

Витрати енергоносіїв гібридними автомобілями

Підвищення екологічної чистоти та паливної економічності можливо за рахунок використання гібридних та електромобілів. Гібридна технологія на транспортних засобах це ефективна система взаємодії двигуна внутрішнього згоряння та електродвигуна, який отримує живлення від тягової акумуляторної батареї. Завдяки синергетичному підходу гібридні автомобілі мають підвищений енергетичний та динамічний потенціал та відповідають екологічним нормам.

Ключовими завданнями гібридних технологій транспортних засобів є підвищення економії палива та енергоефективності силової установки, рекуперація кінетичної енергії при гальмуванні, економічне використання енергії в режимі міського руху.

Самим екологічним автомобілем, за даними інтернет-ресурсу Kelley Blue Book, названий електромобіль Nissan Leaf, що витрачає 765 кДж/км або 212,5 Вт-год/км, що згідно з еквівалентним перерахунком у витрату палива за цінами США складає близько 99 MPG або 2,38 л на 100 км. Друге місце посів гібридний автомобіль Chevrolet Volt з витратою палива 2,53 л/100 км. Найбільш розповсюджений гібридний автомобіль Toyota Prius на третій сходинці з результатом 3,9 л/100 км. До речі, спеціалісти довідкового видання Kelly Blue Book прогнозують, що електромобілі за залишковою вартістю будуть істотно поступатися автомобілям із двигуном внутрішнього згоряння після п'яти років експлуатації. Так, передбачається, що, наприклад, Nissan Leaf через п'ять років експлуатації у США буде мати ринкову ціну 20 % від своєї первинної вартості. Для порівняння, ціна бензинового однокласника тієї ж марки – Nissan Sentra – через п'ять років складе близько 30 % від ціни нового автомобіля. Витрата енергії електромобілів перераховується в об'єм палива в міському та заміському циклах руху за прийнятою формулою, в якій 33,7 кВт-год дорівнює 1 галону бензину. За тестами ЕРА паливна економічність електромобіля Mitsubishi i-MiEV складає 126 MPG у міському режимі та 99 MPG за містом, електромобіля Nissan Leaf показники дещо гірші – 106 MPG та 92 MPG відповідно.

Проведено порівняльний розрахунок енергетичних витрат гібридного транспортного засобу Toyota Prius PHV, гібридного електромобіля Chevrolet Volt та автомобіля з ДВЗ Volkswagen Golf VII 1.4 TSI в Україні, США. Для початку проведемо розрахунок паливної економічності Toyota Prius PHV та Chevrolet Volt у режимі «тільки електрика» згідно з цінами на електричну енергію в Україні, США. Автомобіль Volkswagen Golf VII 1.4 TSI не має такого режиму, як рух на електричній тязі, тому до даного розрахунку не долучений. Як початкові дані для розрахунку обрані реальні тести на економічність гібридних транспортних засобів, що проведені у США. Згідно з проведеними тестами Prius PHV у режимі «тільки електрика» витрачає 23,2 кВт-год для подолання 100 миль, а автомобіль Chevrolet Volt на 100 миль витрачає вже 39,0 кВт-год. За наведеними формулами проведемо перерахунок витрати електричної енергії, яку тягова акумуляторна батарея витрачає на рух гібридного транспортного засобу в еквівалентну витрату палива, л/100 км.

Гібридний транспортний засіб Toyota Prius PHV для подолання 1 км шляху в режимі «тільки електрика» витрачає всього 0,145 кВт-год, що в перерахунку на гривні складає 0,11445 грн/км або 11,45 грн/100 км під час експлуатації його в Україні. Для цін на електричну енергію у США Toyota Prius PHV витрачає 0,45325 грн/км або 45,32 грн/100 км, а на території Росії це буде складати 0,2973 грн/км або 29,73 грн/100 км. Гібридний електромобіль Chevrolet Volt для подолання 1 км шляху в режимі «тільки електрика» витрачає 0,244 кВт-год, що в перерахунку на гривні складає 0,1925 грн/км або 19,25 грн/100 км під час експлуатації його в Україні. Для цін на електричну енергію у США Chevrolet Volt витрачає 0,7625 грн/км або 76,25 грн/100 км, а на території Росії буде витрачати 0,5002 грн/км або 50,02 грн/100 км [1]. Результати порівняльного розрахунку для Chevrolet Volt та Toyota Prius PHV у режимі «тільки електрика» з урахуванням перерахунку у витрату палива за цінами на бензин в Україні та у США зведені у табл. 1.

