О.М. Високоточний витратомір моторного палива з цифровою обробкою вимірювальної інформації / О.М. Безвесільна, Ільченко А.В. Подчашенський Ю.О., Шавурський Ю.О // Патент на винахід № 90985, МПК (2009) F02M 5/00. Заявлено 19.10.09, надрук. 10.06.10., бюл. № 11
2. Bezvesilna, O. Heat transfer in the thermo-anemometric flowmeter for biofuels / Bezvesilna, O., Kamiński, M., Ilchenko, A. // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2017, 550, стр. 505–511
3. Korobiichuk, I. A mathematical model of the thermo-anemometric flowmeter / Korobiichuk, I., Bezvesilna, O., Ilchenko, A., ...Nowicki, M., Szewczyk, R. // Sensors (Switzerland), 2015, 15(9), стр. 22899–22913, 097/.

Кашканов А.А., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Кашканова А.А., аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Нахімчук А.О., магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

БЕЗПЕКА РУХУ ЯК СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Проблема забезпечення безпеки руху є актуальною для багатьох країн світу [1]. За даними департаменту патрульної поліції в Україні кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) у 2021 році сягнула 179 376 випадків, в яких загинули 2 592 людини і 31 104 отримали травми різного ступеня тяжкості. Аналіз статистики аварійних ситуацій на дорогах України [2] показує, що найпоширенішими видами ДТП є: зіткнення, наїзд на транспортний засіб, що стоїть, наїзд на перешкоду, наїзд на пішохода, з'їзд з проїзної частини з перекиданням транспортного засобу (рис. 1).

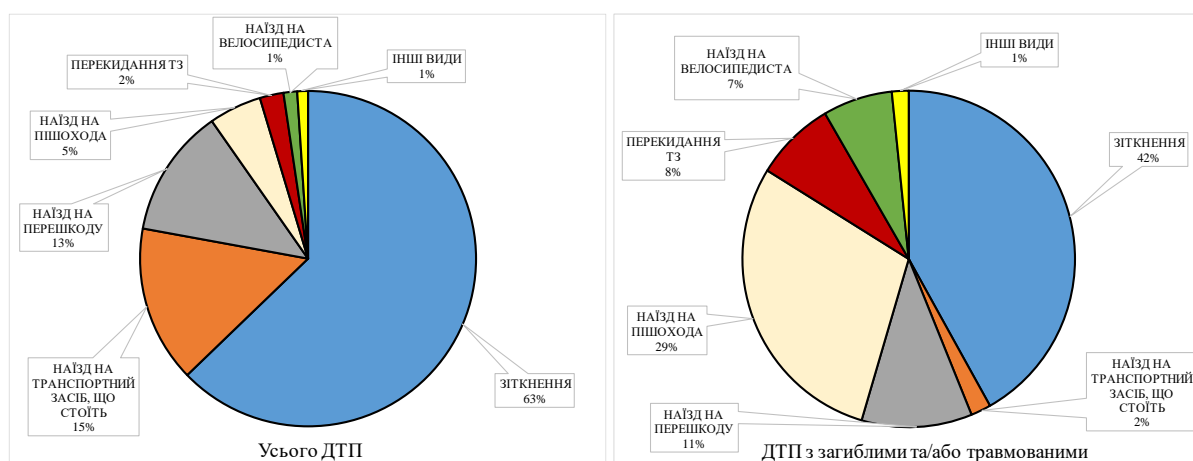


Рис. 1 – Розподіл ДТП за видами

Основні зареєстровані причини ДТП:

- перевищення безпечної швидкості руху;
- порушення правил маневрування;
- порушення правил проїзду перехресть;
- недотримання безпечної дистанції;
- порушення правил проїзду пішохідних переходів;
- водіння у стані сп'яніння.

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків механізму ДТП дозволяє виділити три основні групи причин виникнення аварійних ситуацій:

- 1 група – недотримання учасниками руху діючих ПДР та помилки водіїв в управлінні ТЗ;
- 2 група – порушення правил експлуатації транспортних засобів (ТЗ) та їх несправність;
- 3 група – поганий стан дорожнього покриття і незадовільна організація дорожнього руху.

Безпека дорожнього руху суттєво впливає на ефективність виробничих процесів на автомобільному транспорті. У різний час дослідженням ефективності виробничих процесів займалися Е. Дж. Долан, П. Ф. Друкер, М. Х. Мескон, М. Альберт, В. Я. Нусінов, А. М. Туріло, А. Г. Темченко, І. І. Мазур, В. Д. Шапіро, Н. Г. Ольдерогге, В. П. Орлов та багато інших дослідників. В результаті аналізу опублікованих робіт різних авторів можна впевнено стверджувати, що ефективність це комплексне поняття, яке проявляється через порівняння результату або ефекту від будь-якої діяльності і витрачених ресурсів. Тобто ефективність можна описувати такими характеристиками як доцільність, результативність, якість, корисність тощо [3]. Ефективність використання автомобільного транспорту на перевезеннях різного призначення насамперед залежить від технічної готовності автотранспортних засобів (АТЗ), якості

маршрутизації перевезень, рівня організації дорожнього руху на маршрутах, економічної та соціальної складової виробничих процесів.

Якщо розглядати АТЗ як технічний об'єкт, що забезпечує транспортний процес, одним з найважливіших критерієм забезпечення необхідної якості цього процесу можна вважати відповідність параметрів функціонування АТЗ вимогам безпеки руху за ефективністю гальмування, технічним станом рульового керування, шин, освітлення, сигналізації, станом відпрацьованих газів. Своєчасне виявлення несправностей та їх усунення дозволяє істотно підвищити технічну швидкість руху АТЗ і збільшити їх продуктивність (рис. 2) без додаткової витрати палива, що в кінцевому випадку визначає ефективність виробничих процесів на транспорті вцілому [4, 5].

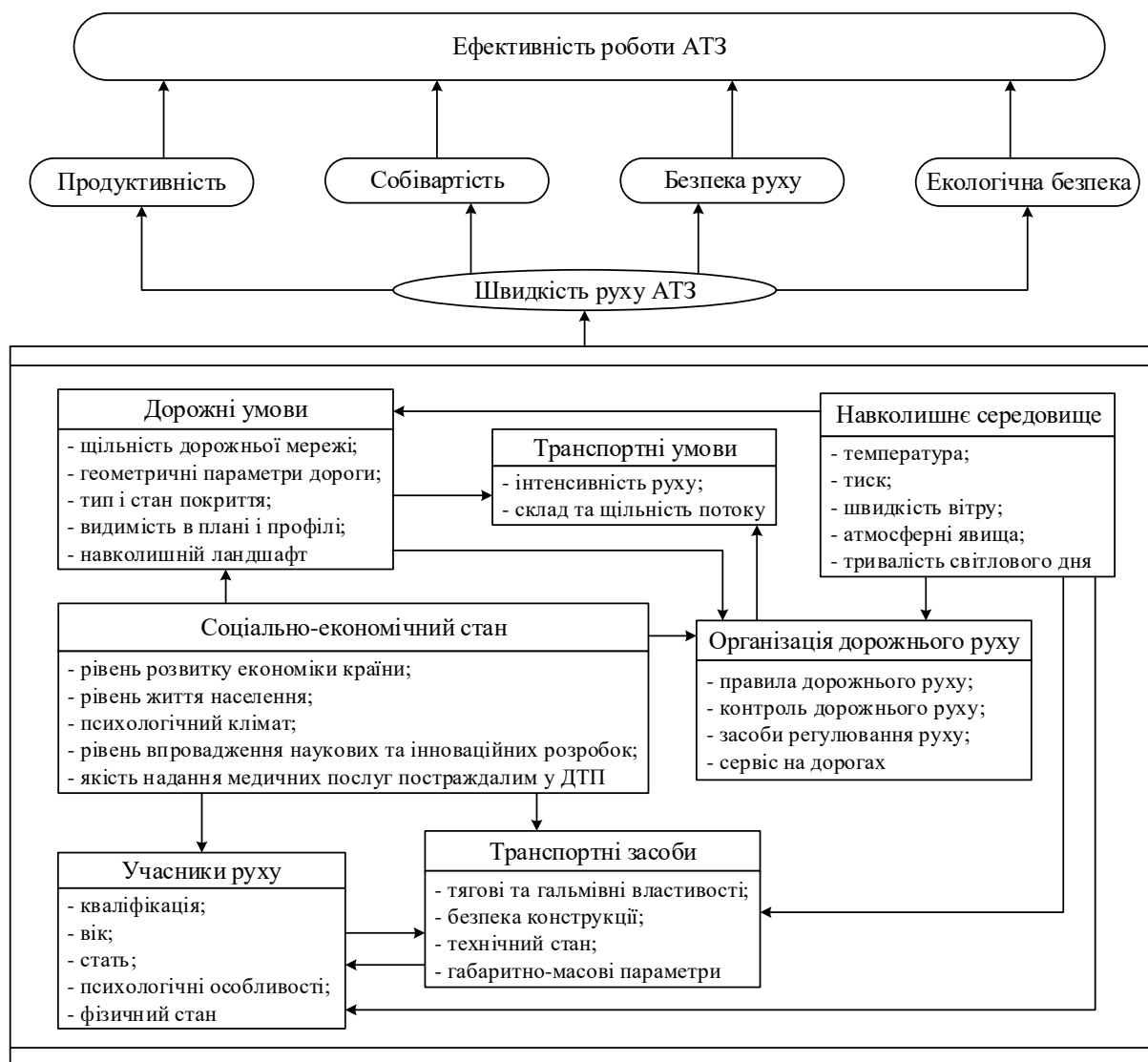


Рис. 2 – Взаємозв'язок факторів, які безпосереднь впливають на безпеку руху та ефективність використання АТЗ

Як видно з рис. 2, забезпечення ефективного та безпечного транспортного процесу є складною багатоцільовою системою, при розробці якої 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. Потрібно також відмітити, що реалізація компромісного підходу може супроводжуватись виникненням певних труднощів пов'язаних з оцінюванням напрацьованих рішень, вибором найкращого рішення із загальної сукупності можливих рішень.

Постановка задачі оцінення ефективного та безпечного функціонування АТЗ виглядає так. Нехай задана множина можливих варіантів виконання конкретної функції АТЗ X:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n\}. \quad (1)$$

Кожний варіант характеризується множиною параметрів оцінювання якості Y :

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}. \quad (2)$$

Нечітке відношення, яке має місце між кожним членом сукупності X і кожним членом сукупності Y , позначене через μ_{ij} або μ_{ij} . Тобто, μ_{ij} відображає міру відповідності i -го варіанта функціонування АТЗ 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 :

$$R = \{\mu_{ij} \mid i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}.$$

Потрібно обрати оптимальний варіант x^* із множини X .

Задачу оцінювання ефективності та безпечності варіанту функціонування АТЗ можна записати так:

$$x^* = \text{opt}(X, Y, R, M), \quad (3)$$

де M – модель, що використовується для вирішення задачі, обрана особою, яка приймає рішення.

В якості основної моделі для вирішення задачі (3) доцільно прийняти модель еталонного порівняння [6]. Сутність моделі еталонного порівняння полягає у визначенні еталонного варіанта виконання транспортної роботи x_0 . Параметри цього варіанта є мінімально допустимими значеннями $\mu_0, j = 1, \dots, m$. Усі варіанти сукупності X порівнюється з еталоном x_0 . У разі не гіршої якості у варіанта x_i ніж у еталона x_0 за усіма параметрами, варіант x_i додається до загальної сукупності рішень і для нього визначають інтегральний параметр якості f_i . Для еталонного варіанта інтегральний параметр приймає нульове значення $f_0 = 0$. Оптимальний розв'язок – варіант з максимальним значенням інтегрального параметра f_{\max} .

Математичний запис моделі:

$$\begin{cases} X^* = \{x_k \mid x_k \in X; \mu_{kj} \geq \mu_{0j} \forall j = 1, \dots, m; f_k = f_i \mid f_i \in F; i = 1, \dots, m\}; \\ f_i = \sum_{j=1}^m (\mu_{ij} - \mu_{0j}) \cdot w_j. \end{cases} \quad (4)$$

Варіант x_k є розв'язок задачі (4).

Недоліком моделі є необхідність забезпечення більшого обсягу інформації від особи, яка приймає рішення, порівняно з мінімаксною моделлю, моделлю абсолютного рішення, моделлю основного параметра чи моделлю компромісного рішення [7].

Висновки. Розв'язання задачі оцінювання ефективності та безпечності транспортних процесів на основі моделі еталонного порівняння в комбінації з моделями компромісного та абсолютного рішення відображає весь спектр взаємодії учасників цього процесу та дозволяє врахувати необхідні компоненти системи забезпечення якості: компонент оцінювання та аналізу діяльності та компонент еталонної системи показників (стандартів). Дана система може стати методологічною основою концепції оцінювання ефективності результатів функціонування АТЗ на базі сучасних експертних технологій прийняття рішень.

Література

19. World Health Organization. Road traffic injuries. URL: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
20. Статистика. Офіційний сайт патрульної поліції України. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
21. Шаповал М. І. Менеджмент якості: підручник. К. : Знання, 2003. 475 с.
22. Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Шаша І.К. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте: монография. Харьков: ХНАДУ, 2007. 361 с.
23. Алексієв В. О. Управління розвитком транспортних систем. Харків : ХНАДУ, 2008. 268 с.
24. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень: монографія. К.: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
25. Снитюк В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми: навчальний посібник. К.: ТОВ «Маклаут», 2008. 364 с.

**Кашканов А.А., професор кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Пальчевський О.В., аспірант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту**
Вінницький національний технічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НЕОРДИНАРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

У наш час інтелектуальні транспортні системи (ІТС) набувають помітного поширення по всьому світу, їх використання дає позитивні результати, що значною мірою відчують усі користувачі транспортного руху. Загалом ІТС дозволяють підвищити ефективність транспортного руху та його безпеку, мінімізувати вплив на навколишнє середовище, зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та величину заторів, а також є корисними при плануванні нових доріг чи районів [1, 2].

В реальних умовах роботи ІТС можуть виникати нетипові (неординарні) ситуації, які неможливо передбачити або належним чином компенсувати протягом короткого періоду часу. В результаті це призводить до ускладнення чи зупинки руху. Як приклад, одним із таких чинників, що можуть призводити до втрати контролю над управлінням транспортною системою, є поведінка окремих учасників руху при груповому русі автомобілів, яка ускладнює прогнозування подальшого руху усього транспортного потоку та слугує джерелом інших потенційних ускладнень. Так за даними дослідження [3], в якому було здійснено оцінку впливу швидкісного режиму і метричних інтервалів між автомобілями (параметрів групового потоку) на безпеку руху, визначено, що 40 % транспортних засобів, які рухаються у групах, порушують правила дорожнього руху та перевищують дозволена швидкість. При подальшому експериментальному дослідженні параметрів руху груп транспортних засобів в транспортній мережі встановлено, що при швидкості 40 км/год спостерігаються автомобілі, які порушують необхідну дистанцію безпеки і, зі зростанням швидкості руху, порушників стає дедалі більше. Це потенційно небезпечна ситуація, яка може призвести до виникнення ДТП. Результати дослідження [3] корелюють з даними департаменту патрульної поліції України, в яких зазначено, що недотримання безпечної дистанції є однією з основних причин виникнення ДТП у 2021 році [4].

Аналізувати нетипові ситуації традиційні ІТС не здатні через обмеженість інформаційного потоку, що надходить в режимі реального часу. Світовий досвід показує, що однією із найважливіших цілей забезпечення подальшого розвитку ІТС є розширення потоку оброблюваних даних. Саме тому у містах обладнаних сучасними мережами зв'язку 5G вже тривають спроби розширити інформаційний потік, включивши у телеметрію максимальну кількість даних від окремих учасників руху [5]. Перенесення каналів зв'язку ІТС на мережу 5G дозволяє одночасно обслуговувати значно більшу кількість користувачів, оскільки такі мережі забезпечують швидкість передачі даних до 10 Гбіт/с при затримках менших за 1 мс. В результаті чого, з'являється можливість забезпечення багатоцільового обміну інформацією між учасниками руху (рис. 1), візуалізації мережі, виконання хмарних обчислень, використання нових методів обробки сигналів тощо.

На протипагу традиційним підходам, ІТС під силу оцінити рух кожного учасника транспортного потоку у режимі реального часу, тим самим здійснювати його прогнозування. Проте щоб здійснювати таке прогнозування потрібно забезпечувати систему значним потоком даних щосекунди. Усі доступні джерела даних, які інформують систему, можна умовно поділити на [6]:

1. Придорожні датчики. Датчики, розташовані в межах доріг, найбільш поширене джерело даних в ІТС. Але точність даних, отриманих за допомогою таких датчиків, варіюється у залежності від їх розташування та погодних умов.

2. Датчики в автомобілях. Деякі комерційні транспортні засоби обладнані датчиками визначення положення, що фіксують їх локацію.

3. Кооперативні датчики. Угрупування автономних сенсорних блоків, що постійно збирає інформацію різного роду, в залежності від цілі застосування.

4. Джерела статичних даних. До них відносяться загальновідомі постійні дані. До них можна віднести розклад руху громадського транспорту, розташування зупинок тощо.

5. Зовнішні джерела даних. Це такі джерела даних, що не пов'язані безпосередньо із транспортною системою, проте помітно впливають на неї. До таких відносяться погодні умови, свята, спортивні події тощо.

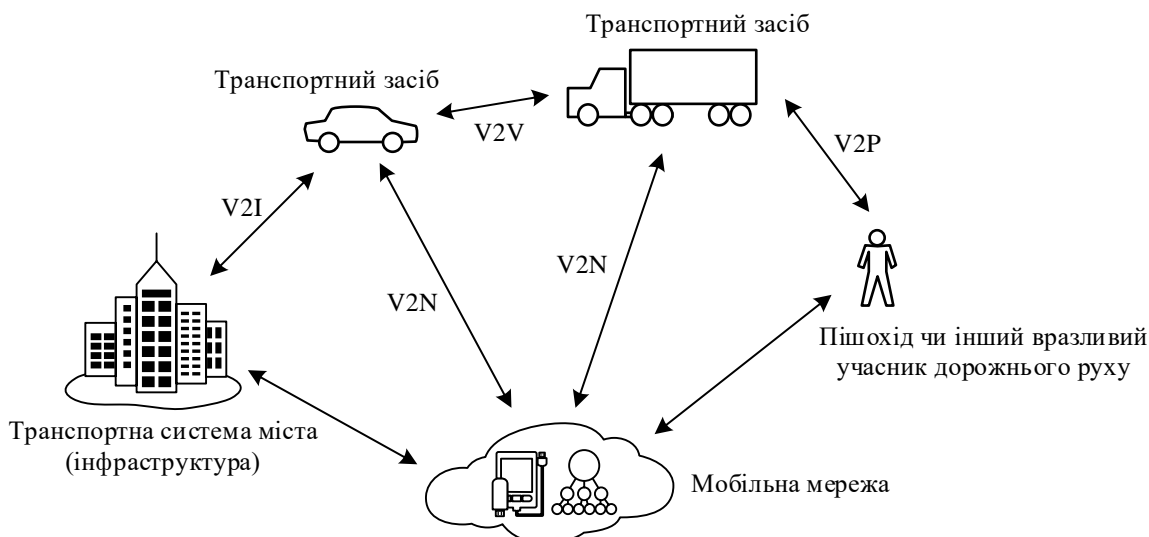


Рис. 1 – Види комунікацій в ІТС

У випадку наявності достатньої кількості даних для адекватної оцінки намірів учасників руху, ІТС має містити в собі спеціальну модель або їх комбінацію для здійснення прогнозування [7, 8]. Зокрема в ІТС методи, які знайшли застосування в побудові моделей прогнозування трафіку, поділяються так:

1. Статистичні методи. Традиційна статистика, фільтри Калмана, економетричні методи, моделі часових рядів, авторегресійні моделі та бассава лінійна регресія – те, на чому базується робота більшості ІТС.

2. Нелінійні методи. Теорія мутацій, теорія вейвлетів і теорія хаосу – ці нелінійні теорії можна застосовувати для створення моделей прогнозування потоків транспорту, спираючись на нелінійні характеристики часових рядів потоків транспорту.

3. Методи на основі моделювання. Транспортна мережа, пропускна здатність доріг, швидкість транспортних засобів, їх класифікація, завантаженість та подібні показники транспортних потоків описуються за допомогою алгоритмів та інших відповідних моделей.

4. Методи штучного інтелекту. Темпи розвитку машинного навчання та інших подібних методів у таксономії штучного інтелекту дозволяють застосовувати нові підходи в обробці даних, які здатні на більш швидке та точне прогнозування транспортного потоку.

5. Комбіновані методи. Дозволяють досягти результату із врахуванням багатьох факторів, використовуючи усі переваги попередніх методів прогнозування транспортного потоку.

Із множини моделей, побудованих на основі вищеперерахованих методів, найбільш перспективними в плані швидкого та гнучкого вирішення неординарної ситуації є моделі із застосуванням штучного інтелекту або комбінації із ними. Однією з таких є модель, заснована на алгоритмі глибокого навчання [9-11]. Основним призначенням алгоритмів глибокого навчання є спрощення людських проблем у багатьох сферах застосування на основі використання штучного інтелекту [12]. Такий підхід є вирішальним при усуненні складних неординарних ситуацій (рис. 2), адже вони можуть відхилитись від заданих сценаріїв дій.

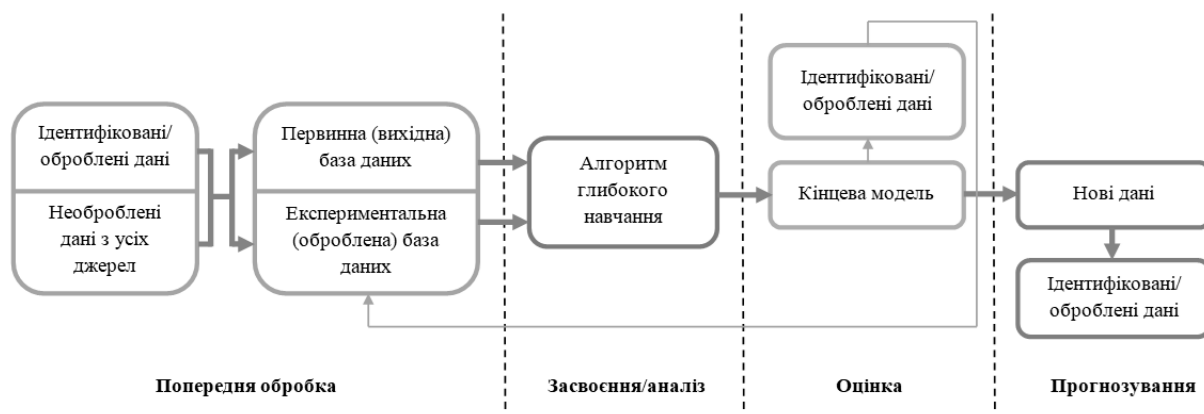


Рис. 2 – Умовна схема принципу роботи алгоритму глибокого навчання

Як зазначено на схемі (рис. 2), вже ідентифіковані дані, разом із необробленими, складають первинну базу даних. Ця база даних засвоюється та аналізується алгоритмом глибокого навчання, за результатами чого утворюється кінцева модель, яка дозволяє ідентифікувати та розрізнити більш різноманітну інформацію у більшому обсязі. У випадку неможливості коректної обробки частини даних – процес повторюється, але вже за участю експериментальної бази даних, у разі можливості вносяться зміни до моделі.

Реалізація такої системи є доволі складною саме через необхідність підготовки алгоритмів глибокого навчання. Вона базується на методі спроб та помилок, і є протилежною традиційним методам, які включають в себе інструкції кодування, залежні від операторів рішень. Як і будь-яка система, що працює із даними, система заснована на алгоритмі глибокого навчання працює у декілька етапів – збір даних, обробка даних та прийняття рішень.

Прогнозування трафіку для інтелектуальної транспортної системи з використанням глибокого навчання [11] показало, що в досить щільних транспортних мережах, оснащених ІТС, досі найважливішою проблемою для стабільної пропускної здатності є постійні затори різної сили та тривалості. Стандартне адаптивне управління сигналами світлофора не може належним чином впоратися з таким скупченням учасників руху. Алгоритми глибокого навчання довели свою важливість у передбаченні результатів, прийнятті рішень щодо прогнозів тривалості транспортного потоку та забезпеченні усунення та уникнення заторів на основі пропуску транспортних засобів через перехрестя в залежності від довжини та зміни тривалості сигналів світлофора.

Висновки. Розглянуті підходи, реалізація яких стає можливою завдяки збільшенню інформаційного потоку, дозволяють підвищити стійкість транспортних мереж, а також ефективність інтелектуальних транспортних систем, що позитивно впливає на рівень заторів, дорожньої безпеки та екологічний вплив на навколишнє середовище. Звісно, вони мають широкую придатність для роботи в умовах реального часу та є доволі корисними при роботі із управління транспортними потоками.

Література

1. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В.В. Аулін, А.В. Гриньків, А.О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В.В. Ауліна. Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. 428с.
2. Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Проблеми функціонування транспортних систем великих міст України в сучасних умовах. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2022. № 1(18). С. 97-102.
3. Семченко Н.О., Решетніков Є.Б. Дослідження параметрів руху груп транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст. Комунальне господарство міст. 2018. № 7(146). С. 12-19.
4. Статистика. Офіційний сайт патрульної поліції України. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
5. Dutka V. Implementing an Intelligent Transportation System: A Bottom-Up Approach to Value Creation. Connect, collect, analyze, deliver – optimize traffic management with intelligent transportation systems. URL: <https://intellias.com/implementing-intelligent-transportation-system/>
6. Tahir M. N., Leviäkangas P., Katz M. Connected Vehicles: V2V and V2I Road Weather and Traffic Communication Using Cellular Technologies. Sensors. 2022. 3(22). P. 1-14.
7. Hui M., Bai L., Li Y., Wu Q. Highway Traffic Flow Nonlinear Character Analysis and Prediction. Mathematical Problems in Engineering. 2015. vol. 2015(8): P. 1-7.
8. Emami A., Sarvi M., Bagloee S. A. Using Kalman filter for short-term traffic flow prediction in a connected vehicle environment. Journal of Modern Transportation. 2019. vol. 27. P. 222-232.
9. Fareeduddeen V. M., Sreerambabu J., Riyaz M. M. Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Machine Learning. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). 2022. vol. 10. Is.8. P. 922-925.
10. Geetha V., Gomathy C. K., Thommandru H., Varma P. V. N. A Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Machine Learning. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2021. 4(10). P. 166-168.
11. Yogita B., Raghavendra P. Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Deep Learning. International Journal of Research in Engineering, Science and Management. 2022. 5(7), P. 61-62.
12. Снитюк В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми: навчальний посібник. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 364 с.

Кашканов В.А.¹, доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доц.
Склярів М.В.², доцент кафедри автобронетанкової
техніки, к.т.н., доц.
Головащенко Б.В.¹, магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
¹Вінницький національний технічний університет
²Національна академія Національної гвардії України

ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ НА АТП ПРИ ВИКОНАННІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У сучасних ринкових умовах планування на автотранспорті здійснюється самими суб'єктами господарювання. Портфель замовлень складається як з довгострокових договорів, так і з випадкових заявок. Попит нестабільний. Прогнозувати обсяг та структуру перевезень у цих умовах важко. Тому, перед керівниками транспортних компаній гостро постає питання підвищення ефективності за рахунок зниження витрат та мінімізації витрат. Основним завданням організації та планування виробництва у кожному автотранспортному підприємстві (АТП) є раціональне поєднання та використання всіх ресурсів виробництва при виконанні максимальної транспортної роботи при перевезенні вантажів та кращого обслуговування населення перевезеннями. Отже, система планування повинна враховувати сучасні умови, що змінюються, в яких функціонує підприємство транспортного комплексу [2, 5].

Кожне АТП має певну виробничу потужність. Виробнича потужність АТП залежить від об'ємної кількості рухомого складу та його вантажопідйомності. Поряд із поняттям виробнича потужність АТП використовується поняття - провізна здатність парку рухомого складу АТП, яка залежить від вантажопідйомності i -ї моделі, середньооб'ємної кількості рухомого складу тієї ж моделі, техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів [5].

Кожне АТП має постійних та епізодичних клієнтів, які користуються його послугами. Для постійної клієнтури характерні стійкі обсяги та структура перевезень вантажів. Другу, чисельнішу групу клієнтів, так звану епізодичну клієнтуру, становлять ті споживачі транспортних послуг, у яких відсутня постійна потреба у перевезеннях. Таких клієнтів у АТП може бути багато, а розмір їхнього сукупного попиту на транспортні послуги досить великий. АТП має оцінити як сукупні обсяги перевезень, які здатне виконати протягом майбутнього періоду, а й структуру вантажів, які планується перевозити.

Безпосередньою основою для оперативного планування перевезень є заявки клієнтури. На підставі даних про обсяги перевезень та їх структуру за номенклатурою та середньою відстанню, підприємство оцінює обсяг перевезень та вантажообіг та зіставляє їх з величиною провізної спроможності парку в цілому, а також за окремими групами рухомого складу.

За існуючими в літературі рекомендаціями планування перевезень здійснюється за середніми значеннями техніко-експлуатаційних показників [2, 5]. Очевидно, в умовах централізованого планування цей метод себе виправдовував, в умовах ринкових відносин головною метою діяльності АТП стає не просто виконання об'ємних показників плану, а виконання зобов'язань за конкретним договором з конкретним клієнтом. У зв'язку з цим провізні можливості автотранспортного підприємства доцільно визначати на основі аналізу конкретних замовлень на транспортне обслуговування, виходячи з конкретних умов перевезень: відстаней доставки вантажів, часу простою під вантажно-розвантажувальними операціями, а також прогнозу стану парку та випуску машин, показників використання вантажопідйомності, пробігу та інших експлуатаційних показників.

Схема перетворення потреби клієнтів у задоволеність під час проходження через систему АТП представлена на рис. 1.

Збільшення провізної спроможності парку АТП сприяє зниженню питомих витрат за перевезення за умови максимальної зайнятості рухомого складу за інших рівних умов. Якщо рухомий склад простоє без роботи, це тягне значні витрати підприємства за одночасного недоотримання доходу.

Підприємство, що працює в автотранспортній галузі, має правильно визначати провізну можливість парку, а саме кількість автомобілів, необхідних для виконання заданого обсягу робіт у встановлені клієнтом терміни [4].

Забезпечення виконання замовлень у повному обсязі та в строк за мінімальних витрат може бути досягнуто створенням оптимальних провізних можливостей АТП та підвищенням їх ефективності.

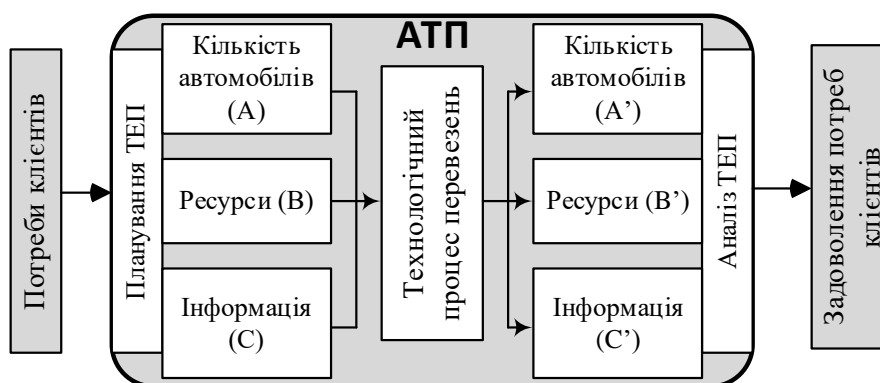


Рис. 1 – Схема перетворення потреб клієнтів у задоволеність під час проходження через обслуговуючу систему АТП [1]

Метою функціонування обслуговуючої системи загалом є задоволення вимог перевезення, тому важливим показником є продуктивність системи та вхідний потік вимог, які надходять у систему. В разі перевищення числа вимог над пропускну здатністю в системі виникає черга вимог на виконання перевезення. Черга може утворюватися перед кожною підсистемою окремо, отже, кожна підсистема може блокувати роботу всієї системи.

При дослідженні системи необхідно враховувати вплив окремих підсистем працювати всієї системи. Система може успішно справлятися з покладеними неї завданнями лише за умови, що пропускна спроможність системи перевищує сумарний вхідний потік вимог [2] попри всі види перевезень. Надмірна кількість автомобілів пов'язана з великими капітальними вкладеннями, що призводить до заморожування коштів підприємства, тому необхідно точно визначати найбільш вигідну (оптимальну) величину резерву автомобілів. Оптимальна величина резерву виробничих потужностей системи може бути виявлена за економічним критерієм – забезпечення мінімуму витрат чи максимуму прибутку [2, 3, 5].

Висновки. При плануванні роботи автомобілів на АТП актуально визначати оптимальний баланс провізних можливостей АТП з урахуванням постійно мінливого попиту перевезення, тобто кількість рухомого складу в експлуатації має максимально відповідати потребам у перевезеннях при забезпеченні мінімуму витрат на виконання транспортного процесу.

Література

1. Гандзюк М.О. Розробка методики оперативного планування роботи автомобілів на міжміських маршрутах / М.О. Гандзюк, Д.М. Гандзюк, Б.В. Шумік // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – Луцьк: ЛНТУ, 2021, №2 (17). С. 47-61.
2. Зінь Е.А. Управління автомобільним транспортом: Навч. посібник. - Рівне: НУВГП, 2011.-326 с.
3. Калініченко О.П. Оптимізація рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті / О.П. Калініченко, О.В. Павленко, В.М. Нефьодов // Коштовне господарство міст. Збірник наукових праць. –Х.: ХНАМГ, 2018. –Випуск 142. С. 108-113.
4. Кашканов В. А., Маніта Н. С. Особливості планування потрібної кількості автомобілів на АТП. НТКП ВНТУ. Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2022) : Електронне наукове видання матеріалів конференції. Вінниця: ВНТУ, 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2022/paper/view/15386/12955>
5. Планування діяльності автотранспортного підприємства : підручник / М. О. Турченко, М. Д. Швець, О. Г. Кірічок, М. Є. Кристочук. - Вид. 2-ге, перероб. та доповн. - Рівне : НУВГП, 2017. - 367 с.

Кишун В.А., доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій, к.т.н., доц.
Луцький національний технічний університет

ВІД СИСТЕМ ДОПОМОГИ ВОДІЮ ДО АВТОПЛОТІВ

У світі давно відомі реєстратори подій – англ. Event Data Recorder (EDR), так звані, «чорні ящики», які допомагають слідчим розкривати таємниці авіакатастроф. З часом вони стали застосовуватися і в автомобільній галузі, що допомагало зрозуміти, з якою швидкістю рухався автомобіль, чи працювали гальма, через який час вистрілили подушки безпеки, чи були пристебнуті ремені. Отримати всі ці відомості можна було, підключивши до автомобіля спеціальний зчитувальний пристрій. Технологія EDR дозволяла відтворити картину аварії максимально докладно.

Починаючи з 2021 року (за іншими даними – з 2022-го), на усіх нових автомобілях Європейського Союзу обов'язковими стануть «чорні ящики» – реєстратори даних про події Crach Event Data Recorder (CEDR). Європейська Комісія оприлюднила нові вимоги до безпеки, які змусять виробників забезпечувати їх в усіх нових автомобілях. За даними Єврокомісії впровадження таких нормативів допоможе врятувати більше 7 тисяч життів та запобігти майже 39 тисячам серйозних травм на дорогах протягом наступних дев'яти років після початку дії закону. Зокрема, тільки система автоматичного екстреного гальмування у стані на 38% знизити кількість аварій. А від обов'язкового оснащення автомобілів камерами заднього виду чекають збереження мінімум 100 людських життів щорічно [1].

Європейські законодавці планують запровадити 11 обов'язкових систем активної і пасивної безпеки спрямованих на «наближення статистики до нульової смертності до 2050 року». 2030 рік ЄС оголошений проміжним – до його початку заплановано знизити смертність на дорогах на 50%, а впроваджені пристрої стануть важливим інструментом моніторингу та дослідження для управління безпекою дорожнього руху [1].

У список 11 обов'язкових систем активної і пасивної безпеки, у тому числі, систем допомоги водію для нових автомобілів, що випускаються в Європі, увійшли:

- 1) система автоматичного екстреного гальмування (Advanced emergency braking);
- 2) система антиалкогольного блокування (Alcohol interlock installation facilitation);
- 3) система моніторингу втоми та сонливості водія (Drowsiness and attention detection);
- 4) «чорний ящик» – реєстратор даних про аварії (Event accident data recorder);
- 5) автоматичний сигнал аварійної зупинки (Emergency stop signal);
- 6) покращені ремені безпеки переднього пасажирів для повного захисту при лобовому зіткненні (Full-width frontal occupant protection crash test - improved seatbelts);
- 7) збільшення зони безпеки при ударі головою пішохода / велосипедиста - безпечне скло на випадок аварії (Head impact zone enlargement for pedestrians and cyclists - safety glass in case of crash);
- 8) активний круїз-контроль – інтелектуальна система підтримки швидкості (Intelligent speed assistance);
- 9) система утримання рядності руху (Lane keeping assist);
- 10) захист водія та пасажирів від бокового удару (Pole side impact occupant protection);
- 11) камера заднього виду або парктронік (Reversing camera or detection system) [1].

Необхідно зазначити, що сучасні легковики високого класу оснащені безліччю різноманітних електронних пристроїв, які вже виконують левову частку перерахованих функцій. Більше того, технології вищого класу стають вже доступними і для моделей нижчих класів оскільки безпека авто для споживача стає все більш пріоритетною у порівнянні з його вартістю. Так, уряд Японії зобов'язав автовиробників встановлювати системи автоматичного гальмування на усі нові моделі. Передбачалося, що вимога набуде чинності з листопада 2021 року. Як повідомляє видання Asahi, нововведення націлене першочергово на зниження кількості аварій за участю літніх водіїв.

Автомобілі «зобов'язують» виконувати на японських дорогах наступні вимоги: зупинитися при небезпеці зіткнення зі стоячим транспортним засобом, сповільнюватися зі швидкості 60 км/год при наближенні до авто, що рухається зі швидкістю 20 км/год, повністю зупинитися при швидкості 30 км/год при виявленні пішохода, який переходить дорогу зі швидкістю 5 км/год. В усіх 3-х випадках автоматичне гальмування повинно здійснюватися за 4 секунди до моменту передбачуваного зіткнення [2].

Європейські автовиробники не відстають від японських, а іноді і перевершують їх у впровадженні автомобільної електроніки. Для прикладу, переважна більшість моделей, зокрема фірми ŠKODA, укомплектовані безліччю систем, які допомагають водію швидко реагувати на різні ситуації. Окремі з них навіть здатні самостійно запобігти зіткненню, однак, задля максимальної безпеки водій має постійно стежити за їх роботою. Тому автомобілі оснащені рульовим колесом (із функцією ємнісного визначення),

яке виявляє дотик рук водія, забезпечуючи інтерактивний інтерфейс із системами допомоги під час руху. Кожні 15 секунд під час водіння система перевіряє, чи тримається водій за кермо чи, можливо, втратив контроль над автомобілем. Якщо водій не втручається, незважаючи на попередження, система активує сигнальні вогні і зупиняє автомобіль.

У пакет допомоги водію, зокрема, автомобіля ŠKODA Octavia включені різноманітні системи активної безпеки, а саме: система сегментованого світла; система превентивного круїз-контролю (PCC); системи допомоги під час маневрування і допомоги під час паркування; системи контролю простору попереду із превентивним захистом пішоходів і контролю «сліпих» зон; системи допомоги під час повороту і допомоги руху в заторах; система аварійної зупинки; система підтримання смуги руху; система розпізнавання дорожніх знаків; система превентивного захисту водія та пасажирів [3].

Разом з тим слід зауважити, що сучасні автомобілі стають все більш досконалими, позаяк виробники працюють над створенням автономних транспортних засобів, які керуватимуть самі собою. Таким транспортним засобам доведеться пройти ще довгий шлях, але технології підтримки водіння набувають широкого застосування, як вже зазначалося, навіть в автомобілях нижчих класів. За класифікацією Спільноти автомобільних інженерів SAE (Society of Automotive Engineers) подібні технології часто відносять до систем автомобільного пілота 2-го рівня.

Натомість, міжнародна організація Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) називає такі системи просто системами допомоги водієві, оскільки їх призначення – допомагати водієві керувати, а не керувати безпосередньо автомобілем. Очікується, що водій весь час триматиме руки на кермі і слідкуватиме за дорогою. Доступні на ринку сучасні технології переважно призначені для використання на добре розмічених дорогах – автомагістралях і їх подібних.

Сьогодні провідні автомобільні концерни активно встановлюють системи автомобільного пілота на свої нові транспортні засоби. Щоб їх можна розрізнити, вже згаданою Спільнотою SAE, було запроваджено 6 рівнів автоматизації:

1) нульовий рівень (SAE Level 0) – рівень автоматизації, який передбачає ряд систем, зокрема в автомобілі, як мінімум, повинні бути присутніми: система контролю мертвих зон, функція попередження про вихід із займаної смуги і екстрене автоматичне гальмування. Однак водій повинен розуміти, що можливості у нульового рівня автопілота мінімальні, тому він сам керує автомобілем. Максимум, за що відповідає система – це за гальмування;

2) автопілот 1 рівня (SAE Level 1) – «допомога водієві». Автопілот першого рівня, практично, нічого не робить самостійно. Водій так само має відповідати за керування свого транспортного засобу. Автопілот першого рівня допомагає підрулювати, паркуватися, а також повинен, як мінімум, мати адаптивний круїз-контроль. Це допомагає підтримувати фіксовану швидкість і дотримуватися дистанції до автомобіля, який їде попереду. Транспортний засіб може їхати із швидкістю 100 км/ч виключно вільною смугою;

3) автопілот 2 рівня (SAE Level 2) – «часткова автоматизація», коли розумний круїз-контроль і система підрулювання функціонують разом. Сьогодні в Європі, а також японські автовиробники встановлюють систему на легковики В-класу і С-класу. Автомобіль, оснащений пілотом 2-го рівня, може за певних умов їхати самостійно, триматися всередині смуги, однак прибирати руки з керма водієві забороняється;

4) автопілот 3 рівня (SAE Level 3) – «умовна автоматизація». Контроль водія ще потрібний, але не вимагає від нього термінових дій. Водій може довіритися повністю власному авто і деякий час не стежити за дорогою. Система сама приймає рішення, однак водій може втрутитися, або система, якщо сумнівається запропонує прийняти керування на себе. Автопілоти такого класу не завжди адекватно реагують на нетипові ситуації, тому передбачений звуковий супровід. Водій, почувши його, має швидко перебрати керування на себе.

5) автопілот 4 рівня (SAE Level 4) – «висока автоматизація». Четвертий рівень автоматизації водіння на серійних автомобілях поки що не застосовується. Це рівень, який дозволяє транспортному засобу пересуватися без людської допомоги, однак його ще не можна вважати повністю самостійним. Він розрахований на роботу транспортних засобів на закритих територіях, або на рух певними маршрутами.

6) автопілот 5 рівня (SAE Level 5) – «повна автоматизація», який на серійних автомобілях також ще не застосовується. На 5-му рівні штучний інтелект повністю контролює всі системи автомобіля і дозволяє обходитися вже без оператора. Управління автоматизовано, незалежно від дорожніх умов і ситуацій. На разі такої системи не існує, але коли з'явиться, водій може просто сісти в авто, і автомобіль сам доставить його безпечно у кінцевий пункт [4].

Виробники активно рекламують сучасну систему автопілота, однак є питання з визначенням хто несе відповідальність у випадку дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). Адже водій може відпочивати у своєму автомобілі під час руху, власне повністю довіряючи системі, як пропонує йому той чи інший автовиробник. Тим не менше, японська HONDA сертифікувала седан бізнес-класу Legend оснащеного автопілотом 3-го рівня (SAE Level 3) [5]. Компанія виявилася першою, яка почала продавати свої

автомобілі з таким рівнем автоматизації.

Як повідомляють японські джерела, HONDA пройшла всі етапи сертифікації і отримала документи у Міністерстві державних земель, транспорту, туризму та інфраструктури, які дозволяють виробництво седана Legend. Новинка оснащена сучасною технологією безпілотного керування, яку назвали «Пілот корків» (Traffic Jam Pilot).

Traffic Jam Pilot дозволяє HONDA Legend рух швидкісними магістралями без участі водія. Також авто здатне самостійно гальмувати, здійснювати маневри обгону і за необхідності прискорюватися. Водій може відволіктися від дороги, але за необхідності має взяти керування на себе, у встановлений виробником, короткий часовий проміжок. Окрім того, компанія, обмежила максимальну швидкість у авто з Traffic Jam Pilot для безпеки водія, пасажирів та інших учасників руху.

MERCEDES-BENZ почав продажі Drive Pilot, першої системи автономного водіння 3-го рівня, схваленої для європейських доріг загального користування, як опцію для моделей S-Class та EQS, починаючи з 17 травня 2022 року [6]. Автопілот 3-го рівня може повністю брати на себе керування автомобілем на швидкості до 60 км/год. Представники компанії уточнюють, що авто здатне самостійно об'їжджати перешкоди усередині смуги та гальмувати до повної зупинки. Водію прямо на ходу можна буде відволіктися від дороги, дивитися фільми та виходити в internet. Однак це не означає, що можна буде спати або перебратися на задній ряд сидінь. Водій повинен бути готовий взяти керування легковиком на себе будь-якої миті і якщо він не відреагує протягом 10 секунд, автомобіль аварійно зупиниться. Система також слідує за знаками, розміткою, іншими транспортними засобами.

На разі, законодавством дозволено використовувати систему Drive Pilot тільки на певних магістралях у Німеччині, загальна довжина яких – понад 13 тис. км. ФРН залишається єдиною європейською країною, де дозволяється автоматизоване водіння 3-го рівня.

BMW, конкурент у люкс-класі для MERCEDES, сподівається до кінця 2022 року отримати схвалення системи 3-го рівня для свого нового седана 7-ї серії. Фірма AUDI підготувала седан A8L з такою системою для ринку США, але призупинила роботу не зумівши подолати місцеве законодавство. У альянсі STELLANTIS прогнозують, що 3-й рівень для їх автомобілів буде доступним до 2024 року [6].

Найпопулярнішим виробником електромобілів з автопілотом є TESLA, однак її продукція оснащується лише системою SAE Level 2 під назвою Autopilot. Натомість, ще у жовтні 2020 року голова TESLA Ілон Маск заявив про впровадження функції «повне самостійне водіння» – Full Self Driving (FSD) для авто власники яких проявили себе досвідченими і відповідальними водіями [7]. Ця система дозволить переміщатися на електромобілях TESLA у повсякденному режимі з мінімальним втручанням у процес керування, тобто забезпечує 3-й рівень (SAE Level 3). Згодом можливості системи будуть розширюватися і вдосконалюватися.

Очікується, що безпілотні автомобілі відіграють важливу роль у скороченні кількості ДТП, забезпеченні відповідним транспортом літніх водіїв та поліпшенні транспортної логістики.

Література

1. 11 систем безпеки автомобілей стануть обов'язковими в ЄС к 2021 року. URL : https://protocol.ua/ru/11_sistem_bezopasnosti_avtomobiley_stanut_obyazatelnimi_v_es_k_2021_godu/.
2. Всі японські авто отримують систему автоматичного гальмування. URL : <http://mashyna.com.ua/auto/49555>.
3. New Škoda Octavia. URL : <https://www.skoda-auto.ua/owners/price-lists>.
4. Шесть степеней свободы: что обозначает каждый уровень системы автопилота. URL : <https://avtodream.org/vse-novosti/avtomir/16259-shest-stepeney-svobody-chto-oboznachaet-kazhdy-uroven-sistemy-avtopilota.html>.
5. HONDA первой в мире начнет продавать автомобили с третьим уровнем автоматизации. URL : <https://avtodream.org/vse-novosti/avtomir/32572-honda-pervoy-v-mire-nachnet-prodat-avtomobili-s-tretim-urovнем-avtomatizacii.html>.
6. MERCEDES почав продажі «автопілота» 3-го рівня. <https://motorcar.com.ua/news/mercedes-prodazhi-avtopilot-drive-pilot-2022/>.
7. TESLA начала осторожно активировать полный автопилот на своих электрокарах. URL : <https://toneto.net/news/tehnologii/Tesla-nachala-ostorogno-aktivirovat-polniy-avtopilot-na-svoih-elektrokarah>.

Kovalskiy V.P., associate professor of the Department of Civil Engineering, Urban Planning and Architecture, Ph.D., Assoc.
Guo Mingjun, graduate student of the Department of Construction, Urban Management and Architecture
Vinnitsia National Technical University

CLASSIFICATION OF SNOW REMOVAL TECHNOLOGIES OF AUTOMOBILE TRANSPORT NETWORKS

China's highway snow removal is mainly based on simple and economical traditional snow removal methods, including manual snow removal, mechanical snow removal and chemical snow removal. Manual snow removal method is to remove snow by people, and its advantage is that the snow removal of the road is more thorough, but its efficiency is low, the cost is high, easy to affect the road traffic, and the safety of snow removal workers can not be fully guaranteed [1-3]. The mechanical snow removal is to carry out the snow removal work through specific snow removal machines. Different machines should be equipped for different stages of the snow removal work. The commonly used snow removal machines include: blower snow blower, pear snow pusher, ice breaking snow remover, spiral snow thrower and disc brush snow sweeper [4-6]. The mechanical snow removal is more efficient than the manual snow removal, but it will affect the traffic and damage the road surface, and the cost of mechanical equipment is high, the utilization rate is low, and special personnel are required to maintain [7]. Chemical snow removal mainly relies on the spreading of deicing salt on the road to melt the ice and snow to achieve the purpose of de-icing snow, deicing salt according to its chemical composition is generally divided into chlorinated deicing salt, nonchlorinated deicing salt and mixed deicing salt, spread deicing salt can quickly and effectively de-icing snow, but it has a great impact on the road performance and the surrounding environment.

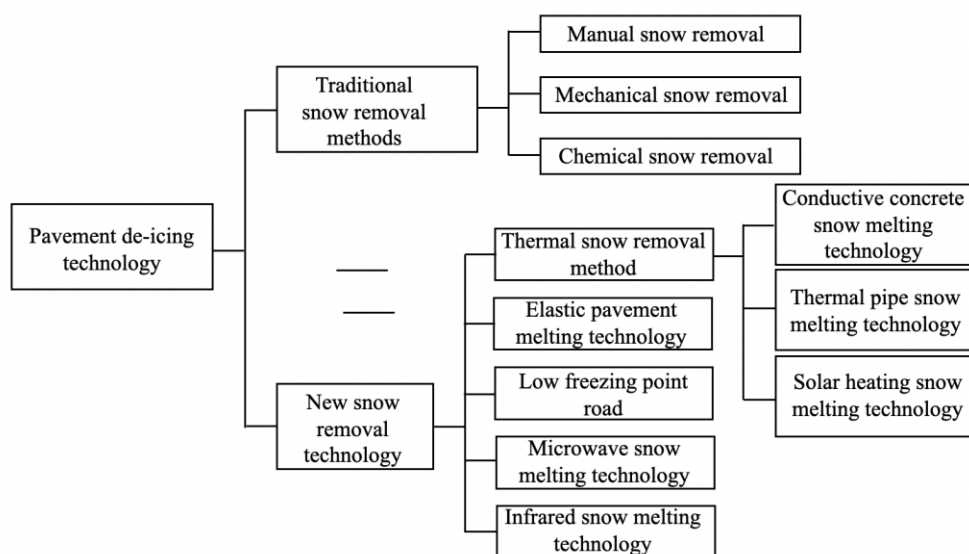


Figure 1 - Classification of snow removal technology

Based on some problems existing in the traditional snow removal technology, scholars actively research and develop new snow removal technology, and some progress has been made, including thermal snow removal method, elastic pavement melting technology, low freezing point road, microwave snow melting technology and infrared snow melting technology.

Thermal snow removal method: it mainly melts ice and snow with the help of the heat generated by solar energy, geothermal energy, hot water, electricity, etc., which can be subdivided into conductive concrete snow melting technology, thermal pipe snow melting technology, solar heating snow melting technology, etc. Conductive concrete snow melting technology is to incorporate conductive materials such as steel fibers and carbon fibers into concrete, and then set electrodes in a certain area, and then form a conductive grid to heat the road to achieve the purpose of snow melting, which can avoid the damage of deicing salt or mechanical snow removal to the road, but in order to achieve the snow melting effect, the current of the power grid will be very large, and a large magnetic field will be formed to affect driving safety. Thermal pipeline snow melting technology is to lay pipelines with a certain amount of heat liquid in the road, and then transfer heat to the road

surface to achieve the effect of snow melting, its early investment is small, and the energy source is extensive, but due to the need to lay coarser pipelines, it will form a stress concentration phenomenon in the road, and under the action of vehicle load, the heat pipe may be damaged, affecting the stability of the road structure. Solar heating snow melting technology is to transfer and store the heat radiated by solar energy in the subgrade soil under the road in summer and release it in winter to melt ice and snow. Its advantage is that green energy will not pollute the environment, low operating costs but its actual implementation is more difficult, the upfront investment is too large, and the cost performance is not high.

Elastic pavement melting technology is to add high elastic granular materials into the pavement materials, which will form a certain rough surface on the road after mixing with asphalt mixture. In ice and snow weather, the interaction between these rough surfaces and wheels can quickly break and melt the snow on the road, which has a more significant effect of removing ice and snow than ordinary pavement, and the pavement has better high-temperature stability, however, this technology is generally applicable to areas where the temperature is higher than $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ in winter.

Low freezing point asphalt pavement is to add low freezing point additives to the asphalt mixture in advance, so that it is gradually precipitated under the action of osmosis and capillary action to achieve the purpose of melting ice and snow. At present, there are two main ways to use the low-freezing point additive :when the new road is built, the additive is added to the asphalt mixture in the form of filler instead of mineral powder; Based on emulsified asphalt and other materials, modifiers and low freezing point fillers are added into the in-service pavement to prepare a low freezing point maintenance layer with snow melting and viscosity reduction functions.

Microwave ice and snow melting technology is to heat the position where the ice layer contacts the road surface, separate the ice layer from the road, and then use machinery to remove the ice and snow. Its advantage is that it does not need to melt all the ice and snow, but only needs to separate the ice and snow from the road, which greatly saves energy and does not damage the road surface. However, the speed of microwave ice removal is slow, and it is difficult to achieve the purpose of rapid ice and snow removal.

Infrared snow melting technology is based on the fact that the frequency of infrared ray is similar to the vibration frequency of ice and snow molecules, which can make the movement of ice and snow molecules become intense and the temperature rises to achieve the purpose of removing ice and snow. Its energy utilization rate is high and the removal of ice and snow is relatively complete, but the temperature rise is slow when the ambient temperature is low, and sometimes the purpose of melting ice and snow cannot be achieved.

Conclusions. The classification of snow removal technologies of highways is considered, the main advantages and disadvantages of the given technologies are revealed. Most often, a technologist using anti-icing salts is used. Further research is aimed at predicting the durability of asphalt concrete when exposed to anti-icing substances.

Literature.

1. Mingjun, Guo. "Safety measures for driving on icy roads in winter." *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів* Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених 13: 266-267.

2. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." *International Science Group*: 356 p. (2020)

3. Guo Mingjun Research of mechanical properties of bituminous concrete at low-temperature [Text] / Guo Mingjun, V. P. Kovalskiy // *Applied Scientific and Technical Research : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Ivano-Frankivsk, April 1–3, 2020. – Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. – V. 2. – P. 104-105.*

4. Mingjun G. Review of road geothermal snow melting technology [Електронний ресурс] / G. Mingjun, V. Kovalskiy // *Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12635>.*

5. Kalafat K. Technical research and development [Text]: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. – *International Science Group. – Boston, : Primedia eLaunch 2021. – 616 p.*

6. Guo Mingjun Research status of road deicing salt [Текст] / Guo Mingjun, V. P. Kovalskiy // *Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт) : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (квітень 2020 року). – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2020. – С. 292-297.*

7. Мінцзюнь Г. Overview of the test method for road pavement at high temperatures [Електронний ресурс] / Г. Мінцзюнь, В. П. Ковальський // *Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8817>.*

УДК 656.056.6

Ковальчук А.П., студ., 2 курс, гр. ТРТ-3м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ШВИДКЕ РУЙНУВАННЯ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ, СПРИЧИНЕНЕ ЗБІЛЬШЕННЯМ ВАГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВІД ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ІНТЕНСИВНІСТЮ РУХУ, НА ЯКІ ІСНУЮЧА МЕРЕЖА ДОРІГ НЕ РОЗРАХОВАНА

Основними причинами, що спонукають до фінансування дорожньої інфраструктури в громаді є відновлення доріг внаслідок їх руйнування від дії природних факторів та дії на них транспортних засобів. Під час життєвого циклу дороги постійно відбувається її руйнування в силу дії природних факторів та техногенних факторів, перебувають у такому транспортно- експлуатаційному стані, за тобто рух дорогою транспортних засобів, які спричиняють динамічні навантаження від проїзду та руйнують її. Відповідно для відновлення дороги в цілому або окремих її елементів потрібно фінансові ресурси для залучення спеціалізованого ремонтно-будівельного комунального підприємства. Також на підвищення технічних нормативів, збільшення міцності та несучої здатності конструктивних елементів, а також збільшення габаритів об'єктів і окремих їх частин у межах норм, які відповідають технічній категорії, встановленій для даного об'єкта благоустрою. Приклад використання експлуатаційних робіт зображено на рис. 1.