Порівняльний розрахунок вартості експлуатації гібридних транспортних засобів Chevrolet Volt та Toyota Prius PHV у режимі «тільки електрика» в Україні та США дійсно демонструє значні економічні переваги експлуатації автомобілів з тяговим електричним приводом в Україні [2].

Проведемо порівняльний розрахунок паливної економічності автомобілів Toyota Prius PHV та Chevrolet Volt у гібридному режимі. Автомобіль Volkswagen Golf VII 1.4 TSI не має такого режиму, тому його паливну економічність будемо розраховувати за паспортними даними.

Секція 5. Автомобілі і технології на транспорті

Таблиця 1 – Порівняння паливної економічності Chevrolet Volt та Toyota Prius PHV у режимі «тільки електрика»

Параметри	Транспортні засоби	
	Toyota Prius PHV	Chevrolet Volt
Витрата енергії на 160,9 км, кВт·год	23,2	39,0
Витрата енергії на 1 км, кВт·год	0,145	0,244
Витрати за використання в Україні, грн/100 км	11,45	19,25
Витрати за використання в США, грн/100 км	45,32	76,25
Перерахунок у витрату палива в Україні, л/100 км	0,56	0,95
Перерахунок у витрату палива в США, л/100 км	2,95	4,97
Пробіг у режимі «тільки електрика», км	23,5	54,5

Реальні тести на економічність, що проведені у США, показали, що в режимі «гібридному» автомобіль Prius PHV має витрату палива 47,2 MPG, а Chevrolet Volt – 31,1 MPG.

Згідно з перерахунком у Європейську систему визначення паливної економічності автомобіль Toyota Prius PHV витрачає в режимі «гібридному» 4,98 л/100 км, а автомобіль Chevrolet Volt – 7,56 л/100 км. У таблиці 3.2 зведені розрахунки вартості експлуатації автомобілів Chevrolet Volt та Toyota Prius PHV у режимі «гібридному» порівняно з вартістю експлуатації автомобіля Volkswagen Golf VII 1.4 TSI.

Як видно з попереднього розрахунку, вартість експлуатації гібридних транспортних засобів Toyota Prius PHV та Chevrolet Volt в США в режимі «тільки електрика» всього у два рази економічніше, ніж у «гібридному» режимі.

Таблиця 2 – Розрахунок паливної економічності Chevrolet Volt та Toyota Prius PHV у гібридному режимі та Volkswagen Golf VII

Основні характеристики	Транспортні засоби		
	Toyota Prius PHV	Chevrolet Volt	Volkswagen Golf VII
Витрата палива, л/100 км	4,98	7,56	5,2
Вартість експлуатації в Україні, грн/100 км	100,59	152,71	105,04
Вартість експлуатації в США, грн/100 км	76,39	115,97	79,77

В Україні вартість експлуатації вибраних автомобілів у «гібридному» режимі в 9,2 рази перевищує вартість їх експлуатації в режимі «тільки електрика». А вартість експлуатації автомобіля Volkswagen Golf VII 1.4 TSI майже дорівнює вартості експлуатації Toyota Prius PHV і на 31 % вигідніше ніж експлуатація Chevrolet Volt при використанні у «гібридному» режимі.

Список використаної літератури:

1. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів: монографія/ Т.О. Бажинова, А.О. Борисенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 104с.
2. Бажинов О.В. Діагностика силової установки гібридного автомобіля / Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Заверуха Р.Р. – Харків: ХНАДУ, 2021. -116с.