Рис. 1 - використання експлуатаційних робіт

Вивезення зрізаного асфальту при проведенні ремонтних робіт на проїжджій частині вулиць та прибудинкових територіях здійснює виконавець робіт: на головних магістралях міста – негайно (під час роботи), а на інших вулицях та прибудинкових територіях – протягом доби. Роботи з експлуатаційного утримання вулиць, доріг і дорожніх споруд включають технічний нагляд за ними для своєчасного виявлення та усунення дефектів, забезпечення роботи елементів вулиць і споруд в різні періоди року, утримання їх в експлуатаційному стані згідно з Державним стандартом України (ДСТУ 3587-97) та Технічні правила ремонту і утримання вулиць та доріг населених пунктів. Якість дорожнього покриття повинна відповідати вимогам Державних будівельних норм (ДБН В.2.3-5-2001 «Вулиці та дороги населених пунктів»).

Аварійні роботи на інженерних мережах повинні виконуватись тільки при наявності дозволу щодо тимчасового порушення благоустрою території у зв'язку з виконанням відповідних робіт, який видає міська рада, та відповідно до вимог Державних будівельних норм. Після завершення таких робіт здійснюється ущільнення ґрунту та відновлення дорожніх покриттів.

Коростишівська міська рада, КП «Коростишівський комунальник» забезпечують санітарне і технічне утримання вулиць, доріг і дорожніх споруд, зупинок міського та приміського пасажирського транспорту.

Література

1. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації твердих побутових відходів (наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства від 11.08.2008 №247)
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1994 №198, а також Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України (П-Г.1-218-113:2009)
3. Закони України «Про благоустрій населених пунктів», «Про відходи»

**Коломієць В. І., студент групи Л-19б,
факультет менеджменту та інформаційної безпеки
Вінницький національний технічний університет**

ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ – СКЛАДОВА МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Організація якісної транспортної системи в українських містах є ключовою економіко-екологічною проблемою як на муніципальних рівнях, так і для країни загалом. Водночас за останні роки в країні спостерігається стабільне зростання обсягів утворення твердих побутових відходів (харчові відходи, опале листя, відходи від ремонту будівель, предмети домашнього вжитку, макулатура, скло, пластмаса тощо), що лише погіршує загальну проблему їх накопичення [1]. Звідси виникає необхідність дослідження питання перевезення твердих побутових відходів як частини транспортної системи міст [2], оскільки підвищення ефективності логістичних систем поводження з побутовими відходами має значний вплив на заощадження коштів на перевезенні. У цьому контексті впровадження систем роздільного збирання твердих побутових відходів (до яких прагне значна кількість міст країни, адже вони дозволять значно скоротити обсяги твердих побутових відходів, які вивозяться на полігони) створить додаткові умови та вимоги для компаній-перевізників твердих побутових відходів.

Транспорт є технічною системою, що є основою забезпечення існування міст в усіх його аспектах: економічному, соціальному, виробничому та інших. Відповідно до дослідження Г.І. Нестеренко транспортна система – це "комплекс взаємопов'язаних об'єктів (одного чи декількох видів транспорту, призначених для виконання перевезень)" [3].

У містах транспортна система формується, як взаємопов'язана сукупність таких елементів, як транспортна інфраструктура та транспортні засоби (включають громадський транспорт, приватні автомобілі та спеціалізована техніка різних видів тощо). Транспортна система є однією із найскладніших частин функціонування міст. Складність її полягає у тому, що вона створює та визначає умови нормального функціонування населених пунктів. Досить часто удосконалення транспортної системи передбачає врахування таких двох аспектів, як самої техніки, що залучена у транспортні перевезення, так і технології їх організації.

Перевезення специфічних видів вантажів, як-от: тверді побутові відходи [4-7], залежить від організації та особливостей транспортної системи міста. На стан транспортної системи, а також, безпосередньо підприємств, суттєвою складовою діяльності яких є перевезення, впливає низка чинників, зокрема стан дорожньої інфраструктури. Значна частина звернень мешканців міста стосується наявності пошкоджень (ям на проїжджій частині/тротуарі) та загалом поганого стану дорожнього покриття. Покращення стану транспортної інфраструктури міста є однією із заповорок його розвитку. Процес цей вимагає від влади міст та об'єднаних територіальних громад значних фінансових та організаційних затрат. Для транспортування твердих побутових відходів використовуються сміттєвози з боковим і сміттєвози із заднім способами завантаженням. При цьому сміттєвози із заднім способом завантаженням мають більший об'єм для перевезення відходів і досягають більшого рівня ущільнення, ніж сміттєвози з боковим способом завантаженням. До основних технологічних операцій, які повинен проводити сміттєвоз відносять: завантаження твердих побутових відходів, їхнє ущільнення, транспортування та вивантаження на звалищі майданчики, сміттєспалювальні пункти або сміттєпереробні заводи. Сміттєвози диференціюються також за типом контейнера: відкриті та закриті. Обидва види, якщо не доукомплектовані додатковим обладнанням, можуть завантажуватись вручну. Подальше транспортування вантажу відбувається звичайним способом.

У більшості міських стратегічних документів та цільових програм питання перевезення відходів не акцентуються. Вважаємо, що це не є виправданим з таких причин:

1. Проблема накопичення твердих побутових відходів є такою, що потребує вирішення у більшості міст країни. І включає вона не лише наявність та стан полігонів твердих побутових відходів [8], а й особливості їх видалення з місць утворення та вивезення [9].

2. Не менш гостро проблема накопичення твердих побутових відходів стоїть на території приватної житлової забудови міст країни. Адже, мешканці приватних будинків зобов'язані вирішувати проблему видалення накопичених ними відходів, укладаючи договори про вивезення із відповідними підприємствами. Проте, фактично, наявність таких угод не гарантує повноцінне вивезення відходів [10].

3. Існує нагальна необхідність повноцінного запровадження роздільного збирання відходів в країні. Проте, через низьку активність суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з твердими побутовими відходами, така система у більшості міст країни не запроваджена. Іншою проблемою, у цьому контексті, є неготовність мешканців більшості міст країни до сортування відходів, що

утворюються у їх домогосподарствах. Переважно, причиною такої поведінки є відсутність умов (контейнерів для роздільного збирання відходів) та вмінь правильного сортування. Серед тих мешканців міста, які стверджували, що вже частково сортують відходи, найчастіше виділяють такі фракції: скло (40%), папір (35%) та пластик (25%). Отже, при запровадженні у місті роздільного збирання твердих побутових відходів, саме перевізники, передусім, зіткнуться із проблемою низької обізнаності населення щодо правил сортування відходів [11].

Далі зацентруємо увагу на тому, які внутрішні умови здатні впливати на особливості перевезення відходів у містах [12]. Саме у контексті удосконалення транспортування твердих побутових відходів у містах України, вплив чинників внутрішнього середовища є особливо актуальним [13, 14]. Наразі планування перевезень подібних вантажів у малих містах країни формуються, переважно, на основі досвіду керівництва (або відповідальних менеджерів) спеціалізованих підприємств. Проте, враховуючи небезпеку вантажів, з якими мають справу компанії, вважаємо за необхідне розглянути питання оптимізації маршрутів, умов та техніки, що застосовується. Ключовим питанням є забезпеченість підприємств спеціалізованою технікою, що відповідає обмеженням щодо габаритів, вантажопідйомності та споживання паливно-мастильних матеріалів [15]. Проекти забудови більшості міст країни не враховували потреби у накопиченні та вивезенні значних обсягів твердих побутових відходів [16]. Крім того, більшість багатоквартирних будинків не мають достатньої кількості місць для паркування автомобілів їх мешканців. Законодавством України передбачено, що виконавці послуг з вивезення побутових відходів повинні укласти договір про надання послуг, які повинні містити інформацію про графік надання послуг виходячи з потреби споживача, норм надання та якості послуг. Процедура надання послуг з поводження відходів затверджено постановою Кабінету Міністрів України – «Правил надання послуг з вивезення побутових відходів, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 № 1070».

Отже, потребу перевізників у спеціалізованій техніці, що здійснює перевезення твердих побутових відходів, з різними технічними характеристиками визначають такі чинники: умови об'єктів обслуговування; об'єми твердих побутових відходів, характеристики контейнерів та їх розташування; планування та особливості транспортної системи і інфраструктури; вимоги міських рад до перевізників твердих побутових відходів [17]. Враховуючи умови та обмеження роботи перевізників, вагомими є, передусім, габарити та вантажопідйомність сміттєвозів, вид та кількість палива, що витрачається на їх роботу. В умовах змішаної забудови міст країни, підприємства перевізники твердих побутових відходів мають у своєму автопарку сміттєвози з різною ємністю кузова та, відповідно, різних розмірів, що забезпечує їм доступ у прибудинкові території [18].

Таким чином, враховуючи названі умови та обмеження, при формуванні маршрутів транспортування твердих побутових відходів компанії перевізники вирішують наступну оптимізаційну задачу: яка спеціалізована техніка має бути відправлена у конкретні житлові райони міста для завантаження. Головним завданням при цьому є максимальне завантаження спецтехніки за мінімального пробігу автомобіля. Оптимізаційним критерієм є мінімізація витрат на проїзд. У якості обмежень можна виділити такі: час, у який проводить вивезення відходів (не має бути час-пік); тривалість роботи водіїв та допоміжного персоналу; умови місць збирання відходів; оптимальне сполучення між місцями збирання та місцем видалення твердих побутових відходів.

Крім того, слід враховувати, що на полігоні відходів, як місці розвантаження зібраних твердих побутових відходів, спецтехніка також затримується на певний, іноді досить тривалий час. Адже на в'їзді до полігону твердих побутових відходів встановлено шлагбаум та контрольно-пропускний пункт, інформаційний стенд з характеристиками полігону та автомобільні ваги, які використовуються для обліку побутових відходів, що завозяться для захоронення. Після розвантаження, спеціалізований автотранспорт проїжджає через бар'єр з дезінфікуючим розчином. На відміну від інших видів перевезень, транспортні підприємства такого типу не можуть дозволити собі відмовитись від обслуговування певних маршрутів, що створюють ситуацію із вимушеними порожніми пробігами транспорту [19].

Висновки. Визначено причини важливості транспортування твердих побутових відходів як частини транспортної системи міста. Проведено аналіз умов формування підприємством перевізником твердих побутових відходів транспортного парку та маршрутів перевезення. Потребу перевізників у спеціалізованій техніці, що здійснює перевезення твердих побутових відходів, з різними технічними характеристиками визначають такі чинники: умови об'єктів обслуговування; об'єми твердих побутових відходів, характеристики контейнерів та їх розташування; планування та особливості транспортної системи і інфраструктури; вимоги органів місцевої влади до перевізників твердих побутових відходів.

Література

1. Березюк О.В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця., 2009. № 2(7). С. 88-91.

2. Попович В.В., Придатко О.В., Сичевський М.І., Попович Н.П., Панасюк М.А. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "місто–сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 111-116.
3. Нестеренко Г.І., Литвиненко С.Л., Яновський П.О., Габрієлова Т.Ю., Авраменко С.І. Загальні основи транспортної географії: підручник. К.: Видавничий дім "Кондор", 2019. 184 с.
4. Березюк О.В., Горбатюк С.М., Березюк Л.Л. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 4. С. 17-20.
5. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. Харків, НТУ «ХПП», 2015. С. 209.
6. Березюк О.В., Лемешев М.С., Березюк Л.Л., Віштак І.В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2015. № 1. С. 29-33.
7. Сагдєєва О.А., Крусір Г.В., Цикало А.Л. Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. 2018. № 20 (85). С. 155-161.
8. Березюк О.В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz". Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 2 (8). С. 43-45.
9. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. № 2(10). С. 64-66.
10. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
11. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. № 1 (6). С. 111-114.
12. Березюк О.В. Методика инженерных расчетов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
13. Березюк О.В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2018. № 5. С. 18-24. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>
14. Березюк О.В., Березюк Л.Л. Возможность использования удобрений, полученных компостированием твердых бытовых отходов. Стратегия научно -технологического развития сельского хозяйства и природопользования : взгляд в будущее : сборник материалов международной научно-практической конференции, 15-16 февраля 2017 г. Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2017. Т. 2. Актуальные направления технологического, экономического и экологического развития сельского хозяйства. С. 16-19.
15. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2. С. 14-18.
16. Bereziuk O., Lemeshev M., Bogachuk V., Wójcik W., Nurseitova K., Bugubayeva A. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes. Przegląd Elektrotechniczny. Warszawa, Poland, 2019. No. 4. Pp. 146-150. <http://dx.doi.org/10.15199/48.2019.04.26>
17. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Промислова гідраліка і пневматика. 2017. № 3 (57). С. 65-72.
18. Послуги з вивезення побутових відходів. Плата за надані послуги. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/>
19. Проскурня Ю.А., Васильєв Т.В. Проблеми утилізації відходів. URL: <http://www.tnu.in.ua/study/refs/d132/file220548.html>

Корпач А.О., професор кафедри «Двигуни та теплотехніка», к.т.н., проф.
Гладиш О.О., студент кафедри «Двигуни та теплотехніка»
Чорний Б.Р., студент кафедри «Двигуни та теплотехніка»
Національний транспортний університет

ВОДНЕВІ ДВИГУНИ З СИСТЕМАМИ FCEV і HICEV

У всьому світі посилюються вимоги щодо обмеження викидів шкідливих речовин від автомобілів. У зв'язку з цим інтерес до водневих двигунів і водневих паливних елементів зростає. На даний момент найбільш популярними є водневі двигуни внутрішнього згорання (Hydrogen ICE) і двигуни на водневих паливних елементах Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV).

Чотиритактні водневі двигуни внутрішнього згорання Hydrogen internal combustion engine (Hydrogen ICE) працюють за тим же циклом, що й звичайні двигуни на природному газі і мають майже ті самі компоненти — блок двигуна, кривошип, головки циліндрів, систему запалювання, монтажні деталі тощо.[1]

Водневий двигун — це варіант двигуна з іскровим запалюванням із апаратним забезпеченням двигуна, аналогічним двигунам, що працюють на природному газі та бензині. Така висока уніфікованість компонентів має багато переваг. Вона знижує витрати на виробництво такого двигуна і забезпечує необхідну надійність. Існують також відмінності між водневими двигунами та іншими двигунами з іскровим запалюванням, такими як двигуни, що працюють на природному газі та бензині.[2]. Наприклад, відмінності у фізичних властивостях водню впливають на те, як паливо та повітря дозуються та впорскуються. Зворотні спалахи є більшою проблемою для водневих двигунів, ніж для бензинових, оскільки водень набагато легше запалити. Безпосереднє впорскування є одним із способів подолання проблеми зворотних спалахів. Системою безпосереднього впорскування подають паливо – водень, у цьому випадку – безпосередньо в циліндри, а не у впускний трубопровід. Якщо впорскування відбувається в той час, коли впускний клапан закрито, можна уникнути зворотного спалаху. Іншим рішенням уникнення зворотних спалахів полягає в тому, щоб повністю спроектувати систему живлення воднем.[3]

Іншим негативним фактором є утворення оксидів азоту (NOx). Оксиди азоту є забруднювачем атмосфери. Коли водень горить у присутності великої кількості кисню, утворюється дуже мало NOx. Однак, коли водень згоряє у співвідношеннях, близьких до стехіометричних, може утворюватися значна кількість NOx. Як результат, водневі двигуни, зазвичай, налаштовані на роботу на бідних сумішах з коефіцієнтом надлишку повітря два або більше. Це означає, що до циліндрів потрібно подавати приблизно вдвічі більше повітря, ніж для стехіометричного складу. Для водневих двигунів часто потрібна система очищення відпрацьованих газів (наприклад, каталітичні нейтралізатори) для знешкодження NOx.

Автомобілі на водневих паливних елементах (FCEV) виробляють електроенергію з водню в пристрої, відомому як паливний елемент, і використовують цю електроенергію в електродвигуні.[3]. Найпоширенішим типом паливних елементів для транспортних засобів є паливні елементи з полімерно-електролітною мембраною (PEM). У паливному елементі PEM електролітна мембрана затиснута між позитивним електродом (катодом) і негативним електродом (анодом). До анода вводиться водень, а до катода – кисень (з повітря). Молекули водню розпадаються на протони та електрони внаслідок електрохімічної реакції в каталізаторі паливного елемента. Потім протони проходять через мембрану до катода. Електрони змушені проходити по зовнішньому контуру, щоб виконати роботу (забезпечуючи живлення електромобіля), а потім рекомбінувати з протонами на стороні катода, де протони, електрони та молекули кисню об'єднуються, утворюючи воду. Паливом FCEV є чистий водень, який зберігається в баку автомобіля[1].

Серед переваг водневих двигунів можна зазначити :

- Водень є чистим і гнучким джерелом енергії для підтримки енергетичних стратегій з нульовим викидом вуглецю. Водневі паливні елементи є за своєю суттю чистим джерелом енергії, без негативного впливу на навколишнє середовище під час роботи, оскільки побічними продуктами є просто тепло та вода. На відміну від біопалива чи гідроенергії, для виробництва водню не потрібні великі площі землі.
- Потужніше та енергоефективніше, ніж викопне паливо. Технологія водневих паливних елементів забезпечує джерело енергії високої щільності з хорошою енергоефективністю. Водень має найвищий енергетичний вміст серед усіх звичайних палив за вагою. Газоподібний і рідкий водень під високим

тиском мають приблизно в три рази більшу гравіметричну щільність енергії (близько 120 МДж/кг), ніж дизель і СПГ, і подібну об'ємну щільність енергії до природного газу.

- Майже нульові викиди. Водневі паливні елементи не створюють викидів парникових газів, як джерела викопного палива, таким чином зменшуючи забруднення та покращуючи якість повітря.
- Зменшує вуглецеві сліди Водневі паливні елементи майже не виділяють парникових газів, а це означає, що вони не мають вуглецевого сліду під час використання.
- Швидка зарядка. Там, де для зарядки електромобілів потрібно від 30 хвилин до кількох годин, водневі паливні елементи можна зарядити менш ніж за п'ять хвилин. Цей швидкий час заряджання означає, що транспортні засоби, що працюють на водні, забезпечують таку ж гнучкість, як і звичайні автомобілі.
- Відсутність шумового забруднення. Водневі паливні елементи не створюють шумового забруднення, як інші джерела відновлюваної енергії, такі як енергія вітру. Це також означає, що, як і електромобілі, транспортні засоби, що працюють на водні, набагато тихіші, ніж ті, які використовують звичайні двигуни внутрішнього згорання.
- Тривалий час використання. Водневі паливні елементи пропонують більшу ефективність щодо часу використання. Автомобіль на водні має такий же запас ходу, як і транспортний засіб на викопному паливі (близько 450 км).
- Демократизація енергопостачання. Водневі паливні елементи мають потенціал зменшити залежність нації від викопного палива, що допоможе демократизувати енергетику та енергопостачання в усьому світі.[4]

Незважаючи на всі переваги водневих двигунів, все ще є кілька недоліків і проблем, які необхідно вирішити:

- Добування водню. Незважаючи на те, що водень є найпоширенішим елементом у Всесвіті, він не існує сам по собі, тому його потрібно витягувати з води за допомогою електролізу або відокремлювати від вуглецевого викопного палива. Для досягнення обох цих процесів потрібна значна кількість енергії. Ця енергія може бути більшою, ніж отримана від самого водню, а також коштувати дорожче. Крім того, цей видобуток зазвичай вимагає використання викопного палива, яке за відсутності CCS підриває екологічні повноваження водню.
- Потрібні інвестиції. Водневі паливні елементи потребують інвестицій, щоб розвинути їх так, щоб вони стали справді життєздатним джерелом енергії. Це також вимагатиме політичної волі інвестувати час і гроші в розробку з метою вдосконалення та вдосконалення технології. Простіше кажучи, глобальна проблема для розвитку широко поширеної та сталої водневої енергетики полягає в тому, як найкраще поетапно побудувати ланцюжок «попиту та пропозиції» найбільш рентабельним способом.
- Вартість сировини. Дорогоцінні метали, такі як платина та іридій, як правило, потрібні як каталізатори в паливних елементах і деяких типах водяних електролізерів, що означає, що початкова вартість паливних елементів (та електролізерів) може бути високою.
- Зберігання водню. Зберігання та транспортування водню складніше, ніж те, що вимагається для викопного палива. Це передбачає додаткові витрати на водневі паливні елементи як джерело енергії.[4]

Висновки. Переваги водневих паливних елементів як одного з найкращих відновлюваних джерел енергії очевидні, однак існує ще низка проблем, які необхідно подолати, щоб повністю реалізувати потенціал водню як ключового фактора для майбутньої декарбонізованої енергетичної системи.

Водень міг би стати найкращим рішенням для наших енергетичних потреб у майбутньому, але для цього потрібна політична воля та інвестиції. Однак, оскільки запаси викопного палива закінчуються, водень може стати ключовим рішенням для наших глобальних енергетичних потреб.

Література

1. Курьлев В. О., Тупельняк О. Л., Колесников В. А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. – С. 104 - 107.
2. Електронний ресурс[<https://www.cummins.com/news/2022/01/26/how-do-hydrogen-engines-work>]
3. Воднева казка. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org>
4. [Електронний ресурс] - <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-are-the-pros-and-cons-of-hydrogen-fuel-cells>

Корпач А.О., професор кафедри двигунів і теплотехніки, к.т.н., проф.
Корпач О.А., доцент кафедри автомобілів, к.т.н, доц.
Національний транспортний університет

СТАНОВЛЕННЯ, РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРИЧІПНИХ АВТОБУСНИХ ПОЇЗДІВ

Експлуатація причіпних автобусних поїздів в Україні розпочалась на початку ХХ століття. Так, 10 квітня 1913 р. Київська Міська Управа підписала договір з М. Рубінштейном, що діяв за дорученням фірми Benz-Gaggenau про постачання 5 автобусів, вартість кожного становила близько 11 тис. рублів. А вже 27 травня до міста надійшли два автобуси Benz-Gaggenau SO (рис. 1) пасажиромісткістю 28 чол. [1]

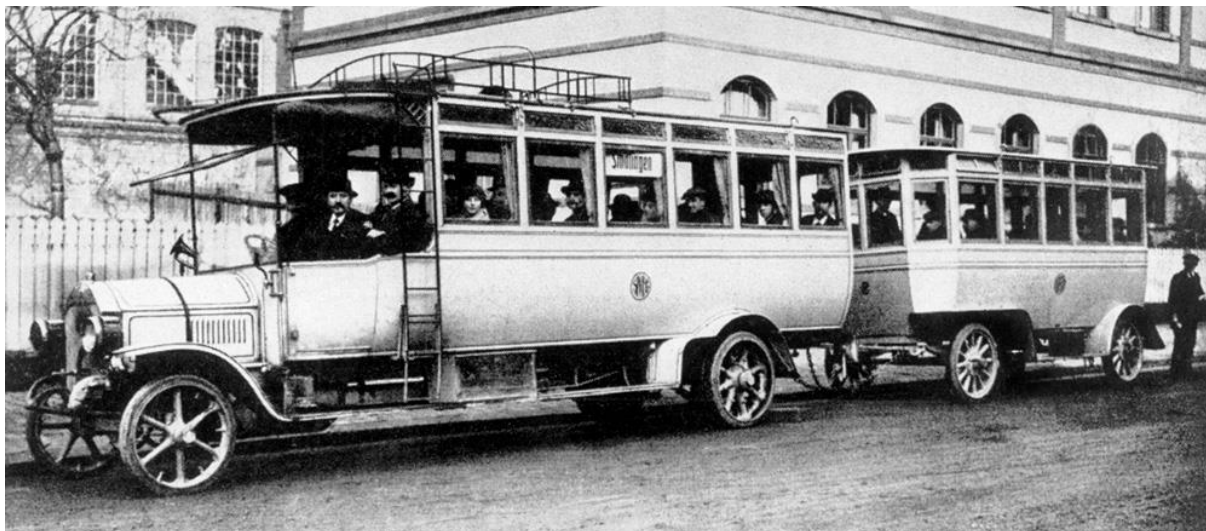


Рис. 1 – Причіпний автобусний поїзд Benz-Gaggenau SO

Рух автобусів відбувався за двома маршрутами: «Царська пл. – Вокзал» та «Царська пл. – Промислова виставка». Експлуатація продовжувалася до 1915 р., але в зв'язку з тим що якість доріг, навіть у центрі, була незадовільною автобуси часто виходили з ладу і в результаті не змогли скласти конкуренцію трамваю. Крім того розпочалась Перша світова війна, що й вирішило долю автобусного підприємства. Протягом другої половини 1915 р. всі автобуси були перероблені на вантажівки та пожежні автомобілі.

Окрім Києва експлуатація подібних автобусів відбувалась і в Харкові.

Наступним етапом розвитку автобусних поїздів став кінець 50-х років, що ознаменувався стрімким розширенням Києва, будівництвом нових житлових масивів: Первомайський (1956-57), Соцмістечко, Сирецький масив. Це, звичайно, призвело до збільшення кількості пасажирів автобусного транспорту. Основний пасажиропотік обслуговувався трамваєм, далі йшли автобуси. Метрополітен, що з'явився в 1960 р., не змінив ситуації у перші 5 років свого існування.

Автобусів на маршрутах катастрофічно не вистачало, тому, наприкінці січня 1959 р. для зниження собівартості перевезень та покращення обслуговування населення міста Києва було прийнято рішення обладнати 3 автопричепа зі списаних автобусів ZiC-155 (рис 2.2). Перший зразок автопоїзда було виготовлено до 10 лютого 1959 р. Такі поїзди пропрацювали не дуже довго (приблизно до 1961 р.). Виникали труднощі, як з обслуговуванням зчіпного пристрою, так і в управлінні цим транспортним засобом. Крім того низька потужність двигуна (95 к.с.) не дозволяла впевнено долати підйоми правобережної частини Києва, особливо при сильному завантаженні.[2]

У 1973 р. у м. Києві на 17 та 49 маршруті проводилась дослідна експлуатація автобусів ЛАЗ-695М у зчіпці (рис. 3). Пасажиромісткість такого автобусного поїзда збільшувалась у 2 рази, у порівнянні з одиночним автобусом. При цьому керував ним один водій, а в рух автобусний поїзд приводився за рахунок одного або двох двигунів, в залежності від ступеня завантаженості. У не піковий час, коли кількість пасажирів незначна, водій сам роз'єднував автобуси та працював на одиночному автобусі. [3]

Тільки на відміну від причіпних автопоїздів, які мали поширення раніше, київський автопоїзд був активним: у причепі також зберігалися і двигун, і трансмісія, керування якими здійснювалося дистанційно з кабіни тягача за допомогою пневмоелектроприводів.



Рис. 2 – Причпний автобусний поїзд ЗІС-155

Проте, незважаючи на непогані техніко-економічні показники, до реальної роботи з пасажирами він так і не був допущений через проблеми з керованістю причепа, що мали місце на високих швидкостях руху та при русі нерівними дорогами.



Рис. 3 – Причпний автобусний поїзд ЛАЗ-695М

Доволі розповсюдженими були причпні автопоїзди для обслуговування закритих паркових зон, виставкових територій та аеропортів. Піонерами тут стали дволанкові автобусні поїзди марки «Київ» (рис 2.4), збудовані для роботи наВДНГ. Перший зразок такого автопоїзда зробили у липні 1957 р. до відкриття виставки. Автопоїзди «Київ» могли перевезти 42 пасажирів: 18 у тягачі та 24 у причепі. Періодично, проходячи капремонт, вони відпрацювали до кінця 1988 р.[4]

В аеропорту «Жуляни» працювали перонні автобусні поїзди РАФ-980, що склались з трьох секцій.



Рис. 4 – Причпний автобусний поїзд «Київ»

Починаючи з 80-х років використання причіпних автобусних в Україні почало знижуватись, а в 90-х роках практично було припинене. Причиною цього стало отримання сучасних зчленованих автобусів (та троллейбусів) довжиною 18-19 м та пасажиромісткістю близько 150-180 осіб.

Проте, в інших країнах причіпні автобусні поїзди використовуються і зараз, зокрема, в Німеччині, Австрії, Швейцарії та Люксембурзі.

Станом на червень 2016 р. в Німеччині використовувалося близько 100 причіпних автобусних поїздів в таких містах, як Потсдам, Берлін, Хертен, Фюрстенвальд, Камен, Оснабрюк, Зіген (рис. 5). [5]



Рис. 5 – Причіпний Автобусний поїзд MAN/Göppel Maxi-Train в м. Зіген (Німеччина)

В Швейцарії причіпні автобусні поїзди експлуатуються в місті Санкт-Галлен. Парк налічує дев'ять тягачів (MAN Lion's City) і п'ять причепів для перевезення пасажирів (Hess APM5.6-13). Причіпний автобусний поїзд MAN/Hess (рис. 6) має загальну пасажиромісткість 159 чол. Зокрема, у причепі 28 місць для сидіння та 53 місця для стояння. [5]



Рис. 6 – Причіпний Автобусний поїзд MAN/Hess у Санкт-Галлен (Швейцарія)

Висновки. Причіпні автобусні поїзди пройшли довгий шлях становлення та розвитку і зараз успішно експлуатуються у різних країнах світу, адже дозволяють гнучко змінювати свою пасажиромісткість в залежності від періоду дня та інтенсивності пасажиропотоку, а роз'єднані одиничні автобуси, з метою уникнення простою, можуть експлуатуватися на інших маршрутах або надавати додаткові послуги з перевезень.

Література

1. Автобус 1913-1915 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://urbantransport.kiev.ua/ua_209.html
2. ЗиС-155 / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kievbus.info/ps/info/94>
3. ЛАЗ-695М / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kievbus.info/ps/info/45>
4. Тихоход - автобусный поезд Киев / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kievbus.info/ps/info/132>
5. Busanhänger / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://de.wikipedia.org/wiki/Busanh%C3%A4nger>

¹**Крайник Л.В., д.т.н., професор**

²**Кохан В.Ф., докторант штатний науково-організаційного відділу, к.т.н.**

¹*АТ«Укравтобуспром» м. Львів.*

²*Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.*

СТРУКТУРА ПАРКУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОТЕХНІКИ АРМІЙ НАТО ТА ООНОВЛЕННЯ ПАРКУ ЗС УКРАЇНИ

До військової автомобільної техніки армій (ВАТ) НАТО відноситься вся колісна та гусенична техніка, що використовується у військах, включно від бойових машин з озброєнням до транспорту тилових перевезень. Певним чином визначення військова автотехніка у звичному з часів СРСР розумінні є і результатом нетотожного перекладу з англійської мови vehicle/car як автомобіль, але у англійській мові (офіційній у НАТО) vehicle є як колісний – wheeled, так і гусеничний – tracked, тобто і танки і гусеничні бойові машини піхоти (БМП) та колісні бронетранспортери (БТР), автомобілі забезпечення, шасі об'єднані одним терміном – military vehicles.

В основі класифікації і типуажу колісної ВАТ військових стандартів країн НАТО покладено класи тоннажності шасі (вантажопідйомності – допустимого навантаження на осі, за значенням якого додаткова класифікація щодо прохідності машин бездоріжжям) – light – легкі/малотоннажні – до1,5-2 т вантажності, повною масою до 5-6т, medium – середні/середньотонажні – 2 класи: 3-4 т та 5-6 т вантажності, в країнах ЄС повної маси до 12т (категорія N2), у США – до 14т, heavy – важкі, вантажністю до 16т та повної маси до 24т (в ЄС, у США – 28т) та super heavy – надважкі, повною масою понад 24/28т. У деяких стандартах окремо виділені надлегкі – ultra light – колісні і гусеничні машини, куди входять і мотоцикли/квадроцикли, легкі багі, роботизовані легкі машини, зрештою легкові автомобілі та пікапи тилового транспортного забезпечення [1-2].

Загалом вся ВАТ за цільовим призначенням (сферою використання) поділяється на 4 ешелони (категорії):

- I – бойові, переднього краю;
- II – вогневої підтримки переднього краю / поля бою;
- III – забезпечення переднього краю / лінії зіткнення;
- IV – тилового транспорту.

В окрему, V категорію, виділено причепи, напівпричепи та зйомні модулі/контейнери . Вся колісна і гусенична техніка I-III ешелонів об'єднана визначенням тактична авто техніка – tactical cars/vehicles.

Узагальнена питома частка різних класів (за тоннажністю) та ешелонів/ категорій ВАТ у структурі парків (на прикладі армій США, ФРН, Польщі) представлена у табл. 1 [1-5].

Таблиця 1.

Узагальнена структура парку ВАТ I-III ешелонів за тоннажністю

Класи тоннажності	ультра легкі	легкі	середні	важкі	надважкі
В середньому, %,	5	50	25	13	7
Діапазон коливань,%	2	7	4	3	2

Типи машин колісної ВАТ , що характерні для армій НАТО, за типажом представлені у табл.2.

Таблиця 2.

Типаж і кількість тактичних колісних машин ЗС США

1.	Легкий тактичний всюдихід LTATV (Light Tactical All-Terrain Vehicle)
2.	Легкі тактичні автомобілі- LTV (Light Tactical Vehicle) вантажопідйомність до 2 т. Середні тактичні автомобілі MTV (Medium Tactical Vehicles) вантажопідйомність 2,5-5,0 т.
3.	Середні тактичні автомобілі FMTV (Family of Medium Tactical Vehicles) вантажопідйомність 2,5-5,0 т. Середні тактичні автомобілі MTVR (Medium Tactical Vehicle Replacement) (Oshkosh Defense)
4.	Важкі тактичні автомобілі- HTV (Heavy Tactical Vehicle) вантажопідйомність понад 5,0 т.
5.	Сімейство машин із протимінним захистом від прихованого нападу- MRAP (Mine-Resistant Ambush Protected)

Висновки. Враховуючи, що структура і типаж ВАТ ЗС України у домінуючій масі є ще з часів СРСР (розробки кінця1950-початку 1960-х рр.), в табл. 3 представлено орієнтовна структура та чисельність парку колісної ВАТ ЗСУ на перспективу – з аналізу та узагальнення даних Military Balance щодо співставними за чисельністю сухопутних військ ФРН, Франції та Польщі.

Відповідно у табл.4 – пропозиції щодо обсягів і термінів необхідних поставок нової колісної ВАТ різних типів (I-III ешелонів, без врахування тилового транспорту, що звично забезпечується за рахунок легкових автомобілів/кросоверів, вантажівок та автобусів загального призначення), що дозволили б

**XV міжнародна науково-практична конференція
«Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»**

повністю оновити та гармонізувати типаж і структуру парку впродовж 10 років (Практично в усіх державах – членах НАТО є розроблені та реалізуються 10-15 річні програми оновлення парку ВАТ, у РФ – з 2005р.[6] регулярні 5-річні програми). Типові зразки – приклади різних типів сучасної ВАТ зарубіжних армій представлено у табл.5. (Без автотехніки тилового транспорту – IV ешелону, що звично забезпечується легковими та вантажними автомобілями, автобусами загального призначення

Таблиця 3
Необхідне оновлення структури і парку колісної ВАТ ЗСУ (по аналогії з парками ВАТ у ФРН, Франції, Польщі), тис. шт.

Цільове призн класи тонажн	I бойові	II вогневої підтримки	III забезпечен перед кра	IV тиловий транспорт	V Причепи контейн
Надлегкі UL	2,0	0,3	0,5	1,0	0,3
Легкі L	20,0	5,0	25,0	10,0	4,0
Середні M	5,0	3,0	12,0	5,0	2,0
Важкі H	2,0	2,0	1,0	3,0	3,0

Таблиця 4
Пропозиція по 10-річній програмі оновлення парку ВАТ – переходу на структуру і типаж ВАТ IV-го покоління НАТО (тис. шт.)

Роки / категорії	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
I	дз	0,1	0,3	0,3	0,3	-	-	-	дз	0,1
U II	-	дз	0,1	0,1	0,1	-	-	-	дз	0,1
III	дз	0,2	0,2	0,2	0,2	-	-	-	дз	0,1
I	дз	0,05	0,1	0,4	0,55	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0
L II	-	дз	0,05	0,05	0,1	0,5	1,3	1,0	-	-
III	дз	0,05	0,1	0,5	1,7	3,0	4,0	4,0	6,0	7,5
I	-	дз	0,1	0,5	1,4	2,0	2,0	1,0	-	-
M II	-	-	дз	дз	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
III	-	дз	0,1	0,5	0,7	1,2	2,0	2,5	2,5	2,5
I	-	дз	дз	0,1	0,4	0,5	0,5	0,5	-	-
H II	дз	0,1	0,5	0,5	0,5	0,4	-	-	-	дз
III	дз	0,1	0,4	0,3	-	-	-	-	-	дз
I	-	-	дз	0,05	0,15	0,3	0,25	0,25	-	дз
S II	дз	0,05	0,1	0,25	0,5	0,5	0,5	0,1	-	-
III	-	-	-	-	-	дз	0,1	0,3	0,3	0,3

Прим. : дз – дослідні зразки.

Література

1. Army Truck Program (Tactical Wheeled Vehicle Acquisition Strategy). Report to the Congress. – Washington. Headquarters, Department of the Army, June 2010 35 p. URL:<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA536363.pdf> (дата звернення 15 09. 2022)
2. Congressional Committee Materials [H.A.S.C. No. 117–38] Army tactical wheeled vehicle program update and review of electrification. Hearing held may 27, 2021 URL: <https://www.congress.gov/117/chrg/CHRG-117hrg45432/CHRG-117hrg45432.pdf> (дата звернення 16 09. 2022).
3. Congressional Committee Materials. Tactical wheeled vehicles. (Army Should Routinely Update Strategy and Improve Communication with Industry). Report to Congressional Committees. July 2021. URL: <https://www.gao.gov/assets/gao-21-460.pdf> (дата звернення 20. 09. 2022).
4. Hélène Masson. Europe des véhicules blindés Les maîtres d’œuvre industriels européens face aux stratégies nationales d’acquisition: entre concurrence et partenariat. *Recherches & Documents*. Février 2022 (Recherches & Documents). URL: <https://www.frstrategie.org/sites/default/files/documents/publications/recherches-et-documents/2022/032022.pdf> (дата звернення 21. 07. 2022).
5. Polaris mrzr ltatv ~ part two. In April 2015 during the CJOAX 15-01 held at Fort Bragg in North Carolina I was able to take a close look at the Polaris MRZR LTATV, writes Carl Schulze. 28 Dec 2021. URL: <https://www.joint-forces.com/features/49557-polaris-mrzr-ltatv-part-two35>. (дата звернення 24. 09. 2022).
6. «Концепции развития военной автомобильной техники Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2020 года». Разработанный ВНК ГШ утвержден МО России в январе 2010 р. URL: <https://xn---7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/others/doctrina8.shtml> (дата звернення 34. 09. 2022).

Кривошапов С.І., доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», к.т.н., доц.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО ПІДХОДУ ЩОДО НОРМУВАННЯ ДОДАТКОВОГО ВИТРАТУ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ З ГБА

Основне завдання автомобільного транспорту є переміщати вантажі та пасажирів з максимальною ефективністю та мінімальними витратами. Палива - це найдорожчий ресурс у структурі собівартості перевізного процесу [1], який необхідно контролювати у процесі експлуатації транспортних машин.

Споживання палива на автомобільному транспорті в нашій країні регламентується спеціальними нормами [2].

У методика [2] закладено принцип справедливого нормування витрати палива, який полягає у максимально можливому обліку індивідуальних особливостей конструкції транспортного засобу, режимів його використання та умов експлуатації.

Аналіз виробничої та господарської діяльності підприємства показав невідповідність фактичного та нормативного споживання палива для автомобілів, на яких встановлено та використовується газобалонне обладнання. В першу чергу це стосується обліку бензину, який застосовується під час запуску та прогріву двигуна автомобілів [3].

Запуск та прогрів автомобіля, на якому встановлена газобалонна апаратура (ГБА), рекомендовано проводити на рідкому паливі - бензині. На першому та другому поколіннях ГБА перемикання виду палива виконує сам водій, а на наступних поколіннях ГБА ця функція покладена на систему керування двигуном, алгоритм роботи якої завжди запускає двигун на бензині, а після певного часу або температури охолоджувальної рідини двигуна паливна система перемикається на споживання газу.

Відповідно до положень [2] витрата бензину на прогрів автомобіля за добу можливо розрахувати за наступною формулою:

$$Q = \frac{H_0 \cdot K_t}{100} \text{ л/добу,} \quad (1)$$

де H_0 - базова норма витрати палива, л/100 км;

K_t - відсоток норми від температури повітря навколишнього середовища, %

Мінімальний відсоток K_t приймається від 0.5 %, коли температура повітря більш 25 °С, а максимальний – 5 %, при температурі нижче -15 °С.

В роботі [4] було доказано, що норма витрати палива, яка встановлена у методиці [2], є заниженою та не відповідає реальному режиму прогріву двигуна. Розрахунки, які були наведені у роботі [5] для автомобіля SKODA Octavia (1,6l), показали, що нормативні значення за методикою [2] враховують 1-4 повних циклів запуску і прогріву двигуна. Причому, максимальне значення циклів відповідає температурі -15 °С, а при температурах вище -5 °С в середньому врахована тільки 2 циклів запуску.

Як зазначено у роботі [4] за добу водій може багато раз вмикати і вимикати двигун під час тривалих та короткочасних зупинок. Отже норму витрати палива треба збільшити, шляхом розробки індивідуальних норм витрати пального під конкретну марку автомобіля, що також передбачено положенням [2]. Але індивідуальні норми споживання палива можуть бути розроблені ДП "ДержавтотрансНДПроект" за заявкою підприємства на договірних умовах (<https://insat.org.ua/>).

Оскільки для автомобілів, на яких встановлено ГБА, рекомендовано використовувати рідке паливо тільки для запуску та прогріву двигуна, а рух автомобіля здійснювати на габоподібному паливі тільки вже після прогріву двигуна, то бензин буде витрачатися тільки тоді, коли автомобіль стоїть на місці з увімкненим двигуном. Методика [2] передбачає додаткову витрату палива «у разі обґрунтованих вимушених простоїв автомобілів з увімкненим двигуном». Ця норма складає:

$$Q = 0.05 \cdot H_0 \text{ л/год.} \quad (2)$$

З урахуванням вищевикладеного, інший шлях наблизити фактичне споживання палива до нормативного значення – це контролювати фактичний час роботи двигуна, коли двигун працює на рідкому виді палива, що відповідає режиму вимушеного простою автомобіля з увімкненим двигуном.

Отримавши сумарний час роботи двигуна на рідкому паливі, можна за формулою (2) розрахувати

додаткову витрату палива (бензину). Цей підхід не порушує положень та методик нормування палива, встановлених законодавством України [2].

Для реєстрації часу роботи двигуна автомобіля на бензині може бути використаний лічильник. Принципова схема такого пристрою наведено на рис. 1.

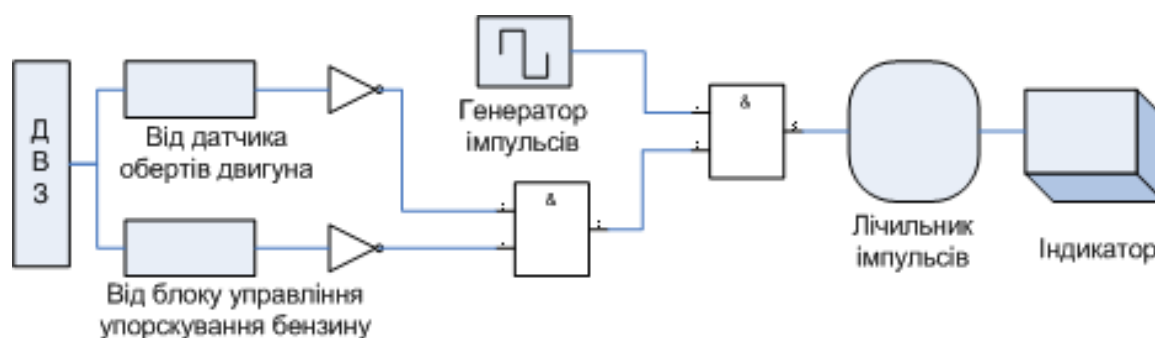


Рис. 1 - Принципова схема пристрою для обліку часу роботи двигуна на бензині

Пристрій отримує сигнал від двигуна (ДВЗ) з електронного блоку управління. Необхідно визначити стан, коли двигун працює на бензині. Факт роботи двигуна береться з датчика оборотів колінчастого валу, а факт роботи паливної системи на рідкому паливі – від бензинової форсунки тобто всі ці сигнали знаходяться на роз'єм електронного блоку керування (ЕБК) упрорскуванням палива.

Сигнали після обробки та фільтрації подається на блоки логічної обробки, які включають генератор імпульсів тільки за умови наявності напруги на обох входах з ЕБК. Лічильник імпульсів реєструє сумарну кількість імпульсів, величина яких співвідноситься з часом роботи двигуна на бензині. На індикатор виводиться інформація про тривалість часу, коли двигун працював на рідкому паливі.

Логіку роботи пристрою, накопичення часу та організація процедури виведення на індикатор можна перекласти на мікроконтролер. Для цього достатньо буде використовувати мікроконтролер ATtiny13A чи ATtiny45 фірми Microchip Technology [6]. Пристрій може бути інтегрований в бортову діагностичну систему автомобіля.

Висновки. Запропонована в роботі методика дозволяє повніше враховувати додаткову витрату бензину для тих автомобілів, які експлуатуються на газоподібному паливі. Сутність методу – враховувати час роботи автомобіля, коли систему живлення переключено на споживання рідкого виду палива. Методика не суперечить чинній в Україні методики нормування паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, а лише уточнює и враховує реальні умови експлуатації автомобілів.

Література

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998 – 474 с..
2. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. - Київ: Мінтранс України, 1998. – 45 с.
3. Кривошапов С.И. Особенности нормирования расхода топлива транспортных машин в зимний период эксплуатации // Научные работы Международной научно-технической та научно-методической конференции посвященной 85-летию кафедры автомобилей та 100-летию з Дня народження професора А.Б. Гредескула "Новітні технології в автомобілебудуванні, транспортні і при підготовкці фахівців"; 20-21 жовтня 2016 р. - Харків: ХНАДУ, 2016. - С. 94-95.
4. Кривошапов С.І. О необходимости разработки норм часового расхода топлива для транспортных машин // Матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Сучасні технології та перспектива розвитку автомобільного транспорту"; 14-15 квітня 2016. - Вінниця: ВНТУ, 2016. - С. 58-59.
5. Кривошапов С.І. Визначення норми витрати палива газобалонних автомобілів на прогрів в умовах низьких температур експлуатації // Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів. - № 21. - 2020. - С. 212-221.
6. TinyAVR Data Sheet – URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATtiny13A-Data-Sheet-DS40002307A.pdf>

¹Кубіч В.І., доцент кафедри «Автомобілі», к.т.н., доц.

¹Безпалько М.В., здобувач вищої освіти групи Т-119

¹Безпалько М.В., здобувач вищої освіти групи Т-119

²Рапога М.О., менеджер по продажам автомобілів

¹Національний університет «Запорізька політехніка» (м. Запоріжжя, Україна);

²ТОВ «Авто-Р» (м. Дніпро, Україна).

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ АМОРТИЗАТОРА АВТОМОБІЛЯ ПРИ ХОДІ ВІДБОЮ

Багатьма зарубіжними фірмами розроблені і успішно застосовуються підвіски автомобілів нового покоління – активні або адаптивні, які здатні змінювати свої властивості в залежності від умов експлуатації. Великий інтерес викликають основні принципи функціонування цих систем, параметри і елементи управління, а також оптимізація роботи підвіски в цілому. Особливий інтерес представляють магніто-реологічні рідини, які безпосередньо використовуються у порожнечах амортизаторів [1], але їх вартість дуже велика, тому у якості її альтернативи можуть бути використані звичайні амортизаторні рідини – суміш турбінної і трансформаторної оливи 1:1, АЖ-12Т, МГП-10, І-40А (20А) з додаванням магнітно-активних часток. При цьому, останні у стані рівномірного розповсюдження по об'єму рідини під впливом магнітного поля здатні впливати на її опір перетіканню через калібровані отвори клапанів амортизаторів. При цьому, можливо створити умови повного блокування демпфера коливань [2]. Позначений напрямок, на нашу думку, представляється актуальним, оскільки розглянуті раніше деякі аспекти [3] та отримані первинні закономірності [4] мають право на подальший розвиток.

Для визначення впливу магнітного поля на трибологічний стан гідравлічних рідин з додаванням магнітно-активних часток static control (дослідна суміш) і, відповідно з цим, на характеристику опору штоку амортизатора при ході відбою був використаний імітаційний випробувальний стенд з додатковим електрообладнанням, рисунок 1. При цьому моделювалась дія магнітного поля, створеного від постійного струму на в'язкісний стан приготовленої та попередньо дослідженої гідравлічної рідини АЖ-12Т з концентраціями магнітно-активних часток static control $C_{мч} = 2.4\%$ і $C_{мч} = 13\%$ [4]. Також за умовами примусового розігрівання корпусу амортизатора у його порожнечі моделювався різний температурний стан дослідної суміші.



Рис. 1 – Електрообладнання імітаційно-випробувального стенду:

1 – реостат; 2 – обмотка збудження статора; 3 – акумуляторна батарея; 4 – вимикач;
5 – мультиметр; 6 – амперметр

Суміші попередньо заливали у порожнечу амортизатора замість штатної рідини. Для створення магнітного поля використовувалась обмотка збудження статора 2, для зміни сили струму застосовувався реостат 1, а для її вимірювання використовувався амперметр 6. В якості джерела струму використано

аккумуляторну батарею 3, струм від якої подавався вимикачем 4. Для виміру температури амортизатора та напруги застосовувався мультиметр.

Отримані результати досліджень приведені на рисунках 2-4 та вказують на наступне. Магнітне поле, яке створюється постійним струмом в обмотці збудження 3 (рис. 1), обумовлює зміни у створенні сили опору, яка має відмінності при відповідних швидкостях переміщення поршня.

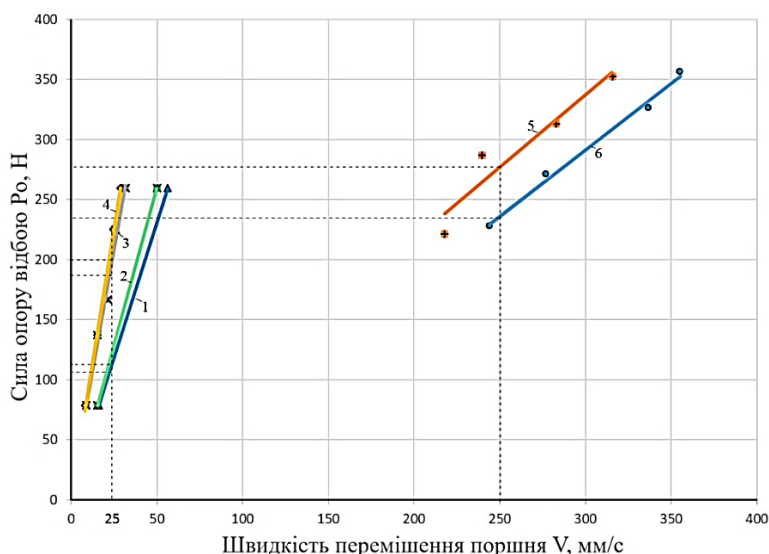


Рис. 2 – Характеристики амортизатора при ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток $C_{мч} = 2,4 \%$:
 1 – плавний хід при $I=20A$, $T=40^{\circ}C$; 2 – плавний хід при $I=30A$, $T=40^{\circ}C$;
 3 – плавний хід при $I=20A$, $T=14^{\circ}C$; 4 – плавний хід при $I=30A$, $T=14^{\circ}C$;
 5 – різкий хід при $I=30A$, $T=14^{\circ}C$; 6 – різкий хід при $I=20A$, $T=14^{\circ}C$

Для суміші, приготовленої з концентрацією магнітно-активних часток $C_{мч} = 2,4 \%$ мало місце наступне. Порівняння результатів моделювання плавного переміщення штока, що зумовлювалося навантаженням у 25 кг, при робочій температурі $40^{\circ}C$ та струму у 20A та 30A вказує на зменшення швидкості переміщення поршня на 10%. При цьому при температурі у $14^{\circ}C$ змін не спостерігається. Однак цей ефект має місце при моделюванні різкого ходу переміщення з навантаженням у 35 кг. Порівняння результатів плавного переміщення штока при $40^{\circ}C$ та швидкості переміщення у 25 мм/с із збільшенням струму з 20 до 30 A вказує на збільшення сили опору відбою з 105 Н до 115 Н, тобто на 10%. При температурі, зменшеній до $14^{\circ}C$ сила опору відбою також збільшилась з 180 Н до 200 Н, тобто на 10%. При різких ходах, що моделювалися вантажами у 32 кг, 35 кг, з температурою $14^{\circ}C$ зі збільшенням сили струму сила опору відбою збільшилась з 230 Н до 275 Н, тобто на 17%.

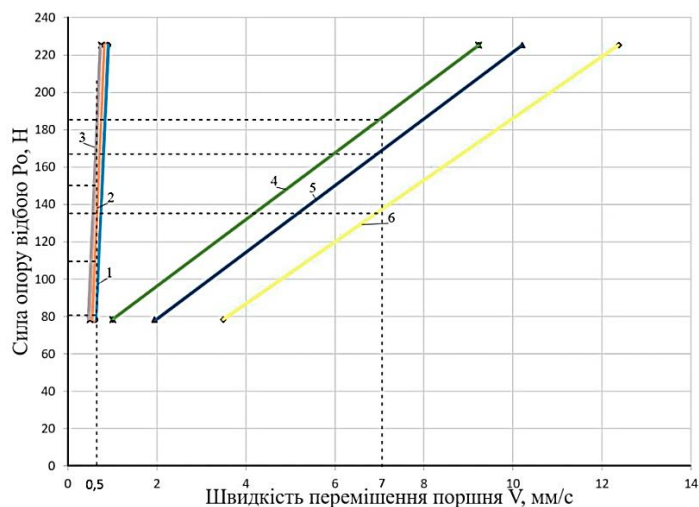


Рис. 3 – Характеристики амортизатора при плавному ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток $C_{мч} = 13 \%$:
 1 – без впливу магнітного поля, $T = 6^{\circ}C$; 2 – $I=20A$, $T=6^{\circ}C$; 3 – $I=30A$, $T=6^{\circ}C$; 4 – $I=30A$,

$T=40^{\circ}\text{C}$;

5 – $I=20\text{A}$, $T=40^{\circ}\text{C}$; 6 – без впливу магнітного поля, $T=40^{\circ}\text{C}$

Для суміші, приготовленої з концентрацією магнітно-активних часток $C_{\text{мч}}=13\%$ мало місце наступне.

При плавному ході висока концентрація магнітних часток у 13% значно впливає на швидкість переміщення поршня при температурі 40°C . При цьому, швидкість переміщення поршня зменшується в 1,23 рази і в 1,35 рази при збільшенні сили струму з 20А до 30А. Із збільшенням сили струму має місце збільшення сили опору. Так, при температурі 6°C сила опору збільшилась на 87% при збільшенні сили струму від 0 до 30 А, і на 36 % зі збільшенням сили струму від 20 до 30 А. При температурі 40°C сила опору при збільшенні сили струму від 0 до 30 А збільшилась на 37%, і відповідно, на 12% зі збільшенням сили струму від 20 до 30 А.

При різкому ході швидкість переміщення поршня також зменшується під впливом магнітного поля. Так, при температурі у 6°C збільшення струму з 20 до 30 А швидкість переміщення зменшилась на 13% з 116,6 до 100 мм/с. При температурі у 40°C А при збільшенні сили струму з 0 до 30 А швидкість переміщення зменшилась на 15%, тобто з 198 мм/с до 167,9 мм/с. Це свідчить про те, що зі збільшення температури зменшується вплив на швидкість переміщення поршня. Для температури 6°C при збільшенні сили струму з 0 до 30 А сила опору збільшилась на 19%, і відповідно, на 10% із збільшенням сили струму з 20 до 30 А. Для температури 40°C при збільшенні сили струму з 0 до 30 А сила опору збільшилась на 19%, і відповідно, на 12% із збільшенням сили струму з 20 до 30 А.