Бегерський Д.Б., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, к.т.н.
Вітюк І.В., старший викладач кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Безверхий Я.Р., студент групи АГК-30
Державний університет «Житомирська політехніка»
Ільченко А.В., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу, к.т.н., доц.
Поліський національний університет

Аналіз використання різних типів елементів живлення в сучасних електромобілях

З кожним роком зростає популярність електричних автомобілів, а транспортні засоби з двигунами внутрішнього згорання поступово та безупинно втрачають свої позиції на ринку. Тому все нові і нові автовиробники анонують розробку власних електромобілів, щоб не втратити долю у сфері транспортних послуг. Основні причини зростання попиту та цікавості до електроавтомобілів наступні:

- екологічна відповідальність – електроавтомобілі є більш екологічними, оскільки не викидають у повітря вихлопних газів, тим самим зменшуючи забруднення повітря;
- законодавчі вимоги – з кожним роком все більше країн вводять суворі стандарти на норми викидів, змушуючи переходити на використання автомобілів з альтернативними джерелами живлення;
- технологічний прогрес – стрімкий розвиток технологій виробництва елементів живлення дозволяє суттєво підвищити запас ходу автомобілів, що робить їх більш привабливими для споживачів;
- зменшення вартості виробництва – чим більше виробляють електромобілів, тим більше зменшується їх вартість за рахунок конкуренції та удосконалення виробничих процесів, роблячи їх доступнішими;
- доступність інфраструктури – кількість електроавтомобілів збільшується, створюючи попит на розгалужену інфраструктуру зарядних станцій, щоб зробити використання автомобілів більш зручним, а заряджання – швидшим;
- популярність та престиж – споживачі почали активніше цікавитися електроавтомобілями через їх швидкість та тишу, а також використання під час конструювання та виробництва інноваційних та новаторських рішень.

Один з головних елементів електроавтомобіля є батарея. Батарея є основним джерелом енергії для роботи електродвигуна, визначаючи запас ходу, продуктивність та загальну ефективність автомобіля. Вартість, довговічність та час зарядки батареї мають значний вплив на зручність використання електромобіля та його популярність. Крім того, технологічний прогрес у галузі розробки батарей безпосередньо сприяє розвитку електромобілів та підвищенню їх продуктивності.

На сучасному етапі розвитку технологій виробництва елементів живлення для електроавтомобілів більшість виробників використовують літій-іонні батареї. Це пов'язано з високою енергетичною щільністю, ефективністю та довгим терміном служби літій-іонних батарей. Однак різні компанії можуть використовувати різні технології літій-іонних батарей або досліджувати інші типи акумуляторів.

Найбільш відомі виробники електроавтомобілів у світі: Tesla, NIO, BYD, Rivian, Lucid Motors, Nissan, Ford, Audi, BMW, Volkswagen, Hyundai та багато інших. Хоча виробники і використовують переважно літій-іонні батареї, але вони бувають різних типів та конструкцій. Існує всього три типи конструкцій літій-іонні батареї, а саме:

1) Циліндричні батареї (рис.1, а).

Мають циліндричну форму і часто використовуються в електромобілях завдяки своїй простоті у виготовленні та високій щільності енергії. Приклади таких батарей: формати 18650 та 21700, які використовуються в автомобілях Tesla та інших виробників.

Переваги:

- Висока щільність енергії, що забезпечує більший запас ходу.
- Надійність і довгий термін служби.
- Легкість у виробництві завдяки стандартизованим формам (наприклад, 18650, 21700).
- Краща теплоізоляція, оскільки вони зазвичай мають велику площу поверхні.
- Простота заміни окремих комірок у складі батареї.

Недоліки:

- Обмежена гнучкість в розміщенні всередині автомобіля через фіксовані форми.
- Складність у виробництві великих модулів через необхідність пакувати багато циліндрів разом.

2) Призматичні батареї (рис.1, б).

Прямокутної форми і можуть бути зроблені різних розмірів, що дозволяє виробникам краще використовувати доступний простір. Вони можуть мати більшу ємність порівняно з циліндричними батареями, що робить їх популярними серед виробників. Використовуються в автомобілях NIO, Volkswagen, Nissan та ін.

Переваги:

- Можливість зробити батареї різних розмірів для ефективного використання простору.
- Велика ємність, оскільки батареї можуть бути більшими, ніж циліндричні.
- Гнучкість у дизайні акумуляторних систем.

Недоліки:

- Вища вартість виробництва порівняно з циліндричними батареями.
- Можлива більша вага через розмір.
- Проблеми з ефективністю систем температурного менеджменту.

3) Пакетні батареї (рис. 1, в).

Ці батареї мають тонкий і плоский дизайн і часто зустрічаються в електронних пристроях, а також у деяких моделях електромобілів. Вони можуть бути легкими та компактними, що дозволяє виробникам ефективно розміщувати їх в автомобілі. Використовуються в автомобілях Ford, Audi, Hyundai та ін.

Переваги:

- Дуже тонкі та легкі, що забезпечує компактність.
- Можуть бути легко сформовані у різні розміри та форми.

Недоліки:

- Вони можуть бути більш вразливими до пошкоджень та перегріву.
- Труднощі у тепловідведенні через їх плоску форму.

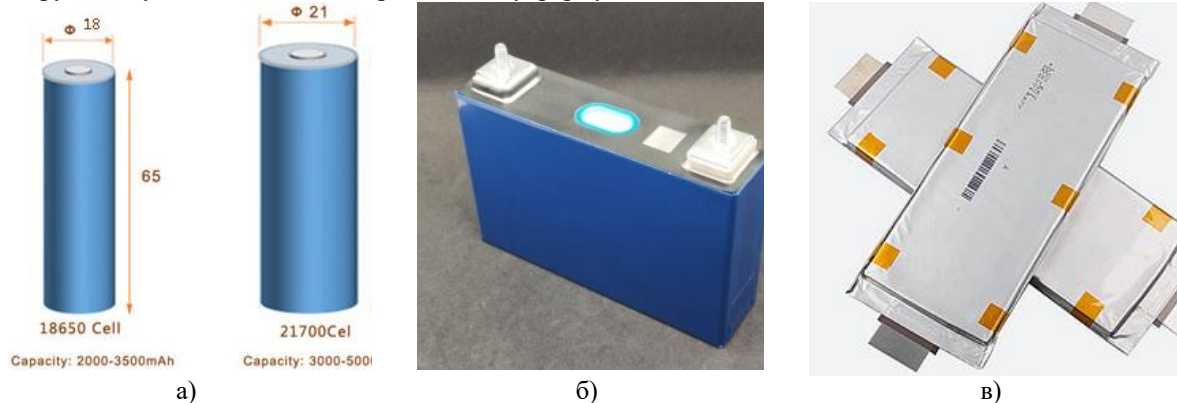


Рис.1. - Типи конструкцій літій-іонних батарей:

а) циліндричні батареї; б) призматичні батареї; в) пакетні батареї.

З проаналізованих типів конструкції батарей, які експлуатуються в сучасних електроавтомобілях варто звернути увагу саме на циліндричні батареї, які використовуються в автомобілях Tesla.

Використання циліндричних літій-іонних елементів формату 18650 (рис.1, а) в батареях електромобілів може бути доцільним з кількох причин.

По-перше, елементи 18650 є одними із найбільш поширених стандартних форматів літій-іонних акумуляторів. Це означає, що вони широко доступні та їх легко придбати на ринку. Стандартизовані елементи також дозволяють виробникам створювати надійні та економічно ефективні системи батарей.

По-друге, ці елементи відомі своєю високою щільністю енергії, що дозволяє забезпечувати більший запас ходу для електромобіля. Це вкрай важливо для задоволення вимог клієнтів, щодо дальності подорожей на електромобілі.

По-третє, циліндричні елементи відомі своєю надійністю та тривалим терміном служби, за рахунок того, що можуть забезпечити ефективне тепловідведення, оскільки мають більшу площу поверхні для розсіювання тепла. Це допомагає зберегти стабільність температури батареї, що є важливим для безпеки та ефективності, а також може забезпечити довготривалу продуктивність батареї.

Та й завдяки масовому виробництву елементів 18650, їхня вартість є відносно низькою, що допомагає зменшити вартість виробництва електромобілів загалом. Ці переваги роблять елементи 18650 найкращим вибором для сучасних електромобілів.

Список використаної літератури:

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>
2. Lyu, Y., Siddique, A.R.M., Majid, S.H., Biglarbegan, M., Gadsden, S.A., Mahmud, S., 2019. Electric vehicle battery thermal management system with thermoelectric cooling. *Energy Reports* 5, 822–827. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.06.016>

Аеродинаміка автопоїзда

Представлено результати аналізу природи аеродинаміки. Показано, що аеродинаміка є важливою складовою при проектуванні магістральних автопоїздів на основі рівняння потужнісного балансу. Встановлено, що покращення аеродинамічних характеристик є одним із найбільш пріоритетних напрямків розвитку галузі.