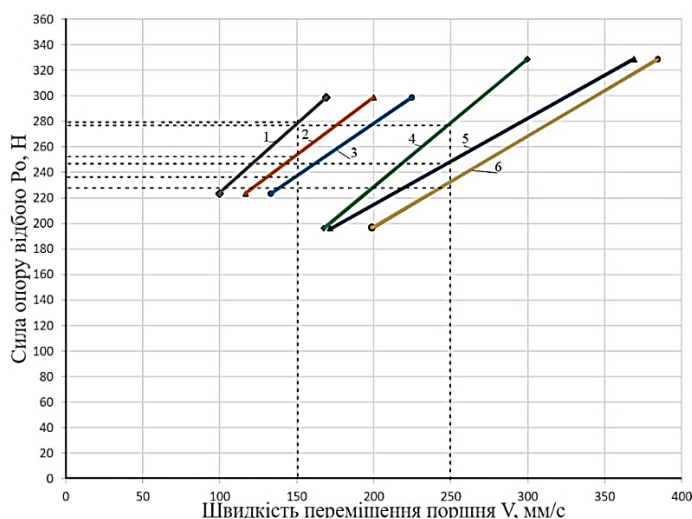


Рис. 4 – Характеристики амортизатора при різкому ході відбою під впливом магнітного поля на суміш з концентрацією магнітно-активних часток $C_{\text{мч}}=13\%$:
1 – $I=30$ А, $T=6^{\circ}\text{C}$; 2 – $I=20$ А, $T=6^{\circ}\text{C}$; 3 – без впливу магнітного поля , $T=6^{\circ}\text{C}$; 4 – $I=30$ А, $T=40^{\circ}\text{C}$; 5 – $I=20$ А, $T=40^{\circ}\text{C}$; 6 – без впливу магнітного поля , $T=40^{\circ}\text{C}$

Наведені результати вказують на можливість здійснення керованого впливу на робочі процеси, що протікають у порожнині амортизатора у випадку застосування гідравлічних рідин з магнітно-активними частками static control. Для цього потрібні подальші дослідження, що дозволять визначити алгоритми керування демпфуючими властивостями гасників коливань у підвісках автомобілів.

Література

1. Магнитореологические жидкости: технологии создания и применение: монография / Е.С. Беляев [и др.]; под ред. А.С. Плехова. - Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2017. 94 с.
2. Магнитные эффекты в газожидкостных системах с магнитной жидкостью / В. М. Полуин, П. А. Ряполов, К. С. Рябцев, А. А. Моцар // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2017. Т. 7, № 4 (25). С. 138-145.
3. Рапота М.О. Деякі аспекти вдосконалення адаптивної підвіски автомобіля категорії М1 /Рапота М.О., Кубіч В.І.// «Тиждень науки-2018» - щоріч. наук.-практ. конф., 16-20 квітня 2018 р.: зб. тез допов., Т.1. Запоріжжя, 2018. ЗНТУ. С.117-118
4. Рапота М.О. Визначення впливу магнітного поля на в'язкісний стан рідин для гідравлічних систем/ М.О. Рапота, В.І. Кубіч//Сучасні підходи до вискоефективного використання засобів транспорту ІХ міжн. наук.-практ. конф., 6-7 грудня 2018. ДІ НУ «ОМА». м. Ізмаїл. С.195-197

**Кужель В.П., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доц.
Мельник Я.А., магістрант кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту**
Вінницький національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПОСЛУГ ПІДПРИЄМСТВ АВТОСЕРВІСУ

Слід відмітити, що динаміка безперервного росту парку автомобілів населення обумовлює удосконалення розвитку автосервісу та звісно необхідності покращення виробничо-технічної бази для підвищення якості технічного обслуговування і ремонту. Проте за статистичними даними станом на сьогодні 70% території України не має автосервісу, при чому незалежний автосервіс обслуговує в різних областях від 80 до 97% автомобілів. 70% підприємств автосервісу мають чисельність 3-5 чоловік і потужність 1-2 поста. Персонал автосервісу в основному – непрофільний, його кваліфікація не має формального підтвердження. (90% непрофільного персоналу).

При визначенні шляхів розвитку та вдосконалення автосервісу варто враховувати вдосконалення самих автомобілів, а особливо автомобільної електроніки. Тому один із найважливіших напрямів розвитку – це вирішення питань ремонту електронних систем, при цьому обґрунтовано розширення завдань з діагностики вузлів та агрегатів [1-3].

Як відомо, основними варіантами розвитку виробничих процесів підприємства є [4-5]:

- визначення напрямків перспективного розширення номенклатури автосервісних послуг;
- забезпечення поєднання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобілів та торгівельного сектору сервісного підприємства;
- розвиток і впровадження нових технологічних процесів, технологій;
- розробка методів нормування запасів ресурсів, необхідних для технічного обслуговування і ремонту автомобілів;
- розробка і впровадження методів мотивації працівників підприємств автосервісу.

Наведемо деякі перспективні напрямки розвитку послуг підприємств автосервісу:

1. У технологіях відновлення і ремонту один із перспективних напрямів – адитивні технології, тобто технології «тривимірного друку», який може застосовуватися для виготовлення унікальних деталей при ремонті та тюнінгу автомобіля. Для використання цих технологій автомеханік повинен мати знання та розуміння таких областей, як створення моделей-прототипів на основі проекту із застосуванням 3D-принтера, програмне забезпечення 3D-CAD. Він повинен знати, як правильно задати параметри друку, як змінити деталь виробу, тобто розуміти процес створення деталей, їх складання та виконання креслень за допомогою програмного забезпечення 3D-CAD, включаючи визначення габаритів. При цьому спеціаліст повинен знати характеристики, ризики та методи обробки таких матеріалів для моделювання, як герметизуюча смола, смола, що ламінує, деревна целюлоза, полілактид.

2. Одним з найперспективніших видів технічних впливів на автомобіль є тюнінг легкового автомобіля, спрямований на покращення його споживчих властивостей і зовнішнього вигляду.

Під тюнінгом автомобіля розуміється проведення технічних впливів на транспортний засіб спрямованих на зміну якості автомобіля у відповідність до побажань власника, без значних змін експлуатаційних характеристик автомобіля. Особливо стає популярною послуга тюнінгу силового агрегату, як засіб покращення динаміки та економічності автомобіля, а для покращення керованості та плавності ходу важливий тюнінг саме ходової частини [1-3]. Всі ці технології також сприяють підвищенню енергоефективності автомобіля.

Отже на дільниці тюнінгу з метою покращення зовнішнього вигляду, комфорту та ходових якостей автомобіля на вимогу клієнта або в рамках передпродажної підготовки можуть проводитися наступні види робіт та послуг [2]:

- поліпшення характеристик двигуна (чіп-тюнінг, збільшення потужності за рахунок турбонаддуву, зміни фаз газорозподілу тощо);
- поліпшення характеристик трансмісії та ходової частини (установка коробок передач з пониженим рядом шестерень, заміна головної передачі, встановлення газових амортизаторів та коліс більшого діаметру);
- покращення характеристик гальмівної системи та рульового керування (установка дискових гальмівних механізмів на обидві осі автомобіля, підсилювачів рульового механізму і т.д.);
- декоративна обробка інтер'єру салону автомобіля, що підвищує його комфортабельність (установка анатомічних сидінь, встановлення накладок на педаль, неонове підсвічування панелі приладів, встановлення охоронних комплексів та автосигналізацій, аудіосистем та інших аксесуарів (електростеклопідійомників, люків тощо));

- встановлення додаткового обладнання, що підвищує безпеку руху (подушки безпеки, системи автомобільного гучномовця «Hands-Free», системи супутникової навігації, захист картера двигуна тощо);
- покращення зовнішнього вигляду автомобіля та надання йому індивідуальності шляхом тонування скла автомобіля, наклеювання плівок, встановлення навісного обладнання (тюнінгових комплектів, встановлення різноманітних колісних дисків та ін.)

Слід виділити особливості організації робіт з тюнінгу автомобіля, а саме йде мова про планування робіт з тюнінгу, облік взаємозв'язку заходів щодо модернізації автомобіля, обов'язковий технічний контроль та оцінка залишкового ресурсу вузлів та самого автомобіля. Обладнання та інструмент для тюнінгу застосовується переважно той же, що й для ремонту. Наприклад, для модернізації двигуна, в основному, це обладнання для розбирання-складання та механообробки. Додатково можна відзначити: привід з гнучким валом (для шліфування та полірування повітряних каналів), верстат для балансування колінчастих валів, а також програматор для електронних систем керування. Для модернізації підвіски технологічне обладнання таке ж, як і для ремонту ходової частини. Виділимо наступне обладнання: 2-стійковий підйомник, гідравлічна стійка, прес гідравлічний настільний, компресор та підйомник 4-стійковий зі станом регулювання кутів встановлення коліс. Дільницю тюнінгу двигуна та трансмісії можна організувати на базі трьох дільниць і відділень: агрегатна, слюсарно-механічна та відділення спецкомплектації (тюнінгу).

Для організації дільниці з модернізації підвіски можна за основу використати дільницю поточного ремонту. При цьому для виконання робіт слід передбачити як мінімум дві поста: - пост установки тюнінг-комплектів, обладнаних 2-стійковим підйомником та монтажним-демонтажним обладнанням; - пост регулювання кутів коліс, що включає 4-стійковий підйомник та стэнд перевірки кутів встановлення коліс.

В свою чергу під час виконання на ділянці робіт з нанесення на кузови автомобілів оригінальних малюнків та композицій необхідно відгороджувати відповідні пости екраном, а також обладнати ділянку потужною місцевою вентиляцією. Рекомендується тюнінгові роботи, пов'язані з частковим або повним забарвленням автомобіля, у тому числі і аерографію, виконувати у фарбувальному відділенні стаанції технічного обслуговування.

3. Стрімко зростає кількість електромобілів гібридних автомобілів, тому слід звернути увагу на напрямки з обслуговування та ремонту автомобілів з гібридною силовою установкою і електромобілів.

4. Набирають популярності послуги з повного детейлінгу (зовні і в середині) автомобіля.

Слід зазначити, що підготовка автомобілів до різних спортивних змагань не належить до сфери сервісу автотранспортних засобів, тому, як правило, дані роботи проводяться у спеціалізованих майстернях.

На підставі аналізу перерахованих послуг підприємств автосервісу можливі три шляхи розвитку автосервісних підприємств – розширення номенклатури послуг, реконструкція приміщень та будівництво нових будівель та філій. Сучасна специфіка розвитку автосервісу вимагає від власників і проєктувальників вирішення прямої (коли виходячи з аналізу послуг та технологій, які застосовуються, проєктуються підрозділи та саме підприємство) та зворотної (виходячи з існуючих приміщень, підібрати технології та вибрати спеціалізацію автосервісного підприємства) задачі при технологічному проєктуванні і розвитку підприємств автосервісу. Зрозуміло що зворотне завдання складніше і частіше зустрічається на практиці.

Висновки. З викладеного матеріалу зрозуміла необхідність цілеспрямованого розвитку мережі автосервісу з метою підвищення ефективності та безпеки транспортної системи України. У розвитку підприємств автосервісу одна з найбільш перспективних видів технічного впливу – тюнінг легкового автомобіля, який спрямований на покращення його споживчих властивостей і зовнішнього вигляду. При визначенні шляхів розвитку та вдосконалення автосервісу варто враховувати вдосконалення самих автомобілів, а особливо автомобільної електроніки.

Література

1. Обслуговування клієнтів автосервісу : навчальний посібник / О. Д. Марков, Н. В. Веретельникова. – К. : Видавництво Каравела, 2015. – 263 с.
2. Управление якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко, Володимир Чередник; за ред. О.А. Лудченка. - К. : Ун-т "Україна", 2012. - 327 с.
3. Технології підвищення ефективності виробничо технічної бази підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник./ С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук. – К. : Медінформ, 2017. –212 с.
4. Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. д.т.н., проф. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2004. – 320 с.
5. Методи оцінювання якості технологічних процесів у системах автосервісу: Монографія / [Л.А. Тарандушка, В.П. Матейчик, І.В. Грицук, Н.Л. Костьян, О.Д. Марков, І.П. Тарандушка] - Черкаси. : ЧДТУ, 2021. – 212 с

Кужель В.П., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, к.т.н., доц.
Мукомел О.Л., магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Аналізуючи сучасні тенденції розвитку автомобілебудування, можна побачити, що з кожним роком зростає кількість повнопривідних автомобілів на дорогах України, які будуть потребувати діагностування гальмівних систем. Як відомо, стендові випробування гальмівної системи автомобіля засновані на принципі оборотності руху: автомобіль, що перевіряється є нерухомим, а його колеса спираються на рухому опорну поверхню, наприклад, циліндричні поверхні спарених роликів. В свою чергу на одних стендах обертаються всі колеса повнопривідного автомобіля, на інших – тільки колеса однієї осі [1-3].

В свою чергу за методом створення діючих сил розрізняють силові і інерційні стенди. При силовому методі, як правило, використовують сталі режими, тобто перевірки при постійній швидкості. При інерційному методі режими тільки динамічні, тобто швидкості змінюються, за рахунок прискорень створюються інерційні сили [4-5]. Наведемо вирази основних залежностей, реакції при гальмуванні (1-3).

Для проведення аналітичних досліджень автомобіль представлений як коливальна система з підресореною масою у вигляді твердого тіла [6-7], а схема розташування колеса на роликах стенда наведена на рис. 1. На комбінованих стендах звичайно використовують симетричну схему розташування барабанів. Це пояснюється тим, що при тягових і гальмівних випробуваннях рівнодіючі тангенціальних сил у контактах шин з біговими барабанами діють у різні боки, викликаючи тенденцію до самовийзду автомобіля з барабанів – вперед при тягових випробуваннях, назад – при гальмівних (рис. 2).

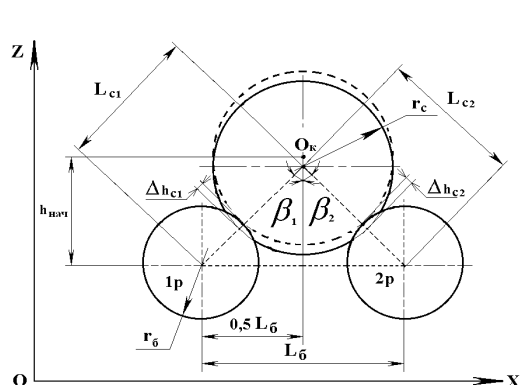


Рис. 1 – Схема розташування колеса на роликах стенда

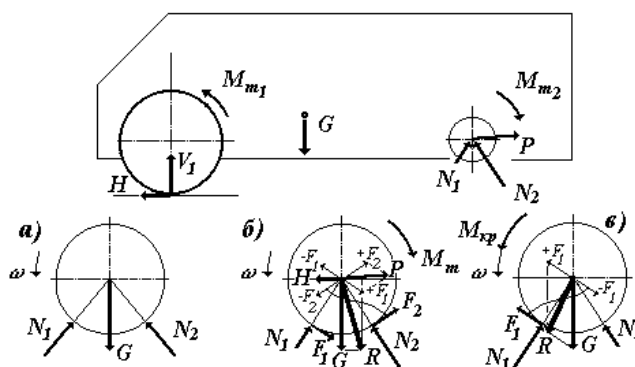


Рис. 2 – Виникнення поздовжніх сил
а) вільне обертання колеса і барабанів; поздовжні сили відсутні; б) гальмування; рівнодіюча P намагається витягнути автомобіль назад; в) тягові випробування; сила навантаження F_1 намагається виштовхнути автомобіль уперед

Тому для досягнення поздовжньої стійкості автомобіля збільшують до можливих меж міжцентрову відстань (рисунок 2), а при виконанні перевірок встановлюють під вільні колеса страхувальні колодки.

Рівняння зв'язку залежності показника ефективності гальмування автомобіля можна записати як:

$$\gamma_T = f(R_Z, R_X, \phi, G_K), \quad (1)$$

де R_Z - нормальна реакція з боку бігового барабана;

R_X - поздовжня реакція;

ϕ - коефіцієнт зчеплення;

G_K - навантаження, що припадає на колесо.

Нормальна реакція виражена поліномом матиме вигляд:

$$R_z = f(\beta, G_K, \xi, d_B, L_B), \quad (2)$$

де β - кут між нормальними реакціями;
 ξ - непаралельність осі автомобіля щодо осі стенда;
 d_B - діаметр бігового барабана;
 L_B - міжцентрову відстань між біговими барабанами.
Поздовжня реакція виражена поліномом матиме вигляд:

$$R_x = f\left(R_z, \phi, S, \eta_{ij}, J_{ij}, M_T, t_C, P_i, \dot{P}_i\right), \quad (3)$$

де S - коефіцієнт проковзування колеса з еластичною шиною;
 M_T - гальмівний момент;
 η_{ij} - ККД силового приводу стенду;
 J_{ij} - інерційність механізмів стенду;
 t_C - час спрацьовування гальмівної системи;
 P_i - робоче тіло, стиснуте до певного тиску;
 \dot{P}_i - змінний тиск робочого тіла.

А коефіцієнт проковзування колеса з еластичною шиною на роликах діагностичного стенда визначається з залежності:

$$S = f(M_T(t), \omega_K, \omega_B, \phi, \alpha, C_{ПРИВ}), \quad (4)$$

де ω_K - кутова швидкість колеса;
 ω_B - кутова швидкість бігового барабана стенду;
 α - кут закручування елементів колісного вузла;
 $C_{ПРИВ}$ - жорсткість елементів колісного вузла.

Висновки. З метою підвищення точності діагностування повнопривідних автомобілів на стенді і для відтворення реальних режимів діагностування потрібно враховувати особливості силової взаємодії автомобіля зі стендом, в подальшій роботі пропонується обґрунтувати і використовувати саме повноопорний стенд з біговими барабанами, а також діагностичний комплекс з подальшою обробкою отриманих у процесі діагностування даних.

Література

1. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010. – [Введ. 01.07.2011]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 28 с.
2. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование): [Говорушенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., Мармут И.А., Зуев В.А.]. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 с.
3. Говорушенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). В двух частях / Н.Я. Говорушенко, А.Н. Туренко. – Х.: РИО ХГАДТУ, 1998. – 255 с., 219 с.
4. Говорушенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н.Я. Говорушенко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 292 с.
5. Мармут И.А. Влияние износа шин и деталей тормозных механизмов на точность стендовой проверки тормозов. – Харьков, РИО ХНАДУ / Сб. науч. тр. – 2005. – вып.16. – С. 34-39.
6. Костенко Ю.Т. Прогнозирование технического состояния систем управления / Ю.Т. Костенко, Л.Г. Раскин. – Х.: Основа, 1996. – 303с.
7. Рабинович Э.Х., Зуев В.А., Мармут И.А. Выбор диагностических роликовых стендов // Сборник научных трудов ХГАДТУ Автомобильный транспорт. – Х.: РИО ХГАДТУ. – 2001. - № 6. – С. 59- 61.

Кукало І.Б., студент групи БМІ-196, факультет
інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Лемешев М.С., доцент кафедри будівництва,
міського господарства та архітектури, к.т.н., доц.
Вінницький національний технічний університет

ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВІДХОДІВ СУЧАСНИМИ СПЕЦАВТОМОБІЛЯМИ – СМІТТЄВОЗАМИ

Одним із головних актуальних завдань сучасного комунального господарства є придбання спецавтомобілів – сміттевозів та євроконтейнерів для роздільного збору та вивезення сміття. Актуальність цього питання для об'єднаних територіальних громад полягає у вирішенні основної екологічної проблеми – забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами, пластиком, склом, папером, які разом із промисловими відходами [1-3] становлять серйозну загрозу для довкілля. Якщо врахувати, що більшу частину відходів складають пакувальні матеріали, то стає зрозумілим, що одним із ефективних способів вирішення проблеми відходів є диференційоване (роздільне) їхнє збирання [4], оскільки велику частину побутових відходів складають матеріали, які можна використовувати повторно або переробляти, якщо вилучити відповідні фракції на стадії первинного збору. Повторній переробці підлягають папір, скло, металеві та алюмінієві банки, текстиль, пластик, органічні відходи. Усі ці матеріали, отримані при сортуванні, знаходять попит з боку організацій, які займаються прийомом вторсировини [5].

Сьогодні в Україні та світі проводяться численні дослідження збору, переробки, транспортування, депонування відходів. Серед цих досліджень слід відмітити праці С. А. Владімірова, С. А. Довганя, Я. І. Вайсмана, В. Н. Коротяєва, Ю. В. Петрова, Є. Є. Мариненка, Ю. Л. Беляєвої, Г. П. Коміна, А. М. Шаїмової, О. В. Березюка, Л. А. Насирова, Г. Г. Ягафарова, Р. Р. Фасхутдинова, Л. П. Ігнат'євої, М. О. Потапова, Н. В. Коритченкова, О. І. Бондаря, М. С. Лемешева, Т. В. Ашіхміної, Т. В. Овчиннікової, В. І. Федяніна, Г. І. Архіпової, Ю. О. Галушки, Т. А. Зайцевої, Н. І. Латишевської, Е. В. Юдіної, Г. А. Бобунової та ін., які висвітлюють вплив складування відходів на організм людини [6].

Проблемі роздільного збору відходів, транспортній логістиці відходів, формуванню логістичних витрат, рівню та динаміці тарифів присвячена наукова робота [7]. Викладені дослідження існуючих потужностей в сфері переробки відходів, визначено основні моделі реалізації логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами.

Для зміни нинішньої ситуації необхідно впровадити систему організованого вивезення сміття та докорінно змінити свідомість громадян по відношенню до поводження з твердими побутовими відходами. Для ефективної боротьби з несанкціонованими звалищами захарощенням лісосмуг передбачається впровадити систему роздільного збирання побутових відходів, яка дозволить кожному в зручній для нього час виносити сміття, не чекаючи приїзду сміттевоза, вирішувати багато проблем у домашньому побуті, що дозволить позбутися лишків у домівках, а також на вулицях, в лісосмугах громади і прилеглої до неї території.

Машина-сміттевоз являє собою вантажний автомобіль на шасі КАМАЗ, ЗІЛ, ГАЗ, МАЗ. Серед імпортних моделей можна зустріти Bruder, Farid, Mieller, Riko, Sherling. Кожна з моделей має своє маркування готового сміттевоза.

В Україні випускаються транспортні засоби для перевезення великої кількості відходів. Компанія «Світ Маніпуляторів» реалізує сміттевози на базі шасі ЗІЛ, МАЗ, КАМАЗ та інші моделі з бічним і заднім завантаженням [8]. На рис. 1 показано загальний вид сміттевозів КО-431-03 та КО-426 з боковим завантаженням [9].

Основні операції, які повинен проводити сміттевоз – це завантаження твердих побутових відходів, їхнє ущільнення, транспортування та вивантаження на звалищі майданчики, сміттєспалювальні пункти або сміттєпереробні заводи.

Існують різні класифікації цього типу спецтехніки. Залежно від способу завантаження розрізняють:

- сміттевози з боковим завантаженням – відбувається вручну із застосуванням маніпулятора або кантувача;
- сміттевози із заднім завантаженням – ручним способом за допомогою самонавантажувача або механізованим способом;
- контейнерний сміттевоз – в залишений контейнер набирають сміття, після чого його встановлюють на шасі і вивозять в потрібне місце;
- сміттевози з фронтальним (переднім) завантаженням – процес завантаження відходів відбувається через кабінку в люк, який розташований на даху кузова.

Залежно від вантажопідйомності розрізняють такі типи сміттєвозів [10]:

- малого тоннажу – від 1 до 3,5 т;
- середнього тоннажу – від 4 до 5,5 т;
- великого тоннажу – від 5,7 до 12,5 т.



а) б)
Рис. 1 – Сміттєвози КО-431-03 (а) та КО 426 (б) з боковим завантаженням

Сміттєвози розрізняються також за типом контейнера: відкриті і закриті. Обидва види, якщо не доукомплектовані додатковим обладнанням, завантажуються вручну. Подальше транспортування вантажу відбувається звичайним способом.

Моделі сміттєвозів, які оснащені маніпуляторами, самонавантажувачем або пресом, управляються автоматичним способом, ключову роль в якому відіграє водій-оператор. У більшості сміттєвозів цього типу застосовується гідравлічний привод [10-15].

Для районів, де збирається велика кількість відходів, використовується техніка з причепами. Це оптимальний варіант для скорочення кількості поїздок, а також задіяної техніки. Природно, що збільшується вантажопідйомність такої техніки. Але не всі вантажівки розраховані на облаштування причепами. Такі автомобілі повинні мати гарні тягові властивості.

Також проблемою загальнодержавного рівня є вилучення небезпечних відходів із загального контейнера зі сміттям для подальшої переробки [16-18]. На рис. 2 зображено схему процесів переробки небезпечних відходів та утилізації на сміттєзвалищах [16].

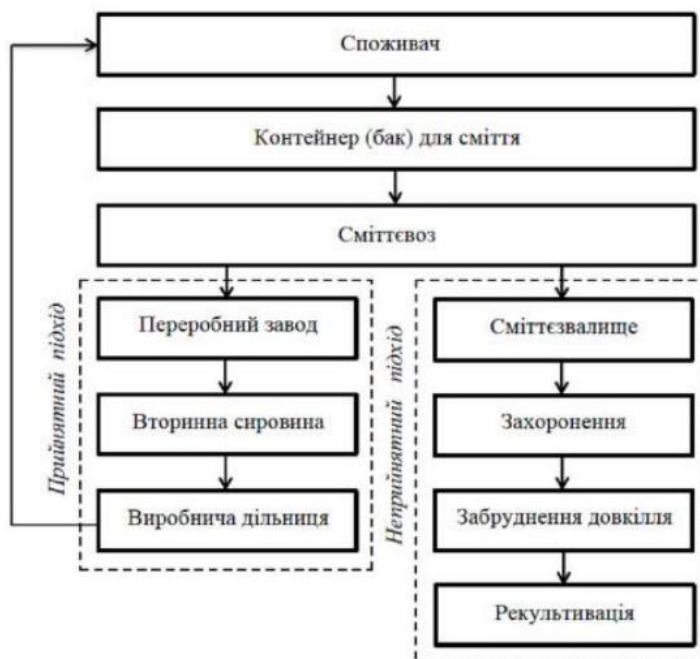


Рис. 2 – Схема переробки та складування відходів [16]

Поza сумнівом депонування твердих побутових відходів на відкритій території є небажаним явищем, проте воно найбільш розповсюджене у Східній Європі. Це пов'язане насамперед із нестабільною економічною ситуацією в країнах, низьким рівнем впровадження сміттєпереробних заводів та недостатньою нормативно-правовою базою поводження з муніципальними відходами [19].

Висновки. Таким чином, запровадження схеми роздільного збору ТПВ на території України відповідає європейським підходам у поводженні з відходами, та сприятиме поліпшенню екологічного стану навколишнього довкілля, дозволить повторно використовувати сировину, заощаджувати ресурси та кошти для територіальних громад.

Література

1. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламосолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості. Тези доповідей XXIV міжнар. науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", 18-20 травня 2016 р. Харків, НТУ "ХПІ", 2016. С. 209.
2. Лемешев М.С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", 18-20 травня 2016 р., Харків, НТУ "ХПІ", 2016. С. 381.
3. Березюк О.В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
4. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 5. С. 154-156.
5. Офіційний сайт Департаменту ДАІ України. URL: <http://www.sai.gov.ua/>.
6. Закон України «Про відходи». Київ, 5 березня 1998 року № 187/98-ВР.
7. Фесіна Ю.Г. Оптимізація логістичного ланцюга поводження з твердими побутовими відходами. Логістика: теорія та практика. Луцький національний технічний університет, 2011. №1. С. 110-126.
8. Кран-маніпулятор, гідроманіпулятор – Світ Маніпуляторів. URL: <http://kran-manipulator.ua/a/goods/view/13475921/all/smittevoz-ko-426-z-bokovim-zavantajennyam-kupiti-v-ukrayini/>
9. Машина-смiттєвоз – основні види. URL: <http://analitic.ua/28050-mashina-smittevoz--osnovni-vidi.html>
10. Березюк О.В. Регресія параметрів управління приводом робочих органів навесного подметального обладнання мусоровозів. Інноваційне розвиток територій: Матеріали 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. Череповец: ЧГУ, 2016. С. 58-62.
11. Bereziuk O.V. et al. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO. Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. 2018. Vol. 10808, No. 108083G.
12. Bereziuk O. et al. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes. Przegląd Elektrotechniczny. Warszawa, Poland, 2019. No. 4. Pp. 146-150.
13. Bereziuk O., Savulyak V. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart. Technical Sciences. 2017. No 20 (3). P. 259-273.
14. Савуляк В.І., Березюк О.В. Технічне забезпечення збирання, перевезення та підготовки до переробки твердих побутових відходів: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 217 с.
15. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Промислова гідравліка і пневматика. 2017. № 3(57). С. 65-72.
16. Попович В.В., Бучковський А.І., Попович Н.П. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста. Вісник ЛДУ БЖД. 2013. № 8. С. 166-171.
17. Bereziuk O.V., Savulyak V.I. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities. TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. Suceava, Romania, 2015. No 22. P. 345-351.
18. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, 2011. № 2(10). С. 64-66.
19. Наказ Мінкомунгосп України від 07.06.2010 р. № 176 "Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів".

Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доц.
Вінницький національний технічний університет

ІДЕНТИФІКАЦІЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ НА ОКРЕМИХ ПЕРЕГОНАХ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ

Умови експлуатації міських пасажирських автобусів безпосередньо впливають на ефективність та рівень забезпечення потреб в перевезеннях пасажирів. Складність ідентифікації умов експлуатації обумовлена постійною зміною факторів, що на них впливають. Кожна транспортна одиниця експлуатується у відносно різних умовах. Це пов'язано із відмінністю між окремими маршрутами транспортної мережі, різною величиною пасажиропотоків та варіюванням величини пасажиропотоків у різних днях тижня та годинах доби.

Умови експлуатації міських пасажирських автобусів є одним із факторів, що визначають підходи до виконання робіт діагностування, обслуговування та поточного ремонту автобусів, що, у свою чергу, забезпечує необхідний рівень їх технічної готовності для застосування за призначенням. Отже, питання оперативної ідентифікації умов експлуатації автобусів на різних ділянках окремих маршрутів є досить актуальним. *Метою даної роботи є дослідження основних принципів автоматизації визначення умов експлуатації міських пасажирських автобусів на основі методів інтелектуальної обробки інформації.*

Ефективність експлуатації міських пасажирських автобусів безпосередньо залежить від умов їх експлуатації і базується на визначенні певних показників, які можна розділити на три групи: показники, що враховують потреби у якісному та комфортному перевезенні пасажирів; показники, що враховують витрати і доходи при експлуатації кожної транспортної одиниці; екологічні показники, що враховують фактори шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Визначення факторів умов експлуатації міських автобусів досить детально досліджені і описані у великій кількості існуючих наукових робіт [2, 3, 5]. В багатьох роботах описані різні методики класифікації маршрутів за категоріями складності. Однак, окремі фактори умов експлуатації є величинами, що змінюються в часі. Оскільки окремі транспортні одиниці можуть експлуатуватися на різних маршрутах в різний час, то доцільно ідентифікувати умови експлуатації для окремих перегонів в залежності від часу. Такий підхід дає можливість створення інтерактивної карти умов експлуатації на перегонах транспортної мережі в залежності від пори року, днів тижня, годин доби. Фактори умов експлуатації одного перегону враховуються в декількох маршрутах, що проходять через цей перегін. Внесення змін у маршрутну мережу (додавання маршрутів, зміна руху) ніяк не впливають на можливість ідентифікації умов експлуатації.

Фактори впливу на умови експлуатації можна поділити на три групи базуючись на зв'язках взаємного впливу (рис. 1). Кожна група факторів характеризується певним результатом (X_1 , X_2 , X_3), які є вхідними даними для класифікації умов експлуатації.

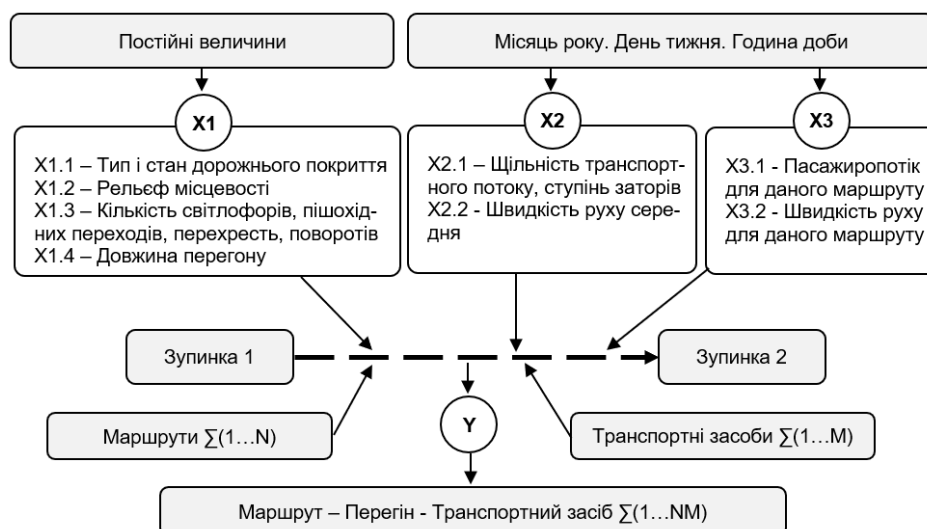


Рис. 1 - Схема ідентифікації умов експлуатації на окремих перегоні транспортної мережі

Перша група факторів X1 характеризує ділянку дороги, що відповідає окремому перегону і не враховує рух транспортних засобів. Фактори цієї групи можна вважати незмінними протягом певного періоду часу. Друга група факторів X2 характеризує умови руху на даній ділянці дороги для всіх транспортних засобів, що рухаються на ній незалежно від маршрута і типу транспортного засобу. Ці фактори є змінними величинами, які можна вважати випадковими, але ймовірність появи того чи іншого значення залежить від часу доби та дня тижня. Третя група факторів X3 враховує особливості кожного окремого маршрута, що проходить через дану ділянку дороги та особливості транспортного засобу. Фактори цієї групи також є змінними величинами, які залежать від місяця року, дня тижня і часу доби.

Створення інтерактивної карти експлуатації транспортних засобів на перегонах маршрутної мережі передбачає накопичення та систематизацію певної оперативної інформації, отриманої в результаті моніторингу мережі та пасажиропотоків. Система автоматизованої ідентифікації умов експлуатації містить базу даних та базу знань. База даних поділена на дві частини: база постійної інформації (маршрути, зупинки, перегони, транспортні засоби); база оперативної інформації та обстежень (пасажиропотоки за маршрутами, перегонами і часом, щільність транспортного потоку, ступінь заторів за перегонами і часом, швидкість руху за перегонами і часом). База знань містить правила ідентифікації умов експлуатації при різних початкових умовах.

Фактори групи X1 заносяться в базу даних як постійні величини. Фактори групи X2 носять випадковий характер. Вони накопичуються і усереднюються в базі даних для кожного перегону в залежності від часу. Фактори групи X3 враховують пасажиропотік маршрута і тип та пасажиромісткість транспортного засобу, що дає можливість визначити завантаження транспортного засобу. Ці фактори також надходять в базу даних як оперативна інформація за результатами обстежень. Завантаженість транспортних засобів на кожному перегоні для кожного маршрута також накопичується і усереднюється в залежності від часу.

Модель ідентифікації умов експлуатації передбачає обробку досить великих обсягів інформації. Доцільним є застосування методів інтелектуальної обробки інформації [4], які дають можливість обробляти вхідну інформацію різної природи (числову, лінгвістичну), накопичувати знання, самонавчатися та допомагати приймати оперативні рішення щодо експлуатації кожної окремої транспортної одиниці.

Модуль інтелектуальної обробки інформації являє собою нечітку ієрархічну систему з двома рівнями. Вихід бази знань першого рівня подається на вхід бази знань другого рівня, яка є вищою за ієрархією [6]. База знань першого рівня поділена на три частини, які описуються залежностями: $X1 = f1(X1.1, X1.2, X1.3, X1.4)$; $X2 = f2(X2.1, X2.2)$; $X3 = f3(X3.1, X3.2)$. База знань другого рівня описується залежністю $Y = f(X1, X2, X3)$.

Висновки. Модель автоматизованої ідентифікації умов експлуатації для кожного перегону транспортної мережі дає можливість створення інтерактивної карти експлуатації транспортних засобів за кожним перегonom, що дозволяє створити умови для індивідуального моніторингу транспортних засобів враховуючи їх розклад руху на різних маршрутах міста протягом певного періоду часу, а також пори року, днів тижня та годин доби. Такий підхід є основою функціонування системи допомоги прийняття рішень щодо можливості і доцільності експлуатації окремої транспортної одиниці на певному маршруті у певний період часу.

Література

1. Кукурудзяк Ю.Ю. Модель ідентифікації умов експлуатації міських пасажирських автобусів на основі інтелектуальних методів обробки інформації. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», Науково-виробничий журнал "Автошляховик України" 2021 р. №4 (268) С.40-44
2. Максимов В.А. Научные основы повышения эффективности использования городских автобусов средствами инженерно-технической службы: Дис. ... док. техн. наук: 05.22.10. – М, 2000. – 435 с.
3. Прохоров В.Н. Научные основы управления эффективностью эксплуатации городских автобусов: Автореф. дис... д-ра техн. наук. – Владимир: МАДИ, 2009. – 38 с.
4. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
5. Форнальчик Є.Ю. Експлуатаційна надійність автобусів міського громадського транспорту / Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського: наук. журнал. – Львів : Національний університет "Львівська політехніка", 2016. – Випуск 1/2016 (96) – С. 91–96.
6. Штовба С.Д. Логічне виведення за ієрархічними гібридними нечіткими базами знань. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції "Обчислювальний інтелект", Черкаси, Україна, 14-17 травня 2013 р.

**Лішук В.О., студ., 2 курс, гр. ТРТ-3м, ФКІТМР
Колодницька Р.В., доцент кафедри автомобілів і
транспортних технологій, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»**

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ЗАСОБІВ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ ЗА ПРИКЛАДОМ МІСТА ЛОНДОН

Подолання проблем щодо забруднення повітря виконуються шляхом скорочення викидів через відмову від викопного палива та розвиток транспортної інфраструктури, з акцентом для засобів мікромобільності. Наша країна має досить великий потенціал у сфері розвитку громадського транспорту з використанням відповідних засобів моделювання руху, а також популяризації засобів мікромобільності задля збереження навколишнього середовища. Полегшене оподаткування для електромобілів вже приклад того, що Україна створює стимули для розвитку електромобільності, тож доцільно зосередитися на розширенні мережі зарядних станцій і стимулюванні використання велосипедів та електросамокатів. Завдяки досвіду інших країн, ми можемо використовувати ті самі рішення в транспортній системі, щоб полегшити життя жителям міста, зберегти навколишнє середовище тощо. Для прикладу розглянемо яким чином відбувається розвиток транспортної мережі міста Лондон.

Успіх транспортної системи Лондона в майбутньому залежить від того, наскільки буде розвинена інфраструктура, щоб люди переважно вибирали ходьбу та поїздки на велосипеді. Загалом 2,1 мільярда фунтів стерлінгів інвестовано в 2021/22 роках для створення здорових вулиць, зосередження на збільшенні пішохідних прогулянок, використання велосипедів та громадського транспорту, а також покращення безпеки дорожнього руху, громадських місць і якості повітря.

Компанія Transport for London (ТдЛ) та лондонські райони покращать вуличне середовище, для того щоб пішохідні прогулянки були пріоритетними. Створюється більше вільних від транспорту територій, починаючи з трансформації Оксфорд-стріт, зміни на площі Парламенту та включно з пробним закриттям вулиць для руху автомобілів.

Такі програми, як «Розбірливий Лондон», «Придатні для життя околиці» та «Здорові маршрути», забезпечать доступне, безпечне та привабливе середовище для прогулянок і полегшать людям планування пішохідних або велосипедних подорожей.

Стратегічний аналіз велосипедного руху від ТдЛ дозволяє вдосконалювати інфраструктуру там, де вони будуть найбільш ефективними, зіставляючи зміни вулиць із поточним і майбутнім попитом на велосипеди. Планується, щоб до 2041 року 70% жителів Лондона жили в межах 400 метрів від високоякісного безпечного велосипедного маршруту. Уся ця робота створить кращі умови для прогулянок і їзди на велосипеді, щоб до 2041 року всі жителі міста могли здійснювати принаймні 20 хвилин активних подорожей, які їм потрібні, щоб залишатися здоровими щодня.

Влада міста витрачає понад 300 мільйонів фунтів стерлінгів на перетворення автобусного парку Лондона, модернізуючи тисячі автобусів і зобов'язуючись поступово відмовитися від двоповерхових автобусів з дизельним двигуном [1].

Створюється 12 автобусних зон з низьким рівнем викидів, які розмістили найзеленіші автобуси на найбільш забруднених маршрутах столиці, причому перший розташований на Патні-Хай-стріт і Брікстон-роуд. Очікується, що зони зменшать викиди NOx (оксидів азоту) на 84%, і тисячі дітей шкільного віку в цих районах отримують користь від чистішого повітря.

По всьому Лондону встановлюються точки швидкої зарядки, які забезпечать енергією транспортні засоби майже за 30 хвилин, що досить суттєво, порівнюючи це з трьома-чотирма годинами при використанні стандартної зарядної станції. Крім того, незабаром по всьому Лондону буде встановлено 1500 нових стандартних точок зарядки електромобілів. Інвестиції в 4,5 мільйона фунтів стерлінгів у 25 районах зроблять електромобілі простішим і практичнішим варіантом для лондонців [2].

Для того, щоб дослідити можливості вибору «зеленого» виду транспорту, необхідно дослідити транспортну мережу, а саме заплануємо поїздку з центрального району Паддінгтон (Paddington), де знаходиться одна з провідних залізничних станцій британської столиці, до Університетського коледжу Лондона, який розташований в центрі міста в районі Блумсбері. Основний кампус розташований навколо Гауер-стріт (Gower Street), де розташовані інститути біології, хімії, економіки, техніки, географії, історії, мов, математики, філософії, політики, фізики та медична школа. В нашому випадку потрібен факультет інженерії (UCL Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering), що знаходиться за адресою Chadwick Building, Gower Street WC1E 6BT [3]. Один з найпростіших варіантів – використати метрополітен. Відправлення, маршрут якого зображений на рисунку 1, проходить прямо з центральної станції Паддінгтон до станції Euston Square. Час поїздки займає близько 10 хвилин.

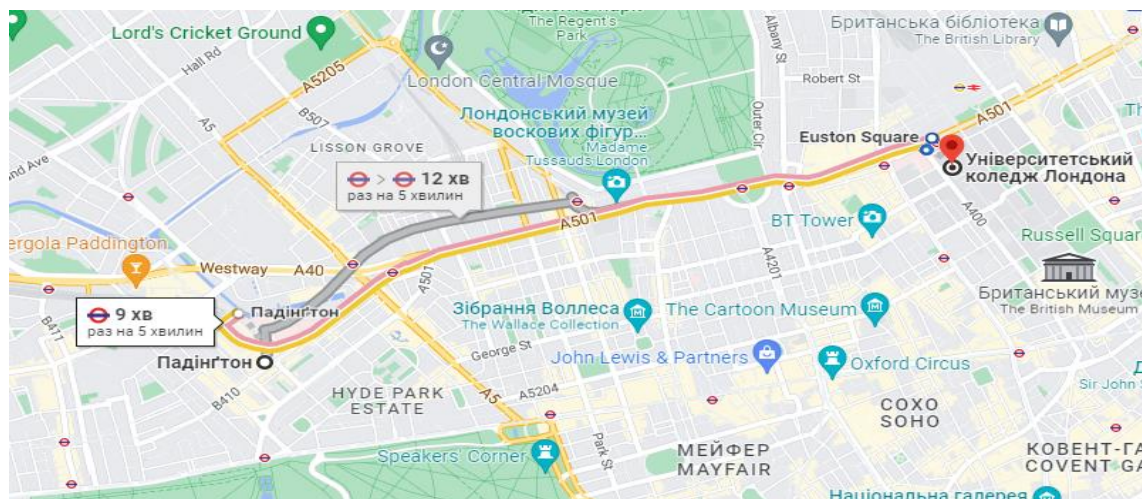


Рис. 1. - Використання метрополітену

Велосипедну інфраструктуру в Паддінгтоні надає компанія ТДЛ та Canal & River Trust [4].

Через район проходить кілька велосипедних маршрутів, у тому числі:

- Велосипедна супермагістраль 3 (CS3) – частина "Схід-Захід супермагістралі", CS3 починається на південь від Паддінгтона біля Ланкастерських воріт і проводить велосипедистів на південь через Гайд-парк до Південного Кенсінгтона. Маршрут продовжується на схід, проминаючи Гайд-парк Corner, Embankment, Blackfriars, Tower Hill і Canary Wharf на шляху до Баркінга в Іст-Енді.

- Quietway 2 (Q2) – курсує по вільних доріжках або житлових вулицях. У західному напрямку маршрут проходить безперервно та має вказівники на Бейсуотер і Ледброк-Гроув на шляху до Іст-Ектона. Маршрут у східному напрямку є незавершеним, але безперервно пролягатиме до Блумсбері через Мерілебон і Фіцровію.

- Бечівник каналу Гранд-Юніон – дорога для спільного використання, яка прямує до Маленької Венеції, Вестборн-парку та Вілледена, а потім і до Хейса. Маршрут керується компанією Canal & River Trust.

- Бечівник каналу Ріджентс – проходить вздовж каналу Ріджентса на житлових вулицях від Маленької Венеції до Ліссон-Гроув. Потім маршрут приєднується до буксирувального шляху, який прямує на схід, що забезпечує Паддінгтону пряме сполучення з Ріджентс-парком, Камден-Таун і Кінгс-Кросс [5].

Santander Cycles, лондонська система прокату велосипедів, працює в місті з док-станціями, що вигідно для районів. На рисунку 2 зображено червоними мітками станції прокату велосипедів [6].

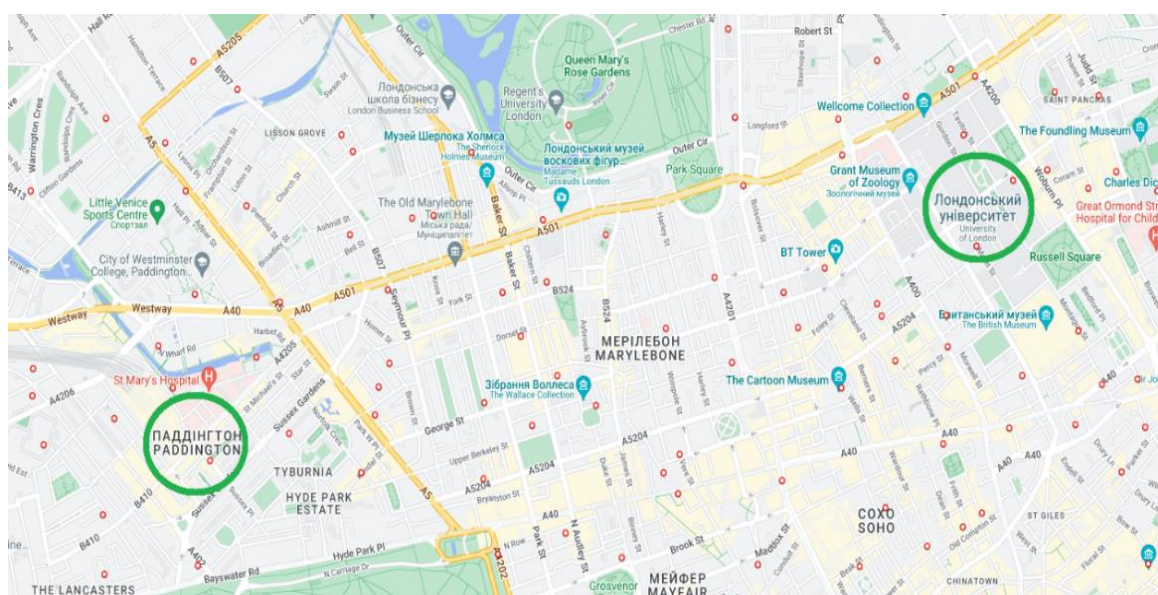


Рис. 2. - Станції прокату велосипедів

Для поїздки на велосипеді доступно 3 маршрути, що зображені на рисунку 3, з різним часом подорожі – від 16 до 19 хв, за умови, що біля кінцевої точки є станції, де можна залишити велосипед.

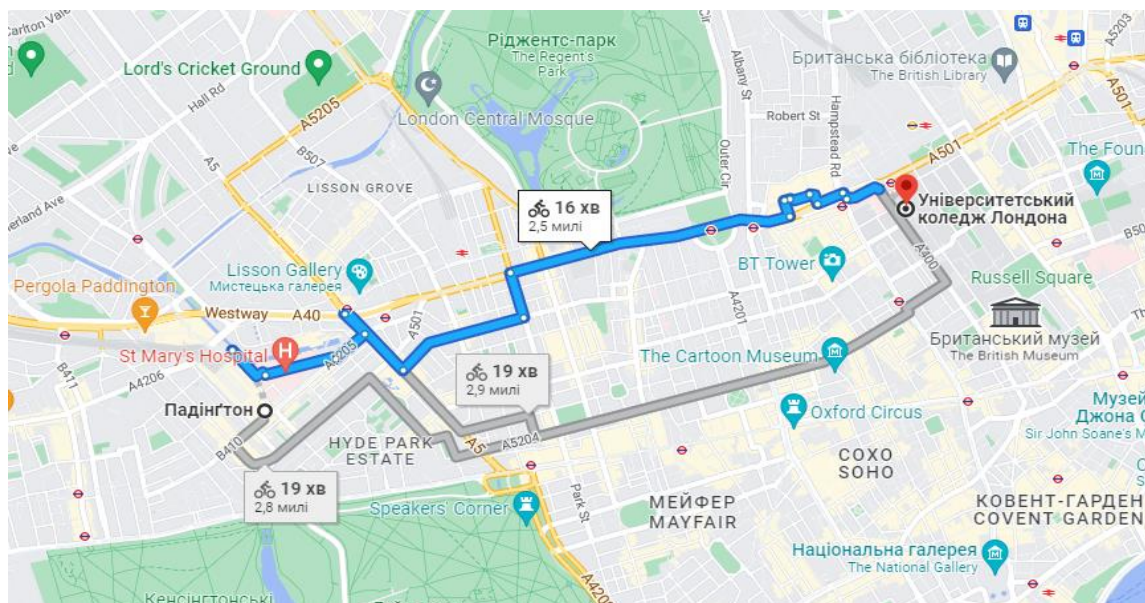


Рис. 3. - Велосипедний маршрут

Як висновок, існує багато способів заохотити людей менше використовувати приватні автомобілі та використовувати більше громадського транспорту, а також засоби мікромобільності. Використання цих засобів також може замінити подорожі громадським транспортом, забираючи пікове навантаження з системи громадського транспорту, особливо у години пік. Як для студента, найкращий вибір буде скористатися велотранспортом або піша прогулянка, так як це корисно для здоров'я та екологічно.

Література

1. Statutory corporation «Transport for London» [Електронний ресурс]. -<https://tfl.gov.uk>
2. Bicycle sharing system «Santander Cycles» [Електронний ресурс]. -
https://en.wikipedia.org/wiki/Santander_Cycles
3. UCL Faculty of Engineering Sciences [Електронний ресурс] -
https://en.wikipedia.org/wiki/UCL_Faculty_of_Engineering_Sciences
4. Paddington station [Електронний ресурс]. - <https://en.wikipedia.org/wiki/Paddington>
5. "Urban planning and construction / Cycling guidance". Transport for London. Retrieved 26 August 2018. [Електронний ресурс] - <https://tfl.gov.uk/info-for/urban-planning-and-construction/transport-assessment-guide/guidance-by-transport-type/cycling>
6. Web portal «Supercity» [Електронний ресурс]. - <https://supercityuk.com/eco-friendly-transport-london/>

Лузан С.О., завідувач кафедри «Зварювання», д.т.н., проф.
Ситников П.А., аспірант кафедри «Зварювання»
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Відомо, що під поняттям ресурс розуміють сумарне напрацювання об'єкту (механізму) від початку його експлуатації (ремонту) до досягнення граничного стану, визначеного нормативно-технічною документацією. Підвищення ресурсу деталей дозволяє отримати найбільший економічний ефект, оскільки, при незначних капітальних витратах суттєво знижуються загальні сумарні витрати, пов'язані зі створенням та експлуатацією машини. Відповідно до цього, не є виключенням і засоби транспорту, ресурс яких закладається при проектуванні, забезпечується при виготовленні, реалізується при експлуатації.

Переважну більшість деталей машин (диски, зірочки, ступиці, корпуси та ін.) виготовляють з конструкційних сталей різних типів та чавунів. Значна кількість деталей та вузлів виходять з ладу в результаті експлуатаційного зношування шару матеріалу, який складає не більше 1 % маси деталі, поблизу робочих поверхонь. Оскільки до моменту списання техніки для повторного використання шляхом відновлення є придатними від 65 до 75 % деталей, то розробка технологій зміцнювання та відновлювання зношених поверхонь деталей є актуальною.

Ефективним засобом вирішення цієї проблеми є використання технологій зміцнення поверхонь шляхом нанесення покриттів різних типів на основі композиційних матеріалів. Композиційні матеріали (КМ) – це гетерофазні матеріали, окремі фази яких виконують задані спеціальні функції. Основою КМ є матриця з введеними до неї включеннями (вміст останніх складає від 5 до 60 %).

В останні роки поряд з традиційними технологіями отримання КМ набув розвитку принципово новий напрям – самопоширюваний високотемпературний синтез (СВС). Створення КМ на основі СВС полягає у локальному ініціюванні високоекзотермічних реакцій між вихідними реагентами, що дозволяє генерувати значну кількість тепла у фронті горіння, який самостійно поширюється через всі вихідні реагенти, утворюючи продукти синтезу. Важливо зазначити, що протягом СВС-процесу тверді реагенти залишаються у твердому стані [1].

Авторами роботи було розроблено композиційний матеріал зі структурою «зміцнююча фаза – матриця» для підвищення зносостійкості деталей, що працюють в умовах абразивного зношування. Для синтезу модифікованого матеріалу були визначені наступні компоненти: Ti, C, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Al, ПТ-НА-01, з урахуванням стехіометричного співвідношення. Варто зазначити, що SiO₂ та Al₂O₃ до вихідної суміші було додано у вигляді бентонітової глини (ГОСТ 28177-79), з відповідним розподілом 58,8 % та 17,6 % масових одиниць. Після змішування вихідних реагентів було здійснено їх диспергування (механічну активацію) та таблетування (сформовано циліндричний зразок), після чого ініційовано СВС-реакцію. Отриманий спік (матеріал зміцнюючої фази) було подрібнено до порошкоподібного стану та додано у кількості 10 % до матеріалу матриці. В якості матеріалу матриці використовували самофлюсований сплав ПГ-10Н-01. Після проведення повторної механічної активації КМ {10 % (Ti-C-SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-Al-ПТ-НА-01) + 90 % (ПГ-10Н-01)} змішували з рідким склом для отримання пастоподібної маси. Отриману масу перед процесом наплавлення наносили шаром 3 – 4 мм на поверхню дослідного зразка зі сталі 45. Наплавлення здійснювали графітовим електродом діаметром 6,5 мм, при I_{зв} = 110 А на прямій полярності. У якості джерела живлення використовували зварювальний інвертор постійного струму СВ-290 НК.

За результатами випробувань на абразивне зношування в умовах тертя о закріпленні абразивні частинки (ГОСТ 17367-71) встановлено, що зносостійкість наплавленого покриття КМ {10 % (Ti-C-SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-Al-ПТ-НА-01) + 90 % (ПГ-10Н-01)} у 1,8 рази є вищою порівняно з покриттям самофлюсованим сплавом ПГ-10Н-01.

Висновки. На основі проведених досліджень підтверджено перспективність використання розробленого композиційного матеріалу КМ {10 % (Ti-C-SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-Al-ПТ-НА-01) + 90 % (ПГ-10Н-01)} для підвищення ресурсу як нових деталей машин, так і при відновлювальному ремонті.

Література

1. Лузан С.О., Ситников П.А. Захисні покриття деталей машин на основі композиційних матеріалів, отриманих з використанням самопоширюваного високотемпературного синтезу. Матеріали XX Міжнародної науково-технічної конференції «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку» / за заг. ред. В.Д. Ковальова. Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2022. С. 137.