Ключові слова: автопоїзд, опір повітря, рівняння потужнісного балансу, аеродинаміка.

Вступ. Проблема вдосконалення аеродинаміки магістральних автопоїздів є ключовою з точки зору досягнення оптимальної продуктивності та підвищення їх ефективності. У сучасній транспортній промисловості велика увага приділяється зниженню опору повітря та покращенню аеродинамічної ефективності автопоїздів, що є важливим для зменшення споживання палива та вирішення екологічних проблем. Але для того, щоб ефективно проводити оптимізацію тих чи інших характеристик необхідно добре розуміти природу такого явища, як аеродинаміка.

Огляд проблеми. Аеродинаміка це складний розділ фізики який описує рух тіл у повітряному середовищі. Для того щоб вирахувати вплив аеродинаміки на автопоїзд необхідно зрозуміти із яких частин складаються втрати потужності при русі, і яку частину від загальної потужності вони становлять. Для цього ми розглянемо рівняння силового балансу автомобіля:

$$P_i = P_d + P_o + P_{пр} + P_f + P_a + P_w + P_j + P_{кр} \quad (1.1)$$

де: P_i - індикаторна сила тяги автомобіля, Н; P_d - сила опору двигуна, Н; P_o - сила опору допоміжного обладнання, Н; $P_{пр}$ - сила опору трансмісії, Н; P_f - сила опору коченню, Н; P_a - сила опору підйому, Н; P_w - сила аеродинамічного опору повітря, Н; P_j - загальна сила інерції автомобіля, Н; $P_{кр}$ - сила на крюку, Н.

Під час руху автомобіля деякі сили можуть бути відсутніми. При рівномірному русі відсутня сила опору інерції (P_j), без причепа відсутня сила на крюку ($P_{кр}$), при відсутності продольного нахилу відсутня сила опору підйому (P).

Якщо перенести в рівнянні (1.1) в ліву частину внутрішні сили опору ($P_d, P_o, P_{пр}$), отримуємо рівняння силового балансу у вигляді:

$$P_m = P_f + P_a + P_w + P_j + P_{кр} \quad (1.2)$$

де P_m - сила тяги автомобіля, Н

Розглянемо докладніше кожний елемент цього рівняння:

- Сила тяги автомобіля (P_m). Ця сила є результатом потужності, що генерується двигуном автомобіля і залежить від різних параметрів двигуна, таких як об'єм циліндрів, оберти тощо;

- Сила опору коченню (P_f). Ця сила є результатом тертя між колесами автомобіля і дорожнім покриттям. Вона залежить від різних факторів, таких як тип та стан дорожнього покриття.

- Сила опору підйому (P_a). Сила, що виникає при русі автомобіля на дорогах з ухилом. Ця сила протистоїть руху автомобіля і є результатом впливу гравітації.

- Сила аеродинамічного опору повітря (P_w). Сила опору повітря, що виникає під час руху автомобіля через середовище. Вона залежить від форми автомобіля та його швидкості.

- Сила інерції автомобіля (P_j). Ця сила залежить від маси автомобіля та його прискорення;

- Сила на крюку ($P_{кр}$). Якщо автомобіль тягне за собою причіп або інший транспортний засіб, то враховується сила тяги або тягового зусилля, яке він здійснює.

Виходячи із вищезазначених елементів можна побачити, що є дві сили, на які можна впливати, це сила опору коченню і сила аеродинамічного опору. На силу опору коченню можна впливати геометричними характеристиками шин і коліс, тиском у шинах та їх матеріалом. У випадку аеродинамічного опору вплив має кожен елемент зовнішньої та внутрішньої аеродинаміки, що тягне за собою значно більший вплив на загальну ефективність автопоїзда.

Опір форми, який складається з опору тиску та лобового опору, є основною складовою загального опору повітря. Його значення може становити до 60% від загального опору. Цей вид опору виникає внаслідок взаємодії передньої частини автомобіля з потоком повітря, що призводить до утворення зони підвищеного тиску перед ним та зони низького тиску позаду. Опір тертя виникає через нерівномірність поверхневого покриття автомобіля і складає 10-20% від загального опору. На цей фактор впливають різні частини автомобіля, такі як підняті вночі фари (+10%), відкриті вікна (+ 5%), встановлені брудозахисні

фартуки на всіх колесах (+ 3%), багажник на даху (+10-12%), зовнішні дзеркала заднього виду (+ 5-7%), широкопрофільні шини (+ 2-4%), антена (+ 2%), відкритий люк в даху (+ 2-5%).

Висновок. Можна відзначити, що аеродинаміка магістральних автопоїздів має вирішальне значення для їхньої ефективності та економії палива. Оптимізація аеродинаміки включає різні заходи, спрямовані на зменшення лобового опору, особливо в умовах великих швидкостей на автомагістралях. Загалом, поліпшення аеродинаміки магістральних автопоїздів є критичним для досягнення економії палива та зменшення впливу на навколишнє середовище, що стає дедалі важливішим в умовах зростаючої уваги до питань екології.

Список використаної літератури:

1. Drag reduction on a blunt body by self-adaption of rear flexibly hinged flaps C. García-Baena a,b , J.M. Camacho-Sánchez a,b , M. Lorite-Díez c,b , C. Gutiérrez-Montes a,b , J.I. Jiménez-González.
2. Динамічний фактор як показник для порівняння різних типів автомобілів, В.Б. Надобко, М.О. Скорик, Полтавський національний технічний університет 2010
3. Volvo trucks, Mattias Hejdesten, Anders Tenstam, Göteborg, Sweden 2022
4. Вплив геометричних параметрів автопоїзда на його аеродинамічні характеристики Д.Б. Бегерський , А.О. Коваль, Державний університет «Житомирська політехніка»

Інтеграція віртуальної реальності в процеси проектування та виробництва в машинобудуванні: переваги, виклики та перспективи

Віртуальна реальність (VR) стає все більш важливим інструментом в різних сферах технологій, а особливо в машинобудуванні. Інтеграція VR у процеси проектування та виробництва може відкрити нові можливості для підвищення ефективності та якості продукції. Проте, цей процес також стикається з викликами, що потребують уваги та розуміння. У цій презентації ми розглянемо переваги, виклики та перспективи інтеграції віртуальної реальності в машинобудуванні.

Переваги використання віртуальної реальності

1. Скорочення часу розробки: Використання VR дозволяє інженерам та дизайнерам взаємодіяти з продуктом у віртуальному середовищі, що сприяє ранньому виявленню проблем та швидшому процесу розробки.

2. Покращення дизайну: Завдяки VR можна реалізувати детальну візуалізацію продукту та вирішити дизайнерські питання ще до початку фізичного виробництва.

3. Тренування та навчання: VR може використовуватися для тренування персоналу та навчання нових співробітників, що дозволяє зменшити час та витрати на навчання. [3]

4. Співпраця на відстані: VR дозволяє співробітникам з різних географічних місць працювати над проектом разом у віртуальному середовищі, зменшуючи необхідність у фізичних зустрічах. [1]

Виклики використання віртуальної реальності:

1. Високі витрати на обладнання: Впровадження VR вимагає значних витрат на спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення.

2. Необхідність навчання персоналу: Використання нових технологій потребує навчання персоналу, що може зайняти час та ресурси.

3. Проблеми з інтеграцією: Інтеграція VR з існуючими системами та процесами може бути складною та вимагати додаткового налаштування.

4. Безпека даних: Збереження та захист конфіденційних даних у віртуальному середовищі є важливою проблемою, особливо у виробничих компаніях.

Перспективи використання віртуальної реальності

Запровадження нових технологій, таких як ручне введення та жести, може зробити взаємодію з віртуальним середовищем ще більш інтуїтивною та ефективною.

Давайте розглянемо докладніше деякі з цих аспектів:

1. Дизайн і моделювання: Використання VR дозволяє інженерам та дизайнерам взаємодіяти з 3D-моделями автомобілів у реальному часі. Це сприяє кращому розумінню пропорцій, ергономіки та стилістики автомобілів. Наприклад, команди можуть спільно працювати над дизайном, роблячи зміни та відстежуючи їх вплив безпосередньо у віртуальному середовищі. [1]

2. Тренування: Віртуальні тренажери дозволяють механікам інтерактивно тренуватися у вирішенні проблем та виконанні обслуговування автомобілів у реалістичних умовах. Це допомагає підготувати їх до різноманітних сценаріїв, включаючи відновлення аварійних ситуацій та регулярний обслуговування [2].