Макарова Т.В., доцент кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.е.н., доц.
Макаров В.А., професор кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту, д.т.н., проф.
Чернега В.Ю. аспірант кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «КОЛЕСО-ДОРОГА»

Розглянуто різновекторний вплив системи «Колесо-дорога» (К-Д) під час руху автомобільного транспортного засобу (АТЗ) на навколишнє середовище шляхом створення шуму та викидів негативних речовин зі зносу шин та дороги. Привернуто увагу на актуальність формування концепції, що зменшує кількість та інтенсивність збурюючих і токсичних дій на первинну природу

Вступ. Ефективне для довкілля функціонування системи КД буде виконуватися, коли АТЗ, що рухається динамічно має можливість позбавитись від суттєвих хаотичних переміщень його елементів, компонентів (в тому числі коліс). На тепер, існує вагомий вплив невизначеності, випадковості подій на ефективності рішень: унаслідок повороту розвитку транспорту [1], геополітики, військових дій тощо.

Метою роботи є формування заходів для зниження інтенсивності негативних викидів в довкілля з контактів системи КД.

Аналіз існуючих рішень. З аналізу джерел інформації [2,3] можна виокремити наступне: важливо виконати необхідні роботи з технічних впливів для шин, та деталей, що приймають в обертальних та інших рухах. Визначені компоненти повинні бути динамічно збалансовані (врівноважені); ефект синергії може бути вдале використання у взаємному початку нерухливості елементів.

Результати дослідження. Імовірність створення визначеного ефективного функціонування системи КД може бути суттєво підвищена шляхом формування вірної концепції дій щодо досягнення результату.

Особливу увагу слід приділити визначенню наступних компонентів концепції: мети, інструментів для реалізації механізму дій; об'єктивних та прозорих критеріїв контролю ступеня досягнення мети [4]; науки принципів, за якими має будуватися концепція [2]. Доцільно виконати і представити концепцію у вигляді структурної схеми, яка в змозі візуалізувати всі її головні компоненти та зв'язки між ними у тій послідовності, що дозволяє реально використати визначену концепцію (рисунок 1). На початку структурної схеми розміщена мета концепції, якої є безпосереднє ефективне зниження рівня шуму обертання еластичних рушіїв, згідно з вимогами ЄС та зменшення викидів продуктів зносу протектора шин та дорожнього покриття, які є однаково токсичними. В цьому випадку буде використаний принцип ефективної взаємодії різних елементів системи, що вимагає структура концепції повинна бути збалансованість коштів на проектування, виготовлення та експлуатаційних витрат на еластичні рушії і дороги. Доцільно організувати взаємоконтроль між представниками автомобільного транспорту та дорожніх організацій.

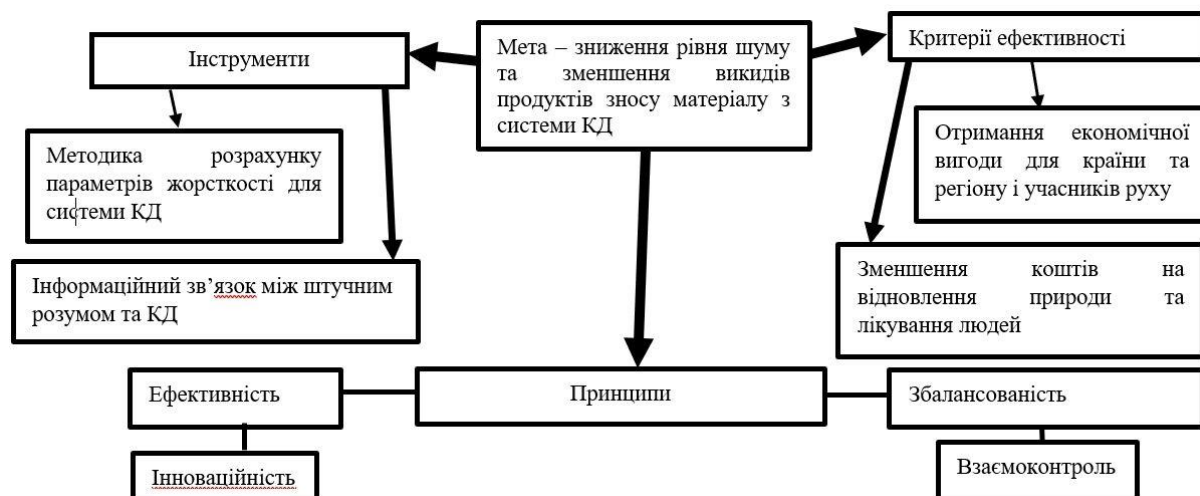


Рис. 1- Структурна схема щодо візуалізації алгоритму дослідження шуму та продуктів зносу з системи КД

Для повного завершення структури концепції необхідно сформулювати об'єктивні, для всіх очевидні, критерії оцінки ефективності досягнення мети.

Вони мають містити наступне:

- отримання економічної вигоди для країни та регіону і учасників руху;
- зменшення коштів на відновлення природи та лікування людей.

Висновки. Виконання рекомендацій концепції може дозволити підвищити ефективність функціонування системи «Колесо-дорога». Особливу увагу слід придумати розгляду ситуацій при сумісному прояві описаних принципів. Необхідно поглибити дослідження в напрямках урахування умов кочення еластичного рушія. Рационально розглянути закони розподілу випадкових характеристик шини та дороги.

Література

1. Ruth Blanck, Johanna Kresin, Stefan Klinski Umweltrecht an der HWR Berlin Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und international Beispiele. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-reformbedarf-der>.

2. Біліченко В.В. Про раціональний підхід до забезпечення запасними частинами вантажних АТП регіону/В.В. Біліченко, В.А. Макаров, Т.В. Макарова, О.П. Антонюк // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник- Луцьк, 2018. –Випуск 62.-С. 29-34.

3. Экологические основы интеллектуальных транспортных систем: учеб. пособие / Рудзинский В.В., Ильченко А.В., Мельничук С.В., Титаренко В.Е., Шумляковский В.П.; под ред. В.В. Рудзинского. – Житомир : ЖГТУ , 2014.-176с.

**Мармут І.А., доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу
автомобілів ім. проф. Говорущенка М.Я., к.т.н., доц.**
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВІРКИ ФАР ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЛИКОВИХ СТЕНДІВ

Погіршення видимості в темний час доби значно скорочує кількість інформації, яку отримує водій у процесі руху, що збільшує небезпеку. Аналіз статистичних даних підтверджує це і показує, що в темний час доби, незважаючи на зниження інтенсивності руху до 10...15% до денного, відбувається 40...60% всіх пригод [1].

Основними причинами, які погіршують умови керування автомобілем у темний час доби, є втрата орієнтації і видимості дороги через недостатню освітленість дорожнього покриття, а також осліплення при зустрічному русі автомобілів. Це залежить, насамперед, від правильної установки фар на автомобілі.

Причинами неправильної установки фар можуть бути розрегулювання в процесі експлуатації і неякісне регулювання фар через погрішності способів виміру кутів установки фар. Точність цих способів залежить від взаємної орієнтації вимірювального приладу і автомобіля у двох взаємно перпендикулярних площинах: вертикальній та горизонтальній.

Найпоширенішою є орієнтація оптичної осі вимірювального приладу у вертикальній площині паралельно опорній горизонтальній площадці. Оптичну вісь орієнтують при виготовленні вимірювальних приладів. При експлуатації подібних приладів можливе порушення положення оптичної осі через деформацію опорних стійок і появи люфтів.

Деякі вимірювальні прилади мають можливість повороту оптичної осі у вертикальній площині на невеликий кут, що дорівнює нормативному куту нахилу фар ближнього світла з європейським світлорозподілом і протитуманних фар. Кут нахилу оптичної осі регулюють настановними гвинтами і контролюють за допомогою кутоміра. Ці прилади дозволяють домагатися високої точності орієнтації у вертикальній площині.

Слід зазначити, що ДСТУ 3649:2010 [2] передбачає тверді вимоги до орієнтації оптичної осі приладу щодо напрямку руху автомобіля. На точність виміру і регулювання установки фар у горизонтальній площині значно впливає правильний вибір бази, тобто елемента автомобіля, що визначає напрямок його руху та взаємне положення вимірювального приладу і автомобіля.

Існує кілька підходів до вибору бази. Перший підхід полягає в скороченні часу на орієнтацію. Вимірювальний прилад орієнтують щодо поздовжньої осі автомобіля або осі передніх коліс. Точність орієнтації становить при цьому $\pm 0,40^{\circ}$.

Найбільш принциповим є другий підхід, що полягає в підвищенні точності орієнтації. Розглянемо автомобіль класичної компоновки (із заднім ведучим мостом). Вимірювальний прилад орієнтують щодо осі заднього моста. Відомо, що напрямок прямолінійного руху автомобіля визначається лінією, перпендикулярною до осі заднього моста. Якщо ходова частина автомобіля не має порушень геометричних параметрів, то ця лінія паралельна поздовжній осі автомобіля. Однак в експлуатації часто зустрічаються автомобілі з кутівими зсувами задніх мостів. У цих випадках напрямок руху не збігається з поздовжньою віссю автомобіля і визначається з достатнім ступенем точності перпендикуляром до осі заднього моста.

Принцип орієнтації оптичної осі вимірювального приладу в горизонтальній площині щодо осі ведучого моста закладений у конструкції окремих вимірювальних приладів, наприклад мод. 7523, ПФ-72 (розробка ХНАДУ). Вимір кутів установки фар за допомогою приладу ПФ-72 припускає установку ведучих коліс автомобіля на роликовому стенді та орієнтацію оптичної осі приладу перпендикулярно осям роликів, а отже, і осі задніх (передніх) коліс. Прилад переміщують у поперечному напрямку по твердих напрямних, паралельним осям роликів. Цим прискорюється процес орієнтації та досягається висока точність виміру кутів установки фар у горизонтальній площині.

На точність виміру кутів у вертикальній площині великий вплив роблять деякі особливості взаємодії коліс із роликами стенда. При перевірці фар різних автомобілів, що відрізняються базою, діаметром і твердістю шин, осі передніх і задніх коліс займають по висоті неоднозначні положення. Напрямок світлового пучка фар при цьому зміщується нагору на невизначений кут, що знижує точність виміру кутів у вертикальній площині.

Щоб усунути похибку при орієнтації оптичної осі приладу, необхідно його вимірювальний блок повернути додатково на кут, який дорівнює куту поздовжнього нахилу кузова автомобіля. Нахил кузова залежить від геометричних параметрів автомобіля і стенда (розмірів і відносного розташування роликів).

Щоб забезпечити безперешкодний в'їзд автомобіля на стенд і з'їзд із його, а також скоротити довжину розгорнутої станції, стенд виконаний несиметричним (задні ролики встановлені вище передніх), а з'їзні апарелі – похилими. Перевірка фар здійснюється при похилому положенні автомобіля (рис. 1а).

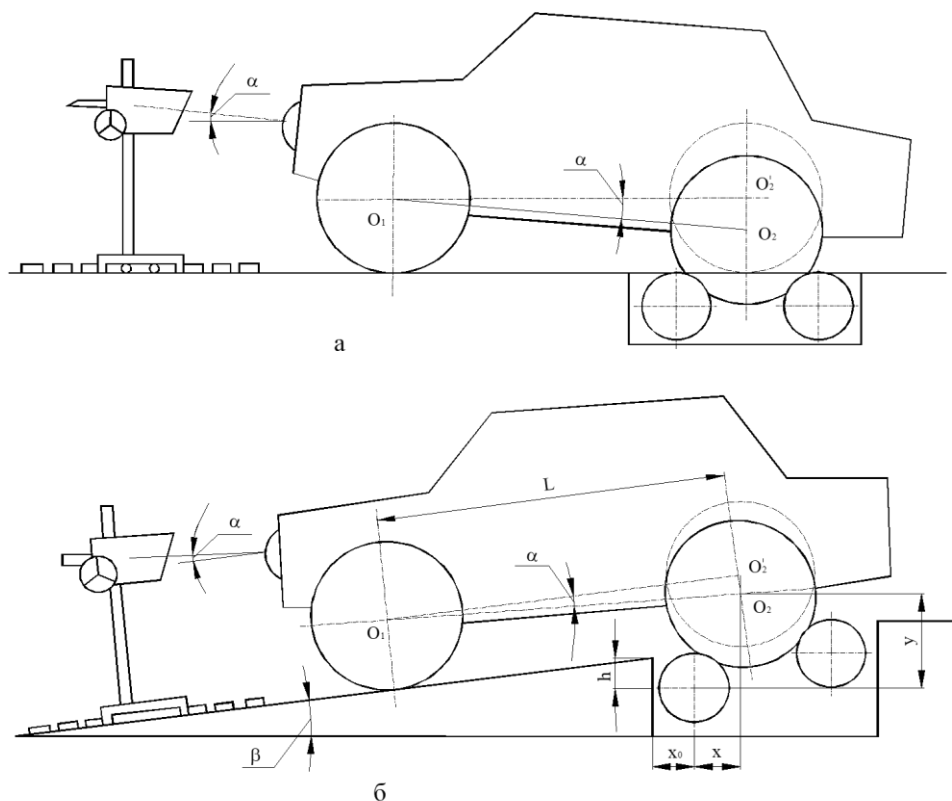


Рис.1 – Положення автомобіля із заднім ведучим мостом при перевірці фар на стенді (а) і на пересувній діагностичній станції ПДС-Л (б)

Конструкції стенда, розбірної естакади станції ПДС-Л (розробка ХНАДУ) та модернізованого приладу «Lumatest 25 NET NR Hofmann» [3] забезпечують їхній твердий зв'язок і точну орієнтацію оптичної осі приладу перпендикулярно осям роликів і паралельно площини похилого положення автомобіля, що однозначно визначається координатами осей передніх і задніх коліс O_1 і O_2 (рис. 1б).

Щоб спростити орієнтацію приладу у вертикальній площині, досить визначити кут α з рішення трикутника $O_1O_2O_2'$, вважаючи вершину O_1 центром повороту автомобіля:

$$\alpha = \arcsin(O_2'O_2/L). \quad (1)$$

Величину $O_2'O_2$ знаходимо з рис.1б:

$$O_2'O_2 = r_{ст} - (y - h + (x_0 + x) \cdot \operatorname{tg}\beta) \cos \beta. \quad (2)$$

Статичний радіус шини під навантаженням визначаємо за формулою

$$r_{ст} = r_0 - G^3 K_z / (9,81 \cdot 10^{-2} + p_w), \quad (3)$$

де r_0 – радіус шини без навантаження, мм;

K_z – постійний коефіцієнт, що характеризує еластичність шини в нормальному напрямку;

$G = G_k \cos \beta$ – нормальне навантаження на колесо, Н;

p_w – внутрішній тиск повітря в шині, Н/мм².

Точність заміру p_w наявними приладами становить $\pm 0,01$ Н/мм² ($\pm 0,01$ МПа) або $\pm 6\%$ (для легкових автомобілів).

Рівняння (1) з урахуванням рівнянь (2) і (3) запишемо в наступному вигляді:

$$\alpha = \arcsin(r_0 - (G_k \cos \beta)^{\frac{3}{4}} K_z / (0,981 + p_w) - (y - h + (x_0 + x) \operatorname{tg} \beta) \cos \beta) / L.$$

Координати осі колеса O_2X та Y визначаємо з рішення трикутника $O_3O_2O_4$ (рис. 2).

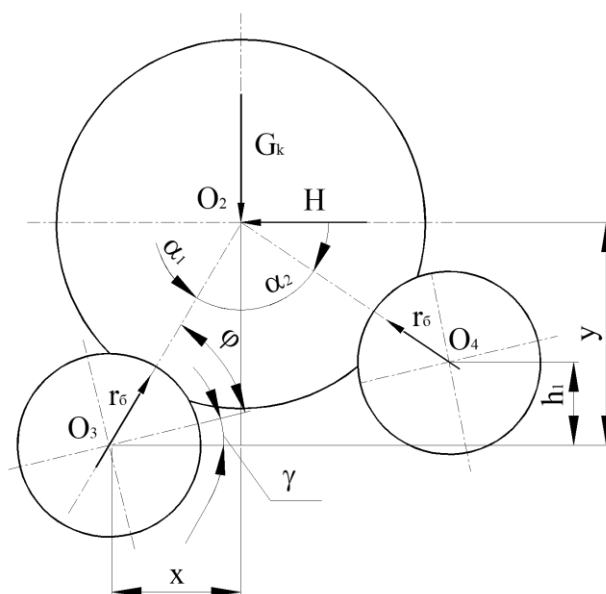


Рис. 2 – Схема визначення координат осі задніх колес

Бічні сторони:

$$O_3O_2 = r_6 + r_0 - N_1^{\frac{3}{4}} \cdot K_z / (0,981 + p_w); \quad (4)$$

$$O_2O_4 = r_6 + r_0 - N_2^{\frac{3}{4}} \cdot K_z / (0,981 + p_w); \quad (5)$$

За результатами експериментів встановлено, що коефіцієнт K_z залежить від криволінійності опорної поверхні. Для подальшого аналізу допустимо, що співвідношення $1,235 \cdot K_z$ характерно для усіх шин легкових автомобілів.

Сили N_1 та N_2 визначаються з рівняння моментів щодо осей роликів:

$$N_1 = (G_k \operatorname{tg} \alpha_2 + H) \cos \alpha_2 / \sin(\alpha_1 + \alpha_2); \quad (6)$$

$$N_2 = (G_k \operatorname{tg} \alpha_1 - H) \cos \alpha_1 / \sin(\alpha_1 + \alpha_2). \quad (7)$$

Значення кутів α_1 та α_2 можна знайти із трикутника $O_3O_2O_4$ (рис. 2). Для того, щоб при масовій перевірці фар не коректувати положення вимірювального блоку на кут α , розрахований для кожної конкретної марки автомобіля, можна зафіксувати його за середнім значенням $\alpha = 0,33^\circ (20')$.

Висновки. Розглянутий варіант орієнтації оптичної осі приладу для перевірки фар за допомогою роликового стенду дозволяє підвищити точність їх діагностування. Це у значній мірі дозволяє забезпечити безпеку руху автомобіля у темний час доби.

Література

1. Резник В.М. Аварійність на дорогах України у 1999 році (коментар до матеріалів УДАї МВС України) // Автошляховик України. – 2000. – №4. – с.44-47.
2. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – III, 28 с. – (Національний стандарт України).
3. Автотехніка (обладнання для СТО). Режим доступу: <http://surl.li/dfnwt>. Дата звернення: жовтень 04, 2022.

Мельничук О.І., студентка групи ТКС-21м, факультет
інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Вінницький національний технічний університет

УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ СПЕЦАВТОМОБІЛІВ – СМІТТЕВОЗІВ НА ОСНОВІ ДАТЧИКА МАЛИХ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

У процесі життєдіяльності людини утворюються тверді побутові відходи (ТПВ) (харчові відходи, макулатура, скло, метали, полімерні матеріали тощо) і накопичуються у жилих будинках, закладах соціальної культури, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах. Особливістю ТПВ є те, що вони є змішаними, тобто сумішшю компонентів. Поділ на окремі складові частини компонентів ТПВ називається морфологічним складом. Змішування ТПВ відбувається на стадії їх утворення, зберігання, перевезення та захоронення. Це призводить до утворення шкідливих хімічних сполук, що забруднюють ґрунтові води та атмосферне повітря.

Основною метою дослідження є створення діючої моделі цифрового приладу, поведження з твердими побутовими відходами для координації дій місцевої влади, суб'єктів господарювання та активізація населення для забезпечення реалізації загальнодержавної програми поведження з твердими побутовими відходами та державної політики в цій сфері, яка спрямована на підвищення ресурсозбереження, зменшення шкідливого впливу відходів на навколишнє природне середовище і здоров'я людей, створення умов щодо роздільного збирання з метою збільшення ресурсо-сировинного потенціалу та зменшення обсягів утворення відходів.

Ефективне збирання ТПВ [1-5] забезпечує безпечну контейнеризацію і запобігає їхньому розкиданню під час транспортування спецавтомобілями – сміттєвозами [6-10]. Ефективність збирання залежить від ступеня ущільнення відходів: що вище рівень ущільнення, то більшу кількість відходів можна перевезти [11].

Для використання можна розглядати два види сміттєвозів для збирання відходів: сміттєвози з боковим і сміттєвози із заднім завантаженням. Однак сміттєвози із заднім завантаженням мають більший об'єм для перевезення відходів і досягають більшого рівня ущільнення, ніж сміттєвози з боковим завантаженням [12, 13]. На додаток сміттєвози із заднім завантаженням краще підходять для розвантаження рекомендованих євроконтейнерів для зберігання відходів об'ємом 1,1 м³. У наявності є два різні види сміттєвозів для збирання відходів із заднім завантаженням: стандартні сміттєвози із заднім завантаженням з рухомих формоутримувачем і сміттєвози з роторним заднім завантаженням. Автомобілі європейських виробників для збирання відходів з роторним заднім завантаженням є у наявності, але їхні закупівельна ціна і вартість обслуговування високі. Для використання рекомендовано стандартні автомобілі для збирання відходів із заднім завантаженням, які збирають на основі російських/білоруських шасі та з рухомих формоутримувачем, оскільки вони гарно працюють в умовах України та доступніші за ціною, ніж автомобілі з роторним барабаном [14, 15].

Для покращення роботи комунальної техніки запропоновано діючу модель цифрового приладу, який дозволяє з високою точністю вимірювати малі лінійні переміщення робочих органів сміттєвоза з виведенням результатів вимірювань на екран комп'ютера в реальному часі та мінімальними ресурсними затратами. Принцип дії датчика малих лінійних переміщень засновано на муаровому ефекті. Муаровий ефект – це інтерференційний візерунок, утворений при накладенні двох періодичних сітчастих малюнків, решіток або решітчастих малюнків. Елементи двох малюнків, які повторюються, слідує з дещо різною просторовою частотою і, накладаючись один на одного, утворюють темні і світлі муарові смуги. В моделі датчика використовувались решітки з непрозорими (чорними) і прозорими смугами. При переміщенні однієї з решіток відносно іншої або при повороті на певний кут виникає переміщення областей перекриття з певною періодичністю. При малих відносних переміщеннях решіток виникає суттєво більше переміщення самих областей перекриття, що і дозволяє їх фіксувати [16]. Фіксація переміщення муарових областей здійснюється за допомогою двох оптронів з відкритим каналом. У демонстраційній моделі зміщення решіток на 0,5 мм призводить до зміщення інтерференційної картини на 9,3 мм. Структурна схема датчика складається з трьох основних частин: блоку комутації з персональним комп'ютером, блоку зчитування стану оптоелектронних пар та блоку комутації оптоелектронних пар (рис. 1).

Дві оптоелектронні пари використовувались для визначення напрямку переміщення. Блок зчитування стану оптоелектронних пар фіксує послідовність зміни станів оптронів. Залежно від того, який із оптронів першим змінив свій стан, фіксується напрям переміщення решітки. З блоку зчитування через блок комутації з ПК на комп'ютер надходить команда збільшити/зменшити показ лічильника переходів, який рахує, скільки муарових плям (світлих або темних) зафіксували оптрони. На комп'ютері у цей час

працює програма, що сприймає команди від приладу. Результат підрахунку лічильника переходів множить на 0,5 мм, далі отриманий поточний результат виводиться на екран комп'ютера. Точність вимірювань визначається просторовим періодом решітки. Загальний вигляд діючої моделі датчика лінійних переміщень на муаровому ефекті представлений на рис. 2.

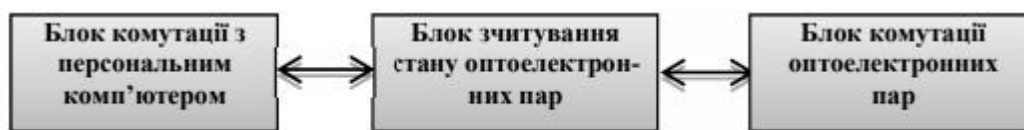


Рис. 1 – Структурна схема датчика малих лінійних переміщень на муаровому ефекті



Рис. 2 – Загальний вигляд діючої моделі датчика лінійних переміщень на муаровому ефекті

Діюча модель датчика лінійних переміщень на муаровому ефекті може бути встановлена на панелі техніки для поводження з ТПВ. Будівельні і ремонтні відходи [17, 18] завеликі, щоб їх розміщувати у контейнерах для зберігання побутових відходів, і в будь-якому разі потребують окремого управління. Ці відходи повинні збиратися на запит від мешканців та юридичних осіб з використанням спеціально обладнаних транспортних засобів (контейнерних смітєвозів) і контейнерів, як показано на рис. 3 [19, 20].



Рис. 3 – Контейнерний смітєвоз із гачковим автоматом підйому для контейнерів об'ємом 8 м³ для збирання великогабаритних відходів

Висновки. Запропоновано діючу модель цифрового приладу, який дозволяє з високою точністю вимірювати малі лінійні переміщення робочих органів смітєвоза з виведенням результатів вимірювань на екран комп'ютера в реальному часі та мінімальними ресурсними затратами. Основними причинами складної ситуації, пов'язаної із збиранням, використанням, утилізацією, захороненням відходів є: недостатньо розвинена система збору та заготівлі вторинних ресурсів; у більшості випадків економічна неефективність використання переробки та утилізації твердих побутових відходів; відсутність системи управління та контролю за утворенням, перевезенням, розміщенням та утилізацією відходів. Поводження

із твердими побутовими відходами на основі роздільного їх збору дозволить зменшити обсяги відходів, що потрапляють на сміттєзвалище та збільшити обсяг їх залучення у народне господарство як вторинної сировини, що є важливою складовою раціонального природокористування. Важливим є впровадження ресурсозберігаючих технологій і також перехід до маловідходних виробництв, що в цілому покращить екологічну ситуацію, яка склалася в нашій країні.

Література

1. Попович В.В., Бучковський А.І., Попович Н.П. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста. Вісник ЛДУ БЖД. 2013. № 8. С. 166-171.
2. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза. Промислова гідравліка і пневматика. 2011. № 34 (4). С. 80-83.
3. Berezyuk O.V., Savulyak V.I. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities. TENNOMUS. Suceava, Romania, 2015. No. 22. P. 345-351.
4. Березюк О.В. Підвищення довговічності сміттєвозів. Тези доповідей V-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 1-2 грудня 2017 року. Ч. 1. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 65-66.
5. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
6. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттєвозів у середовищі "місто-сміттєзвалище", Науковий вісник НЛТУ України, Т. 27, № 10, 2017, с. 111-116.
7. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Промислова гідравліка і пневматика. 2017. № 3 (57). С. 65-72.
8. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза. Проблеми тертя та зношування. 2015. № 3 (68). С. 45-50.
9. Березюк О.В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
10. Berezyuk O., Savulyak V. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart. Technical Sciences. 2017. No. 20 (3). P. 259-273.
11. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі. Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2. С. 14-18.
12. Березюк О.В. Регресія параметрів управління приводом робочих органів навесного подметального обладнання мусоровозів. Інноваційне розвиток територій: Матеріали 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. Череповец: ЧГУ, 2016. С. 58-62.
13. Березюк О. В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Вісник машинобудування та транспорту. 2015. № 1. С. 3-8.
14. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі. URL: <https://www.stu.cn.ua/media/files/conference/zbirnik14.pdf>
15. Стратегія поводження з твердими побутовими відходами у субрегіоні «Західний Донбас». URL: http://www.pavl.dp.gov.ua/OBLADM/pavlograd_rda.nsf/a57ed39423da8150c2257424002d84e8.
16. Білинський Й.Й., Білинська М.Й., Кухарчук В.В. Патент 68904 А Україна. МПК G01H 9/00. Пристрій вимірювання амплітуди малих лінійних переміщень; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. Опубл. 16.08.04, Бюл. № 8.
17. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. Харків: НТУ "ХПІ". С. 381.
18. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламосолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості. Тези доп. XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", 18-20 травня 2015 р. Харків: НТУ "ХПІ", 2015. С. 209.
19. Алтунина М.С. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта кузовных мусоровозов» дис. к.т.н., Новочеркасск, 2015.
20. Свояк Н. І. Інвентаризація сміттєприймальних майданчиків міста Черкаси. Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. 2013. № 2. С. 150-157.

**Митко М.В., старший викладач кафедри автомобілів і
транспортного менеджменту, к.т.н.**
**Пономарьова Г.В., магістрантка кафедри автомобілів і
транспортного менеджменту**
Вінницький національний технічний університет

АГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ ПНЕВМОПІДВІСКИ АВТОБУСІВ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» НА КІЛЬКІСТЬ ВІДМОВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Для надійності дослідження пневмопідвісок та практичної апробації їх результатів по обслуговуванню та ремонту транспортних засобів (ТЗ), було розглянуто вплив опадів на параметри потоку відмов в умовах експлуатації пневмопідвісок автобусів. Враховано температуру повітря, яка може бути нижче 0 °С, що є характерним для Вінницького регіону. Згідно даних кліматичних і гідрологічних умов, середній клімат області може бути від - 6 °С до + 19 °С. Для цього і враховуються різні умови експлуатації елементів підвіски при їх механічній взаємодії на різні несправності пневмобалонів та зміні температурних режимів в умовах експлуатації. Наприклад різке потепління або охолодження.

Розгляд даного питання враховує закономірність впливу сезонних робіт на надійність пневмопідвіски автобусів великого класу [5]. Розглянуто закономірність моделі, де описується ступінь моделі та пропонується перехід з багатфакторних моделей в однофакторні. При цьому потрібно використовувати змішані ефекти, які між собою можуть перемножуватися та отримати коефіцієнти з позначенням нових сил.

Для розробки імітаційної моделі, моделі надійності пневмопідвісок автобусів на кількість відмов під час експлуатації, може мати такий вигляд, який визначається за формулою:

$$\lambda = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 D^{A_4}, \quad (1)$$

де $A_0 \dots A_4$ – параметри моделі (емпіричні коефіцієнти);

t – середня місячна температура, °С;

D – частка днів із опадами за місяць.

Далі потрібно вивчити, на скільки необхідно використовувати змішані ефекти. Для цього потрібно порівняти модель головних ефектів із моделлю зі змішаними ефектами після проведеного модельного експерименту.

Розробкою імітаційної моделі, при вивченні даної системи, розглядається ефективність автомобільного транспорту, яка залежить від умов його експлуатації, що змінюються згідно сезону пори року під час роботи автобусів. Найбільший ступінь температури повітря, залежить від кількості опадів, а також дорожніх умов експлуатації.

При суттєвих змінах сезонних природно-кліматичних умов, відомчі методи планування для технічного обслуговування (ТО) та ремонту (Р) можуть не дозволяти забезпечити заданий рівень працездатності у ряді випадків, таких як: нормативи дотримання ресурсу елементів транспортних засобів, витрати запасних частин можуть не відповідати довговічності, що реалізується, і фактичним витратам; нормативи періодичності ТО можуть не задовільняти коефіцієнта заданої технічної готовності; нормативні параметри виробничо-технічної бази можуть не відповідати потребам у виробничих площах, постах ТО та ремонту.

Це пояснюється тим, що теоретичні основи систем, які застосовуються при ТО та ремонті, їхня методика, може не докінця враховувати зміни, які виникають внаслідок різких природно-кліматичних умов. Таким чином, нормування витрат запасних частин виконується на транспортному засобі (автобусі) на рівні напрацювання, а якщо оцінювати по підприємству (АТП) – по часу. Перераховані недоліки можуть впливати на точність при розрахунках, де сила впливу може залежати від варіації природно-кліматичних умов, які розтягнуться в часі.

В зв'язку з цим і проводяться дослідження, які дозволять розробити сукупність теоретичних положень, а також адекватно інтерпретувати та змодельовати процеси зміни якості транспортних засобів та їх груп із урахуванням сезонної варіації умов та інтенсивності експлуатації, а також розробити практичні методи підвищення ефективності використання рухомого складу.

Частиною попередньо вказаних досліджень є вивчення надійності елементів підвіски автобуса в умовах Вінницької області, яка відповідним чином впливає на технічну характеристику надійності автобуса, від якої залежить комфорт та безпека пасажирів під час експлуатації ТЗ. В будові автобуса,

конструктивно застосовується пневмосистема, яка основана на пневмобалонах, а в зимовий період, для пневмобалонів, відповідно, може виникати більша кількість відмов, порівняно із літнім періодом часу. А це в свою чергу, може призвести до додаткової потреби в запасних частинах. Тому для зменшення простоїв автобуса на відсутність запасних частин та усуненні залишкових запасів, необхідно зрозуміти закономірності формування виходу із ладу пневмопідвісок автобусів великого та середнього класу, а також врахувати вплив сезонних варіацій під час експлуатації, що дозволяє удосконалити на цій основі методику визначення в потребах запасних частин до автобусів.

На першому етапі досліджень було встановлено повний перелік факторів, які можуть впливати на надійність систем підвіски. Потім проведено попередній відбір, на основі результатів, які раніше були виконані у вигляді досліджень та запропонована гіпотеза, про перелік визначних факторів. Кінцевим результатом є впровадження рекомендованих результатів, на основі даного експерименту, які запропоновані для подальшого використання в КП «Вінницька транспортна компанія» для автобусів великого та середнього класу.

Розроблена структура досліджуваної системи та впроваджено загальну схему імітаційної моделі системи керування заснами частинами, на основі базових моделей формування якості на транспортних засобах.

Оскільки, умови експлуатації автобусів змінюються в часі випадковим чином, то для визначення кількості відмов, у різні періоди року необхідно застосувати імітаційну модель. Алгоритм даної імітаційної моделі зображено на рисунку 1.

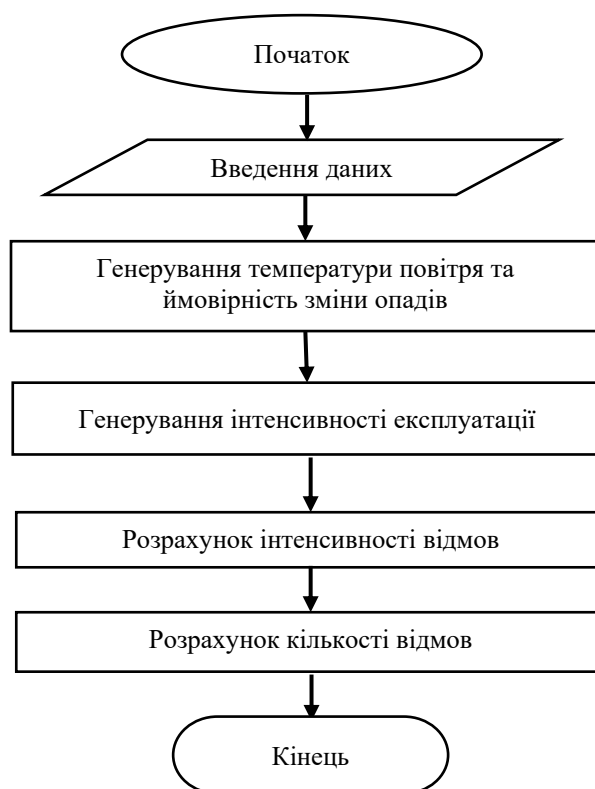


Рис. 1 – Алгоритм імітаційної моделі впливу сезонних змін температури навколишнього середовища на кількість відмов під час експлуатації пневмопідвіски автобусів

Спочатку задається кількість річних циклів для моделювання, потім поточні номери року, місяця та дні, які отримують відповідні значення чисел. Потім відбувається генерування значень температури повітря та ймовірність зміни опадів, а також пробіг автобусів.

Слідуючим етапом генерується інтенсивність відмов пневмобалонів, а отримані значення перемножуються на інтенсивність експлуатації та кількість автобусів для розрахунку кількості можливих відмов.

Випадкові компоненти температури повітря, опадів та інтенсивності експлуатації автобусів формують випадковість компонентів по кількості відмов. А отримані дані, згідно моделі розподіляють на кількість відмов та дозволяють оцінити не тільки середню потребу в заміні пневмобалонів по місяцям року, але і

знайти рішення про запас пневмобалонів на період, який дає можливість ймовірності запасу запасних частин, щоб виключити простій автобуса.

Висновки. При дослідженні фізичних процесів, які відбуваються в будові пневмобалонів, що виготовлені із різних матеріалів, потрібно сказати, що на них впливає ряд різних навколишніх факторів. Між ними встановлена взаємодія фізичного стану матеріалу пневмобалона та рівень його надійності. Визначено фактори, які найбільш суттєво впливають на надійність пружних елементів підвіски. Розроблена імітаційна модель навколишнього середовища та інтенсивності опадів на кількість відмов пневмопідвіски автобусів.

Література

1. В.В. Біліченко. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту: [навчальний посібник] / В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, С.О. Романюк, Є.В. Смирнов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 182 с.
2. Виробничі системи на транспорті: [навчальний посібник] / За ред. І.П. Курнікова. – К.: ІЗМН, 1999.- 181 с.
3. Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). // В двух частях. Часть 1. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 255 с.
4. В.Є. Канарчук, І.П.Курніков. Виробничі системи на транспорті: Підручник. К.: Вища шк.,1997. – 359 с.
5. А.В. Мальшаков. Влияние сезонных условий на надежность пневмоподвески автобусов большого класса/ А.В. Мальшаков // Транспортные и транспортно-технологические системы Тюмень, 2014. – С.164- 167.
6. М.В. Митко. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / М. В. Митко. – Київ, 2019. – 20 с.
7. М.В. Митко. Удосконалення структури виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2018. Випуск №6 (141). С. 104–110.
8. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: [навчальний посібник] / За ред. С.І. Андрусенка. Київ : Каравела, 2009. – 368 с.

Ocheretnyi V.P., associate professor of the Department of Civil Engineering, Urban Planning and Architecture, Ph.D., Assoc.
Olenyuk A.P., student of the department of construction, urban planning and architecture
Vinnitsia National Technical University

ELECTRIC CAR AS A TYPE OF FUTURE TRANSPORT

We all imagine the car of the future differently. For some, it must fly, and for others it should just move. But we all guess that the car of the future will not be an ordinary car in our understanding. They will most likely be replaced by electric motors or new engines on alternative fuels, such as hydrogen. After all, the main sign of the progress of cars is strict environmental regulations [1].

The relevance of the study is to determine the main advantages and disadvantages of electric cars, as well as directions for the wide implementation of electric cars in Ukraine. According to statistical studies, the market of electric cars for 2022 shows high growth, namely - 37 percent. The global fleet of environmentally friendly cars now totals about 9.9 million, while the Ukrainian fleet has only 35,763 electric cars. Therefore, the problem of introducing electric cars in Ukraine arises.

Of course, at the moment, electric cars cause the least damage to the environment. Currently, insufficient attention is paid to electric cars in Ukraine. M. M. Dmitriev, V. V. Kukhtyk, I. O. Kukhtyk emphasize the urgency of introducing electric cars in Ukraine for widespread use. According to the authors, the widespread use of electric vehicles will contribute to solving many environmental issues. The problem for potential buyers of electric cars is the price of the cars themselves, their maintenance and the cost of spare parts. But other ways of switching to the most ecological mode of transport are also possible. Scientists claim that today the most optimal option for minimizing the costs of manufacturing an electric car is the conversion of a serial car. The use of electric cars will also have a significant economic effect for their owners.

Modern trends in the automotive industry in the world are aimed at ensuring economy, environmental friendliness and ease of use of road transport. Today, electric cars are widely purchased in the European Union. They allow the owners to save on fuel, and the state - on compensation for the consequences of environmental pollution. This type of transport appeared relatively recently, but has already managed to prove itself well [1]. In Ukraine, electric cars are just beginning to gain popularity. Drivers are attracted by the lower costs of operating cars. However, the main problems preventing the spread of electric vehicles remain. Among them, the lack of a network of recharging stations and a sufficient number of specialists for their maintenance, the cost of purchasing an electric car, the lack of.

Electric cars have already gained popularity due to the following advantages: their efficiency is up to 95%; an electric car does not need fuel, lubricants and cooling materials, it does not emit harmful CO₂ emissions; the use of an electric motor helps to reduce noise and simplify the design of the car; an electric car is less fire-explosive dangerous; it can be charged from a regular home network.

The electric motor does not emit harmful substances. But here the question arises about the production of this energy. It is desirable that alternative renewable sources be used for this. But it is not yet possible to realize this in full. And this already leads to the disadvantages of electric cars.

According to the Ministry of Infrastructure, as of November 1, 2021, the Ukrainian charging network for electric vehicles included 3,244 stations with 7,661 terminals. Of them, high-speed (power over 22 kW) – 1,835 units, i.e. 24%. Other 5826 units 76 % – ordinary terminals with a capacity of up to 22 kW. Taking into account the number of electric vehicles registered in the country - 31,187 units. as of 01.11.2021 - 4 units for each terminal. The Netherlands boasts the same indicator among European countries, while neighboring Poland has 7 electric cars per terminal.

In addition, the use of electric vehicles has some disadvantages: significant consumption of battery charge at low temperatures; limited speed and range between recharging; significant time spent on fully charging the battery and the problem of disposing of a faulty battery; danger for pedestrians due to the quiet operation of the electric vehicle.

Conclusions. Thus, it can be concluded that the production and sale of electric cars is relevant, since there is a potential demand for such products from consumers. This is due to such factors as its economy, environmental friendliness and ease of use. State support for eliminating these mentioned shortcomings and the popularization of electric cars in Ukraine will make this type of transport affordable and convenient to use in the near future.

Literature

1. Дмитрієв М. М. Електромобілі в Україні як засіб покращення екологічної ситуації: проблеми та перспективи [Електронний ресурс] / М. М. Дмитрієв, В. В. Кухтик, І. О. Кухтик // Вісник Національного транспортного університету. - 2011. - No 22. - С. 10 – 19.

**Палагнюк Д.М., студент групи ТКТ-18б, факультет
інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Гринчук В.В., студент групи ТТК-18м, факультет
інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Вінницький національний технічний університет**

GPS-МОНІТОРИНГ ЗА ЗБОРОМ ВІДХОДІВ СПЕЦАВТОМОБІЛЯМИ – СМІТТЄВОЗАМИ

В останні роки в містах України спостерігається загострення проблеми утворення, накопичення і збирання множини різноманітних екологічно небезпечних відходів промислового [1, 2] і побутового характеру [3, 4].

Варто зауважити, що особливостями України є низька культура поведінки суспільства з твердими побутовими відходами, відсутність обґрунтовано розташованих місць роздільного їхнього збирання та, зокрема, відсутність методичного обґрунтування до побудови системи збирання твердих побутових відходів, що робить актуальним завданням формування просторової структури мережі їхнього збору та розвитку супутникового моніторингу за збором відходів. З урахуванням того, що елементами мережі є пункти збирання твердих побутових відходів різного обсягу, маршрути вивезення, а також низькі різнопланові вимоги, що висуваються до місць розташування пунктів, то завдання формування просторової структури мережі збору твердих побутових відходів набуває ознак системності, що у свою чергу вимагає оперативного контролю за спецавтомобілями – сміттєвозами [5-8].

Відомо, що від 15% палива, яке отримуються підприємствами, що займаються вивезенням відходів, використовуються не за призначенням. Саме тому в містах з розвиненим спецавтогосподарством існує гостра проблема, пов'язана з організацією роботи сміттєвозів. Справа в тому, що водії часто грішать тим, що роблять злив палива, що несе прямі збитки комунальним службам. А забезпечувати контроль роботи транспорту часом буває неможливо, оскільки загальна протяжність рейсу тільки одного сміттєвоза може становити сотні кілометрів в день і тому витрата палива залишається неврахованими. Крім цього існує ще ряд моментів, які негативно позначаються на роботі сміттєвозів, до них можна віднести, наприклад, або заробітки водієм на стороні, або елементарні пропуски точок з контейнерами. Всі ці проблеми здатні вирішити моніторинг. Адже тільки GPS стеження дозволить в реальному часі здійснювати контроль роботи сміттєвоза, а саме здійснювати контроль маршруту, швидкості, і контроль витрати палива. Разом з тим можна буде побачити, де і коли сміттєвозом був завантажений контейнер, в якому накопичені тверді побутові відходи. Все це говорить про те, що GPS моніторинг буде вкрай корисний для служб, що займаються прибиранням міста, оскільки супутникове стеження здатне різко піти їм на користь. Для взаємодії елементів, що беруть участь у дорожньому русі (транспортні засоби, дорожні знаки, світлофори, системи контролю і безпеки тощо) використовуються стільникові мережі 3G, 4G, LTE, бездротові технології передачі даних такі як: Wi-Fi, Bluetooth, LoRa, NB-IoT, різні модулі і датчики, наприклад, RFID, GPS / ГЛОНАСС та інші. У великих населених пунктах важливо виконувати план вивезення відходів вчасно для надання якісніших послуг [9, 10]. Ці проблеми можливо вирішити за допомогою сучасних електронних технологій, зокрема супутникового моніторингу, який широко використовується в багатьох галузях людської діяльності.

Практично всі компанії, які мають парк транспортних засобів намагаються здійснювати контроль за всім, що пов'язано з експлуатацією автомобілів. Перелік того, що може зацікавити подібний контроль, досить великий. Основні можливості систем моніторингу сміттєвозів:

- Контроль палива. Будь-яка транспортна компанія з впевненістю може сказати, що однією з найбільш витратних частин для неї є витрата палива. Підвищені витрати палива можуть бути викликані двома основними причинами: або порушенням експлуатації транспортного засобу, або недобросовісними маніпуляціями водія або інших осіб з обслуговуючого персоналу.

- Контроль функціональних вузлів транспортного засобу. Система моніторингу дозволяє здійснювати контроль функціональних вузлів транспортного засобу: відкриття і закриття вантажного відсіку, дані тахометра, акселерації, екстрене гальмування.

- Блокування двигуна. Система GPS моніторингу дозволяє віддалено блокувати транспортний засіб у разі викрадення або іншої позаштатної ситуації.

- Двосторонній голосовий зв'язок. Водій транспортного засобу з встановленим обладнанням GPS моніторингу може здійснювати двосторонній голосовий зв'язок з диспетчером.

Аналіз літературних джерел показав, що тільки із використанням сучасних технологій моніторингу, пресування та можливість їх застосування в техніці для збирання, транспортування [11-14] і переробки твердих побутових відходів дозволяє забезпечити ефективно їхнє збирання [15-17].

Статті витрат у служб комунального господарства досить великі – відчутною їх частиною є утримання і експлуатація пересувної техніки (сміттевозів). Для того, щоб скоротити непотрібні витрати і збільшити цільове використання, понизивши витрати на паливно-мастильні матеріали і техобслуговування необхідно оптимізувати експлуатацію сміттевозів, а цього можна досягти завдяки впровадженню системи GPS моніторингу для служб вивезення твердих побутових відходів.

В результаті оптимізації транспортних засобів та іншої сміттезбиральної техніки за допомогою впровадження GPS моніторингу в сегменті комунального господарства, є можливість:

1. Отримувати у будь-який час інформацію про дійсне місце розташування техніки.
2. Знати достовірно про витрату пального.
3. Підвищити оптимально дисципліну водіїв.
4. Цілком і повністю унеможливити нецільове використання техніки.
5. Мати можливість оперативної диспетчеризації на підконтрольному транспорті.
6. Уникнути позапланового простою техніки з тієї або іншої причини.

Основним недоліком GPS моніторингу в українських комунальних господарствах є досить висока вартість їх впровадження та обслуговування. Для якісної роботи таких систем необхідні висококваліфіковані спеціалісти, які забезпечуватимуть їх надійну роботу, що потребує додаткових затрат на фонд заробітної плати.

Для вирішення проблеми дистанційного контролю за сміттезбиральною технікою, існує декілька варіантів:

1. Установка системи GPSM без датчика рівня палива. Дозволяє проконтролювати маршрут, проглянути в звіті графік проходження усіх контрольних точок вивезення твердих побутових відходів (заздалегідь відзначаються пункти, де автомобіль повинен забрати сміття). Крім того, можливо задати в програму норми витрати палива. Система автоматично перерахує пройдений кілометраж в літри.

2. Установка системи моніторингу транспорту з підключенням до бортового комп'ютера. Ця технологія дозволяє дистанційно в режимі он-лайн отримувати дані про рівень палива згідно з даними штатного датчика, загальній витраті палива, роботі додаткових агрегатів (завантаженні контейнера, кількості завантажених контейнерів), тощо.

Монтаж високоточних датчиків рівня палива разом з системою GPSM – це найбільш точний і недорогий з існуючих методів обліку і контролю палива. Що дозволяє контролювати зливи і заправки палива, отримуючи зручні звіти в електронному вигляді.

Основні вимоги для впровадження систем відслідковування сміттевозів такі [18]:

- GPS модулі;
- датчики швидкості транспортного засобу;
- наявність з'єднання транспортного засобу з мережею інтернет;
- дата-центри для обробки інформації;
- наявність з'єднання з мережею інтернет на транспортних зупинках.

Варіант блок-схеми приладу, який буде встановлений на сміттевоз представлений на рис. 1.

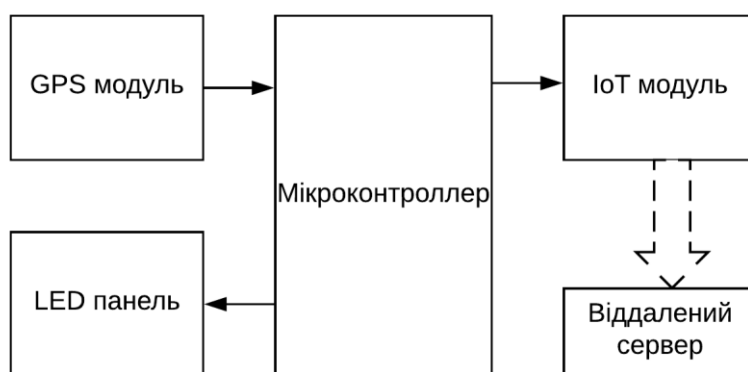


Рис. 1 – Блок схема приладу для відслідковування сміттевозів

Важливими компонентами інтелектуальної інформаційної системи є мікроконтроллер, GPS модуль, модуль IoT.

GPS модуль використовується для визначення поточного місцезнаходження сміттевоза. Інформація від модуля GPS надсилається контролеру, який виводить дані про час та місцезнаходження на екран, встановлений на сміттевозі та модулю IoT, який надсилає отримані дані до віддаленого серверу для подальшої їхньої обробки.

Висновки. Таким чином, застосування сучасних систем супутникового моніторингу, зокрема GPS-моніторингу дозволяє здійснювати ефективний контроль за збором і вивезенням твердих побутових відходів. Переваг застосування таких систем безліч, особливо із розвитком сучасного інформаційного суспільства, коли не тільки комунальні підприємства, а й кожен громадянин зможе мати інформацію про вивезення твердих побутових відходів і переміщення сміттевозів. Основним недоліком таких систем, особливо для української економіки є складнощі із впровадженням і експлуатацією.

Література

1. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості. Тези доп. XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", 18-20 травня 2015 р. Харків: НТУ "ХПІ", 2015. С. 209.
2. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини. Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. Харків: НТУ "ХПІ". С. 381.
3. Корнієнко І.В., Кошма А.І. Стан і напрями розв'язування проблеми утилізації екологічнонебезпечних побутових відходів. URL: <http://www.chasopis.geci.cn.ua/nomer/2012/1/122-127.pdf>
4. Березюк О.В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
5. Berezyuk O.V., Savulyak V.I. Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities. TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies. Suceava, Romania, 2015. No 22. P. 345-351.
6. Попович В.В., Бучковський А.І., Попович Н.П. Логістична система транспортування небезпечних відходів в умовах міста. Вісник ЛДУ БЖД. 2013. № 8. С. 166-171.
7. Bereziuk O. and all. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes. Przegląd Elektrotechniczny. Warszawa, Poland, 2019. No. 4. Pp. 146-150.
8. Berezyuk O., Savulyak V. Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart. Technical Sciences. 2017. No 20 (3). P. 259-273.
9. Законодавство України про відходи. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-1840-1.html>
10. Супутниковий моніторинг за сміттевозами. URL: <http://intelli.com.ua/ua/statii/suputnykovyi-monitorynh-za-smittievozamy.html>
11. Інформація щодо проведеного моніторингу та аналізу ситуації на ринках поводження з побутовими відходами, їх перероблення та захоронення за 2015 рік. URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/monitoryng_NKREKP_vidhody-2015.pdf
12. Березюк О.В., Савуляк В.І. Вплив характеристик тертя на динаміку гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттевоза. Проблеми тертя та зношування. 2015. № 3 (68). С. 45-50.
13. Березюк О.В. Регрессия параметров управления приводом рабочих органов навесного подметального оборудования мусоровозов. Инновационное развитие территорий: Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. Череповец: ЧГУ, 2016. С. 58-62.
14. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Вісник машинобудування та транспорту. 2016. № 2. С. 14-18.
15. Березюк О.В. Підвищення довговічності сміттевозів. Тези доповідей V-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 1-2 грудня 2017 року. Ч. 1. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 65-66.
16. Березюк О.В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів. Промислова гідравліка і пневматика. 2017. № 3 (57). С. 65-72.
17. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
18. Lavanya R.A. & all. Smart Information System for Public Transportation Using IoT. International Journal of Recent Trends in Engineering & Research. 2017. Volume 03, Issue 04. P. 222-230.

Пелешок А.П., студентка групи Л-196,
факультет менеджменту та інформаційної безпеки
Вінницький національний технічний університет

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Під час розгляду питання витрат на заходи щодо охорони навколишнього середовища особливу увагу слід приділити економічним витратам на перевезення твердих побутових відходів спеціальними автомобілями – сміттєвозами. Підвищення ефективності логістичних систем поводження з побутовими відходами має значний вплив на заощадженні коштів на перевезені. Україна, як і більшість держав Європи, має болюче питання у сфері поводження з відходами, адже швидке зростання чисельності населення та швидка індустріалізація призводить до неминучого збільшення їх. Відсутність коштів у бюджеті в Україні, непривабливий бізнес-клімат, бездіяльність місцевих органів змушує продовжувати будівництво нові полігони та збільшувати витрати на вивіз. Хоча з точки зору економіки доцільніше для країни розробити та впровадити сучасні системи переробки твердих побутових відходів.

Тверді побутові відходи (харчові відходи, опале листя, відходи від ремонту будівель, предмети домашнього вжитку, макулатура, скло, пластмаса тощо) утворюються у процесі життєдіяльності людини і накопичуються у навколишньому середовищі та не мають подальшого використання. Муніципальна влада намагається знайти найкращий спосіб для утилізації, але усе більше і більше сміття вивозиться на далекі відстані у санітарні зони скидання. За статистичними даними в Україні сортують лише 4% відходів, а решту спалюють або вивозять.

Збирання твердих побутових відходів є важливим завданням для підтримання населених пунктів у санітарних нормах. Для тимчасового зберігання та збирання використовують контейнери для сміття. У більшості сільських населених пунктах України нема спеціалізованих підприємств для переробки, сортування [1-5] та спеціальних звалищ для відходів та недостатньо коштів для вивезення [6-8] на сміттєзвалища [9], тому люди складають побутові відходи у природних рельєфних утвореннях, що має велику екологічну небезпеку [10-17]. Для транспортування твердих побутових відходів використовуються два види сміттєвозів: сміттєвози з боковим і сміттєвози із заднім завантаженням. Сміттєвози із заднім завантаженням мають більший об'єм для перевезення відходів і досягають більшого рівня ущільнення, ніж сміттєвози з боковим завантаженням. До основних технологічних операцій, які повинен проводити сміттєвоз відносять: завантаження твердих побутових відходів, їхнє ущільнення, транспортування та вивантаження на звалищі майданчики, сміттєспалювальні пункти або сміттєпереробні заводи. Сміттєвози диференціюються також за типом контейнера: відкриті та закриті. Обидва види, якщо не доукомплектовані додатковим обладнанням, завантажуються вручну. Подальше транспортування вантажу відбувається звичайним способом.

За статистичними даними в Україні за 2020 рік було утворено, зібрано та вивезено понад 54 млн. м³ твердих побутових відходів [18]. За експертними оцінками на послуги вивезення відходів у 2020 року витрачено понад 5,2 млрд. грн. Обсяг сплачених послуг складає 4,9 млрд. грн. [19].

Законом України передбачено, що виконавці послуг з вивезення побутових відходів повинні укласти договір про надання послуг, які повинні містити інформацію про графік надання послуг виходячи з потреби споживача, норм надання та якості послуг. Процедура надання послуг з поводження відходів затверджено постановою Кабінету Міністрів України – «Правил надання послуг з вивезення побутових відходів, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 № 1070» [20].

Механізм формування ціни на вивезення передбачений Порядком формування тарифів на послуги з вивезення побутових відходів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.2006 № 1010 та здійснюється відповідно до річних планів надання послуг і економічно обґрунтованих планованих витрат визначених на підставі державних і регіональних витрат ресурсів. В Україні за весняний період відбулося зростання тарифу на вивезення відходів, на даний момент середній тариф на вивезення сміття становить 99,12 грн. за 1 м³ [21].

Висновки. Отже, основними факторами, які сприяють негативному стану сфери поводження з твердими побутовими відходами є: невпровадження сучасних методів та технологій транспортування та переробки відходів, мале фінансування даної сфери, яке здійснюється переважно споживачами послуг та місцевих бюджетів лише на ліквідацію несанкціонованих сміттєзвалищ. Для створення належної системи та будівництва інфраструктури для ефективного транспортування та поводження з твердими побутовими відходами важливим кроком є об'єднання територіальних громад та грамотне розподілення фінансування.

Література

1. Ісаяєв С.Д., Янишпольська В.В., Петухов І.С. Досвід сортування твердих побутових відходів у місті Києві. Наукові записки. 2000. Т. 18. Біологія та екологія. С. 73-76.
2. Блюй О. Проблеми сортування твердих побутових відходів на прикладі міста Тернополя. Магістерські студії географічного факультету ТНПУ ім. В. Гнатюка : збірник наукових праць. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2020. Вип. 1 (3). С. 130-134.
3. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 5. С. 154-156.
4. Тихонова К.Ю. Система роздільного збору та сортування ТПВ. Функціонування сортувальної лінії сміття у Золочівському районі Львівської області. Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 22-23 марта 2017 г. Х.: ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2017. С. 258-261.
5. Березюк О.В. Дослідження кінематики пристрою для сортування твердих побутових відходів. Вісник Національного технічного університету ХПІ. 2010. № 65. С. 49-55.
6. Попович В.В. та ін. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "місто–сміттєзвалище". Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 111-116.
7. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2009. № 1 (6). С. 111-114.
8. Нестеренко Г.І. та ін. Загальні основи транспортної географії: підручник. К.: Видавничий дім "Кондор", 2019. 184 с.
9. Березюк О.В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2009. № 2(7). С. 88-91.
10. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2011. № 2(10). С. 64-66.
11. Березюк О.В. та ін. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування. Вісник ВПІ. 2015. № 1. С. 29-33.
12. Березюк О.В., Горбатюк С.М., Березюк Л.Л. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування. Вісник ВПІ. 2013. № 4. С. 17-20.
13. Березюк О.В. Методика инженерных расчетов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза. Современные проблемы транспортного комплекса России. 2016. № 2. С. 39-45.
14. Березюк О.В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz". Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 2 (8). С. 43-45.
15. Bereziuk O. and all. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes. Przegląd Elektrotechniczny. Warszawa, Poland, 2019. No. 4. Pp. 146-150.
16. Сагдєєва О.А., Крусір Г.В., Цикало А.Л. Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології. 2018. № 20 (85). С. 155-161.
17. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів перевертання контейнера під час завантаження твердих побутових відходів у сміттевоз. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2013. № 5. С. 60-64.
18. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2020 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2020-rik-2/>
19. Про нові Правила надання послуг з Поводження з побутовими відходами – роз'яснення Мінрегіону. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/pro-novi-pravy-la-nadannya-poslugy-z-pov/>
20. Послуги з вивезення побутових відходів. Плата за надані послуги. URL: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/>
21. Проскурня Ю.А., Васильєв Т.В. Проблеми утилізації відходів. Проскурня. URL: <http://www.tnu.in.ua/study/refs/d132/file220548.html>

Погорлецький Д.С.¹, доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, к.т.н., доц.
Грицук І.В.¹, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, д.т.н. проф.
Український Є.О.², Т.в.о. завідувач кафедри автомобільного транспорту, к.т.н.
Рижова В.Ю.³, старший викладач кафедри автомобілі та автомобільне господарство

¹Херсонська державна морська академія;

²ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»;

³Міжнародний технологічний університет "Миколаївська політехніка"

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБМІН МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОГРІВУ ДВИГУНА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ОБЛАДНАНОГО ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ

Для дистанційного дослідження параметрів технічного стану та процесів прогріву двигуна транспортного засобу (ТЗ), переобладнаного для роботи на зрідженому газовому паливі, за допомогою системи теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу була розроблена та сформована схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу [1-3].

Схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу у вигляді структури інформаційної взаємодії між відповідними елементами системи теплової підготовки (СТП) у процесах моніторингу ТЗ показана на (рис. 1).

Структура інформаційної взаємодії містить ТД (транспортний двигун), СТП на основі теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП), штатні та додатково встановлені датчики температури (датчики СТП: t_1 °C, t_2 °C, t_3 °C, t_4 °C), стандартну систему обміну інформацією на основі стандарту *OBD-II* адаптер (сканер), адаптер (сканер) трекер моніторингу температурних параметрів теплової підготовки, підключення до спряженого пристрою за допомогою *Bluetooth*-з'єднання, системи дистанційного моніторингу (СДМ), трансляючих елементів, мережі зв'язку на основі *GPS*, *GPRS*, *a-GPS*, *SBAS*, *Galileo*, *Internet* чи локальної мережі, *Web*-сервера, інформаційної бази даних, загального та спеціального програмного забезпечення, інформаційних програмних комплексів забезпечення моніторингу транспортного засобу, учасників процесу випробування ТЗ, оснащеного СТП із ТАФП, робочого місця системи моніторингу і блока керування СТП транспортного двигуна на основі ТАФП, до якого під'єднаний електричний насос системи охолодження та СТП, клапанів байпаса системи випуску відпрацьованих газів (ВГ), клапанів керування теплообмінником і СТП. На схемі (рис. 1) пунктирною лінією показаний контур структури, яка знаходиться на ТЗ [1-3].

Структура функціональних можливостей інформаційної системи для проведення дослідження і виконання покладених на неї функцій охоплює взаємодію елементів та особливості інформаційного обміну між ними у межах їх сукупностей для здійснення дистанційного моніторингу, діагностування та прогнозування технічного стану, контролю, управління працездатністю двигуна ТЗ. За допомогою адаптера (сканера) *OBD-II* (для дослідного ТЗ, обладнаного системою стандарту *OBD-II*) зчитується інформація про параметри двигуна ТЗ, СТП, ТАФП (рис. 1) зі штатних датчиків ТЗ.

А за допомогою трекера моніторингу параметрів теплової підготовки (для датчиків СТП і ТЗ, що встановлені додатково та не входять до систем стандарту (*OBD-II*) зчитується інформація про температурні параметри двигуна, ТЗ, СТП, ТАФП (рис. 1).

Залежно від підключення робочого місця системи моніторингу вимірювальний комплекс для дистанційного дослідження роботи ТЗ із СТП на основі ТАФП може працювати в ручному та автоматичному режимах. Різниця полягає в тому, чи будуть підключатися інформаційно-програмні комплекси та чи буде здійснюватися коректування оцінки умов експлуатації ТЗ, а також буде чи ні регулювання теплового стану ТЗ у процесі експлуатації (в автоматичному або ручному режимі) за допомогою СТП із ТАФП [3-5].

У цьому випадку з *Web-сервера* й інформаційної бази даних отримана інформація передається до програмного забезпечення та до учасників процесу випробування і дослідження ТЗ. Принцип роботи абонентського устаткування моніторингу ТЗ заснований на можливості визначення параметрів технічного стану ТЗ, а також визначення місця розташування та часу за параметрами, отриманими від навігаційних супутникових систем, завдяки *GPRS*-приймачу, та обміну цією інформацією з робочим місцем системи моніторингу [1-5].

Для забезпечення керування процесами прогріву ТЗ СТП оснащено блоком керування, який за допомогою складових елементів (рис. 1) забезпечує безпосереднє керування температурним режимом ТЗ та передає необхідну інформацію через трекер у розроблену систему інформаційного обміну.

Обмін інформацією в комплексі здійснюється через *GPS, GPRS, a-GPS, SBAS, Galileo, Internet* чи локальну мережу і дозволяє передавати цифрові, відео і голосові дані.

Система дистанційного моніторингу (СДМ) є інтелектуальним пристроєм та може самостійно вирішувати задачі з контролю технічних параметрів ТЗ у процесі руху. До пам'яті СДМ уносяться вихідні дані для роботи СТП, параметри ТЗ, двигуна, СТП і ТАФП. Порівняння даних, місця розташування ТЗ та заданих критеріїв роботи дозволить СДМ самостійно приймати рішення про інформування водія, оператора, учасників процесу дослідження ТЗ про відхилення заданих параметрів. Для підтримання зручності оперативного управління здійснюється двосторонній зв'язок [1-5].

Відповідно до запропонованої структури системи моніторингу (рис. 1), було розроблено моделі бази інформаційної системи моніторингу параметрів ТЗ з двигуном, обладнаним СТП, та виділені 2 підсистеми, які забезпечують отримання інформації від основних інформаційних блоків ТЗ, двигуна і СТП.

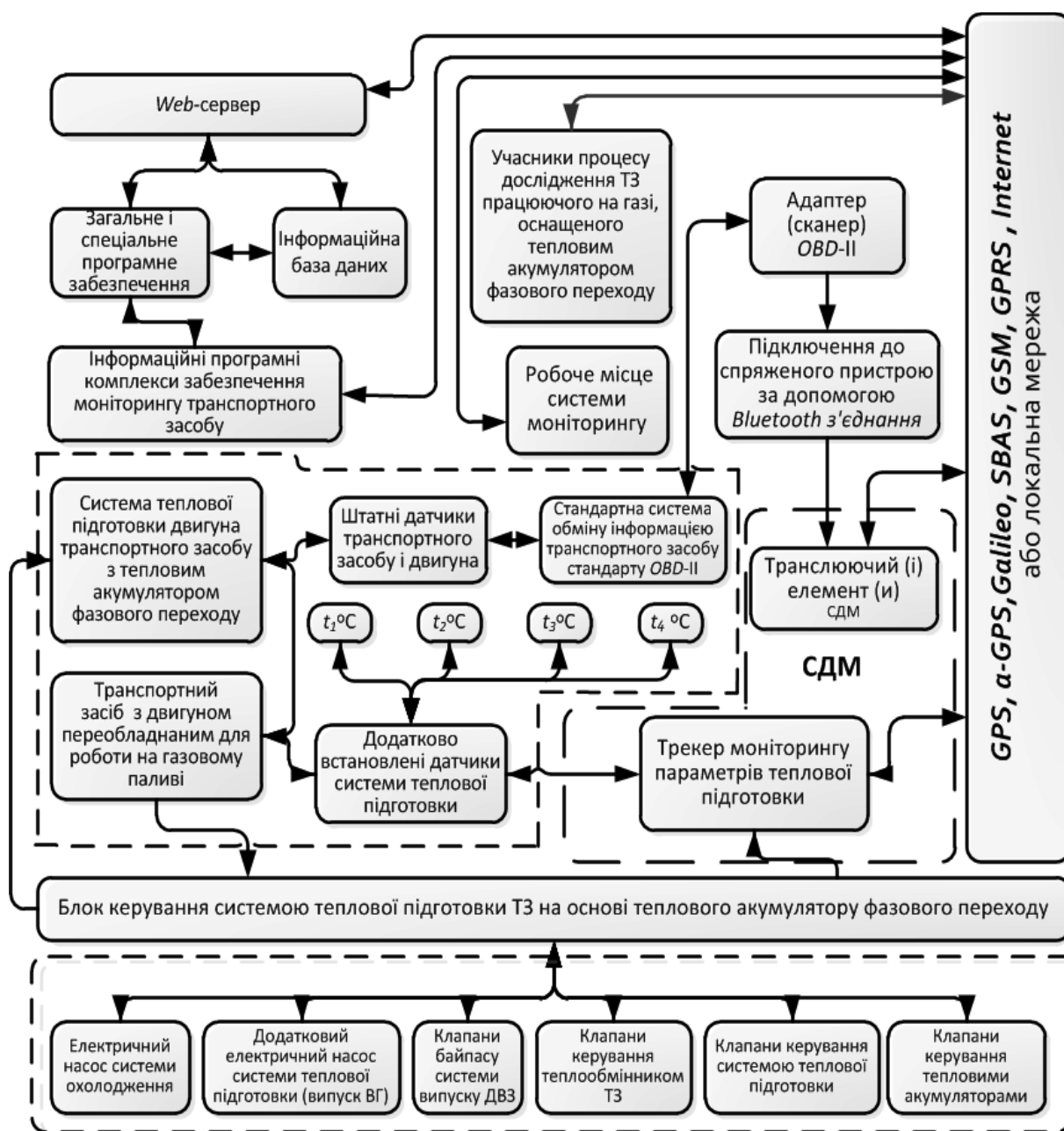


Рис. 1 - Функціональна схема інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу для здійснення дистанційного дослідження процесів прогріву двигуна і ТЗ із СТП у складі ТАФП

До першої підсистеми належить блок збирання і передачі інформації від ТЗ, двигуна, умов експлуатації ТЗ (CAN-шина); 2 – блоки збирання і передачі інформації від СТП, умов експлуатації ТЗ і пристроїв моніторингу. Особливість запропонованої системи полягає в тому, що обидві підсистеми створюють спільне інформаційне поле системи дистанційного моніторингу параметрів ТЗ із СТП, але діють окремо одна від одної, зважаючи на особливості задач, що вони виконують [3].

Модель предметної області для СДМ представлена окремо для кожної із підсистем. Для ТЗ і двигуна оснащеного СТП представлена у вигляді множин для вказаних підсистем: 1 – двигун ТЗ, безпосередньо ТЗ і умови експлуатації (УЕ) ТЗ та 2 – СТП, ТЗ, пристрої моніторингу (ПМ) і УЕ ТЗ, а саме:

$$M_{np.o.} = \begin{cases} M_{np.o.1} = \langle O_1, V_{вх.1}, V_{вих.1}, F_1, H_1, P_1, R_1 \rangle, \text{двигун, ТЗ і УЕ} \\ M_{np.o.2} = \langle O_2, V_{вх.2}, V_{вих.2}, F_2, H_2, P_2, R_2 \rangle, \text{СТП, ТЗ, ПМ і УЕ} \end{cases} \quad (1)$$

де в межах підсистеми 1 деякі складові описані в [13,76-93], а в межах підсистеми 2: $O_2 = \{ o_{m,2} / m_2 = I, M \}$ – об'єкти автоматизації СТП, ТЗ, пристрої моніторингу, які представлені самостійними частинами в межах підсистеми 2 – блок збирання та передачі інформації від СТП, СДМ, ТЗ; блок збирання інформації про стан та умови експлуатації пристроїв моніторингу і ТЗ; $V_2 = \{ v_{i,2} / i_2 = I, L \}$ – інформаційні елементи (вхідні $V_{вх.2}$ і вихідні $V_{вих.2}$ дані) СТП, ТЗ і пристроїв моніторингу; $F_2 = \{ f_{i,2} / i_2 = I, J \}$ – функції автоматизації, які виконуються СДМ та прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $H_2 = \{ h_{j,2} / j_2 = I, J \}$ – обробка даних СДМ та прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $P_2 = \{ p_{k,2} / k_2 = I, k \}$ – множина значень, яка характеризує кількість та склад персоналу, що забезпечує роботу СДМ та прогнозування параметрів СТП, ТЗ і ПМ; $R_2 = \{ r_{y,2} / y_2 = I, Y \}$ – множина відносин (взаємозв'язків) між компонентами $M_{np.o.2}$ предметної області [3].

Висновки. Для оцінки способів та засобів забезпечення теплової підготовки двигуна транспортного засобу за допомогою системи теплової підготовки в умовах експлуатації, були розроблені інформаційна система та модель системи дистанційного моніторингу теплової підготовки двигуна транспортного засобу, переобладнаного для роботи на зрідженому газовому паливі, для дослідження параметрів технічного стану та процесів прогріву двигуна за допомогою системи теплової підготовки з використанням теплового акумулятору. На цій основі було сформовано предметну область інформаційного обміну між елементами вимірювального комплексу. Розроблено та узгоджено складові елементи системи моніторингу для проведення експериментальних досліджень, які забезпечать дистанційне отримання достатньої інформації для здійснення дослідження та керування процесами теплової підготовки двигуна транспортного засобу.

Література

1. Грицук І. В. Концепція забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів в умовах експлуатації : дис. докт. техн. наук : 05. 22. 20 / ХНАДУ. Харків, 2016. 552 с.
2. Погорлецький Д.С. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики: монографія / Blatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. –Херсон : ХДМА, 2019. – 442 с. : іл., табл. (укр., рос., англ. мовами) ISBN 978-966-2245-53-0, Херсон, р. 383-394.
3. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., “Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems),” SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031. МНБД (Scopus (Q2)).
4. Полівінчук А.П., Матейчик В.П., Цюман М.П., Володарець М.В., Погорлецький Д.С. Особливості теплової підготовки транспортного двигуна в умовах експлуатації. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2020. – Вип. 19, т. 4. С 286-297.
5. Грицук І.В., Погорлецький Д.С. Особливості створення моторної установки із засобами моніторингу на базі двигуна транспортного засобу, переобладнаного на живлення зрідженим газовим паливом. Сучасний стан та проблеми двигунобудування: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Машинобудівний інститут, тези доповіді. 2018. С. 11-13.

Полупан Є.В., доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н.
Шевченко С.І., доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н.
Прооренко О.І., студент групи АТ-22дм
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ІННОВАЦІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННІ ВИРОБНИЦТВОМ ТО ТА РЕМОНТУ АТЗ В АТП

У публікації наведено дані щодо інновації у організації та управлінні виробництвом ТО та ремонту АТЗ в АТП. Інновація полягає у застосуванні вдосконаленої системи організації та обліку робочого часу. Виконаний розгляд основних функцій системи та варіанти мотивації робітників. За вдяки інноваційній системі були встановлені оптимальні значення всіх нормативів, що забезпечило напружений графік роботи, і помогло досягнути хороших виробничих показників.

Ключові слова: ТО, АТП, робочий час, сервіс, аварійність, система менеджменту автосервісу.

В умовах конкуренції на ринку транспортних послуг, що постійно зростає, перед підприємствами стоїть питання про зниження ціни послуг і можливість зниження їх собівартості. Одним із шляхів зниження собівартості може бути вдосконалення організації та обліку робочого часу.

Time Tracker – система обліку робочого часу механіків (рис. 1). Time Tracker дозволяє сервісному центру в режимі реального часу контролювати хід виконання робіт з відкритих замовлень. Система обліку робочого часу "Time Tracker" сама по собі грошей не приносить. Вона лише дає об'єктивну інформацію, якої часто не вистачає керівництву для прийняття оперативних і тактичних рішень.

Основні функції Time Tracker

- Контроль за виконанням робіт;
- Надання даних про реальний час виконання робіт;
- Надання даних про величину та причини простоїв;
- Надання даних про показники роботи механіка/бригади/цеху/сервісного центру;
- Надання аналітичної інформації для прийняття управлінських рішень

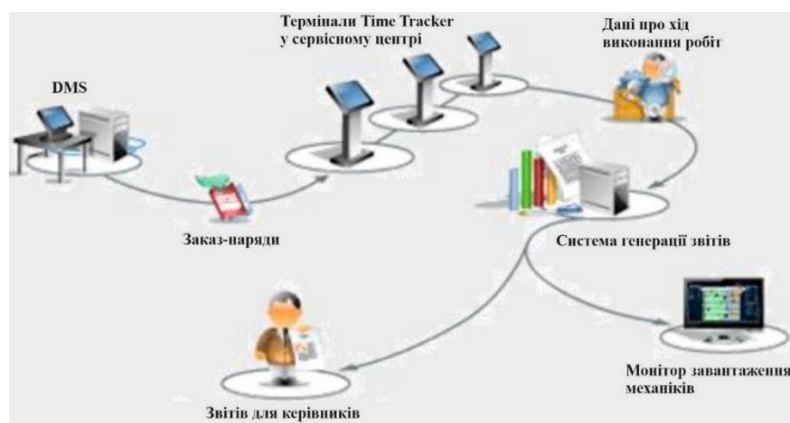


Рис. 1. - Загальна схема роботи системи Time Tracker

Врахування робочого часу кожного слюсаря, зіставлення результатів праці.

За результатами впровадження було отримано скорочення штату, збільшення виробітку.

Механіки та майстри отримують можливість контролю робіт слюсарів та планування роботи з урахуванням організаційних питань. Ремонтні робітники можуть показати результати власної праці та користуватися необхідними довідниками, а також переглянути порядок виконання роботи із зазначенням нормативного часу.

Порядок роботи з системою (рис. 2).

1. Слюсар реєструється на терміналі за допомогою введення табельного номера і сканує штрих-код на замовлення-наряді за допомогою вбудованого в термінал зчитувача штрих-кодів.
2. Замовлення-наряд моментально з'являється на моніторі терміналу, та слюсар вибирає першу роботу, яку він виконуватиме.

3. Якщо слюсарю необхідно перервати роботу, наприклад, отримати запчастини зі складу, він повинен доторкнутися до екрану монітора, щоб зупинити роботу, що виконується, і відзначити, що він в даний момент отримує запчастини зі складу.

4. Коли розпочата робота зі списку робіт замовлення-наряду закінчена, слюсар торкається монітора та інформує систему про закінчення цієї роботи, щоб вибрати наступну, або закінчити виконання замовлення-наряду.

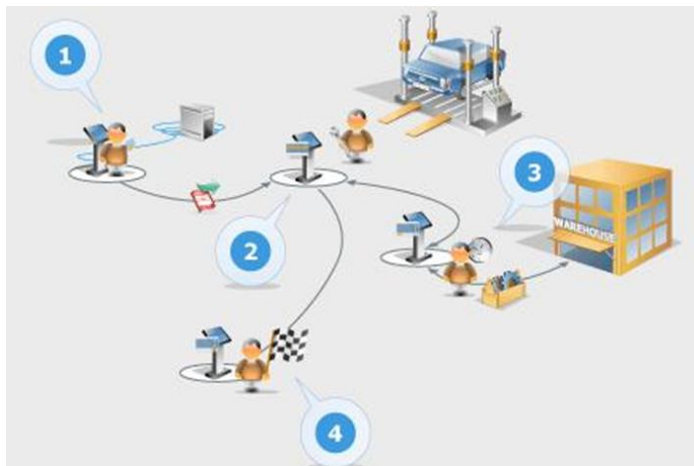


Рис. 2. - Схема взаємодії слюсаря із системою

Для слюсарів такі плюси: більша частина заробітної плати залежить від кількості та якості виконаних робіт, підприємство дає можливість за результатами праці та іспиту підвищити розряд.

На підприємстві керівник може «побачити», як працює кожен робітник.

Мотивацію до праці можна розглядати і за ефективністю. Найефективніший метод, який впроваджують сьогодні компанії, це управління за цілями

Бізнес багато в чому схожий на війну, і давати оцінку діяльності будь-якого директора слід за тими самими двома критеріями – ефективності та економічності. На них і має ґрунтуватися система мотивації, орієнтована на результат. Такий підхід передбачає, що виділяється комплекс показників, об'єднаних причинно-наслідковими зв'язками (дія – підсумок). Адже саме дії ведуть до фінансового результату, і не навпаки.

Графічно систему цих показників можна подати у вигляді воронки (тому такий метод називається методом цільової воронки). У нижній, вузькій її частині записується мета, заради якої ведеться вся робота; вище, один над іншим – проміжні результати, що сприяють досягненню цієї мети (рис. 3).



Рис. 3 - Цільова вирва

Всі показники групуються відповідно причинно-слідчих зв'язків між ними: впливовий параметр розташовується безпосередньо над залежним (результуючим). Наскільки докладною має бути схема, визначає Ви (самостійно або разом із фінансовим директором). Рекомендується деталізувати її до рівня елементарних дій – тобто таких, які конкретний виконавець може оцінити і за результати яких може особисто нести відповідальність. Ще один нюанс: загальна мета вказується в грошах, тоді як результати, що впливають на її досягнення (норми витрати матеріалу, продуктивність) – у значеннях натуральних. Це важливо, оскільки в більшості випадків (скажімо, якщо йдеться про витратні підрозділи) неможливо

точно визначити, який прибуток забезпечив співробітник компанії. Якщо правильно скласти схему, врахувавши при цьому всі суттєві показники, то у верхній її рядок потраплять прості дії, які щодня виконуються працівниками. Таким чином, Ви отримаєте модель, яка пов'язує звичайні дії кожного співробітника з фінансовим результатом бізнесу.

Коли розроблено систему показників, скласти положення про матеріальне стимулювання співробітників просто. Для кожної посади потрібно встановити цільовий рівень доходу – сумарну зарплату (оклад плюс премія) відповідно до кваліфікації та трудовитрат. Усі фактори, що визначають розмір змінної частини, визначено – залишилося лише взяти їх до уваги, складаючи алгоритм розрахунку премій. Доручить цю роботу фінансовому директору або директору з персоналу.

Повертаючись до прикладу, що розбирається. З першого разу встановити оптимальні значення всіх нормативів не вдалося (і це природно). Але завдяки грамотному управлінню компанія через кілька місяців зуміла так скоригувати ці значення, щоб забезпечити напружений графік роботи, і досягла хороших виробничих показників. Крім того, кожен начальник отримав до рук дієві важелі управління. Щодня керівникам фірми надходила інформація, скільки рейсо-днів продано, яка вартість одного рейсо-дня і чи багато техніки простоє. А Генеральний Директор та фінансовий директор усвідомили зв'язок між роботою та маржею, і їм стало зрозуміло, на які аспекти звертати увагу та що конкретно контролювати.

Висновки.

1. Система обліку робочого часу дає можливість контролю робіт слюсарів та планування роботи з урахуванням організаційних питань. Ремонтні робітники можуть показати результати власної праці та користуватися необхідними довідниками, а також переглянути порядок виконання роботи із зазначенням нормативного часу.
2. Впровадження система обліку робочого часу дає можливість скорочення штату та збільшення виробітку.
3. Розроблена система показників, дає змогу скласти положення про матеріальне стимулювання співробітників. Для кожної посади потрібно встановити цільовий рівень доходу відповідно до кваліфікації та трудовитрат.

Література:

1. Ліцензування та сертифікація на автомобільному транспорті: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю "Автомобілі та автомобільне господарство" напрями підготовки дипломованих фахівців "Експлуатація наземного транспорту" / В.А. Бондаренко, Н. Н. Якунін, Н. В. Ігнатова, В.Я. Клімонтьєв. - 2-ге вид., Випр. та дод. – К.: Машинобудування, 2004. – 496 с.
2. Логістика. Транспорт та склад у ланцюзі поставок товарів: навчально-практичний посібник: навчальний посібник для студентів ВНЗ/В.М. Курганів. - М.: Книжковий світ, 2005. - 432 с.
3. Управління виробничо-економічними системами: навчальний посібник для студентів вузів, які навчаються за спеціальністю "Сервіс транспортних та технологічних машин та обладнання (нафтовидобування)" напрями підготовки "Експлуатація наземного транспорту та транспортного обладнання" / О. І. Яговкін; ТюмДНГУ. - 2-ге вид., перероб. та дод. - Тюмень: ТюмДНГУ, 2010. - 272 с.
4. Сервіс транспортних, технологічних машин та обладнання у нафтогазовидобутку: навчальний посібник для студентів вузів, які навчаються за напрямом підготовки бакалаврів 151000 "Нафтогазова справа" / Н.С. Захаров [та ін.]; ред. Н. С. Захаров; ТюмДНГУ. - Тюмень: ТюмДНГУ, 2011. - 508 с.
5. Склад. Логістика, управління, аналіз/В. В. Волгін. - 10-те вид., перероб. та дод. - Москва: Дашков і К, 2009. - 736 с. 2012.

**Поручинська І.В., доцент кафедри економічної
та соціальної географії, к.г.н., доц.**
Волинський національний університет імені Лесі Українки

ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗЕЛеної» ЛОГІСТИКИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД

Термін “зелена логістика” виник на початку 90-х років ХХ ст. як новий метод у логістиці, який скеровує стандартні логістичні вимоги до раціональності, ефективності і швидкості обробки і руху товару, та враховує заходи щодо охорони навколишнього середовища [7].

Програма “зеленої логістики” ґрунтується на міжнародних принципах, проголошених на II Всесвітній конференції з питань навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро у 1992 році і передбачає розділ, в якому йдеться про переробку використаних товарів і пакування, а також визначення транспортних потреб споживача, пропонування альтернативних логістичних схем і відповідних транспортних засобів на підставі застосування новітніх технічних і технологічних рішень. У своїй стратегії зелена логістика ґрунтується на зменшенні шкідливого впливу від логістичних операцій на довкілля, при цьому не завдаючи змін економічному стану компаній [3].

Серед усіх логістичних систем найбільшої шкоди навколишньому середовищу завдає транспортна логістика. Її екологічний вплив проявляється через: викиди транспортними засобами шкідливих речовин в атмосферу; використання більш дешевих видів палива; шумове та вібраційне забруднення; використання автомобільного транспорту при можливості застосування морського, річкового чи залізничного [4].

Транспорт – одне з основних джерел забруднення атмосфери. Кожен автомобіль при згорянні 1 кг бензину використовує 15 кг повітря, зокрема, 5,5 кг кисню. При згорянні 1 т пального в атмосферу викидається 200 кг окису вуглецю. На частку автотранспорту припадає близько 55 % шкідливих надходжень загального обсягу, що включають понад 200 різних сполук.

Згідно зі статистикою міжнародного енергетичного агентства, автомобільний, авіаційний, залізничний і водний види транспорту створюють у середньому 28 % викидів CO₂ в атмосферу. На частку автомобільного транспорту припадає 73 % викидів отруйних речовин із усіх засобів пересування. Через погіршення екологічної ситуації транспортна галузь Європи реалізує комплекс заходів, спрямованих на боротьбу із забрудненням навколишнього середовища і зниженням викидів отруйних речовин [5].

Саме тому використання екологічніших видів транспорту, електрифікація, концепція кліматичної нейтральності – невід’ємна складова сучасного розвитку усіх сфер економіки.

За останні роки транспорт став більш енергоефективним, але автомобільні перевезення все ще залежать від нафти і нафтопродуктів на 96 % своїх потреб. Хоча відмічаються і позитивні тенденції. Сьогодні ринок електромобілів має значний потенціал росту. Нині найбільш стрімке зростання попиту на електромобілі серед країн ЄС спостерігається на ринку Норвегії, що значною мірою зумовлене державними стимулами, такими як субсидії, звільнення від плати за проїзд та плати за паркування.

28 березня 2011 р. у Брюсселі Європейська рада ухвалила «Білу книгу» – дорожню карту переходу Єдиної європейської транспортної зони до конкурентної та енергоефективної транспортної системи, що передбачає повну заборону використання автомобільного транспорту на таких видах палива, як бензин, дизельне паливо та інші вуглецеві види палива до 2050 року.

Популяризація автомобілів на альтернативному паливі – одне з важливих завдань урядів країн ЄС. Задля поширення «зеленого транспорту» держави використовують як фіскальне стимулювання, так і прямі субсидії.

Так, Норвегія є світовим лідером з поширення електромобілів. Електрокари тут звільнені від високих транспортних податків, які сягають 50% вартості авто. Щорічний дорожній збір для них знижений у сім разів. Крім того, місцеві власники електромашин можуть безкоштовно їздити платними дорогами і паркувати свої транспортні засоби на муніципальних парковках [6].

В Нідерландах також є податкові пільги, безкоштовне паркування в містах, переважно безкоштовні зарядні станції та інші місцеві ініціативи для власників авто на електротязі. А Словаччина запустила першу програму стимулів для покупців електромобілів та гібридних транспортних засобів [6].

У Сполучених Штатах Америки уряд застосовує прямі субсидії у вигляді податкових грантів на певну суму, яка залежить від ємності тягової батареї. А у Китаї електрокари та під’єднані гібриди звільняються від цих щорічних оплат, власники звичайних гібридів мають 50 % знижки [2].

Екологічні тенденції охоплюють усі способи перевезення. В автомобільній логістиці, популярності набувають «зелені» транспортні засоби. Так компанія Volvo Trucks нещодавно провела тестування своїх

електричних вантажівок в екстремально холодних умовах поблизу полярного кола. Була перевірена нова функція Ready to Run, яка попередньо прогріває автомобіль у мороз та навпаки охолоджує акумулятори й кабінку водія в спеку.

Компанія уже вивела на ринок шість моделей електричних вантажівок, а за мету має, щоб до 2030 року екологічні транспортні засоби становили 50 % від загального обсягу продажів.

Ще один приклад – кейс Daimler Truck AG та французької компанії Total Energies, які уклали угоду про створення водневої інфраструктури для вантажівок на території Європи: закупівлю водню, забезпечення логістики постачання новітнього палива, відкриття заправних станцій, розробку та випуск водневих вантажівок тощо. До 2030 року планується збудувати близько 150 водневих станцій для заправки в країнах Європи, а до 2025 року – розпочати постачання водневих автомобілів [1].

Сьогодні в умовах погіршення екологічної ситуації виникає необхідність використання в логістиці «зелених» технологій. Екологічні проблеми стають все більш важливими для суспільства. Вводяться соціальні, політичні та економічні вимоги до сталого розвитку транспорту, що передбачає зменшення впливу всього ланцюга поставок на навколишнє середовище. Існує сильна взаємодія між логістикою, охороною навколишнього середовища та природними ресурсами. Саме тому використання екологічніших видів транспорту, електрифікація, концепція кліматичної нейтральності – невід’ємна складова сучасного розвитку усіх сфер економіки.

Література

1. «Зелена» логістика: як прискорити шлях до кліматичної нейтральності. URL: <https://mind.ua/openmind/20234812-zelena-logistika-yak-priskoriti-shlyah-do-klimatichnoyi-nejtralnosti>
2. Корисний досвід: як уряди різних країн підтримують ринок електромобілів. URL: <https://staff-capital.com/korysnyj-dosvid-jak-uryady-riznyh-krain-pidtrymujut-rynok-elektromobiliv/>
3. Познякова О. В. Зелена логістика. Наукова спільнота. 2018. URL: <http://www.spilnota.net.ua/ru/article/id-2666/>
4. Смирнов І. Г. Логістика: просторово-територіальний вимір. К.: Обрії, 2004. 335 с.
5. Сталій розвиток feat. «зелена» логістика. URL: <https://asstra.com.ua/ukr/novini-asstra/2020/2/stalij-rozvitok-feat.-zelena-logistika>
6. Турлікян Т. Корисний досвід: як уряди різних країн підтримують ринок електромобілів 2015. U: <http://ecotown.com.ua/news/Korysnyy-dosvid-yak-uryady-riznykh-krayin-pidtrymuyut-rynok-elektromobiliv-/>.
7. Paul R. Murphy, Richard F. Poist, Ch. Braunschweig Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives. *Council of Logistics Management*. 1996. URL: http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3705/is_199601/ai_n8748499/print

**Поручинський В.І., доцент кафедри
економічної та соціальної географії, к.г.н., доц.
Волинський національний університет імені Лесі Українки**

SMART-ТЕХНОЛОГІЇ – МАЙБУТНЄ СУЧАСНИХ МІСТ

У всьому світі проблеми розвитку міського транспорту розв'язуються за допомогою розробки та виконання плану сталої міської мобільності, який включає стратегію розвитку громадського транспорту та нову транспортну модель, як фундаментальної основи для запровадження нових підходів в галузі громадських перевезень [1].

За прогнозами багатьох аналітиків до 2024 року обсяг ринку смарт перевезень сягне 130 мільярдів доларів США. Інтелектуальні транспортні системи набирають поширення у всьому світі. Швидкі темпи урбанізації, транспортні засоби, які постійно підключені до мережі, ініціативи захисту навколишнього середовища та технології оптимізації дорожнього руху є основними чинниками нової мобільності [2].

Smart транспорт складається з розумних інфраструктур, які можуть надавати пасажиром та водіям послуги для більш скоординованих та ефективніших транспортних мереж. Ці програмні інфраструктури дозволяють розвиватися новим способам пересування завдяки інтелектуальному управлінню паркуванням, підвищенню ефективності дорожнього руху, відеоаналітики та рішень щодо економії палива.

Гіроборди, гіроскутери, моноколеса, електросамокати, електроскейти, електровелосипеди, мінібайки та електроскутери – це, на думку експертів, транспорт майбутнього для міст. По-перше, всі вони не забруднюють довкілля. По-друге, можуть перевозити пасажирів на порівняно довгі дистанції. По-третє, їх можна придбати практично в будь-якому великому магазині побутової техніки, а це свідчить про те, що вони є доступними для багатьох.

Найкомпактнішими транспортними засобами з приставкою "смарт" можна назвати гіроборди, моноколеса, гіроскутери та електросамокати. Їхня вага в середньому коливається від 10 до 15 кілограмів, а витримують вагу до 100 кг. Середній запас ходу становить 20 кілометрів від одного заряду, а швидкість – 15 км/год. Повний заряд потребує від 1,5 до 3 годин. Тому за допомогою них можна добиратися до роботи, а за потреби можна зарядити.

Електроскутери та мінібайки в майбутньому може замінити звичайні скутери та мопеди. Цей транспорт уже не є таким компактним, як ті, що згадувались вище і потребує стоянки. Проте він має і ряд переваг. Так, на них можна долати більші відстані та їхати вдвох. Середній запас ходу – 45-50 кілометрів від одного заряду, а середня швидкість – 30 км/год.

Особливість такого виду "розумного" транспорту, як електровелосипед, полягає в кількох режимах, які дозволять самостійно обирати як він буде працювати. Завдяки різним режимам такий велосипед від одного заряду може проїхати до 80 кілометрів.

Окремі моделі мають вбудовану колонку, яка працює за допомогою Bluetooth. Також більшість таких гаджетів має бортовий комп'ютер і можливість з'єднання зі смартфоном за допомогою спеціальних додатків. Саме на останньому можна буде побачити заряд, кілометраж та іншу інформацію, яка може знадобитися [3].

В смарт-автобусах, тролейбусах та трамваях передбачається використання тільки електронних квитків, які сприяють точному підрахунку пасажиропотоку. «Розумний» автобус повинен бути оснащений GPS-модулем, адаптером Wi-Fi для надання бездротового доступу до інтернету, інформаційною панеллю, що демонструє інформацію довідкового та рекламного характеру залежно від місцезнаходження автобуса.

Найбільш складна проблема будь міського руху якого міста – це затори, що виникають через неправильну роботу світлофорів. Звичайні світлофори не є «розумними». Вони не можуть зчитувати, відстежувати та реагувати на реальну ситуацію, яка відбувається на дорозі. На противагу таким світлофорам інтелектуальні системи моніторингу дорожнього руху допоможуть світлофорам взаємодіяти з транспортними засобами та пішоходами за допомогою цифрових технологій. Розумні світлофори можуть збирати дані як з електроніки автомобіля, так і зі смартфонів пішоходів, щоб узагальнювати реальну ситуацію навколо будь-якого перехрестя у режимі реального часу. Вони дозволяють оперативно міняти цикли світлофора в ручному, або в автоматичному режимі і таким чином збільшувати швидкість проїзду на перехрестях міста.

Відеоаналітика на основі штучного інтелекту може використовувати міські вуличні камери для прогнозування трафіку. Інтелектуальні системи управління вуличним рухом допоможуть запобігти заторам і ДТП, які часто трапляються на перехрестях через людські помилки. Розумні дороги

майбутнього будуть оснащені датчиками оцінки показників дорожнього руху, такими як концентрація вихлопних газів, рівень шуму, скупчення людей, зіткнення тощо.

У сучасних мегаполісах гострішає проблема заторів на дорогах, мобільності та пошуку паркомісць. У цьому рішенні міській владі стануть у нагоді розумні технології такі як Smart Parking, яка оптимізує роботу паркувальних зон та сприяє збільшенню порядку, зниженню аварій та летальних випадків на дорогах.

Крім того, багато світових виробників автомобілів застосовують новітні технології для удосконалення транспорту. Так, компанія Jaguar Land Rover запрограмує автомобілі для руху так, щоб зменшити захитування пасажирів у салоні. Для уникнення морської хвороби, інтелектуальне програмне забезпечення регулюватиме прискорення, гальмування та положення у смузі руху.

Hyundai Motor Company розробила проект вбудованого електричного самоката, прототип якого був продемонстрований на міжнародній виставці CES (Consumer Electronics Show) 2017 року. Очікується, що портативний пристрій скоро буде інтегрований в автомобілі Hyundai. Заряджаючись під час руху автівки, самокат забезпечить водієві додаткову мобільність в межах міста (так звану «мобільність останньої милі») [4].

Виробники транспортних засобів розробляють передові технології для того, щоб транспортні засоби стали безпечнішими, пересування завдало менше стресу і було зручнішим. Майбутнє транспорту – за smart технологіями.

Література

1. Розумний транспорт (Smart Mobility). URL: <https://www.smartcity.ks.ua/rozumnyj-transport/>
2. Розумні міста: як технології змінять транспорт у 2022 році. URL: <https://ula.lantec.ua/news/umnye-goroda-kak-tekhnologii-izmenyat-transport-v-2022-godu-2>
3. Смарт-транспорт: забавки, які подобаються не лише дітям. URL: https://maximum.fm/novini_t2
4. Hyundai відзначено двома нагородами премії Future Mobility of the Year Awards 2020. URL: <https://ecocars.in.ua/hyundai-vidznacheno-dvoma-nagorodami-premii-future-mobility-of-the-year-awards-20205>.

Прасоленко О.В., доцент кафедри
транспортних систем і логістики, к.т.н. доц.
Чумаченко В.А., аспірант кафедри
транспортних систем і логістики
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова;

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СМУГИ РУХУ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ

Останнім часом зі зростанням рівня автомобілізації багато міст світу зіткнулися з проблемою заторів і тривалих затримок транспортних засобів при пересуванні по вулично-дорожній мережі. Як правило, місцями виникнення проблем з рухом транспортних потоків є перехрестя на яких утворюються черги в заторах. Проблеми завантаження перехресть викликані невідповідністю умов руху, параметрів світлофорного регулювання до інтенсивності транспортного потоку. Умови руху включають такі характеристики: ширина смуг руху на підходах до перехрестя, кількість смуг руху, наявність розмітки, радіуси лівоповоротних та правоповоротних потоків, видимість в напрямку руху, повздовжній та поперечний ухили, параметри розташування пішохідних переходів і ін. Параметри світлофорного регулювання доцільно визначати відповідно до умов руху, інтенсивності транспортного потоку та швидкості не лише на перехресті а й на перегоні в цілому. Транспортний потік при формуванні на перегонах може знаходитись в різних станах, від вільного руху до стану затору. При цьому, закономірності переходу від стану вільного руху до стану затору, залежать від багатьох чинників: стану проїзної частини, видимості, ширини та кількості смуг руху, наявності розмітки, інтенсивності транспортного потоку, наявності перешкод і ін. Питання закономірностей зміни швидкості руху, інтенсивності транспортного потоку, затримок руху, рівня завантаження досліджувало багато авторів [1-2]. Проте, питання виникнення заторів на підходах перехресть останнім часом вказують, що потрібні нові наукові підходи до оцінки параметрів руху транспортних потоків та ефективності функціонування світлофорного регулювання. Такі проблеми, як вибір водія смуги руху, кількість перевлаштувань із однієї смуги в іншу на підходах регульованих перехресть, створюють дезорганізацію руху транспортних потоків та впливають на пропускну здатність. Крім того, взаємодії водіїв при зміні смуг руху також вказують на проблеми утворення конфліктних зон на підходах перехресть по мірі утворення черги у заторі, що відображається на емоційному напруженні водіїв та імовірності скоєння дорожньо-транспортних пригод. Питання дослідження закономірностей руху транспортних потоків на регульованих перехрестях з урахуванням зміни смуг руху є актуальними. Для аналізу параметрів та кількості змін смуг руху було застосовано квадрокоптер. Приклад замірів параметрів руху транспортних потоків з використанням квадрокоптера DJI на регульованому перехресті представлено на рис. 1.

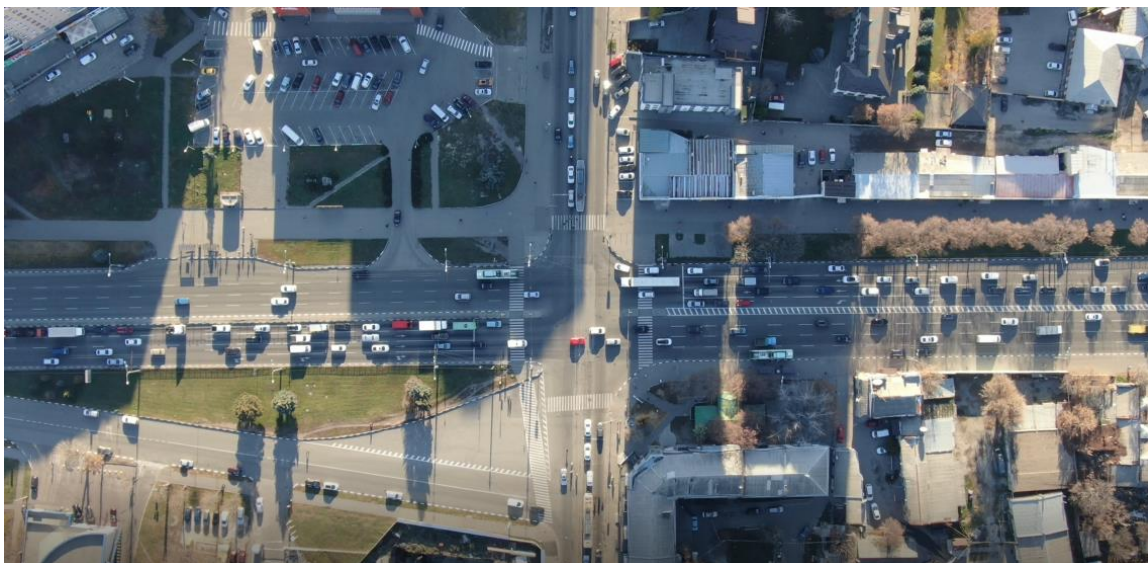


Рис. 1 – Дослідження параметрів руху транспортних засобів на перехресті з використанням дрону

Пропускна здатність смуги руху регульованого перехрестя може бути визначена за формулою [1]:

$$P_{cpi} = \frac{M_{Hi} \cdot t_{oi}}{T_{ц}}, \quad (1)$$

де P_{cpi} – пропускна здатність смуги руху, авт/год;

M_{Hi} – потік насичення, авт/год;

t_{oi} – ефективна тривалість фази світлофорного регулювання, сек.;

$T_{ц}$ – тривалість циклу світлофорного регулювання, сек.

Потік насичення є важливою характеристикою, що впливає на пропускну здатність смуги руху. Потік насичення залежить від багатьох факторів: ширини проїжджої частини, стану дорожнього покриття, видимості перехрестя, радіусів, складу транспортного потоку і ін. Найбільш точним методом є підхід, що враховує натурні спостереження:

$$M_{Hi(n)} = \frac{3600}{n} \sum_{a=1}^n \frac{m_a}{t_a}, \quad (2)$$

де i - номер смуги руху;

n - число замірів;

m_a - число приведених транспортних одиниць, що пройшли через стоп лінію за час t_a .

Пропонується надалі визначити потік насичення з урахуванням кількості змін смуги руху водіями. Кількість змін смуг руху визначимо за формулою:

$$F = D_i / N_i, \quad (3)$$

де F - кількість змін смуг руху;

D_i - кількість транспортних засобів які змінили смугу руху, авт/год;

N_i - загальна кількість транспортних засобів, авт/год.

Зміну потоку насичення можна розглянути з урахуванням коефіцієнту змін смуг руху (K_{di})

$$M_{Hi(n)} = M_{Hi} \cdot K_{di}, \quad (4)$$

Коефіцієнт K_{di} можна визначити з використанням експоненціального розподілу:

$$K_{di} = 1 - e^{-b(D_i/N_i)}, \quad (5)$$

де b – показник ступеня (визначається експериментально).

Пропускна здатність смуги руху регульованого перехрестя з урахуванням змін смуг руху може бути визначена за формулою:

$$P_{cpi} = \frac{M_{Hi} \cdot (1 - e^{-b(D_i/N_i)}) \cdot t_{oi}}{T_{ц}}, \quad (6)$$

Висновки. Використання запропонованого підходу дозволить отримати адекватні значення потоків насичення на регульованих перехрестях, що враховують кількісно показник зміни смуг руху водіями. Показник зміни смуг руху можна враховувати при визначенні пропускну здатності підхода перехрестя з різною кількістю смуг руху.

Література

1. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / За заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єрсов та ін. – К. : Знання України, 2014. – 467 с.
2. Лобашов О. О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: навч. посіб. / О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.

**Прохорчук М.В., викладач циклової комісії
транспортних технологій (на автомобільному транспорті)
Ковальський О. В., студент IV курсу гр.ТТ-1078
Форманюк М.А., студент IV курсу гр.ТТ-1078**

**Чуйко С.П., доктор філософії, голова циклової комісії транспортних
технологій (на автомобільному транспорті)**

*Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорозній
фаховий коледж Національного транспортного університету»*

ПІДВИЩЕНА ІНФОРМАТИВНІСТЬ НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ - ОПЕРАТИВНИЙ ФАКТОР ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

Організація міських пасажирських перевезень громадським транспортом набуває все більшої значущості і гостроти через збільшення автотранспорту та недосконалої розбудови міських транспортних мереж.

Так, зі зростанням автомобілізації сучасного суспільства, поряд із підвищенням якості транспортних послуг, проявляється ряд суттєвих проблем: збільшення кількості ДТП; токсичні викиди, шум; низькі швидкості руху; затори в години "пік"; великі втрати часу учасників руху; перепробіги, підвищена витрата палива; збільшення сумарних експлуатаційних витрат автобусних перевезень. Для користувачів транспортних послуг додається і певний фактор соціальної напруги [1].

Стало очевидним, що створення зручних умов проживання у містах неможливо без належного функціонування маршрутного пасажирського транспорту. Немало важливе значення має і доступність всіх верств населення до транспортних послуг.

Аналізуючи положення автомобільного транспорту у загальній транспортній структурі вітчизняної та зарубіжної економіки слід зазначити, що в найближчому майбутньому основні тенденції його розвитку виражаються у підвищенні якості перевезень та дорожнього руху на основі сучасної техніки та технологій. У цьому важливу роль займає ефективність застосування інформації, яка є важливою для управління процесом пасажирських перевезень у містах. Виникає необхідність у створенні єдиного інформаційного простору в області перевезень, залучення до нього усіх учасників процесу.

Для реалізації різних стратегій управління дорожнім рухом і перевізним процесом необхідно в реальному режимі часу зібрати достовірну інформацію про рух громадського транспорту на мережі з урахуванням імовірнісних властивостей транспортного потоку. Від рівня вирішення цих завдань великою мірою залежить правильність та своєчасність вибору великого ступеня оптимальних управлінських рішень і відповідно якості надання транспортних послуг. Це в свою чергу допоможе надати достовірну інформацію користувачам (пасажирам) маршрутного пасажирського транспорту і підвищить його надійність та довіру.

Останніми роками у цьому напрямі сталася низка суттєвих змін. Активно розвиваються наукові дослідження у галузі розвитку теорії транспортних потоків, їх моделювання на макро та мікро рівні дозволяють з високим ступенем достовірності вирішувати широкий спектр завдань щодо прогнозування характеристик транспортних потоків і пасажирської активності [2]. Розроблені методи, алгоритми і програмне забезпечення оптимізації транспортних мереж та вирішення транспортних завдань з урахуванням характеристик вулично-дорожніх мереж [3].

Відбувся якісний підйом у розробці та випуску потужних інформаційних комп'ютерних систем, розвитку сучасних видів зв'язку, ефективних навігаційних систем, технічних засобів збору та обробки інформації про характеристики транспортних потоків і дорожньої мережі, технічних засобів організації дорожнього руху, моніторингу транспортного процесу [4].

Важливу роль тут відіграє інформаційне забезпечення процесу управління міськими пасажирськими перевезеннями з вибором правильної моделі збору достовірної інформації про рух маршрутних транспортних засобів і ефективне їх використання. Це дозволяє ставити питання про вирішення проблем організації перевезень та управління рухом як для окремих транспортних засобів, так і транспортних потоків на дорожній мережі в цілому на якісно новому, вищому рівні.

Однією з найважливіших завдань в даному дослідженні є вдосконалення методів і засобів оперативного диспетчерського управління перевізним процесом. Сьогодні це забезпечується на основі створення сучасних транспортно-телематичних систем (ТТС) пасажирського транспорту, що базуються на застосуванні супутникових навігаційних технологій.

Вже досить тривало в м. Житомирі працює GPS-система моніторингу роботи громадського транспорту, яка дозволяє відслідковувати роботу автобусів і тролейбусів та контролювати виконання

ними графіку руху. Окрім того, в місті облаштовано більше десятка так званих «розумних зупинок», де на електронному табло висвічується час очікування тролейбусу чи маршрутного автобуса (рис.1,2).



Рис. 1, 2. - Зупинки громадського транспорту у м. Житомир з електронними табло і графіком руху

Безперечно, що зупинки громадського транспорту також мають важливе соціальне значення, виконують естетичну функцію і прикрашають місто сучасним дизайном.

Проведеними авторами дослідження підтверджено, що сучасне нововведення працює більше на користь пасажирів, яке є важливим фактором у пасажирському транспортному процесі але не достатньо досконалим при розгляді питання розвантаження міських транспортних потоків. Це свідчить про доступність у інформуванні руху громадського транспорту в міському середовищі усіх бажаючих, крім самого водія маршрутного автобуса чи тролейбуса.

Розширена концепція навігації в інтелектуальній транспортній системі (ІТС) передбачає обов'язкове виконання таких функцій, як моніторинг характеристик транспортних потоків та показників якості функціонування вулично-дорожньої мережі, визначення місця розташування транспортного засобу із заданою точністю, динамічний вибір маршруту руху та інформаційне забезпечення у реальному режимі часу під час проходження маршруту. Всі ці функції спрямовані на підвищення ефективності реалізації головної переваги громадського транспорту - організацію якісних перевезень [5].

Вирішення даного питання вбачається облаштуванням на маршруті контрольних пунктів на базі діючих проміжних зупинок, а на кінцевих зупинках -реперні коригуючі контрольні пункти. Рухаючись по маршруту, транспортний засіб, досягаючи чергового контрольного пункту автоматично передає свої координати в центр контролю і управління. При обробці інформації, яка надходить від них, формується лінія траси з урахуванням зупинок, які вже пройшов транспортний засіб з певною послідовністю. В разі непередбачуваного збою регулярності проходження маршруту, центром оперативно приймається рішення щодо коригування часу відправлення чи введення резервного транспорту. Цей фактор створює належну циклічність в роботі транспорту на певному напрямку маршруту через мережу GPS-системи моніторингу.

На рис. 3 представлено запропонований алгоритм оперативного управління рухом міських маршрутних транспортних засобів.



Рис.3. - Приклад стратегії оперативного управління рухом міських маршрутних транспортних засобів

Впровадженням додаткового інформування водія громадського транспорту, при під'їзді до світлофора на певну відстань, про циклічний час роботи світлофору і відлік часу до загоряння дозволеного сигналу, буде також сприяти рівномірності руху на маршруті, зменшує перевантаження транспортних мереж [5].

Разом з тим, у реальних умовах на рівень розвитку ІТС впливає ряд факторів, що стримують активне використання їх технологій при організації та управлінні дорожнім рухом та перевезеннями. До них у першу чергу слід віднести:

- недостатня розробка методів оцінки ефективності функціонування ІТС, необхідних для залучення інвестицій;
- слабка інформаційна інфраструктура автомобільного транспорту;
- відсутність сумісних, експрес методів зняття характеристик дорожнього руху для розрахунку параметрів моделей транспортних потоків;
- оцінки якості функціонування транспортної мережі;
- управління пріоритетним рухом маршрутного транспорту;
- відсутність способів оцінки та прогнозування якості дорожнього руху і транспортних потоків.

Крім цього необхідні розвиток та розробка методів, моделей, алгоритмів та програмного забезпечення для вирішення завдань оптимізації маршрутів руху, як для окремих транспортних засобів, так і розподілу транспортних потоків на мережі автошляхів в умовах застосування технологій ІТС.

Висновки. Досконалість роботи міського громадського транспорту можливе лише при спільних зусиллях зацікавлених сторін, які причетні до організації перевізного процесу, методів моделювання транспортних процесів, програмного забезпечення, організації інформаційних потоків у реальному режимі часу. Саме діяльність у цьому напрямку представляє зручність переміщення і створює передумови пріоритетності маршрутного транспорту перед легковим приватним.

Створена єдина інформаційна платформа буде сприяти належній цифровій інформативності при організації перевезень у містах і підвищить привабливість маршрутного пасажирського транспорту та якість перевізних послуг.

Важливим фактором, який необхідно врахувати, є те, що кожне з обраних міст має важливі відмінності між собою, як від кількості жителів, туристичний профіль, економічне, соціальне та культурне значення для регіону, процесу збору, передачі та обробки інформації про стан дорожнього руху, тощо. Проте дослідження послужило приводом для дискусії про важливість кількості та якості інформації, що міститься на зупинках громадського транспорту.

Література

1. Біляченко В.О., Чуйко С.П. Кравченко О.П. Координування транспортних потоків- шлях зниження екологічного забруднення міст / Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки // ЖДТУ. м. Житомир, 15-17 травня 2019 р. С.195.
2. Маргіта Н. О. Оцінка якості системи транспортного обслуговування пасажирів м. Львова / Н. О. Маргіта, Н. О. Ярема // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2017. – № 16 (2). – С. 10 - 14.
3. Furth, P. G. Public Transport Priority for Brussels: Lessons from Zurich, Dublin, and Eindhoven, 2015. www.coe.neu.edu/transportation/publications.html.
4. Furth, P. G., and T. H. J. Muller. Conditional Bus Priority at Signalized Intersections: Better Service with Less Traffic Disruption. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1731, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2000, pp. 23–30.
5. C. S. Silveira, M. Dischinger, A. Debatin Neto, Sistema Informativo no Transporte Público Urbano: Requisito Imprescindível para a Mobilidade dos Usuários, Anais, Ergodesign, 14, Joinville: UFSC, 2014.

Рожко Н.Я., професор кафедри автомобілів, д.е.н., доц.
Плекан У.М., доцент кафедри автомобілів, к.е.н.
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

СУЧАСНІ ТRENДИ ТА РЕАЛІЇ РИНКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ

Інтеграція, діджиталізація, автоматизація, – в реаліях сучасного сьогодення і ці поняття стають частиною нашого рутинного життя. У переважній більшості галузей і зокрема, автомобільній все менше залишається місця для консервативності, ігнорування інновацій та трендів.

З початком повномасштабної війни в Україні, блокуванням її традиційних транспортних шляхів країною - загарбником Росією, аби впоратися з торговельними потоками сухоходом, виникла необхідність оперативної переорієнтації, спрощення бюрократичних процедур та скасування необхідності отримання дозволів на перевезення товарів.

29 червня 2022 Україна та Європейський Союз підписали Угоду про вантажні перевезення автомобільним транспортом.

Перемовини про укладення Угоди для безперешкодного доступу українських товарів до ринків країн ЄС велися з 2021 року.

На той час Україна експортувала близько 5 млн тонн зерна на місяць, 75% зовнішнього товарообігу припадали на морські порти.

Для отримання права на в'їзд, транзит та перевезення вантажів територією ЄС українському перевізнику був потрібен міжнародний дозвіл.

Країни ЄС виділяли обмежену кількість таких дозволів. Наприклад, у 2021 році українці мали лише 850 тис. дозволів — стільки разів українські перевізники могли перетнути кордон з іншими державами.

Коли дозволи на одному напрямку закінчувалися, вантажівки змінювали маршрути. Ці ліміти прямо впливали на ціни та конкурентоспроможність української продукції на ринку ЄС.

Таким чином, з підписанням угоди 29 червня 2022 року українські вантажівки отримали можливість перетинати кордон з країнами ЄС без додаткових обмежень по кількості в'їздів та терміну – часу перебування. В свою чергу, транспортний безвіз діятиме до 30 червня 2023 року. Водночас, не пізніше квітня 2023 року Україна та ЄС проведуть консультації щодо необхідності продовження дії такого безвізу.

Транспортний безвіз, спільний транзит, АЕО та промисловий безвіз - це чотири складові, які повинні спростити життя українського бізнесу до неможливості.

Найближчим часом Україна приєднається до Конвенції про спільний транзит (NCTS), що «розмиє» митні кордони при транзиті між Україною та ЄС. Також очікується приєднання України до Угоди про оцінку відповідності та прийнятність промислової продукції (ACCA) (промисловий безвіз), що врегулює взаємне визнання Україною та ЄС сертифікатів відповідності на промислову продукцію.

Розглянемо як це все в сукупності має працювати:

Товар українського походження експортується до країн ЄС:

- із застосуванням преференційної ставки мита, яка встановлена у розмірі 0% для всіх українських товарів до 5 червня 2023 року з можливою пролонгацією;
- без дозволу на перевезення (транспортний безвіз);
- в митний режим експорту оформлюється прямо на підприємстві (статус АЕО-С, спрощення «випуск за місцезнаходженням»);
- оформлення єдиною транзитної декларації Т1 в єдиному режимі транзиту (без поділу на національний і в межах ЄС) (спільний транзит);
- без додаткових проведення оцінок відповідності та отримання сертифікатів відповідності (промисловий безвіз).

Таким чином, Попри складні часи для України та нашого народу, український бізнес отримує нові можливості для розвитку та зростання, зокрема виробництва українських товарів та їхнього експорту на ринки ЄС. Транспортний безвіз - один із великих пазлів, з яких складається картина вільної торгівлі України з ЄС. Далше тільки більше. І це більше полягає у створенні конкурентоспроможних логістичних площ.

Уже кілька років в Україні спостерігається значний відкладений попит на оренду якісних складських приміщень. Загалом, вакантність нашої країни коливається на рівні 2.6-2.9%. За 2021 рік 85% договорів були укладені на квадратні метри ще на етапі будівництва. Тобто при введенні в експлуатацію складський комплекс вже практично не має вільних площ для оренди.

Цікава ситуація й із логістичними площами (складами). Щоб надалі схарактеризувати логістичний ринок України, наведемо два факти: перший – значний потенціал, другий – відсутність іноземних інвестицій для його реалізації.

За експертними оцінками, суттєві зміни на ринку можна буде побачити лише через кілька повоєнних років.

Ринок складської та логістичної нерухомості малорозвинений і поки що не є інвестиційно привабливим, у зв'язку із війною в Україні, але в перспективі 5-7 років, з урахуванням стрімкого розвитку e-commerce варто очікувати "буму".

Важливим фактором є стабільність ринку й економічної ситуації, а також зростання орендної ставки. Розвиток цього сегменту дозволить будувати більш модернізовані склади та, в цілому, підвищить якість нової пропозиції, а також посприє будівництву нових проєктів.

Не менш важливою особливістю також є те, що ринок автомобільних перевезень складається лише з малих та середніх транспортних компаній. Середній вік вантажівок у нашій країні становить майже 20 років, показник один із найбільших у європейських країнах. Також, на ринку України вантажівки не мають обмеження щодо терміну експлуатації та віку автомобіля.

Окресливши логістичну проблематику нашої держави бачимо, що попри особливості та недоліки, ми рухаємося разом зі світовими тенденціями, як позитивними, так і негативними.

Отже, автоматизація, діджиталізація, інтеграція та інші тенденції – це перш за все рух до майбутнього з більш ефективною роботою, оптимізованими ресурсами та високими результатами. Попри військові дії в українському середовищі, наша держава має всі шанси досягти рівня топових розвинених ринків.

Сахно В.П., завідувач кафедри автомобілів, д.т.н., проф.
Поляков В.М., професор кафедри автомобілів, к.т.н.
Човча І.В., аспірант кафедри автомобілів
Національний транспортний університет

ДО ВИЗНАЧЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ І СТІЙКОСТІ РУХУ ПРИЧІПНОГО АВТОПОЇЗДА

Сучасний розвиток громадського та вантажного транспорту веде до збільшення запитів щодо міських автобусів великої місткості та вантажних транспортних засобів. Ця тенденція обґрунтовує аргументи економії енергії та зниження рівня забруднення навколишнього середовища, обумовлених обмеженням кількості транспортних засобів і водіїв, необхідних для перевезення великої кількості вантажів і людей. Як слідство, все більш широкого розповсюдження отримують як вантажні, так і пасажирські автопоїзди.

У роботі [1] показана перспективність використання причіпних пасажирських автопоїздів. Виконана порівняльна оцінка дизельного автобуса А70132 і електробуса А701 при їх роботі у складі автобусного поїзда. Доведена ефективність використання такого автобусного поїзда при роботі на міських маршрутах. Проте при створенні таких автопоїздів необхідно вирішити ряд практичних завдань, пов'язаних, у першу чергу, з їх маневреністю і стійкістю руху. Тому вибір автобуса і причепа для автобусного поїзда є на сьогодні актуальним.

У даний час задача визначення умов стійкості вантажних автопоїздів є достатньо вивченою. Так, у роботі [2] розроблені тривимірні динамічні моделі автомобіля та причепа, на основі яких побудована динамічна модель поїзда. На основі теорії наближення першого порядку звичайних диференціальних рівнянь та теорії бифуркації Хопфа вивчається лінійна та нелінійна стійкість кожного елемента та автопоїзда в цілому при прямолінійному русі. Чисельні результати показують, що для нелінійної і лінійної моделі критичні швидкості мало розрізняються між собою. У роботі [3] побудована модель поїзда із 31 ступенем вільності за допомогою пакету AutoSim, і показані напрямки поліпшення стійкості поїзда. У роботі [4] складені диференціальні рівняння плоскопаралельного руху для визначення показників маневреності триланкових автопоїздів. У роботі [5] наведена система рівнянь, що описує плоскопаралельний рух автопоїзда, яка доповнена рівняннями для самовстановлювального колісного модуля (СКМ).

Показники маневреності автопоїзда, зокрема координати центра мас автобуса, кут складання автопоїзда, зовнішній і внутрішній габаритні радіуси, габаритна смуга руху автопоїзда, як і показники стійкості руху, визначалися шляхом інтегрування чисельними методами вихідної системи рівнянь як з некерованою причіпною ланкою, так і її управлінням за рахунок СКМ.

Розрахунок показників маневреності автопоїзда і стійкості руху було виконано за вихідних параметрів автобуса А70132 і причепа на його базі.

За обраними вихідними даними на першому етапі розрахунків визначалися координати центра мас автобуса. Розрахунки виконані як для автобуса з некерованим причепом, так і причепом, обладнаним СКМ за кута повороту керованих коліс автобуса $\theta=0,57$ рад і СКМ причепа $\theta_4=0,24$ рад. (при цьому забезпечується радіус повороту автобуса на рівні 10,2 м і внутрішній габаритний радіус повороту автопоїзда $R_{вн}=5,3$ м) і швидкості 5 м/с, коли відцентровими силами і креном ланок автопоїзда можна знехтувати. Результати розрахунку наведено на рис. 1.

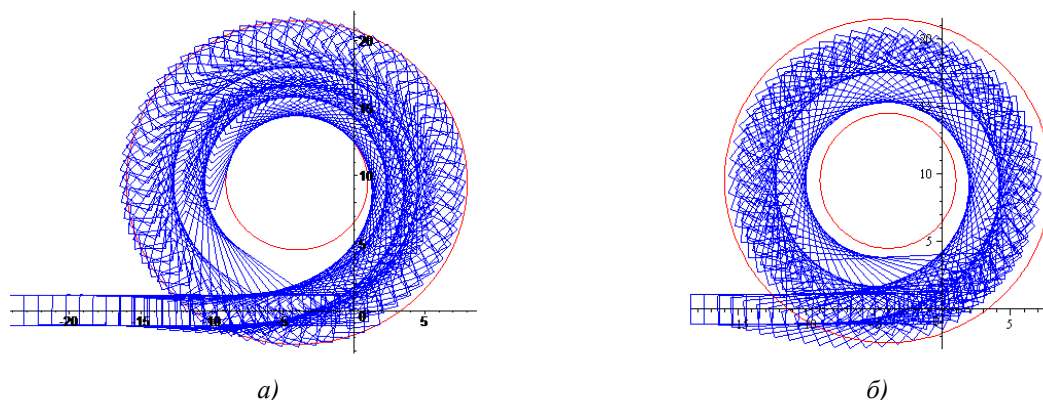


Рис. 1 – ГСР автопоїзда з некерованим причепом (а) і керованим за рахунок СКМ (б)

Аналіз результатів розрахунку наведених даних показує, що за швидкості 5 м/с автобус з некерованим причепом не задовольняє вимогам Директиви ($R_{зг}=12,98$ м, $R_{вг}=5,3$ м, $B_r=7,68$ м), у той час як автопоїзд з управлінням за рахунок СКМ причепа ($R_{зг}=12,5$ м, $R_{вг}=5,42$ м $B_r=7,08$ м) цим вимогам задовольняє. При цьому поперечна швидкість і поперечне прискорення центру мас причепа при вході автопоїзда в поворот за швидкості 5 м/с не перевищує 1,4 м/с² для некерованого причепа і 1,6 м/с² для керованого причепа, що свідчить про стійкість у цьому режимі обох автопоїздів. Проте при збільшенні швидкості руху автопоїзда до 10 м/с різко збільшуються прискорення причепа (прискорення автобуса для обох автопоїздів не перевищують 4,25 м/с², тобто рух автобуса є стійким), які хоч і менші для автопоїзда з некерованим причепом (5,83 м/с²) у порівнянні з автопоїздом з керованим причепом за рахунок СКМ (6,78 м/с²), проте більші максимально допустимих. При цьому обидва поїзди характеризуються недостатньою поворотністю, що може служити запорукою стійкості руху (рис. 2).

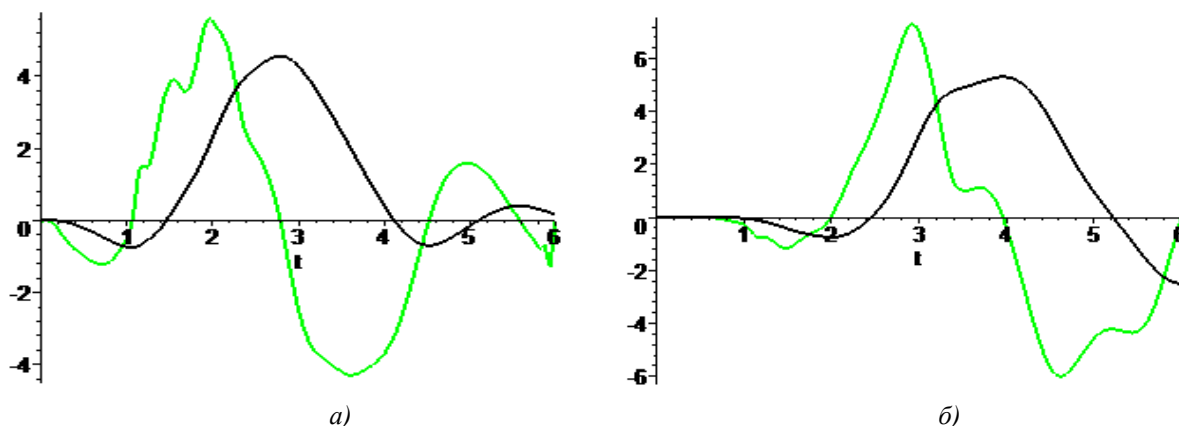


Рис. 2 – Зміна бічної швидкості і бічного прискорення центру мас причепа при вході автопоїзда в поворот за швидкості 5 м/с: (а) – автопоїзд з некерованим причепом, (б) – автопоїзд з причепом із СКМ

Про стійкість автопоїзда у прямолінійному русі можна судити по величині критичної швидкості руху автопоїзда та швидкості появи коливальної нестійкості.

Ці швидкості були розраховані за методикою, представленою у роботі [5]. Для цього вихідна система рівнянь була лінеаризована. Після цього був знайдений визначник системи, розв'язок якого чисельними методами за допомогою програмного забезпечення Maple 14 і дав критичну швидкість руху автопоїзда.

У результаті розрахунків для автопоїзда з некерованим причепом критична швидкість складала $v_{кр}=35,21$ м/с, а для автобуса з керованим причепом за рахунок СКМ $v_{кр}=15,14$ м/с. Оскільки критична швидкість автопоїзда значно менша максимальної швидкості його руху, то при досягненні цієї швидкості СКМ причепа повинен блокуватися і тоді автопоїзд з керованим причепом перетворюється в автопоїзд з некерованим причепом.

Дослідимо тепер вплив конструктивних і компоувальних параметрів автопоїзда на його критичну швидкість руху. Для цього будемо змінювати один із параметрів автопоїзда, залишаючи усі інші незмінними. Розрахунки будемо проводити за відносними параметрами, що представляють собою відношення вихідного параметра, прийнятого у попередніх розрахунках, до можливого його значення в конструкціях автомобільних поїздів. У якості таких відносних параметрів були прийняті: бази тягача і напівпричепа; відстані від центру мас тягача до передньої керованої осі, до точки зчїпки автомобіля-тягача з напівприцепом; коефіцієнти опору відведення коліс передньої керованої осі тягача k_1 , некерованих коліс тягача k_2 , коліс осей напівпричепа k_3 . Результати розрахунку представлені на рис. 3. Аналіз даних показує, що збільшення критичної швидкості руху можливе за рахунок збільшення бази автобуса (а) і причепа (б) і зменшення координати центру мас автобуса а (наприклад, збільшенням навантаження на керовану вісь автобуса) і переміщення точки зчїпки автобуса з причепом ближче до центру мас автобуса.

Для автопоїздів критична швидкість прямолінійного руху, як правило, перевищує швидкість появи коливальної нестійкості, тобто про стійкість руху автопоїзда можна судити по його швидкості появи коливальної нестійкості. Ця швидкість визначалася наступним чином. Послідовно зі збільшенням задавалася швидкість поступального руху автопоїзда і знаходилися корені характеристичного рівняння. Поява першого додатнього кореня свідчила про появу коливальної нестійкості.

Результати розрахунку коренів характеристичного рівняння за різних швидкостей прямолінійного руху автопоїзда з некерованим причепом наведені у таблиці. Аналіз цих результатів показує, що перший додатній корень з'явився за швидкості 29,2 м/с, яку можна вважати швидкістю появи коливальної нестійкості руху автобуса з некерованим причепом. Ця швидкість на 17,06 % менша за критичну

швидкість прямолінійного руху автопоїзда ($v_{кр}=35,21$ м/с) і в розрахунках параметрів стійкості необхідно приймати саме цю швидкість.

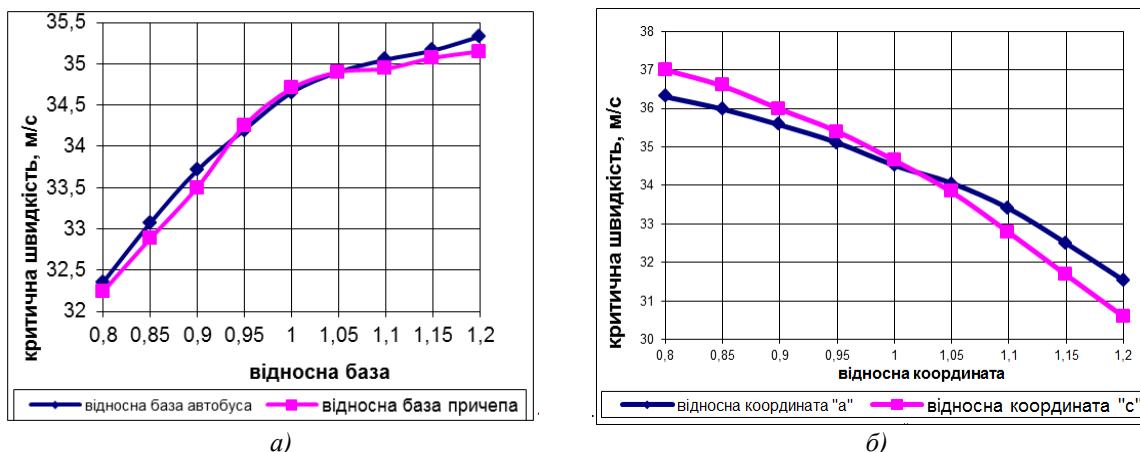


Рис. 3 – Критична швидкість руху автопоїзда у функції відносних параметрів: бази тягача і напівпричепа (а) координати центру мас тягача, відстані між центром мас автобуса і точкою зчипки (б)

Таблиця - Корені характеристичного рівняння за прямолінійного руху автопоїзда

Швидкість, м/с	Корені характеристичного рівняння
28,5	$eigv: -1.188124290 - 13.81337852 I, -1.188124290 + 13.81337852 I,$ $-.8039433500 - 1.208366854 I, -.8039433500 + 1.208366854 I,$ $-.5946136265 - 2/952947482 I, -.5946136265 + 2/952947482 I,$ $-.1166745032 - 1.537354363 I, -.1166745032 + 1.537354363 I$
29,2	$eigv: -1.176554315 - 13.80998651 I, -1.176554315 + 13.80998651 I,$ $-.9732548760 - 1.1755327653 I, -.9732548760 + 1.1755327653 I,$ $-.7637354430 - 3.4767346323 I, -.7637354430 + 3.4767346323 I,$ $.0109427630 - 5.1379202343 I, .0109427630 + 5.1379202343 I$

Висновки. Виконана порівняльна оцінка маневреності і стійкості руху причіпного автопоїзда як з некерованим, так і керованим за рахунок СКМ причепа. Встановлено, що за швидкості 5 м/с автобус з некерованим причепом не задовольняє вимогам Директиви ЄС ($R_{зг}=12,98$ м, $R_{вт}=5,3$ м, $V_r=7,68$ м), у той час як автопоїзд з управлінням причепа за рахунок СКМ ($R_{зг}=12,5$ м, $R_{вт}=5,42$ м $V_r=7,08$ м) цим вимогам задовольняє. При цьому поперечна швидкість і поперечне прискорення центру мас причепа при вході автопоїзда в поворот за швидкості 5 м/с не перевищує $1,4$ м/с² для некерованого причепа і $1,6$ м/с² для керованого причепа, що свідчить про стійкість у цьому режимі обох автопоїздів.

Визначена критична швидкість руху, яка для автопоїзда з некерованим причепом склала $v_{кр}=35,21$ м/с, а для автобуса з керованим причепом за рахунок СКМ $v_{кр}=15,14$ м/с. Оскільки критична швидкість автопоїзда значно менша максимальної швидкості його руху, то при досягненні цієї швидкості СКМ причепа повинен блокуватися і тоді автопоїзд з керованим причепом перетворюється в автопоїзд з некерованим причепом.

Література

1. Сахно В.П. До створення причіпного автобусного поїзда / В.П. Сахно, О.В. Диких // Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». Випуск №111,2022.-С.175-184.
2. Ren Luo. Hunting stability analysis of train system and comparison with single vehicle model // April 2008 Journal of Mechanical Engineering 44(04) DOI: 10.3901/JME.2008.04.184/
3. Modeling and analyses of a connected multi-car train system employing the inerter/ Hsueh-Ju Chen, Wei-Jiun Su1 and Fu-ChengWang1 // Special Issue Article .Advances in Mechanical Engineering 2017, Vol. 9(8) 1–13, 2017 DOI: 10.1177/1687814017701703/
4. Сахно В.П. Маневреність метробуса / В.П.Сахно, В.В.Біліченко, В.М.Поляков, О.Є.Омельницький // Вісник машинобудування та транспорту: науковий журнал / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет –Вінниця: ВНТУ, № 2(8), 2018. – С.106-118.
5. Сахно В.П. До розробки математичної моделі автопоїзда з причепом категорії О1 у поперечній площині // В.П.Сахно, С.М.Шарай, І.С.Мурований, І.В.Човча // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. –Луцький НТУ, 2021. - №2(17). – С.151-161.

**Смирнов Є.В., доцент кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, к.т.н.**
Вінницький національний технічний університет

КОНЦЕПЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Останніми роками у всіх сферах виробничо-господарської діяльності, в тому числі і на автомобільному транспорті, активно розвиваються нові технології засновані на цифровізації та інформаційно-комп'ютерних технологіях. Такі технології дають можливість не тільки забезпечити моніторинг по всьому шляху руху рухомого складу, а й суттєво скоротити часові та фінансові витрати шляхом оптимізації операцій у транспортних вузлах, вибору раціонального маршруту, взаємодії учасників транспортного процесу тощо.

Насьогодні цифрові технології є обов'язковою частиною будь-якого бізнес-процесу, а їх впровадження в процес управління вантажними автомобільними перевезеннями спричиняє зміни в структурі та методах управління, методах оцінки ефективності. Сучасний рівень розвитку цифрових технологій дозволяє вийти на новий якісний рівень технічним інструментам збору, обробки та аналізу інформації в цифровому форматі про стан транспортних процесів у динаміці їх розвитку – в режимі «онлайн». Більшість цифрових технологій спираються на активне впровадження можливостей інтернету, мобільних мереж доступу до інформації, а також можливості роботи в онлайн-режимі, що дозволяє вводити в практику електронний документообіг, створювати нові бізнес-моделі, змінювати механізми взаємодії споживачів тощо [1]. Тому нові можливості викликають необхідність створення нових наукових підходів в комерційній та технічній експлуатації автомобілів.

Для автотранспортних підприємств (АТП) найбільш доцільним є цифровізація системи управління у вигляді сервісів. Такий підхід дозволяє значно скоротити витрати на інформаційні технології, які складаються з витрат на придбання програмного забезпечення (ПЗ), оплати ліцензій та оновлень ПЗ [2]. Це особливо актуально при активному розвитку бізнесу, коли витрати на ПЗ зростають нелінійно, через необхідності формування нових структур, відділів та служб. Застосування цифрових сервісів кардинально змінює цю ситуацію, перетворюючи модель фінансової діяльності в модель «циклічно повторюваних витрат» на кшталт абонентської плати, що нижче за витрати на придбання ПЗ і організацію власної інформаційної системи.

Впровадження моделі управління АТП на основі цифрових сервісів передбачає застосування хмарних технологій. Хмарні технології забезпечують надання інформаційних та обчислювальних ресурсів у вигляді сервісу, який можна отримати, не вкладаючись у створення нової інфраструктури, при цьому відсутня потреба в спеціальній підготовці кадрів чи купівлі ліцензованого ПЗ. З боку АТП при цьому потрібний мінімальний рівень оснащення: персональні комп'ютери та засоби доступу до інтернету. Сервіси хмарних технологій надаються через інтернет на основі підписки або плати за використання послуги, та в режимі реального часу, що суттєво розширює можливості АТП [1]. Така схема віртуалізації обчислювальних процесів отримала поширення та продовжує активно розвиватися.

В основі сучасних цифрових сервісів лежать хмарні технології цифрового кластеру [3]:

- IaaS (Infrastructure as a Service) – «Інфраструктура як послуга»;
- PaaS (Platform as a Service) – «Платформа як послуга»;
- SaaS (Software as a Service) – «Програмне забезпечення як послуга»;
- CaaS (Communication as a Service) – «Комунікація як послуга»;
- MaaS (Monitoring as a Service) – «Моніторинг як послуга».

Застосування цифрових сервісів для АТП дозволяє не лише обробляти велику кількість інформації за короткий проміжок часу, але й оптимізувати структуру технологічних процесів, що підвищує ефективність роботи АТП в цілому. Так, зазвичай, маршрути оптимізуються в обов'язковому порядку за двома основними критеріями: мінімальний пробіг автомобілів та максимальне завантаження автомобіля. Проте в умовах завантаженості дорожньо-транспортної інфраструктури, наявності ряду специфічних вантажів часто виникають додаткові критерії, які безпосередньо не корелюються з величиною пробігу та коефіцієнтом вантажопідйомності транспортного засобу, такі як час доставки, час виконання вантажно-розвантажувальних операцій тощо. Застосування спеціалізованих цифрових технологій може забезпечити оперативне вирішення цієї та інших задач управління вантажними автомобільними перевезеннями.

При розробці моделі управління вантажним АТП, що базується на цифрових сервісах, необхідно забезпечити виконання таких функцій:

1. «Онлайн» контроль руху транспортних засобів:

- можливість оперативного контролю розташування транспортного засобу та вантажу – точне визначення географічних координат, швидкості та напрямки руху;
 - забезпечення оперативного відображення місцезнаходження транспортного засобу на електронній карті;
 - регулярне оновлення значень техніко-експлуатаційних показників використання транспортних засобів на основі отримання оперативних даних;
 - оперативний контроль дотримання водієм режимів праці та відпочинку.
2. Оперативно-виробниче управління:
- автоматизована аналітична обробка отриманої інформації про маршрут транспортного засобу в режимі реального часу;
 - можливість автоматизованої оперативного корегування маршрутних завдань (заборони на рух, об'їзди тощо) з автоматичним перерахунком техніко-експлуатаційних показників в процесі руху транспортного засобу на маршруті.
3. Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів:
- можливість оперативного контролю даних про технічний стан транспортних засобів на основі систем вбудованої самодіагностики та телематики;
 - забезпечення функції – Зв'язок з автосервісом для працівників служби експлуатації та водія у випадку виникнення несправностей та відмов;
 - розробка індивідуального плану проходження планових технічних обслуговувань транспортних засобів з урахуванням оперативної інформації.
4. Організація взаємодії з водієм:
- забезпечення функції – Оперативний виклик водія при виявленні нецільового використання транспортного засобу або відхилення від маршрутних завдань та графіка руху;
 - забезпечення спілкування з водієм – голосовий або відео зв'язок, обмін текстовими повідомленнями (SMS, месенджери) диспетчером (системою) з обов'язковим збереженням інформації у базі даних.
5. Функції забезпечення безпеки руху:
- забезпечення реалізації функції – Оперативне реагування при спрацьовуванні контрольних тригерів, що попереджають про відхилення від маршруту або вихід транспортного засобу із зони маршрутних завдань тощо;
 - забезпечення реалізації функції – Забезпечення контролю режиму експлуатаційної та припустимої швидкості руху транспортного засобу, екстрених гальмувань тощо.
6. Функції визначення та контролю техніко-експлуатаційних показників перевезень:
- визначення фактичного пробігу транспортного засобу;
 - визначення фактичного часу виконання маршрутних завдань;
 - визначення фактичної витрати палива;
 - контроль часу доставки вантажів, відповідно до стратегії «just in time»;
 - контроль часу проведення вантажно-розвантажувальних операцій;
 - оцінка роботи водія за критеріями паливної економічності, дотримання правил безпеки руху, дотримання водієм режимів праці та відпочинку;
 - формування звітів за результатами техніко-експлуатаційних показників у наочному вигляді, який дозволяє швидко аналізувати показники виконання транспортної роботи в різних форматах за будь-який період, що цікавить.

Спеціалізовані програмні засоби для вирішення зазначених вище задач можуть відрізнятися для різних категорій перевезень: внутрішньоміські, міжміські та міжнародні перевезення. Крім того при реалізації функції цифрової інформаційної системи як сервісу, має бути забезпечена модульність цифрових послуг, тобто АТП може замовляти підписку лише на ті сервіси, які її цікавлять.

Висновки. Цифрові сервіси на автомобільному транспорті сприяють підвищенню ефективності існуючих бізнес-процесів, звільняючи АТП від ризиків та витрат, пов'язаних з впровадженням та обслуговуванням власних інформаційно-комп'ютерних систем. В роботі сформульовано вимоги до розробки системи управління вантажного АТП як цифрового сервісу.

Література

26. Якубович А.Н., Куфтинова Н.Г., Рогова О.Б. Информационные технологии на автотранспорте: учебное пособие / М.: МАДИ, 2017. 252 с.
27. Vargo S. L., Maglio P. P. & Akaka M. A. On value and value creation: a service systems and service logic perspective // *European Management Journal*, 2008, pp. 145-152.
28. Cloudy Concepts: IaaS, PaaS, SaaS, MaaS, CaaS & XaaS / Електронний ресурс // URL: <https://www.zdnet.com/article/cloudy-concepts-iaas-paas-saas-maas-caas-xaas/>. Дата звернення 17.10.2022.

Сорока В.С., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.с.н., доц.
Хітров І.О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доц.

Національний університет водного господарства та природокористування

ВПЛИВ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ МІСТА ДУБНО

Транспортні проблеми для більшості міст, які вже відчутні в м. Дубно, найчастіше пов'язані через суттєвого збільшення кількості рухомого складу на дорожній мережі. Разом з тим, відчувається недостатність розвитку транспортної мережі узгодженістю вимог до дорожнього руху. Кількісною оцінкою наявних і оціночного їх збільшення визначається на основі прогнозного рівня автомобілізації і необхідністю врахування характеристик та показників транспортних потоків.

Для дослідження таких показників найчастіше застосовують методи екстраполяції отриманих даних з побудовою прогнозу характеристики, багатофакторної кореляції. Для практичних цілей найзручніше оцінювати зміну рівня автомобілізації в часовому просторі з врахуванням зростання валового регіонального продукту і узгодженістю транспортної інфраструктури міста [1].

Оскільки характеристики транспортних потоків безпосередньо характеризуються параметрами транспортної мережі, точніше показниками її функціонування через швидкість, інтенсивність руху, кількості смуг руху, дослідимо умови руху транспортних засобів і проведемо аналіз на перспективу. Оцінку впливових факторів на формування транспортного потоку представимо у вигляді структурної схеми, основу якої передбачає встановлення показникових закономірностей формування транспортних потоків за часовим періодом (рис. 1).

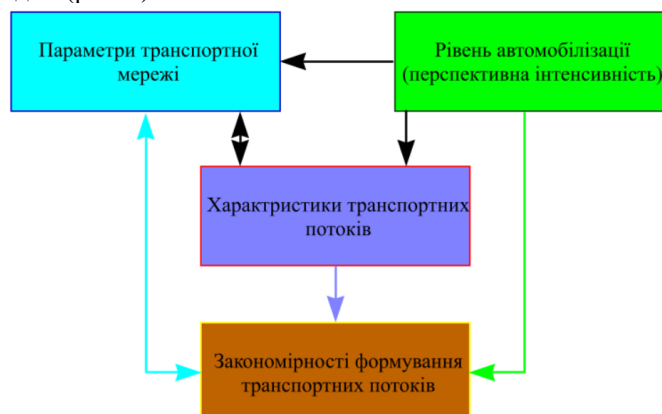


Рис. 1 – Структурно-описова схема дослідження транспортних потоків [2]

Динамічну оцінку зміни рівня автомобілізації населення A [2] представимо у вигляді функції, що відображає зміну чисельності населення $N_{ж}$ та його купівельної здатності P , який враховує рівень заробітної плати Δ (порівняно з мінімальним прожитковим) у грошовому вигляді і вартість самого транспортного засобу Π_a досліджуваного періоду, тобто

$$A = f\left(t; P\left(\frac{\Delta}{\Pi_a}\right); N_{ж}\right) \quad (1)$$

За результатами дослідження транспортних потоків охарактеризуємо зміну рівня автомобілізації за наступними показниками:

- середньозваженого коефіцієнта $K_3^{срвз}$ завантаження транспортної мережі, який визначає дослідну інтенсивність руху N_i i -тої ділянки доріг з врахуванням коефіцієнта її завантаження K_{zi} [2]

$$K_3^{срвз} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{zi} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n N_i}, \quad (2)$$

- резерву пропускної здатності мережі доріг R , який визначається як різниця між пропускною здатністю P_i i -тої ділянки дороги та її інтенсивності руху N_i [2]

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n P_i - N_i}{n}, \quad (3)$$

- транспортної роботи W за транспортними засобами, як добуток інтенсивність руху N_i i -тої ділянки доріг на її довжину l_i [2]

$$W = \sum_{i=1}^n N_i \cdot l_i, \quad (4)$$

Наведемо узагальнені результати оціночних досліджень впливу рівня автомобілізації за даними транспортних потоків основної магістральної загальноміського значення (вул. Данила Галицького), магістральної вулиці районного значення (вул. Михайла Грушевського) та інших вулиць місцевого значення.

Аналізуючи рис. 2, а, можемо стверджувати, що коефіцієнт завантаження доріг суттєво зростає із збільшення насиченості транспортних засобів через зосередження значної їх кількості на підходах до таких вулиць, світлофорним регулювання, особливостей розв'язок доріг, і свідчить про зростання на 12,5% при збільшенні автомобілів до 268 авто/1000 жителів.

Аналізуючи рис. 2, б, можемо стверджувати, що зростання рівня автомобілізації буде супроводжуватися зниженням пропускної здатності доріг на 7,8%, що вказує на необхідність запровадження змін на перспективу щодо збільшення кількості смуг руху.

Аналізуючи рис. 2, в, можемо стверджувати, що збільшення рівня автомобілізації призведе до збільшення транспортної роботи на 7,4%.

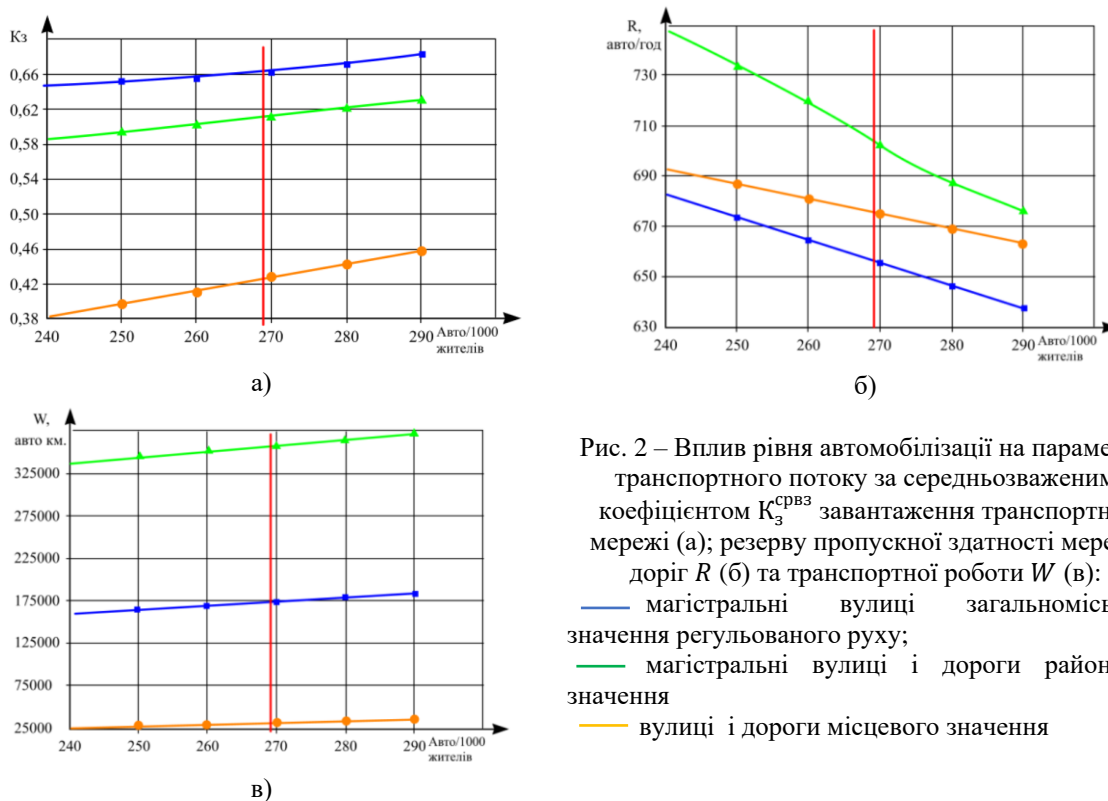


Рис. 2 – Вплив рівня автомобілізації на параметри транспортного потоку за середньозваженим коефіцієнтом $K_z^{срвз}$ завантаження транспортної мережі (а); резерву пропускної здатності мережі доріг R (б) та транспортної роботи W (в):
 — магістральні вулиці загальноміського значення регульованого руху;
 — магістральні вулиці і дороги районного значення
 — вулиці і дороги місцевого значення

Висновки. Таким чином, запропонована методика оцінки транспортних потоків дозволяє і її взаємозв'язку з рівнем автомобілізації дозволяє відслідкувати динамічний прогноз щодо кількості транспортних засобів і своєчасно запланувати заходи щодо підвищення ефективності транспортної мережі міста Дубно.

Література

1. Марков О.Д. Вплив інфраструктури на ефективність автомобілізації. Науковий журнал. Вип. 5, 2017, с. 166-175.
2. Лобашов А. О., Бурко Д. Л. Влияние уровня автомобилизации на параметры транспортных потоков. Технологический аудит и резервы производства. № 5/1(13), 2013. С. 16-19.

**Тарандушка Л.А., завідувач кафедри автомобілів
та технології їх експлуатації, д.т.н., доц.
Костьян Н.Л., доцент кафедри автомобілів та
технології їх експлуатації, к.т.н., доц.
Тарандушка І.П., старший викладач кафедри
автомобілів та технології їх експлуатації
Черкаський державний технологічний університет**

РОЗРОБКА МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕСУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ МІСТА

Для підвищення якості транспортних послуг в місті необхідно постійно вдосконалювати транспортну систему міста. Для виконання даного завдання необхідно мати інформацію щодо потреб в пересуванні населення містом.

Вивчення закономірностей пересування населення є ключовим питанням для вирішення широкого кола транспортних і містобудівних завдань, наприклад, розвитку вулично-дорожньої мережі, розробки та оптимізації маршрутів пасажирського транспорту.

Теорія і практика визначення пересування населення включають в себе безліч методів обстеження пасажирських потоків, які можна класифікувати як розрахункові і натурні. Натурні обстеження (талонні, табличні, візуальні та ін.) є комплексом інструментальних методів вимірів кореспонденцій. В результаті натурних обстежень отримують вибірку множини кореспонденцій H^0 , на основі якої здійснюється апроксимація параметрів генеральної сукупності кореспонденцій H [1-2].

Більшість методів натурального обстеження рухливості населення мають істотну трудомісткість, що змушує їх використання, обумовлює застосування розрахункових методів для оцінки коливань пересування населення на основі вибіркового інструментального обстеження. В результаті моделі, що використовуються не мають достатньої адекватності, що часто призводить до ухвалення помилкових рішень по вдосконаленню транспортної системи регіону. Розрахункові методи визначення пересування населення не мають точності, необхідної для вирішення багатьох транспортних завдань. Вони застосовуються в комплексі з натурними методами для отримання моделі нормування вибіркової множини кореспонденцій з метою оцінки генеральної сукупності [3].

Для об'єктивної оцінки пересування населення необхідно здійснювати інструментальний моніторинг впродовж досить тривалого часу. Окрім цього при моделюванні пасажирських кореспонденцій слід враховувати взаємний вплив параметрів функціонування транспортної системи і пересування населення [4].

Таким чином, можна констатувати необхідність постійного інструментального виміру кореспонденцій населення для вирішення сучасних транспортних завдань. Цей підхід забезпечить рішення низки актуальних питань, таких як, адекватність моделей розрахунку пересування населення в результаті аналізу відповідності результатів, отриманих з різних джерел; об'єктивність оцінки динаміки параметрів функціонування транспортної системи.

Сьогодні є тільки обмежені можливості порівняння результатів функціонування транспортної системи з минулим періодом, тобто тенденції розвитку транспортної системи, як правило, оцінюються дуже приблизно. Безперервний інструментальний моніторинг пересування населення може бути здійснений за допомогою наступних джерел [5]:

- системи автоматизованого обліку пасажирських потоків;
- обробки транзакцій безготівкового розрахунку за проїзд;
- аналізу виконаного руху, отриманого з інформаційних систем транспортних організацій;
- постійно діючого анкетування населення, яке можна реалізовувати через Інтернет-ресурси;
- обліку кореспонденцій абонентів мобільного зв'язку.

Сьогодні питома вага безготівкових розрахунків в міському пасажирському транспорті досягає 50%, тобто питання репрезентативності вибірки на основі транзакцій безготівкового розрахунку для оцінки генеральної сукупності пасажирських кореспонденцій вирішується позитивно. Використовувані нині тарифи обумовлюють наявність наступних параметрів в операції безготівкової оплати проїзду в міському пасажирському транспорті (транзакції безготівкового розрахунку):

- ID проїзного квитка (магнітної карти);
- час здійснення операції;
- зупинний пункт;
- маршрут і напрям руху;
- модель транспортного засобу.

У міському пасажирському транспорті нині існує два варіанти оплати проїзду (в т.ч. безготівковою):

- а) при вході в транспортний засіб;
- б) при виході з транспортного засобу.

Другий варіант стягування плати за проїзд практикується в автобусах малої місткості.

Таким чином, для фіксації напрямку пересувань та їх кількості можна використовувати інформацію про транзакції пасажирів:

$$r = (k, t, g, i, m) \quad (1.1)$$

де k - ідентифікатор транзакції;

t - час виконання;

g - маршрут;

i - зупинний пункт;

m - модель транспортного засобу.

Маршрут - це множина $G(I, U)$, що складається з вузлів (впорядкована множина I) і ребер (множина U).

Множина вузлів мережі I описує зупинки громадського транспорту, множина U - це перегони між зупинками. Для кожної зупинки відомі координати її місця розташування (x, y), перегони мають довжину, на підставі якої можна визначити відстань між зупинками відправлення і прибуття пасажирів. У загальному випадку вважаємо маршрутом шлях руху від початкового до кінцевого пункту, тобто прямий і зворотний напрями маршруту розглядаємо як окремі маршрути. Множину пасажирських кореспонденцій позначимо як $R(b, e)$, де b та e - відповідно початок і кінець пасажирської кореспонденції, що має наступні параметри:

$$b = (t, g, i) \quad (1.2)$$

де t - час виконання;

g - маршрут;

i - зупинний пункт.

Пасажирська кореспонденція може бути реалізована шляхом однієї або декількох поїздок. Множину поїздок визначається як $T(b, e)$.

На основі отриманої інформації створюються база даних про пересування населення, яка є головним джерелом для вдосконалення транспортної системи міста.

В результаті проведення дослідження щодо відслідковування пересування населення містом було визначено методику відслідковування та фіксації кількості та напрямку пересувань. Дану інформацію можна використовувати при реорганізації та вдосконаленні транспортної мережі громадського транспорту.

Література

1. Вдовиченко В. О. Дослідження перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах пасажирського транспорту міста Кривого Рогу [Текст] / В. О. Вдовиченко, Д. О. Великодний, В. М. Нікітенко // Матеріали III міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-16 квітня 2015 р. - 2015. - С. 50-52.
2. Левковець П.Р., Ігнатенко О.С., Маруни В.С. та інші. До питання про концепцію державної політики в галузі пасажирських перевезень - Вісник / Національного транспортного університету та Транспортної академії України. Випуск 5/2001. – С. 56 - 59.
3. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення / М.Г. Босняк // Навчальний посібник для студентів напрямку 0646 –транспортні технології. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2009. – 271 с.
4. Прокудін Г.С. Комп'ютерні технології статистичного аналізу на транспорті / Г.С. Прокудін, В.Д. Данчук, Цуканов О.І., Цимбал Н.М. // Навчальний посібник для студентів спеціальності 8.05010101 – Інформаційні управляючі системи та технології. – К.: НТУ, 2013. – 280 с.
5. Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях конгломераціях. В 3 т. Т. 1. Статистичні та соціологічні дослідження параметрів, які впливають на продуктивність та якість автобусних пасажирських перевезень в місцях конгломераціях: звіт про НДР (пром.жн.) : № 171 / Націон. транс. ун-т. ; кер. Прокудін Г.С. ; виконав. : Білокобила Є.Ю. [та інш.]. – Київ, 2014. – 95 с. – № ДР 0110U000124.

УДК 656.072

Титаренко В.Є., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н., доц.
Шумляківський В.П., завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н.
Зарицький Н.О., магістрант, гр. ААГ-20М, ФКІТМР

Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ВОДІЯ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВПЛИВОМ ДОРОЖНІХ ЧИННИКІВ НА БЕЗПЕКУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

На основі проведеного аналізу особливостей роботи водія від впливу дорожніх чинників на безпеку перевезення небезпечних вантажів і основних закономірностей зміни його функціонального стану нами встановлено суттєву залежність безпеки їх перевезення від надійності водія, що є похідною його функціонального стану, формування якого здійснюється під впливом багатьох факторів навколишнього середовища і дорожніх обставин, а також запропоновано використання методики для вибору маршруту при необхідності руху в умовах міста. **Ключові слова:** безпека перевезення, небезпечні вантажі, функціональний стан, фактори впливу, закономірності зміни.

Вступ. Щорічно на світовому ринку в середньому з'являється, з певним наближенням, до 1000 нових небезпечних хімічних речовин, які можуть перевозитись автомобільним транспортом. Тенденції збільшення перевезень небезпечних вантажів автомобільним транспортом в даний час викликані військовим станом в країні, енергетичною кризою, що змінило перш за все логістику їх переміщення. В зв'язку з цим динаміка перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом, а відповідно і потенційна небезпека є зростаючою. Загальна статистика дорожньо-транспортних пригод доводить, що більш як на 70% їх причиною є людський фактор, що залежить від психофізіологічних особливостей кожного індивідууму. Враховуючи те, що робота водія дорожнього транспортного засобу класифікується показниками підвищеної небезпеки, слід зазначити [1], що присутність небезпечного вантажу значно підсилює потенційну небезпеку транспортного процесу. Важливим аспектом, виявленим в процесі аналізу проблеми безпеки перевезення небезпечних вантажів, є використання позитивного зарубіжного досвіду проведення психофізіологічної експертизи водіїв для оцінки їх якостей з точки зору професійної придатності. Проблема надійності водія, як «людини-оператора» має динаміку загострення у зв'язку з постійним ростом автомобілізації. При підборі водіїв дорожніх транспортних засобів для забезпечення безпеки перевезення небезпечних вантажів обов'язковим є врахування певних нормативних вимог, що стосуються безперервного стажу роботи (не менше 3-х років), тривалості перевезення, виконання регламентів при вимушеній зупинці транспортного засобу з легкозаймистими, вибуховими, отруйними та токсичними речовинами (вимкнення електромережі автомобіля, окрім габаритних вогнів, аварійної сигналізації, виставлення дорожніх знаків і заземлення), виконання обмежень, щодо різкого рушання, гальмування та паління.

Задачі досліджень: з'ясування умов дорожнього руху за основними параметрами для безпеки перевезення небезпечних вантажів при необхідності руху через міську територію, на основі врахування закономірностей зміни функціонального стану водіїв.

Дослідженням особливостей поведінки водія транспортного засобу у небезпечних ситуаціях займалось багато науковців: М. О. Ігнатов, В. Ф. Бабков, В. К. Доля, Ю. О. Давідіч, В. П. Поліщук, В. О. Іларіонов, В. М. Мішурін, Р. М. Баєвський, Є. М. Лобанов, Г. І. Клишковштейн, В. І. Коноплянка, Д. Клеберсберг та інші. На основі опрацювання наукових літературних джерел нами були проаналізовані основні закономірності впливу на функціональний стан водія різних факторів, дія яких може мати місце на міських та позаміських дорогах, а також з врахуванням гірського рельєфу місцевості, параметрів дороги та часу доби (нічні чи денні години), які можуть бути використані при плануванні технологічних процесів перевезення небезпечних вантажів. Так Л.О. Коваленко [2] зазначає, що основним фактором впливу на безпеку дорожнього руху є дорожні умови через інформаційне завантаження водія. Автор приводить модальну оцінку умов руху, розділяючи їх на чотири категорії: безпечні, мало безпечні, небезпечні та дуже небезпечні. Ним також встановлено, що найбільшу впливовість на стомлюваність водія в процесі руху здійснює параметр інтенсивності транспортного потоку (для умов міста) та монотонний рух (характерно для позаміських автомагістралей): до підвищеної психічної напруги та розвитку стомлюваності із-за швидкого надходження інформації від руху автомобілів призводить інтенсивність в умовах міста більша за 7000 авт./год; режим монотонного руху при інтенсивності руху меншій за 3000 авт./год значно знижує рівень уваги, а відповідно і надійності водія із-за його розслабленості. Такі умови є небезпечними з точки зору скоєння ДТП при раптовій появі небезпеки.

Не зважаючи на те, що правилами дорожнього перевезення небезпечних вантажів максимально обмежується рух автомобільного транспорту з небезпечними вантажами через населені пункти, однак в окремих випадках він можливий та відбувається з певними відносними ускладненнями, викликаними впливом дорожніх чинників. При цьому для умов безпеки важливим аспектом оцінки функціонального

стану водія є врахування особливостей його роботи при управлінні транспортним засобом в умовах руху міськими дорогами. Тут умови руху можуть різко змінюватись, що в свою чергу може значно впливати на функціональний стан водія, а відповідно і на безпеку перевезення небезпечних вантажів. Як показує проведений аналіз за дослідженнями [3], функціонування системи «водій-автомобіль-дорога-середовище» в значній мірі залежить від основних показників підсистеми «транспортний потік – дорожні умови» таких як швидкість, інтенсивність, щільність, рівень безпеки дорожнього руху, пропускна здатність автомобільних доріг, вартість перевезень тощо. В залежності від значень цих параметрів та їх співвідношень рух транспортного засобу з небезпечним вантажем може бути простим, складним і надзвичайно складним. На складність руху в місті можуть впливати розвиток автомобільної дорожньої мережі (кількість доріг, розміщення доріг, транспортно-експлуатаційний рівень доріг). Порівняння умов руху в населених пунктах та за їх межами показує [4], що вони значно відрізняються і це відбувається на процесах сприйняття водієм при управлінні транспортним засобом. Так, наприклад, з допомогою органів чуття водій на міських вулицях може фіксувати дорожню обстановку, яка відбувається перед ним у зоні 50 – 100 м., а на відкритій місцевості – до 600 м. Це зумовлено тим, що органи сприйняття людини у кожний момент часу можуть опрацювати обмежену кількість інформації. Рух транспортних потоків у населених пунктах має нижчу швидкість, ніж за їх межами. Також міським умовам характерна велика кількість маневрів транспортних засобів, висока щільність транспортних потоків. Як стверджує В. В. Сільянов [4], щільність потоку транспорту починає змінюватись ще за 200 – 300 м. до населеного пункту, а максимального значення досягає на ділянці 150 – 200 м. після введення обмеження швидкості.

Для оцінки складності руху в умовах транспортного потоку при перевезенні небезпечних вантажів автомобільним транспортом нами запропоновано використання методики автора [5], яким було введено оціночний критерій у вигляді коефіцієнта завантаження дороги рухом Z , що розраховується як відношення інтенсивності руху (N) до пропускної здатності (P) ділянки дороги. В даній методиці було запропоновано чотири рівні зручності, які визначаються певними інтервалами значень запропонованого коефіцієнта завантаження дороги:

1. Рівень зручності А, який описується вільним характером руху в потоці, та визначається ступенем завантаження Z меншим або рівним 0,2.
2. Рівень зручності Б описується зниженням середньої швидкості потоку, коли з'являються обгони, а транспортні засоби в потоці розділяються на групи при значеннях коефіцієнта завантаження в межах 0,2-0,45.
3. Рівень зручності В характеризується подальшим зниженням швидкостей руху, при цьому потік ділиться на окремі великі групи, а значення коефіцієнта завантаження визначається інтервалом 0,45-0,7.
4. Рівень зручності Г описується рухом транспортних засобів в потоці близькому до затору, а транспортні засоби рухаються колоною з економічно не вигідними швидкостями, при цьому значення коефіцієнта завантаження дороги знаходиться в межах 0,7-1,0.

Висновок. Використання даної методики оцінки завантаженості дороги рухом в певній мірі дасть можливість оптимізувати планування маршрутів перевезення небезпечних вантажів при необхідності руху в міських умовах за усередненими значеннями коефіцієнтів завантаженості дороги, які описують рівень зручності руху А та частково Б, що в свою чергу вимагає досліджень цих параметрів для міської сітки доріг з врахуванням усіх нормативних обмежень. Це підтверджується дослідженнями [2] про вплив інтенсивності руху, як основного фактора, на емоційну напругу водія: при рівні завантаження дороги, що знаходиться в інтервалі 0,2-0,4 спостерігається найбільша тривалість роботи водія з оптимальною надійністю без ознак стомлення. Швидкість стомлення збільшується при рівні завантаження дороги більшим за 0,4 із-за знаходження водія протягом тривалого часу на рівні високого психічного напруження, що в першу чергу проявляється на швидкості проходження психічних процесів: сприйняття та обробки інформації, зорового пошуку, здатності до перемикання уваги. При інтенсивності руху, що визначається рівнем завантаженості дороги 0,7-0,75 після 10-ти годинної роботи водія прикладання навіть вольових зусиль не може забезпечити його оптимальну надійність.

Література

1. А.В.Кабанцева Значення психічного здоров'я водія для безпеки дорожнього руху/ Медична психологія, 2016, №3, С.48-51 (УДК. 616.89-008:656.13-054+625.096).
2. УДК 625.77.8 Дорожні умови та безпека руху Коваленко Л.О. Аналіз умов та безпеки руху на автомобільних дорогах з врахуванням інформаційних показників дорожнього середовища, С.294-301
3. Троицкая Н. А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов: учебное пособие/ Н.А. Троицкая, М.В. Шилимов – М.: КНОРУС, 2010. – 232 с. .
4. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
5. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. / В. В. Сильянов. – М. : Транспорт, 1977. – 303.

УДК 656.13

Хаврук В.О., асистент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу
Національний транспортний університет

ОЦІНКА СТАНУ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ПРОГНОЗУ

За допомогою комплексного коефіцієнта прогнозу (K_{np}) можливо оцінити стан системи технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) автотранспортної компанії, а також охарактеризувати можливість отримання необхідних результатів послуг (робіт). Цей коефіцієнт несе в собі великий обсяг інформації, описуючи показники процесу надання автотранспортних послуг. Необхідно оцінити рівень впливу кожного параметра на об'єкт ТЕА для реалізації кінцевої мети, а також відсіяти несуттєві ознаки.

У відповідності вимогам системи якості ТЕА оцінюють наступні складові: організаційно-технічне забезпечення; стан будівель і споруд; номенклатуру і стан технологічного обладнання, оснащення; кадрове забезпечення; номенклатура і стан контрольно-діагностичного, випробувального обладнання і засобів вимірювання; наявність нормативної і техніко-технологічної документації; стан охорони праці.

Ці складові описані відповідними коефіцієнтами K_1, \dots, K_7 . Для порівняння цих коефіцієнтів за значимістю для ТЕА і впливу на кінцеву мету діяльності автотранспортної компанії, необхідно сформувати сукупність ознак, які використовуються для розпізнавання. Нехай відома сукупність класів $\Omega = \{\Omega_1 \dots \Omega_n\}$, а також значення ознак, якими характеризуються об'єкти ТЕА, що відносяться до відповідних класів (ап'іорні ознаки). Позначимо x_{pk}^j значення, j -ої ознаки k -го об'єкту p -го класу, де $j = 1, \dots, n$; $k = 1, \dots, k_p$; Введемо величини $S(\Omega_p), S(\Omega_q), R(\Omega_p, \Omega_q)$ [1, с.159]:

$$S(\Omega_p) = \sqrt{\frac{1}{K_p} \frac{1}{K_{p-1}} \sum_{k=1}^{K_p} \sum_{l=1}^{K_{p-1}} \sum_{j=1}^n = \lambda_j (x_{pk}^j - x_{pl}^j)^2}$$

$$R(\Omega_p, \Omega_q) = \sqrt{\frac{1}{K_p} \frac{1}{K_q} \sum_{k=1}^{K_p} \sum_{l=1}^{K_{p-1}} \sum_{j=1}^n = \lambda_j (x_{pk}^j - x_{pl}^j)^2}$$
(1)

де λ_j – компоненти вектора $\lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_n\}$, набувають значень 1 або 0 залежно від того, чи використовується ця ознака ап'іорної сукупності в класі, тобто. $\lambda_j \in \{0^1\}$.

За формулами (1) визначаються відповідно середньоквадратичний розкид якісних послуг усередині класу $S(\Omega_p)$ середньоквадратичним розкидом послуг, що не відповідає нормативам усередині класу, і середньоквадратичний розкид між цими класами послуг $R(\Omega_p, \Omega_q)$.

Найбільш загальним припущенням відносно витрат ресурсів на розробку засобів систем розпізнавання або використання наявних являється припущення відносно адитивності витрат ресурсів, тобто:

$$C = C(\lambda_1, \dots, \lambda_n) = \sum_{j=1}^n C_j \lambda_j,$$
(2)

де C_j – витрати на створення технічного засобу, призначеного для визначення j -ої ознаки.

Нехай на розробку вимірювальних засобів системи розпізнавання виділені ресурси, величина яких рівна C_0 .

Якщо $C_0 \geq \sum C_j \lambda_j$, то надається можливість в повному обсязі реалізувати ап'іорну сукупність ознак. Якщо $C_0 \leq \sum C_j \lambda_j$, то виникає завдання розробки такої сукупності ознак, яка в умовах обмежень $C_0 \geq \sum C_j \lambda_j$ забезпечує найбільшу ефективність проектованої системи розпізнавання. В якості критерію ефективності в загальному випадку доцільно використати величину Fr [1, с.160]:

$$Fr = \frac{R^2(\Omega_p, \Omega_q)}{S(\Omega_p) \cdot S(\Omega_q)},$$
(3)

яка характеризує відношення відстаней між класами до розкидів об'єктів усередині класів – чим компактніше в просторі розташовуються об'єкти, що належать кожному класу, і чим при цьому відстані між класами більше, тим, за інших рівних умов, точніше можуть розпізнаватися невідомі об'єкти.

Для того, щоб визначити стан системи ТЕА автотранспортної компанії, необхідно застосувати таку теорію, яка забезпечувала б можливість з мінімальними помилками зіставляти інформацію про ознаки розпізнаваного об'єкта або явища з ап'іорним описом класів на полі ознак. Результатом цього зіставлення стане розпізнавання відомого об'єкта, тобто визначення класу, до якого він може бути віднесений. Це завдання можна вирішити за допомогою теорії розпізнавання образів. Для сукупності

об'єктів ТЕА існують два класи Ω_1 (роботи задовольняють вимогам якості і економічності) і Ω_2 (що не задовольняють). При цьому мається на увазі, роботи з технічної експлуатації транспортних засобів мають здійснюватися з урахуванням аналізу даних моніторингу техніко-економічних характеристик АТЗ. Для характеристики об'єкту необхідно вибрати одну ознаку x (одна із складових комплексного коефіцієнта прогнозу), із-за якого об'єкт не задовольняє вимогам сертифікації. Для опису класів необхідно використати умовну щільність розподілу ймовірності значень ознаки об'єктів класу Ω_1 і Ω_2 , тобто функції $f_1(x)$ і $f_2(x)$, а також апіорна ймовірність появи об'єктів першого і другого класів $P(\Omega_1)$ і $P(\Omega_2)$. Експериментальне значення ознаки розпізнаваного об'єкту x_0 . Через x^* позначимо деяке, поки невизначене, значення ознаки x і дотримуватимемося наступного виду прийняття рішень:

- якщо виміряне значення ознаки x^* у розпізнаваного об'єкту більше ніж x , то об'єкт відноситься до другого класу (роботи не задовольняють вимогам якості і економічності);
- якщо x^* менше x_0 – то до першого класу (рис. 1).

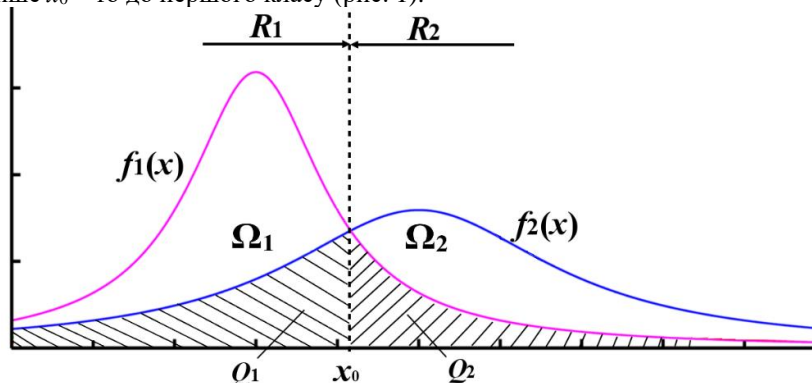


Рис. 1 – Визначення граничних значень складових комплексного коефіцієнта прогнозу K_{np}

Якщо об'єкт відноситься до першого класу, а його помилково вважають об'єктом другого класу, то здійснена помилка, яку називають помилкою першого роду, і вибрана гіпотеза H_1 хибна, тоді як справедлива гіпотеза H_2 . Умовна ймовірність помилки першого роду, тобто ймовірність віднести об'єкт до другого класу, коли він відноситься до першого визначається за формулою:

$$Q_1 = \int_{x_0}^{\infty} f_1(x) dx \quad (4)$$

Якщо об'єкт відноситься до другого класу, а його вважають об'єктом першого класу, то здійснена помилка і помилково вибрана гіпотеза H_1 , в той час, як справедлива гіпотеза H_2 .

Умовна ймовірність помилки другого роду, тобто ймовірність віднести об'єкт до першого класу, коли він відноситься до другого визначається за формулою:

$$Q_2 = \int_{x_0}^{\infty} f_2(x) dx \quad (5)$$

Таким чином, виникають помилки як першого роду, що іноді називаються ймовірністю неправдивої тривоги, так і другого роду, що іноді називаються, ймовірністю пропуску мети. Можуть виникнути помилки першого роду, коли за результатами аналізу моніторингу техніко-економічних характеристик автотранспортних засобів (АТЗ) були здійснені технологічні роботи з ТЕА, тоді як їх можна було б не проводити раніше нормативних термінів. При виникненні помилки другого роду маємо помилково не виконані роботи з технічного обслуговування АТЗ.

Нехай значення ознаки x у об'єктів в кожному класі підпорядковані нормальному закону розподілу з математичними очікуваннями m_1 , і m_2 , і середньоквадратичними відхиленнями σ_1 і σ_2 відповідно:

$$f_1 = \frac{1}{\sigma_1 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m_1)^2}{2\sigma_1^2}}, \quad f_2 = \frac{1}{\sigma_2 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m_2)^2}{2\sigma_2^2}} \quad (6)$$

Підставляючи значення $f_1(x)$ і $f_2(x)$ в (4) отримаємо:

$$Q_1 = \int_{x_0}^{\infty} f_1(x) dx = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x) dx - \int_{-\infty}^{x_0} f_1(x) dx = 1 - F\left(\frac{x_0 - m_1}{\sigma_1}\right), \quad (7)$$

де $F\left(\frac{x_0 - m_1}{\sigma_1}\right)$ – функція Лапласа.

Підставивши для умовної ймовірності пропуску мети значення функції отримуємо:

$$Q_2 = \int_{-\infty}^{x_0} f_2(x) dx = F\left(\frac{x_0 - m_2}{\sigma_2}\right) \quad (8)$$

Умовна ймовірність правильних рішень про терміни і обсяги робіт, що виконуються, при справедливості гіпотез H_1 і H_2 , відповідно дорівнюють:

$$D_1 = 1 - Q_1 = F - \left(\frac{x_0 - m_1}{\sigma_1}\right) \quad (9)$$

$$D_2 = 1 - Q_2 = F - \left(\frac{x_0 - m_2}{\sigma_2}\right) \quad (10)$$

У теорії статистичних рішень Q_1 називається розміром випробувань, а $D_2 = 1 - Q_2$ – потужністю випробувань. При виборі граничного значення x_0 , тобто при розділенні простору ознаки x на напівпростори R_1 і R_2 мають враховувати втрати, пов'язані з правильними і помилковими рішеннями.

Середні втрати при багатократному розпізнаванні невідомих об'єктів дорівнюють сумі втрат, пов'язаних з неправильними і правильними рішеннями про сертифікацію (при цьому враховуються умовна ймовірність їх появи і апіорна ймовірність вступу на вхід системи розпізнавання об'єктів першого і другого класів), тобто [1, с.163]:

$$\bar{R} = P(\Omega_1) \cdot c_{11} \cdot (1 - Q_1) + P(\Omega_1) \cdot c_{12} \cdot Q_1 + P(\Omega_2) \cdot c_{22} \cdot (1 - Q_2) + P(\Omega_2) \cdot c_{21} \cdot Q_2, \quad (11)$$

де c_{11} і c_{22} – втрати, пов'язані з правильними рішеннями; c_{12} і c_{21} – втрати, пов'язані із здійсненням помилок першого і другого роду відповідно.

Підставивши в цей вираз значення Q_1 і Q_2 , отримаємо:

$$\bar{R} = P(\Omega_1) \cdot \left[c_{11} \cdot \int_{-\infty}^{x_0} f_1(x) dx + c_{12} \cdot \int_{x_0}^{\infty} f_1(x) dx \right] + P(\Omega_2) \cdot \left[c_{22} \cdot \int_{x_0}^{\infty} f_2(x) dx + c_{21} \cdot \int_{-\infty}^{x_0} f_2(x) dx \right] \quad (12)$$

Втрати, пов'язані із здійсненням помилок першого роду (ймовірність неправдивої тривоги) – неотриманий прибуток, визначаються значенням c_{12} . Втрати, пов'язані із здійсненням помилок другого роду (ймовірність пропуску мети) – витрати, пов'язані з відновленням транспортного засобу в результаті дорожньо-транспортної події, відшкодування збитку $C_{зб}$, і страхування $C_{страх}$ – при помилковому не проведенні робіт за ознакою x визначається значенням параметра c_{21} :

$$c_{21} = C_{зб} + C_{страх} \quad (13)$$

Витрати, пов'язані з відновленням транспортного засобу, можна оцінити згідно з методикою [2], c_{12} визначається згідно з методикою [3], приймаючи $c_{11} = c_{22} = 0$. Витрати, пов'язані з отриманням інформації, що стосується показників з c_{12} , c_{21} можуть бути значними, тому приймається $c_{21} = c_{12}$ і $P(\Omega_1) = P(\Omega_2)$, отже:

$$x_0 = \frac{m_1 + m_2}{2} \quad (14)$$

Значення x_0 , дозволяє мінімізувати середній ризик і розділити простір ознак на дві області: R_1 і R_2 . Область R_1 , складається із значень $x < x_0$, для яких $\lambda(x) < \lambda_0$, R_2 – із значень $x > x_0$, для яких $\lambda(x) > \lambda_0$. Тому, рішення про віднесення об'єкту до першого класу (роботи по технічній експлуатації АТЗ, що забезпечують якість, і їх економічність) необхідно приймати, якщо значення коефіцієнта правдоподібності менше його критичного значення, і до другого класу (що не забезпечують), якщо більше його критичного значення.

Висновки. Розглянутий теоретичний підхід дозволяє вирішити два важливі завдання. По-перше, визначати структури складових комплексного коефіцієнта прогнозу $K_{пр}$, найбільш значимих для прийняття рішення про виконання робіт з ТО і ремонту АТЗ. По-друге, знаходити числові інтервали складових $K_{пр}$. Це дозволить підвищити обґрунтованість рішення про виконання ТО і ремонтів АТЗ.

Література

1. Воробьев С.А. Методика оценки влияния условий эксплуатации на техническую готовность автотранспортных средств : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10. Санкт-Петербург, 2013. 205 с.
2. Андрианов Ю.В. Методические рекомендации по оценке остаточной стоимости транспортных средств. *Финансовая газета*. 1999. №10. С.3.
3. Асаул А.Н., Карпов Б.М., Перевязкин В.Б., Старовойтов М.К. Модернизация экономики на основе технологических инноваций. Санкт-Петербург : АНО ИПЭВ, 2008. 606 с.

¹Хребет В.Г., доцент кафедри прикладної математики, к.ф.-м.н., доц.
²Виноградов М.С., доцент кафедри автомобільного транспорту, к.т.н., доц.
²Мастепан М.А., в.о. зав. кафедри автомобільного транспорту, к.т.н., доц.
²Савенок Д.В., в.о. декана механічного факультету, к.т.н., доц.
²Левадний О.В., магістрант механічного факультету
¹Національний авіаційний університет, м. Київ
²Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Івано-Франківськ

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КЛАПАННОГО СПРЯЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИЛКАТНОГО АБРАЗИВНОГО СКЛАДУ

Клапанне спряження автомобільного двигуна є одним з основних спряжень газорозподільного механізму, який призначений для своєчасного наповнення циліндрів пальною сумішшю і для випуску із нього відпрацьованих газів. Клапана призначені для відкривання та закривання впускного або впускного отвору, розташованого в голівці блоку (механізм з верхнім розташуванням клапанів) або в блоці циліндрів (механізм з нижнім розташуванням клапанів). Клапани працюють при високій температурі і піддаються роз'їдаючій дії газів. Тому метал, застосований для їх виготовлення, повинен добре протистояти корозії і стирання. Відпрацьовані гази викликають корозію і підвищений знос сідел впускних клапанів, тому седла роблять вставними з жаростійкого чавуну. Якщо двигун має газорозподільний механізм з верхніми клапанами і головку блоку, відлиту з алюмінієвого сплаву, то під всі клапани в голівці блоку запресовують седла з жаростійкого чавуну. Висота циліндричного пояску клапана являється критерієм міцності тарілки клапана. Якщо вона менша від 0,5 до 1 мм, то клапан вибраковують. [1]. Для зменшення зносу фаски клапанів наплавляють твердим сплавом і в отвори головок циліндрів встановлюють кільця, що виконані із зносостійкого матеріалу.

Одним з основних дефектів головки циліндрів є зношення і пригорання фасок клапанних гнізд (сідел). Його усувають фрезеруванням (шліфуванням). Для цього застосовують набір із чотирьох спеціальних фрез. Спочатку головку оброблюють чорною фрезою до повного зникнення слідів зносу. Потім надають фасці необхідної ширини, обробляючи фрезами з різними кутами різальної кромки. Далі остаточно обробляють фаску чистою фрезою. Після фрезерування фаска повинна мати ширину, яка відповідає технічним вимогам. Шорсткість поверхні фаски гнізда після фрезерування не повинна перевищувати $R_a = 0,80$ мкм, радіальне биття фаски відносно отвору втулки клапана 0,05 мм.

Основними дефектами на фасках головок клапанів є: значне спрацювання, раковини, невеликі ділянки прогару або другі пошкодження, які порушують щільність посадки клапанів до сідел. Для видалення дефектів на головках клапанів необхідно пошліфувати їх фаски. Робочі фаски клапанів шліфують на шліфувальних станках під кутом 45° до осі стержня. При шліфуванні знімають мінімальну кількість металу, необхідне для того, щоб вивести знос. Перевіряють висоту циліндричного пояску головки клапана [1].

Перед збиранням головки циліндрів клапанну пару притирають у наступному порядку. Наносять на фаску головки клапана тонкий шар притиральної пасти. Притирання виконують зворотно-обертальний рух клапанів за допомогою спеціального пристосування або дреля з присосом. Натискаючи на клапан із зусиллям від 20 до 30 Н (від 2 до 3 кгс), необхідно повернути його на $1/3$ обороту в одному напрямку, потім, послабивши зусилля, на $1/4$ обороту у зворотному напрямку. Періодично піднімаючи клапан і додаючи на фаску пасту, продовжують притирання, до тих пір, поки на фасках клапана та сідла не з'явиться безперервний матовий пояс шириною не менше 1,5 мм. Розриви матового пояску та наявність на ньому поперечних рисок не допускається. При правильному притиранні матовий пояс на фасці клапана сідли повинен починатися у більшій основі.

У теперішній час розроблено безліч технологічних способів, що дозволяють змінювати будову та властивості поверхневих шарів металу в потрібному напрямку або створювати шари з напередзаданими властивостями. Застосування цих способів дозволяє підвищувати зносостійкість, стійкість до руйнування втоми та інші експлуатаційні властивості автомобільних деталей. Одним з таких способів є притирання абразивними пастами. Ефективність будь-якого абразивного складу визначається видом абразиву. Наприклад, при виготовленні пасти для притирання клапанів застосовуються мікропорошки корунду, електрокорунду, карбіду кремнію, бору та титану. За розмірами зерен вони застосовуються для грубого притирання та отримання поверхні з шорсткістю $R_a = 1,25$ мкм – 50 % (зернистість від 5 до 3), для попереднього притирання з отриманням шорсткості $R_a = 0,63$ мкм – 50 % (мікропорошки від M28 до M14) і для остаточного притирання з отриманням шорсткості $R_a = 0,16$ мкм – 50 % (мікропорошки від M10 до M5) [2].

У теперішній час в Україні для притирання клапанів застосовують абразивну пасту «КТ» (виробник України, Полтавський алмазний завод). Абразивні пасту «КТ» складаються з класифікованих по зернистості порошоків карбіду титану та наповнювача – композиції зі змащувальних матеріалів та поверхнево-активних речовин [3].

На характер формування поверхневого шару оброблених деталей у процесі полірування істотно впливає розмір абразивних зерен. Зменшення значень висотних параметрів шорсткості поверхні R_a та R_{max} відбувається із зменшенням зернистості абразиву [4]. При абразивному поліруванні зразків з різних матеріалів (з різною вихідною шорсткістю поверхонь) зі збільшенням значень висотних параметрів шорсткості до обробки відношення R_a/R_{max} зменшується (при рівних значеннях зернистості абразиву, тиску та часу обробки) [3].

У роботі [5] автором запропоновано склад силікатної пасту [6], який можна використовувати для притирання клапанів двигунів внутрішнього згорання. На підставі цього, стоїть завдання дослідити вплив силікатного абразивного складу на продуктивність притирання.

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень та отримання фактичних даних працездатності силікатної абразивної пасту у порівнянні з існуючими складами.

Працездатність силікатного абразивного складу порівнювали з пастою «КТ», що застосовується в даний час для притирання клапанів автомобільних двигунів. Дослідження виконували на лабораторній установці для дослідження працездатності абразивного складу. У якості зразка використовували конус зі сталі 40X (HB 220) діаметром 23 мм, шириною 15 мм. Контрзразок мав форму кільця із чавуну СЧ 18-36 (HB 170) діаметром 50 мм, шириною 10 мм з шириною робочої поверхні 3 мм. Вибір матеріалу даних пар тертя був зумовлений застосування його при виготовленні клапанів та сідел клапанів. Початкова шорсткість поверхонь тертя у всіх зразках була однаковою і становила $R_a = 1,25$ мкм. До контрзразку підводилося реверсивне обертання, швидкість ковзання якого становила 0,28 м/с, навантаження на зразки – 0,36 МПа.

Оцінка велася за тривалістю притирання, знімання металу та якістю поверхні. Стабілізація коефіцієнта тертя показувала завершення процесу притирання. Знімання металу визначали ваговим методом з точністю $\pm 2 \cdot 10^{-4}$ г. За допомогою профілографа-профілометра контролювали профіль поверхонь, які оброблялись. Результати випробувань визначалися як середнє арифметичне п'ятих дослідів з похибкою $\pm 5\%$.

Одним із факторів, що визначають якість оброблених поверхонь, є мікрогеометрія поверхні. Відомо, що вихідна шорсткість, тобто шорсткість, отримана після обробки, істотно впливає на тертя і зношування. Тому визначення мікрогеометрії поверхонь після обробки є необхідною умовою оцінки якості поверхні. Дослідження шорсткості поверхні здійснювалося за допомогою профілографа-профілометра моделі 201. Найкращу працездатність мав той склад у якого час притирання та значення шорсткості поверхні після обробки найменші. Результати досліджень наведено на рис. 1.

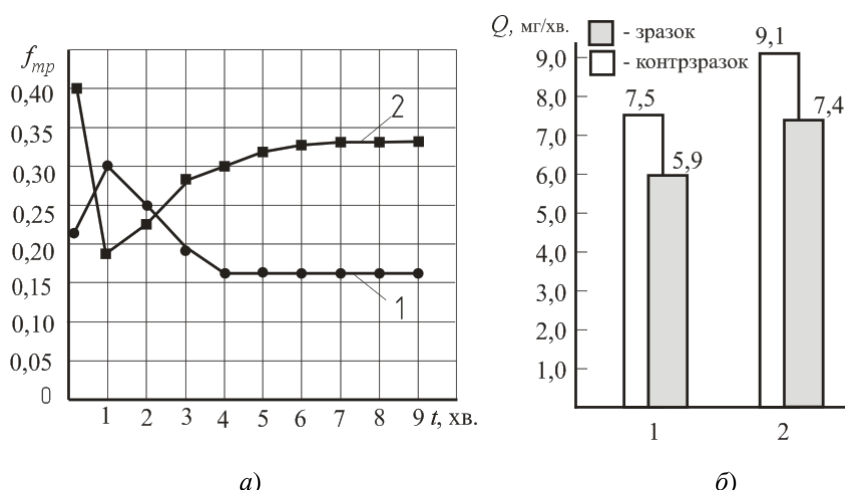


Рис. 1. - Зміна коефіцієнта тертя ($f_{тр}$, а) та знімання металу (Q , мг/хв., б) під час притирання зразків із сталі 40X та контрзразків із чавуну СЧ 18-36 абразивними складами: 1 – силікатною пастою; 2 – пастою «КТ»

Аналізуючи криві 1 і 2, можна відзначити, що при притиранні силікатним складом у початковий момент (перша хвилина) відбувається збільшення коефіцієнта тертя за рахунок дії гострих кромки абразиву. Надалі, можливо, відбувається притуплення цих кромки і обволікання абразиву оксидом

кремнію, що призводить до зниження коефіцієнта тертя. При обробці пастою «КТ» спочатку відбувається зниження коефіцієнта тертя за рахунок роботи масляної плівки, оскільки паста виготовлена на основі індустріальної оливи. Починаючи з другої хвилини плівка зношується і в роботу вступають абразивні зерна, що призводить до збільшення коефіцієнта тертя. Таким чином, можна відзначити, що продуктивність притирання на силікатному складі вища, ніж при обробці пастою «КТ». Крім того, коефіцієнт тертя при обробці силікатним складом нижче ($f = 0,17$), ніж при притиранні пастою «КТ» ($f = 0,33$). Це, звичайно, вплинуло на знімання металу, але якість поверхні стала значно вищою ($Ra=0,12$), ніж якість поверхні, обробленої складом «КТ» ($Ra=0,21$). Отримання високого класу чистоти поверхні при обробці силікатним складом, на нашу думку, відбувається за рахунок утворення аморфного кремнезему (SiO_2) [5]. Аморфний продукт, що утворився, має поліруючу дію високодисперсного, відносно м'якого абразиву [7]. Крім цього, аморфний кремнезем може діяти як абразив. Навіть за невеликої концентрації SiO_2 на поверхні сталі його зчеплення з металом, за рахунок сильної зміни властивостей окисного шару, посилюється [6]. Під дією абразивних частинок SiO_2 потрапляє у западини оброблюваної поверхні та зчіпляється з поверхнею. При багаторазовому впливі частинок відбувається щільна «упаковка» SiO_2 глибоких западин нерівностей, що дозволяє отримати високу якість поверхні [5]. Крім того, за рахунок зниження коефіцієнта тертя, відбувається значно меншою мірою дроблення абразивних зерен з гострими ріжучими кромками, що дає можливість реалізувати процес розкочування і поліпшити якість поверхні.

Для підтвердження цієї гіпотези із зразків, оброблених силікатним абразивним складом, було проведено змив і хімічний аналіз підтвердив наявність на обробленій поверхні SiO_2 . У кількісному відношенні на поверхні зразка було виявлено $82 \text{ мг/см}^2 SiO_2$ [5]. Результати рентгеноспектрального аналізу поверхонь обробки підтверджують наявність зв'язку кремнієвих сполук з поверхневим шаром металу [5].

Висновок. Висока якість поверхні після обробки силікатним складом і підвищення продуктивності притирання обумовлені появою в процесі притирання аморфного кремнезему, який посилює роботу абразивних зерен і призводить до зменшення дії абразиву, що дряпає. Крім того, за рахунок зниження коефіцієнта тертя відбувається значно меншою мірою, дроблення абразивних зерен з гострими ріжучими кромками, що дає можливість реалізувати процес розкочування і поліпшити якість поверхні.

Пропонований склад силікатної пасту можна використовувати для притирання клапанів автомобільних двигунів, що дозволить удосконалити технологію відновлення клапанного спряження.

Література

1. Технологічний процес ремонту газорозподільчого механізму. [Електронний ресурс]: <https://studfile.net/preview/7709007/page:26/>
2. Енциклопедія з машинобудування XXL. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mash-xxl.info/page/080250033043208137091014117191035000223215074247/>
3. Абразивні пасту КТ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ehk.ru/services/abrazivnye-i-ogneuporne-izdeliya/abrazivnye-pasty-kt/>
4. Новіков Ф. В. та Шкуруній В. Г. Основи обробки металевих виробів з оптичними властивостями: монографія. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 388 с.
5. Виноградов Н. С. «Исследование возможности использования силикатной пасты для притирки сопряженных деталей», Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / Н. С. Виноградов // ДВНЗ "Дон НТУ" АДІ. – Горлівка, 2006. – № 1. – С. 70 – 74. (рос.)
6. Головченко И. П., Евдокимов Ю. А., Зубков Е. Н, Виноградов Н. С. «Абразивная паста для притирки клапанов автомобильных двигателей» А. с. 4685316 СССР, МКИ³ C09G 1/02. № 1691380, заявл. 25.04.89, опубл. 15.11.91, Бюл. № 42 (рос.).
7. Виноградов Г. В и Наметкин Н. С. «Противоизносные и антифрикционные свойства полиорганосилоксанов и их смесей с углеводородами», в Новое о смазочных материалах. – М.: Химия, 1967. – С. 153-175 (рос.).

Цимбал С.В., завідувач кафедри Автомобілів
та транспортного менеджменту, к.т.н., доц.
Коваль Р.В., аспірантка кафедри Автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

АНАЛІЗ ТЕОРІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Активний розвиток транспортних систем сприяє зростанню кількості досліджень у цій галузі, при цьому торкається великої кількості наукових галузей. Ряд досліджень стосується екології (зниження впливу емісії шкідливих речовин та шумових впливів на навколишнє середовище), хімії (розробка нових, більш економічних та чистих видів палива та матеріалів для обслуговування автомобілів), важкої промисловості (створення нових матеріалів, що володіють кращими властивостями), економіки та багатьох інших. Одне з найважливіших місць займають дослідження щодо підвищення безпеки дорожнього руху та його оптимізації. Однак усе це має ґрунтуватися на певних теоретичних знаннях. При розробці заходів та методик підвищення ефективності та безпеки дорожнього руху неможливо діяти, не опираючись на теорію транспортних потоків та знання про фізичну сутність функціонування транспортних систем.

Однією з різновидів моделі LWR є модель Танака, запропонована ним у 1963 р. [1]. Автор визначає залежність щільності від швидкості $\rho(v)$ як обернено пропорційну середній відстані між автотранспортними засобами при заданій швидкості v :

$$\rho(v) = \frac{1}{d(v)} \quad (1)$$

Середня (безпечна) відстань між транспортними засобами $d(v)$ визначається за такою формулою:

$$d(v) = L + c_1 v + c_2 v^2 \quad (2)$$

де L – середня довжина транспортного засобу ($L = 5,7\text{м}$);

c_1 – час реакції водія ($c_1 = 0,504\text{с}$);

c_2 – коефіцієнт пропорційності гальмівному шляху, що залежить від дорожніх умов.

За нормальних умов показник $d(v)$ буде представлений наступною залежністю:

$$d(v) = 5,7 + 0,504v + 0,0285v^2 \quad (3)$$

Для мокрого асфальту та зледенілої дороги коефіцієнт пропорційності гальмівного шляху становитиме 0,0570 та 0,1650 відповідно [2].

Подальшим розвитком моделей транспортних потоків послужив облік у них дистанції видимості дороги водієм [3] (це було згадано Дж. Уїземом в 1955 р., проте остаточно було запропоновано ним же в 1974 р.):

$$v(t, x) = V(p(t, x)) - \frac{D(p(t, x))}{p(t, x)} \cdot \frac{\delta p(t, x)}{\delta x}, \quad D(p) > 0$$

Звідси з урахуванням закону збереження кількості автотранспортних засобів отримаємо наступне:

$$\frac{\delta p}{\delta t} + \frac{\delta Q(p)}{\delta x} = \frac{\delta}{\delta x} \left(D(p) \frac{\delta p}{\delta x} \right) \quad (4)$$

У формулі (4) $Q(p)$ – інтенсивність потоку транспортних засобів (кількість автомобілів, які проходять одиницю часу через задані координати). Це рівняння показує, що швидкість знижується водіями при збільшенні щільності потоку автотранспортних засобів, що йдуть попереду, і збільшується при зменшенні.

Модель Уїзема називається залежністю (4) у сукупності з деякими обмеженнями щодо щільності потоку транспортних засобів.

Одним із важливих кроків у становленні теорії транспортних потоків стала модель Пейна, запропонована ним у 1971 р. [4]. Цю модель можна сприймати як закон збереження:

$$\frac{\delta p}{\delta t} + \frac{\delta(pv)}{\delta x} = 0$$

Тут передбачається, що бажана швидкість встановлюється миттєво.

Власне модель Пейна описується такою системою:

$$\begin{cases} \frac{\delta p}{\delta t} + vp \frac{\delta p}{\delta x} = 0 \\ \frac{\delta v}{\delta t} + \frac{Dv}{\tau p} \cdot \frac{\delta v}{\delta x} = \frac{V-v}{\tau} \end{cases} \quad (5)$$

Тут $\tau = 1$ с – характеристика швидкості прагнення.

У 1995 р. була розроблена модель Хельбінга-Ейлера-Нав'є-Стокса [5], заснована на моделі Пейна. До системи рівнянь (5) додається третє рівняння, що характеризує розбіжність швидкостей відносно середнього значення.

За аналогією з газовою динамікою І. Пригожин спільно з Ф. Ендрюсом та Р. Херманом у 1960 р. запропонували описувати транспортний потік кінетичним рівнянням типу Больцмана з «інтегралом взаємодії автотранспортних засобів» замість «інтеграла зіткнення частинок газу». Надалі метод Пригожина був розвинений у 1975 р. у роботах Павері-Фонтану, у 1995 р. – у роботах Д. Хельбінга та багатьох інших.

Також існують моделі, що знаходяться між кінетичними та гідродинамічними, які називаються мезоскопічними [6].

Модель LWR з її різновидами відіграє важливу роль у сучасних дослідженнях у галузі транспортних потоків і широко розповсюджена в прикладних розрахунках. Ця модель добре підходить для керування транспортними потоками [7].

Як зазначає А.В. Гасніков, з фундаментальної діаграми зрозуміло, що тому самому значенню інтенсивності потоку автотранспортних засобів відповідають різні, частіше дві, щільності та відповідно швидкості (рисунк 1).

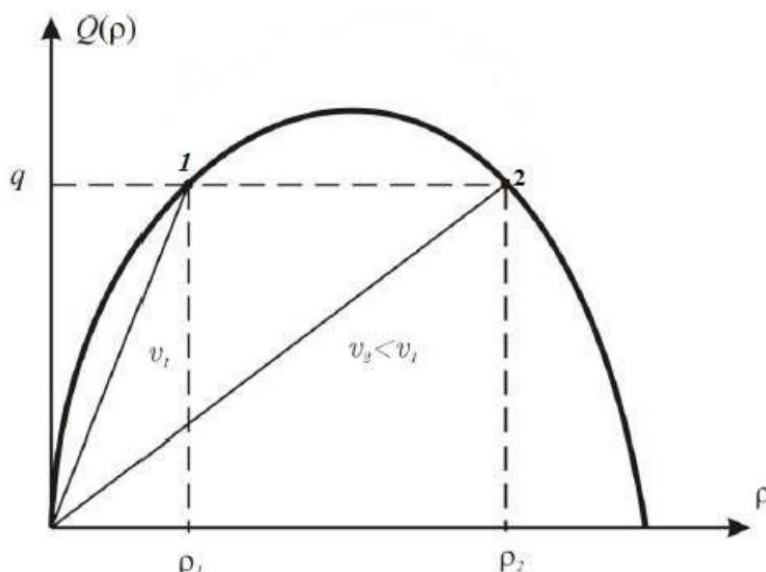


Рис. 1 - Фундаментальна діаграма залежності інтенсивності транспортного потоку від його густини

З діаграми випливає, що більш вигідним режимом є режим із більшою швидкістю (точка 1). Кількість транспортних засобів, що проходять через певний переріз, є такою ж, однак швидкість v_1 більша, відповідно середній час пересування знижується, і, як наслідок, густина потоку зменшується.

Поділ на вільний і щільний потік теорії Кернера аналогічно класичній теорії LWR. Основною відмінністю є те, що в щільному потоці виділяються дві фази на основі загальних емпіричних властивостей транспортного потоку, незмінних різних автошляхах по всьому світу. Поділ фаз транспортного потоку в теорії трьох фаз, як і сама теорія, заснований на емпіричних даних[8].

У транспортному русі існує вільний потік (фаза F – free), а в щільному існують дві фази – синхронізований потік (фаза S – synchronized) і широкий кластер, що рухається, або локальний затор, що рухається (фаза J – jam).

У вільному потоці автотранспортних засобів фактично не існує для водіїв обмеження щодо встановлення бажаної для них швидкості. У щільному транспортному потоці швидкість автотранспортних засобів менша, ніж мінімально можлива у вільному. Як показують емпіричні дослідження, фазовий перехід до щільного транспортного потоку на автомагістралях відбувається, як правило, поблизу різних неоднорідностей – місць примикання з'їздів, зменшення кількості смуг та інших перешкод, що призводять до ефекту «пляшкового шийки» [9].

Модельовання транспортних потоків зараз є невід'ємною частиною сфери вивчення транспорту, вирішення транспортних проблем, які все частіше й частіше торкаються повсякденного життя суспільства. Усі інтелектуальні транспортні системи тісно пов'язані з математичними моделями, вивчення яких так само актуальне, як і в середині минулого століття, але вже на іншому, вищому рівні, із застосуванням комп'ютерних засобів та великого досвіду досліджень у цій сфері.

Література

1. Lighthill M.J., Whitham G.B. On kinematic waves: II. Theory of traffic flow on long crowded roads // Proc. R. Soc. London, Ser. A. 1955. V.229. P. 281 – 345.
2. Richards P.I. Shock Waves on the Highway // Oper. Res. 1956. V. 4. P. 42 – 51.
3. Traffic flow theory: A state-of-the-art report / N.H. Editors, C. Gartner, J. Messer, A.K. Rathi. Washington DC: Transportation Research Board, 2001.
4. Численное исследование транспортных потоков на основе гидродинамических моделей / А.В. Гасников, И.И. Морозов, В.Н. Тарасов, Я.А. Холодов, А.С. Холодов // Компьютерные исследования и моделирование. 2011. Т. 3. № 4. С. 389 – 412 .
5. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. М.: Транспорт, 1983.
6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность дорожного движения. М.: Транспорт, 1993.
7. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. М.: Мир, 1977.
8. Payne H.J. Models of freeway traffic and control // Simulation Council Proc. 28. Mathematical models of public systems / edited by G.A. Bekey. 1971. V. 1. P. 51 – 61.
9. Helbing D. Traffic and related self-driven many particle systems // Reviews of modern physics. 2001. V. 73. № 4. P. 1067 – 1141.1. Гудима Р.Р. Проблемні аспекти розвитку транспортної інфраструктури України / Гудима Р.Р. // Проблеми і перспективи розвитку національної економіки в умовах євроінтеграції та світової фінансово-економічної кризи. Чернівці / МФУ, БДФА та ін. гол. ред. В.В.Прядко – Чернівці, 2009. – с.238 – 239.

**Цьонь О.П., в.о. зав. кафедри автомобілів ТНТУ, к.т.н., доц.
Плекан У.М., кафедри автомобілів ТНТУ, к.е.н.доц.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна**

ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ВІДБУДОВИ

Значущість і роль транспортної інфраструктури України важко переоцінити. Стан та рівень розвитку транспортної інфраструктури є одним із найважливіших показників розвитку цілої країни. Транспортний сектор з'єднує різні міста, міські та сільські райони, ринки, виробничі майданчики та експортні порти. Важливою частиною транспортної системи є транспортно-експедиторська діяльність. Реалізація транспортно-експедиторських послуг забезпечує з'єднання усіх суб'єктів господарювання та має важливе значення для їх економічного співробітництва та підтримання нормального функціонування.

В сучасних реаліях сфера транспортно-експедиторських послуг в Україні зазнає руйнувань та різноманітних пошкоджень: руйнуються будівлі, обладнання, рухомий склад, підприємства та інфраструктура загалом. Реконструкцію об'єктів, необхідних для транспортно-експедиторської діяльності, поряд з іншими ключовими елементами транспортної сфери економіки, треба планувати вже зараз.

Планування відбудови об'єктів транспортної галузі України починається із формулювання цілей і завдань, адаптованих до новітніх чинників зовнішнього і внутрішнього середовища. Повоєнній відбудові України має передувати перегляд транспортних та просторових аспектів процесу планування для узгодження з транспортно-експедиторськими потребами та сучасними вимогами. Враховуючи, що функціонування транспортно-експедиторських фірм – це невід'ємна умова розвитку транспортної системи з точки зору виробництва, споживання та торгівлі, оновлення інфраструктури та відповідність останньої вимогам сьогодення – імператив процвітання держави.

До початку 2022 р. транспортно-експедиторська діяльність перебувала на рівні задоволення базових потреб споживачів. Вихід на якісно новий рівень можливий, на нашу думку, завдяки: покращенню показників якості та сервісу, підвищенню ефективності перевезень вантажів та пасажирів, енергоефективності, рівня безпеки.

Процес відновлення передбачає розробку критеріїв пріоритетності фінансування та відновлювальних робіт із зазначенням об'єктів, що потребують реконструкції, капітального чи поточного ремонтів, нового будівництва. Важливим напрямом відбудови об'єктів, критично необхідних для розвитку транспортно-експедиторської діяльності, є впровадження Європейського "зеленого курсу". Проривні технології та інноваційні підходи Європейського зеленого курсу допоможуть подолати виклики з підвищення енерго- та ресурсоефективності. Тким чином, вплив на довкілля наземними транспортними засобами відповідатиме сучасним вимогам.

Сприятливим фактором для розвитку сфери транспортно-експедиторського обслуговування стане будівництво першого концесійного автобану на території України, що *сполучатиме столицю України з найбільшими містами Європи.*

Важливими завданнями відбудови транспортної системи України є:

- відповідність європейськими стандартами;
- підвищення попиту на транспорт;
- необхідність скорочення викидів парникових газів;
- підвищення безпеки транспорту з метою зменшення кількості ДТП;
- підвищення ефективності транспорту;
- вдосконалення інтеграції різних видів транспорту в єдиний логістичний ланцюг.

Підсумовуючи вищезазначене, слід зазначити, що розвиток та відбудова транспортної інфраструктури України значною мірою визначатимуться спроможністю та бажанням транспортно-експедиторських фірм впроваджувати системні зміни з врахуванням норм Європейської транспортної системи.

**Чеберячко С.І., професор кафедри
охорони праці та цивільної безпеки, д.т.н., проф.
Дерюгін О.В., доцент кафедри
управління на транспорті, к.т.н., доц.
Третяк О.О., доцент кафедри
управління на транспорті, к.т.н., доц.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»**

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ДОРОЖНЬО ТРАНСПОРТНОЇ ПРИГОДИ

Автомобільний транспорт є базовою складовою транспортної галузі України. Його ефективна робота залежить від багатьох факторів, серед яких, на пріоритетне місце виходять ті, які забезпечують - організацію безпеки дорожнього руху (далі - БДР), зменшення дорожньо-транспортних пригод (далі - ДТП), запобігання порушення правил водіями автомобільних транспортних засобів (далі - ТЗ) і іншими учасниками дорожнього руху та ін. Статистика скоєння ДТП свідчить, що кількість ДТП в Україні залишається одним з найвищих в порівнянні з іншими країнами Європейського союзу. За п'ять місяців поточного року зафіксовано - 5407 ДТП. За період з січня по травень 2022 року загинуло - 908 осіб. Кількість травмованих - 6747 осіб [1, 2]. Тому стає питання дослідження ефективних заходів, методик мета яких – зменшення наслідків вищезазначених проблем, за рахунок впровадження ефективних методик мінімізації ризику настання ДТП, які дозволять зберегти життя багатьом учасникам дорожнього руху.

Класична матриця Хеддона для зменшення вірогідності настання ДТП представляє собою матрицю з чотирма стовбцями, де представлені елементи системи "водій-автомобіль-дорога-середовище" та трьома рядками, які характеризують зміну фаз руху автомобіля при скоєнні ДТП: до виникнення ДТП, під час скоєння ДТП і стан самої системи після виникнення ДТП [3, 4]. Перш ніж використовувати матрицю для розробки та обґрунтування потенційних запобіжних заходів, необхідно визначити небезпечну подію (далі - НП) від якої потрібно захистити працівників та небезпечні фактори, що наявні на його робочому місці. Наприклад, головною метою, яка передбачає розробку матриці є безпечне керуванням автомобілем, тобто основна задача – це зменшення вірогідності настання ДТП. Це вимагає передбачити і описати відповідні запобіжні дії, для кожного елемента представленої матриці. В той же час існує низка негативних факторів, які можуть збільшити вірогідність настання НП, опис яких наведений у ДСТУ ISO 45001:2019 [5]. До них відносять: людський, технічний, соціальний, ергономічний та операційний небезпечний чинник (далі - НЧ) (табл. 1).

Таблиця 1

Удосконалена матриця Хеддона з прив'язкою до безпеки, НП та наслідку для визначення НЧ

Небезпека	НП	Наслідки	НЧ для відповідної безпеки, НП та її наслідку			
			Стан людини	Стан автомобіля	Стан робочого середовища	
		Дорога			Середовище	
Вказується на небезпечні	Вказується на НП	Вказується на наслідки	I фаза - Час до настання НП			
			Вказуються НЧ, небезпечні дії, які сприяють збільшенню вірогідності настання НП			
			II фаза - Час при настанні НП			
			Вказуються НЧ, небезпечні дії, які збільшують тяжкість наслідків від настання НП			
			III фаза - Час після настання НП			
			Вказуються НЧ, небезпечні дії, як пришвидшать усунення наслідків НП, тобто відновлення здоров'я травмованого працівника			

Необхідно також розглядати запобіжні дії, спрямовані на зниження ступеня тяжкості наслідків. При рівні ризику категорично неприйнятний та неприйнятний розуміємо, що роботи виконувати забороняється без зміни в умовах та без розробки і впровадження заходів щодо зниження ризиків. Першочергово мають бути виконані упереджувальні та захисні заходи для унеможливлення реалізації небезпеки в НП та/або зниження наслідків НП. Встановлюється контроль за заборонаю проведення робіт.

В загальному сенсі на "людський чинник" значно впливає організаційна культура на автотранспортному підприємстві, що формується з невеликих частинок – сукупності певних установок, аспектів, символів, артефактів, що робить її цілісною. Вона охоплює всі важливі питання, які пов'язані з ризиком, навчанням, бізнесом, управлінням людьми, кліматом, внутрішньою інтеграцією, зовнішньою

**XV міжнародна науково-практична конференція
«Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»**

диференціацією, органічними та механістичними процесами, що потребує відповідного деталізованого дослідження, результати, якого відображаються в результуючій комбінованій матриці Хеддона (табл. 2).

Для складання табл. 2 необхідно провести дослідження існуючої ситуації на підприємстві для пошуку відповідних дієвих інструментів, які будуть прийнятні в конкретних умовах. Для цього рекомендується підготувати відповідну базу: визначення цілей підприємства, тестування водіїв, ТЗ, перевірка забезпечення процедур ТОiP ТЗ, функціонування процесу розслідування інцидентів, забезпечення прихильності керівництва та ін. Вказана заготовка необхідна для підтримки ініціатив з БДР, забезпечення необхідних ресурсів (фінанси, підвищення кваліфікації, придбання необхідних технічних систем та інше) для досягнення результатів.

Таблиця 2. Результуюча матриця Хеддона для запобігання ДТП

Небезпека	НП	Наслідки	Фаза	НЧ для відповідної небезпеки, НП та наслідку				Остаточний рівень ризику
				Стан людини	Стан автомобіля	Стан робочого середовища		
						Дорога	Середовище	
Автомобіль, який рухається по дорозі	ДТП	Смертельна травма	Час до настання НП	<ul style="list-style-type: none"> - належний стан здоров'я водія; - моніторинг стану здоров'я під час перебування в рейсі; - достатня кваліфікація водія для безпечного керування автомобілем та проведення ремонтних робіт в дорожніх умовах 	<ul style="list-style-type: none"> - термін експлуатації; - технічний стан ТЗ; - експлуатаційні властивості ТЗ; - наявність засобів пасивної/активної безпеки; - контроль технічного стану ТЗ, в т.ч. при роботі на лінії; - наявність систем моніторингу роботи ТЗ 	<ul style="list-style-type: none"> - відсутність якісного дорожнього покриття, дорожньої розмітки; - інтенсивність транспортного потоку; - відсутність світлофорного регулювання; - швидкісний режим руху ТЗ; - відсутність попереджувальних дорожніх знаків; - споруди та пристрої для пішоходів 	<ul style="list-style-type: none"> - погодні умови; - пора року; - час доби; - наявність опадів, обледенень на поверхні дорожнього покриття; - недостатня видимість 	Неприйнятний
			Час при настанні НП	<ul style="list-style-type: none"> - зміна фізичного здоров'я водія; - зміна психофізіологічного стану водія; - втрата навичок ефективного керування ТЗ 	<ul style="list-style-type: none"> - захисні властивості засобів пасивної безпеки ТЗ (пасики безпеки, підголовники); - захисні властивості засобів активної безпеки ТЗ (подушки безпеки, системи ABS, EBD та ін.); - властивості післяаварійної безпеки ТЗ. 	<ul style="list-style-type: none"> - дорожні об'єкти, що запобігають аваріям; - наявність обочини для здійснення маневру з метою уникнення ДТП. 	<ul style="list-style-type: none"> - вплив на водія ТЗ геофізичних і аномальних явищ, негативних факторів навколишнього середовища, як техногенного, так і природного характеру, на психофізіологічний стан учасників дорожнього руху 	
			Час після настання НП	<ul style="list-style-type: none"> - навички надання першої домедичної допомоги; - доступність медичної допомоги; - навички поведінки водія в аварійних ситуаціях 	<ul style="list-style-type: none"> - легкий доступ до місця події; - можливість швидкої евакуації постраждалих з салону ТЗ; - ризик займання 	<ul style="list-style-type: none"> - наявність транспортної інфраструктури, яка дозволяє в умовах транспортного затору швидко доїхати службам екстреної і медичної допомоги 	<ul style="list-style-type: none"> - наявність служб екстреного порятунку; - наявність заторів на дорогах 	

Багато автотранспортних підприємств визнають, що питання БДР для них є найбільшим викликом, тому організують щоквартальний або щомісячний аудит цієї програми. До нього входить збір форм з огляду ТЗ, звіти про нещасні випадки, інциденти, рекламації, протоколи тренувань, протоколи зустрічей, а також відомості про середню швидкість руху автомобілів, відсоток використання ременя безпеки, час

реагування на ДТП. Зібрану інформацію систематизують у відповідні графіки, таблиці, які зручно проаналізувати і внести відповідні корективи. Також для контролю можна використовувати наступні індикатори: медичні витрати (наприклад, витрати на транспортування до лікарні, витрати на лікування в лікарні); витрати, пов'язані з ліквідацією наслідків ДТП; витрати, пов'язані з псуванням майна (переважно ТЗ); адміністративні витрати (наприклад, поліція, пожежна служба, страхування та ін.) [16]. Дані індикатори забезпечують зв'язок між жертвами від наслідків ДТП та вжитими заходами щодо їх зменшення. Вони можуть вказувати на виникнення нових проблем на ранній стадії, перш ніж ці проблеми проявляться у вигляді збоїв.

Висновки. Розроблено комбінований підхід для оцінки ризику настання ДТП з використанням матриці Хеддона, який дозволяє обґрунтувати запобіжні заходи на основі встановленого рівня ризику настання ДТП з урахуванням декількох НЧ, які впливають як на вірогідність так і на тяжкість наслідків під час аварії та після домедичної допомоги.

Література

1. Borodina, N., Cheberiyachko, S., Deryugin O., Tretyak, O., Bas, I. (2021). Occupational risk assessment of passenger bus drivers. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 11(2), 81-90.
2. Cheberyachko, S.I., Cheberyachko, Yu.I., Deryugin, O.V., Tretyak, O.O., Bas, I.K. (2022). Estimation of influence of psychophysiological condition of the driver on safety of passenger automobile transportations. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, 1(18), 5-14.
3. Haddon, W. Jr. (1980). Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Reports*, 95(5), 411-421. PMC 1422748. PMID 7422807.
4. Haddon, W. Jr. (1974). "Editorial: Strategy in preventive medicine: passive vs. active approaches to reducing human wastage". *Journal of Trauma*, 14(4), 353-354.
5. ISO 45001; Occupational Health and Management Systems - Requirements with Guidance for Use, 2018 ed. International Organisation for Standardization: Geneva, Switzerland, 2018.

УДК 629.373.3: 629.3.017.3

Черненко С.М., доцент кафедри автомобілів і тракторів, к.т.н.
 Мурашко О.А., аспірант кафедри автомобілів і тракторів
 Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНОГО КЕРУЮЧОГО МОДУЛЯ

Однією з найважливіших систем автомобіля є комплекс, який об'єднує механізми і пристрої кермового керування і керовані мости з колесами. Оскільки такий комплекс є механізмом, що перетворює керуючий сигнал в керуючий фактор, розглянуту систему названо колісним керуючим модулем. Він забезпечує зміну траєкторії руху транспортного засобу і впливає безпосередньо на безпеку руху [1].

Для синхронізації повороту правого і лівого колеса однієї осі вони пов'язані шарнірним механізмом - кермовою трапецією, яка забезпечує поворот правого і лівого коліс на різні кути, що дозволяє їм котитися на повороті з різними радіусами без проковзування [2].

Розрахункова схема для визначення передавального числа кермової трапеції в загальному вигляді представлена на рис. 1. O_1XYZ – основна системи координат. Додаткова система $O_1X'Y'Z'$ отримана поворотом основної відносно осей X і Y на кути відповідно $\beta_{ш}$ і $\alpha_{ш0}$, а система $O_1X''Y''Z''$ - спочатку плоско паралельним переносом центру O_1 основної системи в центр O_1' (точку перетину осей шворня і цапфи правого колеса), а потім поворотом основної системи відносно осей X і Y на кути відповідно $\beta_{ш}$ і $\alpha_{ш0}$. Схема для визначення координат центрів кулькових пальців поперечної тяги представлена на рис.2.

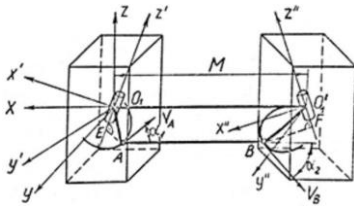


Рис. 1 - Розрахункова схема кермової трапеції

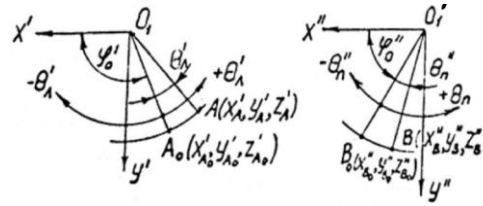


Рис. 2 - Схема для визначення координат центрів кулькових пальців поперечної тяги

Розрахунок передавального числа кермової трапеції проводився за алгоритмом, що представлений в роботі [3]. Для розрахунку взято автомобіль КраЗ-7634 НЕ колісної формули 8x8 з двома керованими мостами. Вихідні дані для проведення кінематичного розрахунку: при нейтральному положенні керованих коліс координати центру шарніра поперечної тяги лівого колеса точки $A_0(X_{A_0} = -42,5; Y_{A_0} = 189,5; Z_{A_0} = -195)$; кути поперечного $\alpha_{ш0} = 9,5^\circ$ і поздовжнього $\beta_{ш0} = 5,5^\circ$ нахилів шворнів, кут $\gamma_{ш0} = -0,5^\circ$ розвалу керованих коліс в нейтральному положенні, відстань $K = 1704$ мм між точками перетину осей шворнів і цапф, база автомобіля для першого і другого керованого мосту відповідно $B_1 = 6450$ мм; $B_2 = 4700$ мм, максимальний кут повороту лівого колеса $\theta_{max} = 30^\circ$ з кроком $\Delta = 5^\circ$. Згідно з методикою, що наведена в роботах [2], [3], проведено розрахунок кінематичних параметрів плоскої та об'ємної трапеції в програмі Microsoft Excel, а результати представлені у вигляді графіків. На рисунках 3, 4, 5 та 6 зображено графіки різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого керованого колеса 1 та 2 мосту плоскої та об'ємної трапеції.

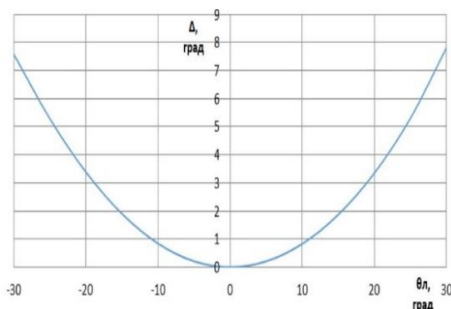


Рис. 3 - Графік різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 1 мосту

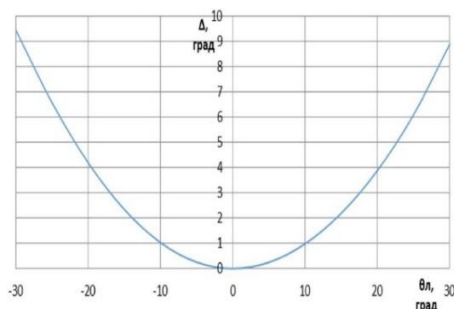


Рис. 4 - Графік різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 2 мосту

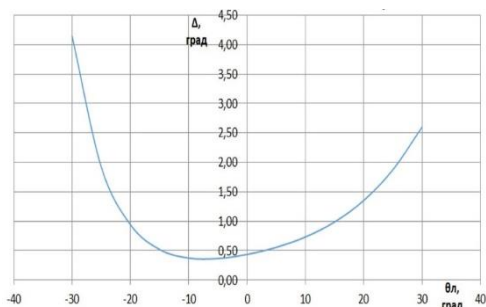


Рис. 5 - Графік різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 1 мосту

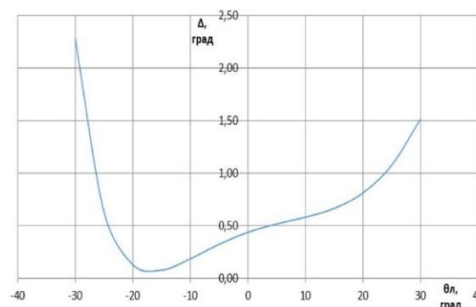


Рис. 6 - Графік різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 2 мосту

Для полегшення розрахунку кермової трапеції даного автомобіля було розроблено 3D модель кермового керування, потім був зібраний механізм в програмі Creo Parametric, яка має дійсні координати вузлів, точок приводу. Дана модель була створена для порівняння результатів, отриманих графічним і аналітичним способом, а також полегшення проведення розрахунків.

Після створення 3D моделі був проведений наглядний поворот керованих коліс ліворуч і праворуч для визначення передавального числа. Схеми дослідження кінематики кермового керування у програмі Creo Parametric зображено на (рис. 7).

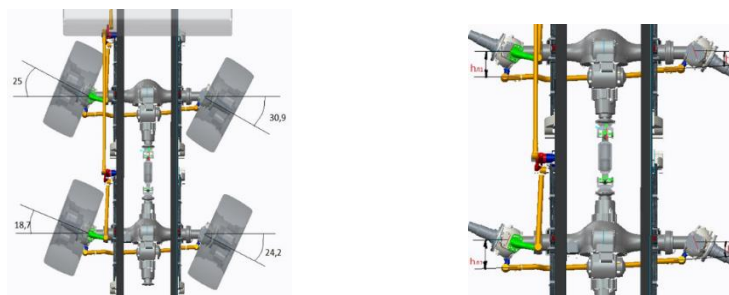


Рис. 7 - Дослідження кінематики кермового керування у програмі Creo Parametric

На основі проведених досліджень побудовано графік залежності передавального числа трапеції, що зображений на (рис. 8), як при аналітичному методі дослідження для плоскої та об'ємної трапеції так і при графічному методі дослідження за допомогою Creo Parametric.

Можна зробити висновок, що при визначенні кутів повороту керованих коліс аналітичний метод розрахунку об'ємної трапеції є наближеним до графічного у всьому діапазоні повороту керованих коліс. Найбільше значення відносної похибки між аналітичним і графічним методами визначення передавального числа складає для об'ємної трапеції - 18,2%, а для плоскої - 83,3% при повороті праворуч на максимальний кут 30°. При повороті ліворуч найбільше значення відносної похибки між аналітичним і графічним методами визначення передавального числа складає для об'ємної трапеції - 5,2%, а для плоскої - 18,5%.

Найбільше значення відносної похибки при розрахунку передавального числа плоскої та об'ємної трапеції складає - 55% при повороті праворуч на максимальний кут. При повороті ліворуч на максимальний кут - 12,7%.

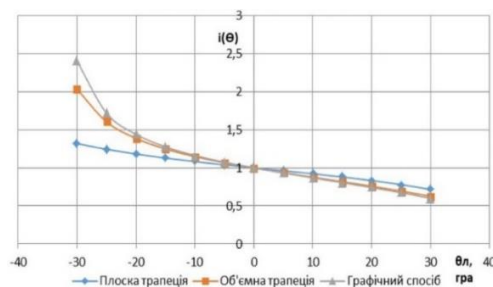


Рис. 8 - Залежність $i(\theta) = f(\theta_l)$

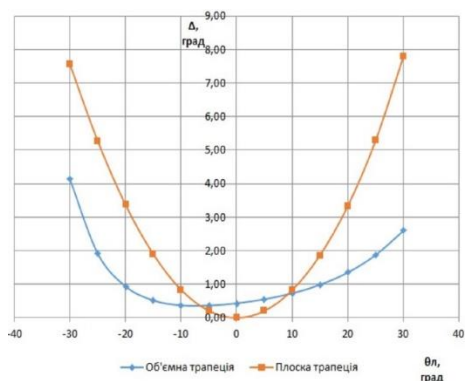


Рис. 9 - Різниця між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 1 мосту плоскої та об'ємної трапецій

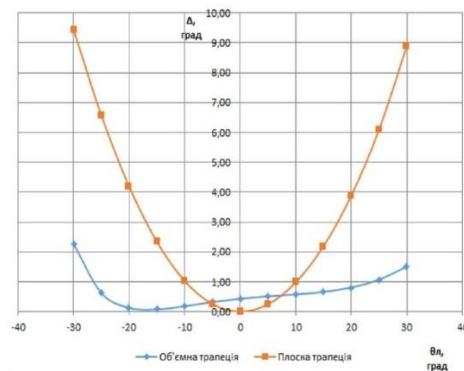


Рис. 10 - Різниця між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 2 мосту плоскої та об'ємної трапецій

На рисунках 9 та 10 зображено графіки різниці між теоретичним та реальним кутами повороту правого колеса 1 та 2 мосту плоскої та об'ємної трапецій. Отже графіки засвідчують більш точні результати розрахунків за допомогою об'ємної моделі кермової трапеції

Зусилля на кермовому колесі збільшується зі збільшенням передавального числа кермової трапеції. Встановлено, що для автомобіля КрАЗ-7634 НЕ при куті повороту праворуч 30° різниця передавальних чисел складе 55% а при повороті ліворуч на 30° - 12,7%, що є неприпустимим при розрахунку даного параметра. Отже під час розрахунків силових параметрів колісного керуючого модуля доцільно використовувати передавальне число кермової трапеції, яке враховує просторову модель з нахилами шворня.

Висновки. На прикладі транспортного засобу великої вантажності КрАЗ-7634 НЕ розроблено тривимірну модель кермового керування, проведено імітаційні дослідження кінематичних процесів. У результаті проведених досліджень отримано різницю між теоретичним і реальним кутами повороту 1 та 2 мосту при різних кутах повороту. Ця різниця для правого колеса 1 мосту плоскої трапеції є симетричною і складає майже 8° і є тим більшою, чим більшим є кут повороту колеса. Найбільша різниця для правого колеса 1 мосту об'ємної трапеції при повороті праворуч складає $4,14^\circ$, а при повороті ліворуч – $2,6^\circ$. Різниця для правого колеса 2 мосту плоскої трапеції складає близько 9° як при повороті ліворуч так і праворуч і є тим більшою, чим більшим є кут повороту колеса. Найбільша різниця для правого колеса 2 мосту об'ємної трапеції при повороті праворуч складає $2,27^\circ$, а при повороті ліворуч – $1,51^\circ$.

Розраховані значення передавального числа кермової трапеції при різних кутах нахилу шворня за двома моделями – плоскою і об'ємною. Встановлено, що для автомобіля КрАЗ-7634 НЕ при куті повороту праворуч 30° різниця в передавальних числах складає 55%. Отже під час розрахунків силових параметрів колісного керуючого модуля доцільно використовувати передавальне число кермової трапеції, яке враховує просторову модель з нахилами шворня.

Література

1. Черненко С. М. Підвищення стійкості колісного керуючого модуля проти коливань, викликаних гідравлічним підсилювачем кермового керування автомобіля : дис. кандидата техн. наук : 05.22.02 / Черненко Сергій Михайлович. – Київ, 2005 – 147 с.
2. Черненко, С. М., Клімов, Е. С., Черниш, А. А., & Пузир, Р. Г. (2019). Оптимізація параметрів чотириланкової кермової трапеції на основі плоскої моделі. Вісник машинобудування та транспорту, (2), 141-147.
3. Chernenko, S., Klimov, E., Chernish, A., Pavlenko, O., & Kukhar, V. (2018). Simulation technique of kinematic processes in the vehicle steering linkage. International Journal of Engineering & Technology, 7(4.3), 120-124.

УДК 629.3

Чуйко С.П., доктор філософії, голова циклової комісії транспортних технологій (на автомобільному транспорті)
Ткаченко Г.М., старший викладач
Кіпчук А.М., студентка IV курсу гр.ТТ-1078
Швайко А.О., студентка IV курсу гр.ТТ-1078

Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно- дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету»

ЕЛЕКТРОСАМОКАТИ І БЕЗПЕКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

В останні роки в містах України спостерігається підвищена активність користування мото електротранспортом, серед яких електросамокати найбільш популярні. Такий вид транспорту стає все більш доступнішим для населення, оскільки відрізняється відносно не великою ціною, простотою зберігання та надзвичайною мобільністю. В окремих містах навіть пропонують сервіси для прокату.

Тому й зрозуміло, що правила дорожнього руху в частині керування електросамокатом все частіше стають темами для дискусій, адже на вулицях стало ще більше електротранспорту- їздять дорослі і діти, навіть парами. Причому їздять не лише дорогами, а і тротуарами та велодоріжками. За статистикою електросамокати стали особливо популярні серед молодого покоління.

Поряд зі зручністю, захоплення таким видом електротранспорту супроводжується і негативними наслідками – вони несуть реальну загрозу для самих користувачів і для оточуючих. Почали траплятись випадки дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і навіть з важкими наслідками. Відповідно, електротранспорт, як і будь який транспорт, є джерелом підвищеної небезпеки, при відповідних умовах створює загрозу для оточуючих і потребує законодавчого підходу до умов його експлуатації. Але окремі законодавчі норми, на жаль, поки що не встигають за розвитком технологічного процесу у цій галузі.

На рис. 1, 2 представлено приклад небезпечного маневру користувача електросамоката на вулиці м. Житомир.



Рис. 1, 2. - Небезпечний рух і маневр користувача електросамоката на вулиці м. Житомир

Засоби масової інформації багатьох європейських країн наголошують суспільству про небезпечні події за участю електросамокатів, що потребує перегляду окремих законодавчих актів і норм. Так, з 15 червня 2022 року у Норвегії набули чинності нові та більш жорсткі правила їзди на електросамокаті [1]:

- вікове обмеження для їзди на електросамокаті – 12 років;
- діти до 15 років зобов'язані їздити в шоломі;
- вмісту алкоголю в крові в 0,02 відсотка також поширюється на водіння невеликих електромобілів у нетверезому стані;
- малі електротранспортні засоби переведено з категорії «велосипедів» на «автомобіль».

При цьому, страхування відповідальності вимагається як для орендованих, так і для приватних велосипедів. Крім того, невеликі електромобілі підпадають під дію закону Норвегії про відповідальність, яка стосується автомобілів і повинні мати страхування відповідальності для третіх осіб. Ця зміна почала діяти з 1 вересня 2022 року. Є й інші зміни. Для малогабаритних електротранспортних засобів поширюються особливі правила умов експлуатації та правила дорожнього руху. Юридично електричні скутери прирівняли до велосипедів у Норвегії через зміни в законі в 2018 році [2].

Однією з головних проблем, яка пов'язана з електричними самокатами в м. Осло, є високий ризик нещасних випадків. На рис. 3 показано основні причини останніх аварій респондентів на електросамокатах.

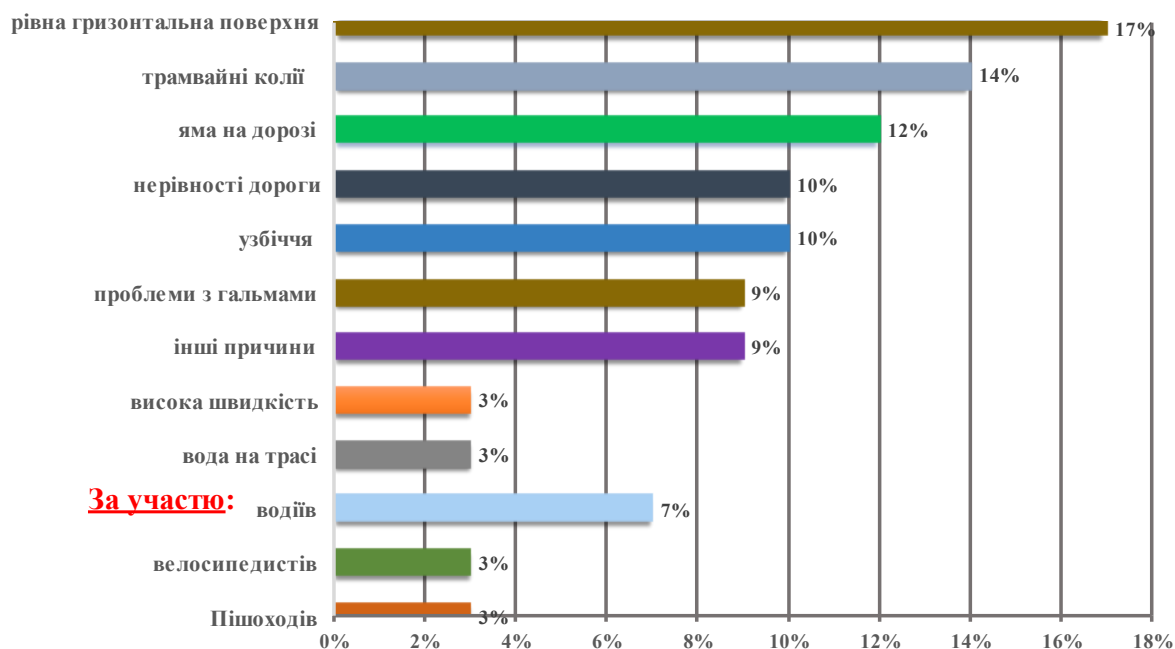


Рис.3. - Визначені причини ДТП за участю користувачів електросамоката та без участі інших учасників руху [2]

Як видно з представленої діаграми, більшість скоєних автопригод в Норвегії пов'язані з дорожньою інфраструктурою. Особливо складними є наїзд на слизькі поверхні трамвайних колій, проблеми з гальмами або інші технічні несправності електросамоката, що призвело до зіткнення або падіння з нього. Серед ДТП за участю інших учасників дорожнього руху найчастіше причиною ДТП є автомобілісти.

Однак взаємодія з іншими учасниками дорожнього руху все ж відіграє важливу роль: 80% смертельних випадків з користувачами електросамокатів це зіткнення з моторизованими транспортними засобами. Крім того, 17% учасників дорожнього руху, які постраждали в аваріях на електросамокатах, не були водіями взагалі [3].

На законодавчому рівні в Україні досі не визначений правовий статус електросамокатів і, відповідно осіб, які здійснюють керування ними. Так, Верховна Рада України у вересні 2020 року у першому читанні прийняла законопроект №3023 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо вдосконалення регулювання відносин у сфері забезпечення безпеки окремих категорій учасників дорожнього руху (користувачів персонального легкого електротранспорту, велосипедистів та пішоходів)».

Цей законопроект фактично прирівнює правовий статус у тому числі **електросамокатів до велосипедів** – на законодавчому рівні пропонується надати особам, які керують персональним легким електротранспортом, право їздити **по спеціальних велосипедних доріжках**, а в разі їх відсутності – **по краю проїзної частини дороги, вулиці чи узбіччю**.

В українських Правилах дорожнього руху немає визначення, що такий пристрій як електросамокат відповідає поняттю «транспортний засіб» або визначенню «персонального електротранспорту». Завдяки такій прогалині у правилах, використовувати електросамокат можна будь-де. Адже, що не заборонено законом/правилами-те дозволено. Але крім державних законів є ще закони здорового глузду і за їх порушення можна поплатитися власним здоров'ям або навіть життям.

Як правило, головним критерієм при вирішенні питання, чи відноситься електросамокат до транспортних засобів в їх класичному розумінні, є потужність його двигуна: якщо вона становить до 3,5 кВт, то електросамокат не є транспортним засобом.

На нашу думку, визнання кермувальників електросамокатів повноцінними учасниками дорожнього руху — водіями транспортних засобів, яким заборонено рухатися тротуарами і які зобов'язані дотримуватися встановлених для проїзних частин правил, було б доцільним. На сьогодні законодавством також не передбачене обов'язкове страхування цивільно-правової відповідальності власників електросамокатів та механізм відшкодування матеріальних збитків.

Таке неврегулювання правил користування електросамокатами призвело до розробки і запровадження власних правил на території однієї із громад України. Так, з метою підвищення безпеки дорожнього руху для усіх його учасників у Хмельницькій міській раді влітку 2022 року розробили порядок використання легких електричних транспортних засобів (електричних самокатів, сегвевів,

гіроскутерів тощо) на території міста Хмельницького [4]. Положення є обов'язковим для виконання власниками персональних легких електричних транспортних засобів, користувачами сервісів прокату легких електричних транспортних засобів та їх операторами.

Муніципальними правилами дозволено використання персональних електричних транспортних засобів особам, які досягли 16-річного віку виключно на велосипедних доріжках та за умови дотримання швидкісного режиму до 20 км/год. Особам до 10 років дозволяється використання таких електричних транспортних засобів тільки у супроводі дорослих, а особам з 10 до 16 років дозволяється самостійно використовувати персональні легкі електричні транспортні засоби - виключно на тротуарах, пішохідних доріжках, за умови дотримання швидкісного режиму до 5 км/год. Користувачам рекомендується використовувати захисний шолом та інші засоби захисту (наколінники тощо). Особа має право використовувати персональний легкий електричний транспортний засіб на вулично-дорожній мережі за умови, що він обладнаний звуковим сигналом та світлоповертачами, а у темну пору доби - з увімкненим ліхтарем (фарою) та виділивши себе за допомогою світлоповертальних елементів, що закріплюються на зовнішньому одязі або в інший спосіб) [4].

Представлені вимоги, на нашу думку, все ж потребують певного перегляду і уточнення в частині реєстрації, наявності підготовки на право управління, технічних вимог, оснащення тощо і не можуть бути регіональними.

Серед країн, які врегулювали питання користування і проїзду електричних скутерів і самокатів є: Норвегія, Бельгія, Данія, Німеччина, Австрія. Держави, які нещодавно здійснили законодавчі зміни щодо електросмокатів і продовжують узгодження гостроти питання у відповідних відомствах, це Німеччина, Австрія і Франція [5, 6, 7]

З викладеного свідчить, що проблеми використання електросмокатів на вулицях міст України тотожні з європейськими країнами і схожі за суттю, тому потребують якнайскорішого вирішення в законодавчій площині.

Література

1. Traffic rules for electric scootersю. <https://www.vegvesen.no/en/traffic-information/traffic-safety/safety-and-electric-scooters/rules-for-riding-an-electric-scooter>.
2. Fearnley, N., Berge, S. H., & Johnsson, E. (2020). Delte elsparkesykler i Oslo. Retrieved from Oslo: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=52254>.
3. Stigson and Klingegård, 2020 Stigson, Helena, & Klingegård, M. (2020). *Kartläggning av olyckor med elsparkcyklar och hur olyckorna kan förhindras*.
4. У Хмельницькому розробили правила їзди на електросмокатах. Режим доступу https://ye.ua/syspilstvo/59832_U_Hmelnickomu_rozrobili_pravila_yizdi_na_elektrosamokatah.html.
5. Dagmara Florek-Kleşk, Department of Law and Administration, Rzeszow University of Technology Ignacy Łukasiewicz, Akademicka 2, 35-084 Rzeszów, e-mail: dfk@prz.edu.pl. ORCID: 0000-0002-5069-2936.
6. Karczmarczyk, P. *Francja robi porządek z hulajnogami elektrycznymi. Teraz czas na Polskę?* Access on the internet: <https://www.auto-swiat.pl/wiadomosci/aktualnosc/francja-zrobi-porzadek-z-hulajnogami-elektrycznymi-teraz-czas-na-polske/5vgxqg6>.
7. *Będą nowe przepisy dot. urządzeń transportu osobistego*. Access on the internet: <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/beda-nowe-przepisy-dot-urzadzen-transportu-osobistego>.

¹Чуйко С.П., Phd, голова циклової комісії
Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
²Кравченко О.П., д.т.н., професор, професор кафедри
автомобілів і транспортних технологій

¹Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж
Національного транспортного університету»,

²Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ТЕПЛОВОЇ ІНЕРЦІЙНОСТІ ПОВІТРЯ В САЛОНІ

АВТОБУСУ З СИСТЕМОЮ КОНДИЦІОНУВАННЯ

Вступ. Важливим фактором перевізного процесу міського транспорту є мікроклімат в салоні. Мікроклімат в салоні автобуса залежить від особливостей систем опалення, вентиляції, кондиціонування, а також ряду конструктивних параметрів самого автобуса (герметичність салону, розташування двигуна, його теплоізоляція, теплопровідність облицювальних та наповнюваних матеріалів боковин, пасажироприсутність, ступінь та тип скління вікон, управління кондиціонером) [1].

Автомобільні кондиціонери відносяться до класу споживачів енергії, від яких напряму залежить витрата палива. Особливість цього полягає в тому, що поки недостатньо даних в технічному описі постачальників основних характеристик транспортного засобу, що потребує проведенню додаткових експериментальних випробувань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдання комплексного управління мікрокліматом в салоні міського автобуса можна поділити згідно з їх пріоритетом на: підтримання якісного газового складу повітря, забезпечення комфортності перевезення та енергозбереження. Аналіз підходів до оптимального керування мікрокліматом [2] показує, що сучасною тенденцією в цій сфері є розвиток систем управління енерговитратами та комфортністю.

Поширена думка, що температура повітря в салоні міського пасажирського транспортного засобу практично завжди співпадає з температурою огорожуючих конструкцій засобу. В умовах активного кондиціонування повітря пасажирського салону таке твердження часто залишається не зовсім вірним [3]. Пояснюється це тим, що в міському транспорті через відкриті двері на зупинках в салон потрапляє повітря з температурою відмінною від усталеної в салоні. Тривалість перебування дверей у відкритому стані на зупинці в середньому не перевищує 15-20 секунд [4]. За цей період температура стінок салону і сидінь в ньому залишається практично незмінною. Тому, при виборі системи кондиціонування повітря в салоні міського транспорту потрібно враховувати реальну теплову інерційність охолодженого в кондиціонері повітря, що проходить через салон.

Аналіз теплових навантажень проведених на досліджуваному мікроавтобусі показав, що сонячна енергія суттєво впливає на теплову характеристику салону, оскільки вона потрапляє безпосередньо через скло на внутрішнє середовище і у свою чергу, нагріває повітря. При проникненні сонячної радіації від 18% до 31% виникає потреба у охолодженні салону. Доведено, що зменшення коефіцієнта пропускання скління на коефіцієнт 0,2 може призвести до зниження встановленої потужності охолодження на 3,3% [5].

Значний вплив на теплообмін між салоном і зовнішньою температурою надає і масивність конструкцій автобуса, завдяки цьому коливання температури на їхній внутрішній поверхні зменшуються [1].

Метою роботи є визначення впливу інерційності повітря в салоні міського автобуса на навантаження на кондиціонер при забезпеченні енергетичної ефективності керуванням мікроклімату.

Викладення основного матеріалу. Оптимальне споживання енергії та тепловий комфорт у салоні для пасажирів можуть розраховуватися та моделюватися за допомогою теорії теплопередачі, методу теплового балансу та коефіцієнту теплопередачі [6].

Теплову інерцію певного матеріалу можна визначити за формулою:

$$I_m = \sqrt{\lambda p c} , \quad (1)$$

де λ – теплопровідність матеріалу, Вт/(м К); p – щільність матеріалу, кг/м³; c – питома теплоємність, Дж/кг·°С.

Рівняння теплового балансу в салоні міського автобуса, як прояв закону збереження і перетворення енергії, формується з урахуванням особливої форми передачі енергії. Це рівняння складається з урахуванням теплоти, що надходить в салон і відведеної з нього. При встановленні між ними теплової рівноваги (сталий режим теплообміну) рівняння теплового балансу має вигляд [7]:

$$Q_{ок} + Q_{вд} + Q_{нас} + Q_{нт} = Q_{ск} , \quad (2)$$

де $Q_{ок}$ – теплота, що потрапляє в салон через огорожуючі конструкції, Вт; $Q_{вд}$ – надходження тепла від внутрішніх джерел автобуса, Вт; $Q_{нас}$ – теплота, яка виділяється від присутніх пасажирів, Вт; $Q_{мн}$ – теплота, що надходить в салон з припливним повітрям, в тому числі через відкриті двері, при посадці - висадці пасажирів на технологічних зупинках та тепло інфільтраційного повітря (через нещільності кузова), Вт; $Q_{ок}$ – теплота, що компенсується системою кондиціонування повітря салону автобуса, Вт.

Тепловий і температурний режими повітря в середині салону, в усталеному тепловому режимі, повинен підкорятися інтегральному рівнянню теплового балансу, яке можна записати за підходом [8]:

$$c_p \cdot G_x [t(\tau) - t_x] + c_p \cdot \rho \cdot V \cdot \frac{dt}{d\tau} = \alpha \cdot F_{заг} [t_{cm} - t(\tau)] + Q_{сум}, \quad (3)$$

де c_p – питома ізобарна теплоємність холодного повітря (надходить в салон з кондиціонера), Дж/(кг · °C); G_x – витрати холодного повітря, що проходить через салон, кг /с; $t(\tau)$ – середня температура повітря в салоні за аналізований період часу, °C; t_x – температура холодного повітря, що надходить в салон, °C; ρ – щільність повітря (при певній температурі), кг/м³; V – об'єм повітря в салоні, м³; $\frac{dt}{d\tau}$ – температура в певний проміжок часу, °C; α – середній коефіцієнт тепловіддачі панелей салону, Вт/(м² · °C); $F_{заг}$ – загальна площа корпусних поверхонь салону автобуса (боковин, підлоги, стелі, сидінь для пасажирів), м²; t_{cm} – середня температура стінок, підлоги, стелі, сидінь для пасажирів в салоні, °C; $Q_{сум}$ – сумарна потужність внутрішніх джерел тепла, що потрапляє в салон (пасажирів, двигун, електрообладнання), Вт.

В рівнянні (4) прийнято, що температура повітря, що видаляється з салону, в сталому режимі (на міському маршруті), практично співпадає із середньою температурою повітря в салоні автобуса. Об'єм інфільтраційного повітря визначається за формулою [9]:

$$V_{інф} = \frac{a \cdot g \cdot l}{\rho}, \quad (4)$$

де a – коефіцієнт, що характеризує поверхню зовнішніх панелей кузова автобуса; g – питомі витрати повітря на одиницю довжини нещільності, кг/год.; l – довжина нещільності, м; ρ – щільність повітря, кг/м³.

Для тришарової боковини кузова загальний коефіцієнт теплопередачі розраховується за підходом [10]:

$$\frac{1}{U_{wall}} = \frac{1}{h_i} + \left(\frac{L_1}{k_1} + \frac{L_2}{k_2} + \frac{L_3}{k_3} \right) + \frac{1}{h_o} + r_{cwall}, \text{ K/m}^2\text{W}. \quad (5)$$

З урахуванням вищевказаного можна констатувати про нестационарний режим параметрів повітря в салоні автобуса.

При нестационарних режимах значення температури ($t(\tau)$) відрізняється від температури $t_{сал}$ на величину $\mathcal{I}(\tau)$ для теплового періоду:

$$t(\tau) = t_{сал} - \mathcal{I}(\tau). \quad (6)$$

На різницю температури $\mathcal{I}(\tau)$ впливають: тепло, що надходить в салон з повітрям через відкриті двері на зупинках, об'ємом $V_{дв}$ і теплота, що потрапляє з інфільтраційним повітрям, об'ємом $V_{інф}$.

З урахуванням об'єму припливного повітря в салон $V_{дв}$ та $V_{інф}$ для нестационарного режиму отримаємо:

$$\mathcal{E} = \frac{c_p \cdot \rho \cdot (V + V_{дв} + V_{інф})}{\alpha \cdot F_{заг} + c_p \cdot G_x} = const. \quad (7)$$

Рівняння (7) характеризує внутрішню теплову інерційність повітря в салоні автобуса. Параметр \mathcal{E} в теорії теплообміну прийнято називати показником інерційності. Загальну тривалість перехідних процесів при технічних розрахунках оцінюють величиною $\tilde{t} \geq 3\mathcal{E}$ [11].

Як приклад скористаємося формулою (13) для визначення теплової інерційності повітря в салоні пасажирського автобуса МАЗ – 206 з системою кондиціонування повітря на постійному міському маршруті в м. Житомир [4, 7]. В результаті розрахунків отримуємо: $\mathcal{E} = 24$ с. З урахуванням перехідного процесу ($\tilde{t} \geq 3\mathcal{E}$) інерційність повітря не перевищує 2 хвилини після закривання дверей на зупинці і температура повітря в салоні приймає сталу величину $t_{сал}$.

Контрольні вимірювання параметрів повітря проводились під час руху по маршруту за 1 хвилину до зупинки і через 1 хвилину після початку руху автобуса із зупинки. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Мікроклімат в салоні автобуса за 1 хвилину до технологічної зупинки

Місце проведення вимірювань	Температура повітря, °C		Швидкість повітря, v, м/с		Відносна вологість повітря, φ %	
	зовнішня, t_z , °C	в салоні, t_c , °C	зовнішня, v_z , м/с	в салоні, v_c , м/с	зовнішня, φ_z , %	в салоні, φ_c , %
Об'єм V2	30,0	25,7	0,8 – 1,0	0,3	54	45
Об'єм V3	30,0	25,6	0,8 – 1,0	0,5	54	47
Об'єм V4	30,0	25,8	0,8 – 1,0	0,4	54	47

Аналіз зміни температури в салоні автобуса за відповідний час роботи кондиціонера показав зменшення температури в автобусі до оптимальних значень відповідає лінійній характеристики відтворення стабільності мікроклімату, що пояснює інерційність повітря в салоні.

Проведені дослідження підтверджують математичні розрахунки тривалості відтворення належного температурного режиму в салоні автобуса, при чому інерційність повітря не перевищує 2 хвилин після закривання дверей на зупинці. Це свідчить, що навіть при збільшенні теплової інерційності повітря за певних умов у 2 рази, тепловий комфорт не вплине на загальний мікроклімат в салоні автобуса і зменшить навантаження на кондиціонер.

Висновки. Теплова інерційність салону автобуса проявляється під часу руху на маршруті. Належна робота системи вентиляції і кондиціонування дозволяє без додаткових енергетичних витрат знизити навантаження на кондиціонер та зберегти комфортні умови на зупинках під час посадки-висадки пасажирів. Разом з тим, виникає потреба у покращенні теплозахисних властивостей і герметизації кузова автобуса, що дозволить використовувати кондиціонер меншої потужності.

Література

1. Kravchenko O., Hrabar I., Gerlici J., Chuiko S., Kravchenko K. Forming comfortable microclimate in the bus compartment via determining the heat loss / Communications. Scientific Letters of the University of Zilina. 2021. Vol. 23 (2), P. B150-B157.
2. Pervez S., Nursyarizal N., Perumal N., Irraivan E., Taib I. A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable building / Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 34, 2014 pp. 409–429.
3. Емельянов, А.Л. Системы индивидуального регулирования температуры воздуха в купе пассажирского вагона / А.Л. Емельянов, С.Е. Буравой, Е.С. Платунов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». – 2008. – №1.
4. Чуйко С.П., Кравченко О.П. Обґрунтування факторів впливу на витрату палива автобусів міських маршрутів з кондиціонером / Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Науково - прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей» (14-16 червня 2022). – Луцьк: ЛНТУ, 2022. - С. 164-166.
5. В. Torregrosa-Jaime, F. Bjurling, J.M. Corberan, F.D. Sciallo, J. Paya, Transient thermal model of a vehicle's cabin validated under variable ambient conditions / Applied Thermal Engineering, 75 (2015), pp. 45-53.
6. Sahraei, H. Interior Climate U-Value Calculation and Optimization for Electric Buses at Volvo Buses / Master's Thesis, Department of Mechanics and Maritime Sciences, Chalmers University of Technology Gothenburg, Gothenburg, Sweden, 2020.
7. Кравченко О.П., Чуйко С.П. Дослідження теплового балансу салону автобуса у теплий період року / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Науковий журнал. №3 (251). – Северодонецьк: СХУ ім. В. Даля, 2019. – С. 101-106.
8. Емельянов, А.Л. Тепловая инерционность воздуха в помещениях с системами кондиционирования / А.Л. Емельянов, С.Е. Буравой, Е.С. Платунов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». – 2007, № 1
9. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - Київ: Мінрегіон України, 2013. - 240 с.
10. Chiriac G., Lucache D.D., Nit,uc ̃a C., Dragomir A., Ramakrishna S. Electric Bus Indoor Heat Balance in Cold Weathe / Appl. Sci. 2021, 11, 11761.
11. Емельянов, А. Л. Обобщенная математическая модель нестационарного теплового режима пассажирского вагона с СКВ / А.Л. Емельянов, С.Е. Буравой, Е.С. Платунов // Науч. журнал НИУ ИТМО. Серия: «Холодильная техника и кондиционирование». – 2007. – № 1.

Шевченко С.І., доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н.
Полупан Є.В., доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н.
Краюшкін О.О., магістр кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин
Пархоменко М.К., магістр кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГАЛЬМУВАННЯ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ОБЛАДНАНОГО ГАЛЬМАМИ ІЗ САМОПІДСИЛЕННЯМ

Процес гальмування будь-якого механізму досить складний і пов'язаний з великою кількістю параметрів які впливають не тільки на ефективність роботи гальмівного пристрою, але і на безпеку експлуатації машини в цілому. Особливо гостро питання підвищення ефективності роботи гальмівних пристроїв виникають в даний час у зв'язку з зростаючими швидкостями сучасних машин. Тому, питання створення та дослідження нових більш ефективних гальмівних пристроїв є актуальним завданням.

Для оцінки впливу параметрів гальмування на процес гальмування механізмів будівельно-дорожніх машин, обладнаних гальмівними пристроями із самопідсиленням, були проведені експериментальні дослідження на лабораторному стенді з використанням вимірально-діагностичного модуля [1]. При проведенні експерименту, як варіюванні фактори в кожній серії дослідів виступала величина установчої пружини L_n , яка характеризує величину гальмівного моменту та обороти гальмівного шківів $n_{ш}$, які характеризують режим роботи механізму. Область визначення факторів прийнята на основі апріорної інформації. Основні рівні та інтервали їх варіювання представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Рівні та інтервали варіювання факторів

Чинники	$L_n, мм$	$n_{ш}, об/хв$
Код (Z_j)	Z_1	Z_2
Основний рівень ($Z_j = 0$)	180	800
Інтервал варіювання (ΔZ_j)	12	200
Верхній рівень ($Z_j = +1$)	192	1000
Нижній рівень ($Z_j = -1$)	168	600
Зоряна точка ($Z_j = +0,5$)	186	900
Зоряна точка ($Z_j = -0,5$)	174	700

Для проведення дослідів був розроблений план експерименту, який представлено в таблиці 2. У прийнятому плані фактори варіюються на рівнях: $-\alpha$; -1 ; 0 ; $+1$; $+\alpha$; (табл. 2, графі 2-3). У графах 4-5 – натуральні значення факторів, а у графах 6-9 – значення, які отримані в результаті експерименту гальмування механізму лабораторної установки гальмівним пристроєм, де t_c – час спрацьовування гальмівного пристрою, t_n – час зростання гальмівного моменту, t_T – час гальмування, M_T – гальмівний момент. При виконанні експериментальних досліджень було виконано рівномірне дублювання дослідів кожного рядка матриці планування. За результатами трьох паралельних дослідів знаходимо середнє арифметичне значення параметрів. З метою оцінки відхилення параметрів від середнього значення за даними паралельних дослідів (табл. 2, графа 9), обчислюємо дисперсію досвіду за формулою:

$$s_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{ig} - \bar{Y}_i)^2}{(n-1)},$$

де \bar{Y}_i – середнє арифметичне значення параметра;

n – кількість паралельних дослідів.

Результати розрахунків представлені у табл. 2, графа 11.

Однорідність дисперсії перевіряємо за допомогою G -критерію Кохрена [2]. В результаті розрахунків отримано його значення $G_p = 0,38$, яке менше табличного $G_p = 0,3934$ при своєму ступені свободи ($13 \cdot (3-1) = 26$). Зважаючи на те, що отримані значення менше табличного, дисперсії однорідні. Оскільки дисперсії дослідів однорідні, то дисперсію відтворюваності експерименту обчислюємо з урахуванням рівномірного дублювання у кожному досвіді, $s_y^2 = 208$, причому середня квадратична помилка експерименту $s_y = 14,4$.

За даними таблиці 2 методами регресивного аналізу на основі отриманих експериментально даних визначаємо значення коефіцієнтів рівняння. Після розрахунку коефіцієнтів та перевірки їх статичної значущості, рівняння набуває вигляду:

$$Y' = 263,489 - 118,513 \cdot Z_1 + 12,769 \cdot Z_2 + 26,107 \cdot Z_1^2 + 16,146 \cdot Z_2^2. \quad (1)$$

Для перевірки адекватності рівняння регресії (1) за F -критерієм Фішера визначаємо дисперсію адекватності за формулою:

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{525} \Delta Y_i^2}{f}. \quad (2)$$

Однак слід пам'ятати, так як в експерименті виконуємо рівномірне дублювання дослідів то чисельник виразу (2) необхідно помножити на кількість дослідів, які дублюються, тоді $s_{ad}^2=448$ (ступінь свободи $13 - 5 = 8$), при цьому получимо F -критерій Фішера $F_p=2,14$. При 5%-му рівні значущості та числах ступенів свободи табличне значення F -критерій Фішера $F_p=2,9$ [3]. Оскільки розрахункове значення менше табличного, рівняння регресії (1) слід визнати адекватним.

Таблиця 2. Результати експерименту та розрахунок

№	Z ₁	Z ₂	L _п , мм	n ш, об/хв	t _з , с	t _н , с	t _т , с	M _т , Н	Y	s _i ²	Y'	(Y - Y') ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	192	1000	0,239	0,240	4,918	195	188,67	30,33	200,00	128,40
2	1	1	192	1000	0,250	0,239	4,940	186				
3	1	1	192	1000	0,241	0,240	4,849	185				
4	1	0	192	800	0,243	0,224	4,149	177	177,33	6,33	171,08	39,07
5	1	0	192	800	0,259	0,165	3,968	175				
6	1	0	192	800	0,256	0,201	3,937	180				
7	1	-1	192	600	0,279	0,204	3,087	176	177,00	7,00	174,46	6,45
8	1	-1	192	600	0,240	0,203	3,179	175				
9	1	-1	192	600	0,276	0,221	3,039	180				
10	0	1	180	1000	0,183	0,201	3,457	280	283,33	8,33	292,40	82,28
11	0	1	180	1000	0,184	0,184	3,372	285				
12	0	1	180	1000	0,185	0,203	3,461	285				
13	0	0	180	800	0,201	0,202	3,057	277	276,33	4,33	263,49	164,98
14	0	0	180	800	0,203	0,184	3,060	278				
15	0	0	180	800	0,200	0,201	3,048	274				
16	0	-1	180	600	0,200	0,183	2,318	260	269,67	180,33	266,87	7,84
17	0	-1	180	600	0,164	0,184	2,376	285				
18	0	-1	180	600	0,166	0,184	2,376	264				
19	0	0,5	180	900	0,221	0,166	3,497	256	272,67	208,33	273,91	1,55
20	0	0,5	180	900	0,184	0,165	3,374	281				
21	0	0,5	180	900	0,202	0,166	3,346	281				
22	0	-0,5	180	700	0,203	0,185	2,750	263	263,67	4,33	261,14	6,38
23	0	-0,5	180	700	0,203	0,166	2,680	266				
24	0	-0,5	180	700	0,202	0,183	2,681	262				
25	-1	1	168	1000	0,154	0,155	2,193	485	458,33	558,33	437,02	454,09
26	-1	1	168	1000	0,128	0,154	2,250	450				
27	-1	1	168	1000	0,129	0,154	2,519	440				
28	-1	0	168	800	0,154	0,178	2,199	390	398,33	208,33	408,11	95,54
29	-1	0	168	800	0,128	0,179	2,171	390				
30	-1	0	168	800	0,154	0,180	2,110	415				
31	-1	-1	168	600	0,153	0,179	1,660	405	405,00	625,00	411,49	42,06
32	-1	-1	168	600	0,153	0,154	1,609	430				
33	-1	-1	168	600	0,153	0,129	1,793	380				
34	-0,5	0	174	800	0,205	0,128	2,844	300	316,67	833,33	329,27	158,89
35	-0,5	0	174	800	0,175	0,205	2,816	350				

36	- 0,5	0	174	800	0,180	0,205	2,826	300				
37	0,5	0	186	800	0,232	0,206	3,686	210	213,33	33,33	210,76	6,63
38	0,5	0	186	800	0,257	0,180	3,546	220				
39	0,5	0	186	800	0,230	0,180	3,656	210				
Σ										2707,67		1194,15

Для наочності отриманих результатів побудовано графічні залежності представлені на рис. 1. Дані залежності дозволяють легко простежити, як змінюється величина параметрів гальмування при зміні того чи іншого чинника. Ступінь впливу факторів на величину параметрів гальмування залежить від рівнів (значень), на яких знаходяться інші фактори.

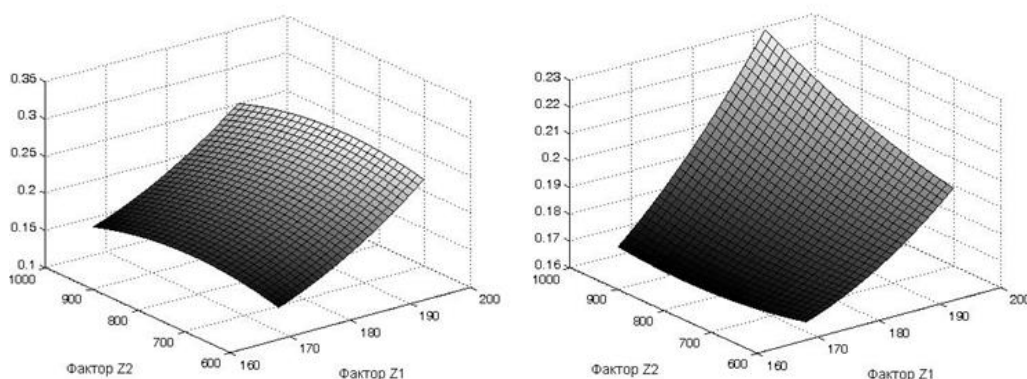


Рис. 1. - Залежність часу спрацьовування гальма та зростання гальмівного моменту

В результаті проведених експериментальних досліджень отримана апроксимуюча залежність яка достовірно описує значення гальмівного моменту в залежності від зміни факторів, адекватність якої доведена розрахунками. Аналіз результатів експериментальних досліджень показує, що період гальмування розбивається на три етапи. Перший – з моменту спрацьовування до вибору зазору колодками. Тривалість першого етапу становить 0,13...0,28с. Другий етап характеризується зміною гальмівного моменту від нуля до номінального значення, при цьому гальмівний момент зростає до максимуму за 0,13...0,24с і після чого зміна гальмівного моменту має незначний коливальний характер. Третій – процес гальмування та повна зупинка.

Література

1. Шевченко С.І., Старченко В.М., Подоляк О.С. Використання спеціального програмного забезпечення для аналого-цифрового перетворювача при експериментальних дослідженнях. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля №13(167) 2011. //Вид-во СНУ ім. В. Даля. Луганськ. 2011. – С. 251-254.
2. Адлер Ю.П., Маркова О.В., Грановський Ю.В. Планування експерименту при пошуку оптимальних умов. - М.: Наука, 1976. - 280 с.
3. Статюха Г.О., Складанний Д.М., Бонаренко О.С. Вступ до планування оптимального експерименту: Навчальний посібник – К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. – 117 с.

Шипов Є.Г., викладач спецдисциплін І категорії
Дейсун Д.Р., студент автомобільно-механічного відділення
Лозівська філія Харківського державного автомобільно-дорожнього коледжу

ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СТО

Безпека дорожнього руху і своєчасність доставки вантажів і пасажирів, економічні показники використання автомобілів багато в чому визначаються їх надійністю. Проблема забезпечення надійності особливо актуальна тепер, оскільки ускладнюються конструкції автомобільної техніки і збільшується обсяг автомобільних перевезень. Недостатня надійність знижує готовність автомобілів до експлуатації, в результаті чого знижується ефективність їх використання і підвищуються експлуатаційні витрати.

Швидке зростання автомобільного парку призводить до проблем в екології країни та безпеки руху на дорогах. Несправний транспортний засіб несе загрозу життю та здоров'ю населення країни. Ці важливі проблеми суспільства вирішує якісне обслуговування транспортних засобів [2].

Автосервісні підприємства (АСП) виконують важливу функцію підтримки та забезпечення працездатного стану транспортних засобів протягом життєвого циклу. Якість виконання технологічних процесів під час технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів напряму впливає на безпеку пересування автошляхами.

Основною ланкою (за вирішуваними завданнями та кількістю підприємств) системи автосервісу є підсистема підтримки автомобілів у працездатному стані. Ця підсистема виконує послуги з технічного обслуговування, ремонту та інших видів технічних впливів з метою забезпечення безпечної експлуатації автомобілів населення та представлена широкою мережею різних за потужністю, масштабами та призначенням підприємств автосервісу.

Станція технічного обслуговування автомобілів надає обладнані пости, пости самообслуговування, послуги з продажу запасних частин і матеріалів. Крім цього, на цих станціях можуть надаватися технічні консультації з технічного обслуговування та ремонту автомобіля.

При детальному розгляді всього спектру технологічного обладнання, яким оснащені сучасні автопідприємства, можна виділити кілька окремих груп:

- загально - виробниче;
- ремонтне;
- профілактичне;
- піднімально-оглядове;
- складське.

Оснащення робочих постів зони обслуговування становить значну частку профілактичного, ремонтного і піднімально-оглядового обладнання. Воно призначене, щоб забезпечити вільний, зручний і безпечний доступ до всіх вузлів автомобіля при одночасному виконанні операцій кількома працівниками збоку, знизу і зверху, а також зручне і надійне маневрування автомобіля на постах зони обслуговування [3].

Місце для виконання основних елементів або окремих операцій технологічного процесу, оснащене необхідним обладнанням, пристосуваннями і інструментами, називається робочим постом. Ділянка на робочому посту, який обслуговується одним робочим, називається робочим місцем. На одному посту може бути одне або декілька робочих місць.

Для раціональної організації технічного обслуговування автомобілів складають операційно-технологічні карти на виконання основних елементів обслуговування. У цих картах дають перелік операцій, вказують місце їх виконання (знизу, збоку або зверху автомобіля), застосований інструмент і обладнання, технічні умови на виконання робіт. На підставі операційно-технологічних карт визначають обсяг робіт, розподіляють роботу між виконавцями і складають постові карти [5].

Зважаючи на стрімкий розвиток автомобільних технологій останніми роками значно збільшилася кількість автомобілів, оснащених найскладнішими електронними системами. До таких систем та елементів належать: системи керування впорскування палива та запалювання, анти блокувальна система гальм (ABS), система курсової стійкості (ESP), система допомоги водієві при екстремому гальмуванні, система елементів пасивної безпеки (ремені безпеки, подушки безпеки, підголівники), адаптивний круїз-контроль [1].

Сучасний автомобіль окрім складності його механічних систем, характеризується ще й складною електронікою, що має достатню потужність для обробки великих масивів даних. Варто лише відмітити,

що в автомобілях, які зараз сходять з конвеєрів, налічується від 30 до 100 окремих комп'ютерів, які контролюють роботу майже всіх систем.

Постійне збільшення кількості всіляких блоків управління (системи управління двигуном, трансмісією, підвіскою, комфортом, безпекою), народжується попит на комп'ютерну діагностику, яка за лічені хвилини вкаже на можливі несправності [4].

Комп'ютерна діагностика - процес, що включає в себе підключення сканера, оснащеного спеціальною програмою, що визначає стан електронних систем, наявність помилок і багато іншої інформації, що вказує на характеристики роботи автомобіля в режимі реального часу.

В першу чергу електронна діагностика починається з огляду на предмет зовнішніх пошкоджень, або по звуку обертових деталей. Далі включається в роботу сканер, який потрібно підключити в діагностичний роз'єм, що знаходиться в салоні під торпедою або під капотом автомобіля. Діагностика включає в себе наступні етапи:

- зчитування кодів помилок;
- аналогова перевірка;
- аналіз отриманої інформації, скидання помилок і повторне зчитування, якщо помилки знову з'явилися, виконувати відповідний ремонт або заміну необхідних деталей, блоків, вузлів.

Діагностика автомобілів є важливим етапом робіт із забезпечення робото здатності автомобілів. Саме вона дозволяє визначити основні несправності автомобілів та спланувати роботи із відновлення робото здатності транспортних засобів та матеріально-технічного забезпечення їх ремонту.

Запорукою надійного, безпечного, комфортного автомобіля – є своєчасне обслуговування. Оскільки транспортні засоби, в яких неналежним чином або несвоєчасно проводять ТО та СО, їх вузли та агрегати не відповідають вимогам надійності, довговічності, міцності. Насамперед, це небезпечно для водія, його пасажирів та оточуючих. Раптові виходи з ладу деталей та вузлів тягне за собою значні фінансові та репутаційні збитки.

Література

1. Автомеханіка. Діагностичне обладнання — Режим доступу до сторінки.: <https://avtotachki.com/uk/kompyuternaya-diagnostika-avtomobilya/>
2. Епіфанов Л. І. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. / Епіфанов Л. І. / - К: Вища школа, 2001 р. – 278 с.
3. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України / Укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.С., Клімов О.М. – Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. – 188 с
4. Кубіч В. І., Слинько Г. І. Складові частини об'єктів транспортного машинобудування. Навчальний посібник: 2-ге вид., перероб. і доп. / В. І. Кубіч, Г. І. Слинько // НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, 2021. – 363 с
5. Волков В.П., Комов П.Б., Комов Е.А. Организация ежедневного контроля безопасности транспортных машин в автохозяйствах автомобильного транспорта. Збірник наукових праць ДонІЗТ. Донецьк, 2010. № 21. С. 5–22

Шипова О.Ю., викладач біології I категорії
Шовкопляс І.А., студент відділення транспортних технологій
Лозівська філія Харківського державного автомобільно-дорожнього коледжу

ЗАСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

Автотранспорт є одним з основних показників техніко - економічного розвитку суспільства, він сприяє задоволенню соціальних потреб населення. Але, з іншого боку, він щодня негативно впливає як на здоров'я людини, так і на загальний стан навколишнього середовища. Вихлопи автотранспорту призводять до порушення екологічної рівноваги. Щодня у повітряне середовище потрапляє величезна кількість суміші приблизно з двохсот різних речовин. Велика частина двигунів автомобілів споживає бензин, саме він при згорянні виділяє достатньо велику кількість свинцю, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, оксиду азоту, вуглекислого газу. Також в атмосферу потрапляє деяка кількість сажі і смол, які утворюються в моменти технічної несправності мотора.

Один легковий автомобіль поглинає щорічно з атмосфери в середньому більше чотирьох тонн кисню, викидаючи з вихлопними газами приблизно вісімсот кілограм окису вуглецю, близько сорока кілограм окисів азоту та майже двісті кілограм різних вуглеводнів. За статистикою, в деяких містах України, викиди автотранспорту становлять більше половини всіх викидів, в тому числі і промислових.

На сьогодні забруднення довкілля шкідливими речовинами з відпрацьованих газів (ВГ) двигунів внутрішнього згорання, є найбільшою екологічною проблемою для людей та навколишнього середовища [4].

При спалюванні палива у двигуні внутрішнього згорання (ДВЗ), утворюються гази, що в своєму складі містять досить широкий спектр різних шкідливих речовин, у тому числі канцерогени. Забруднення навколишнього середовища, зокрема придорожних смуг та водних об'єктів відбувається за рахунок: хлоридів, що застосовуються для посипання доріг взимку, не утилізовані залишки від стертих шин та гальмівних колодок та сипкі і пилові вантажі [2].

В сучасних автомобілях для зменшення кількості викидів забруднюючих речовин, встановлюються такі системи як:

- каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів;
- сажевий фільтр (використовується в автомобілях з дизельним двигуном);
- клапан EGR (система рециркуляції вихлопних газів)

Каталізатор в сучасному автомобілі – це важлива деталь вихлопної системи. Даний елемент вирішує дві задачі. Це очищення відпрацьованих газів, перш ніж вони потраплять в атмосферу, а також зниження опору для їх виходу. Від каталізатора залежить потужність, яку буде видавати двигун.

Нейтралізатор дозволяє значно знизити рівень токсичності викидів, тим самим покращуючи екологічну ситуацію. Так, за допомогою спеціальних хімічних реакцій особливо токсичні речовини, не найкращим чином впливають на стан атмосфери, перетворюються на менш токсичні гази, які потім виводяться через вихлопну трубу, в якій крім нейтралізатора також працюють кисневі датчики. Вони керують якістю горючої суміші і впливають на роботу каталітичного нейтралізатора.

Різні види палива, що застосовуються на бензинових та дизельних двигунах, а також принципова різниця у способах займання горючої суміші в циліндрах, вимагають від конструкторів по-різному підходити до проблеми очищення вихлопних газів. У зв'язку з цим знадобилося обладнання вихлопної системи дизельних двигунів протисажевим, або, як прийнято його називати, сажовим фільтром.

Сажевий фільтр - це елемент вихлопної системи автомобіля, який знижує викид сажових частинок в атмосферу. Залежно від конструкції, цей пристрій може бути окремим елементом вихлопної системи, а може з'єднуватися з каталітичним нейтралізатором, хоча принцип від цього не змінюється. Оскільки в автомобілях з дизельними двигунами високий вміст викидів в атмосферу сажі, в багатьох містах Німеччини заборонений в'їзд таких авто, або вартість в'їзду в населений пункт в декілька разів вища аналогічного автомобіля з бензиновим двигуном.

Система рециркуляції вихлопних газів (клапан EGR) в двигунах внутрішнього згорання — клапан, що сполучає на деяких режимах роботи після дросельний простір впускного колектора з простором впускного колектора.

Призначається для зниження токсичності відпрацьованих газів (вмісту оксидів азоту) в режимі часткових навантажень. Оксиди азоту утворюються в двигуні під дією високої температури. Чим вищою є температура в камерах згорання, тим більше утворюється оксидів азоту. Повернення (рециркуляція) частини відпрацьованих газів у впускний колектор дозволяє знизити максимальну температуру згорання паливо-повітряної суміші і, тим самим, понизити інтенсивність утворення оксидів азоту [1,3].

З позиції екології, така система відіграє позитивну роль, зводячи до мінімуму виробництво шкідливих речовин. Але часто його діяльність приносить чимало труднощів автомобілістам. Проблема

полягає в тому, що цей апарат разом з впускним колектором і робочими датчиками в ході діяльності може покриватися нагаром, а це призводить до погіршення роботи двигуна.

Також на екологічний стан міста позитивно впливає система «старт – стоп». В автомобілях ця система дозволяє автоматично відключати і перезапускати двигун внутрішнього згоряння, щоб зменшити кількість часу витраченого двигуном на холостому ході, зменшуючи тим самим витрату палива і викидів. Система є найвигіднішою для транспортних засобів, які витрачають значну кількість часу на світлофорах або часто стоять в заторах.

Не менш важливим, з точки зору зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу є впровадження наступних заходів:

- використання на автотранспорті спеціальних моторних мастил, присадок до них та палива, модифікаторів кінематичних вузлів автомобілів, впровадження каталітичних перетворювачів палива та ін., що приведе до зменшення витрат пального, зменшення викидів забруднюючих речовин та збільшення моторесурсів двигунів;
- жорсткий контроль за якістю пального, що постачається і реалізується автозаправними станціями, його відповідністю державним стандартам.
- проводити постійний контроль за технічним станом автомобілів;
- вдосконалити конструкції паливної системи двигуна;
- використовувати більш якісні паливно-мастильні речовини, що мають меншу концентрацію домішок [5].

Таким чином, можна сказати про те, що автомобілі чинять негативний вплив на навколишнє середовище. Вище зазначені методи експлуатації та технології виробництва дозволяють суттєво знизити негативний вплив на навколишнє середовище від використання транспортних засобів.

Література

1. Анісімов В. Ф., Пришляк В. М., П'ясецький А. А., Бурлака С. А. Експериментальне дослідження відпрацьованих газів дизельних двигунів. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сер. Технічні науки. 2013. Вип. 12. С. 56–66. URL: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>.
2. Транспортна екологія: навчальний посібник / [Запорожець О. І., Бойченко С. В., Матвєєва О. Л., Шаманський С. Й. та інші] . – Київ: 2017. – С. 360
3. Говорун А. Г., Скорченко В. Ф., Худолій М. М. Транспорт і навколишнє середовище. – К.: Урожай, 1992. 144 ст.
4. Статистика забруднення атмосферного повітря викидами від транспорту // Електронний ресурс – режим доступу: <https://www.gpp.in.ua/transport/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya-vikidami-vidtransportu.htm>
5. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. -К.: Основа, 2002.-312 с.