3. Виробництво: Віртуальна реальність використовується для оптимізації ліній виробництва та планування розміщення обладнання у заводах. Це може включати симуляцію потоку матеріалів, візуалізацію процесів монтажу та ідентифікацію ефективних підходів до виробничої діяльності. [3]

4. Тестування та безпека: Віртуальні симуляції дозволяють проводити тестування безпеки автомобілів у різних умовах, включаючи аварійні ситуації, екстремальні погодні умови та інші складні сценарії. Це допомагає виявити потенційні проблеми безпеки та вдосконалити конструкцію автомобілів до їх випуску на ринок. [4]

Всі ці застосування віртуальної реальності в машинобудуванні сприяють підвищенню продуктивності, зниженню витрат та поліпшенню якості продукції.

Розширення можливостей моделювання: Розвиток VR дозволить створювати все більш складні та реалістичні моделі продуктів та процесів виробництва.

Підвищення інтероперабельності: Вдосконалення стандартів та протоколів співпраці між різними VR-платформами сприятиме збільшенню обміну даними та співпраці між компаніями.

Розширення застосувань: З розвитком технологій VR вона буде застосовуватися не лише у проектуванні та виробництві, але й у сферах обслуговування, продажу та маркетингу.

У сучасному світі машинобудування та комп'ютерні технології нерозривно пов'язані, викликаючи революцію у способах виробництва, дизайну та управління. Інтеграція віртуальної реальності (VR) в машинобудування відкриває нові горизонти для інновацій та покращень, прискорюючи розробку та виробництво, зменшуючи витрати та підвищуючи якість продукції.

Використання VR дозволяє інженерам та дизайнерам інтерактивно працювати над продуктами, перевіряти їх функціональність та ергономіку ще до початку фізичного виробництва. Це сприяє розробці більш точних та ефективних конструкцій, зменшує кількість помилок на ранніх стадіях проектування та підвищує задоволення клієнтів.

Список використаної літератури:

1. Гафаров, А., & Шерстюк, А. (2020). Інтеграція віртуальної реальності в процес проектування деталей. Вісник Харківського національного університету повітряних сил, (3), 47-54.

2. Єфременко, В., & Христов, О. (2019). Використання віртуальної реальності в проектуванні автомобільних деталей. Вісник національного університету "Львівська політехніка". Серія: Комп'ютерні системи та мережі, (914), 107-112.

3. Петров, С., & Сидорова, А. (2018). Застосування віртуальної реальності в машинобудуванні: переваги та виклики. Машинобудування, матеріали науко-практичної конференції, 55-63.

4. Червоненко, О., & Мельник, П. (2017). Вплив віртуальної реальності на покращення якості та ефективності процесів виробництва в машинобудуванні. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Інноваційні технології в машинобудуванні", 28-34.

Вітюк І.В., старший викладач
 Багінський О.О., асистент
 Левченко Л.-С.В., студентка групи ЕК-4
 Державний університет «Житомирська політехніка»

Тенденції ринку надання послуг з сертифікації транспортних засобів

Перша державна реєстрація транспортних засобів, що перебували в експлуатації та ввезені на митну територію України з метою вільного обігу, проводиться за умови відповідності конструкції і технічного стану даної марки (моделі) транспортних засобів та їх складових частин, що мають ідентифікаційні номери, обов'язковим вимогам правил, нормативів і стандартів України, що підтверджується сертифікатом відповідності або свідоцтвом про визнання іноземного сертифіката, копію яких власники подають до сервісного центру МВС. [1]

Сертифікат відповідності потрібен для визначення країни-походження, підтвердження відповідності транспортного засобу (ТЗ) екологічним нормам Євро, підтвердження того, що дане ТЗ за своїми технічними та екологічними характеристиками може безпечно експлуатуватися на дорогах загального користування. [2]

З 2012 року відповідно до законодавства ведеться реєстр сертифікатів типу транспортних засобів та обладнання і виданих виробниками сертифікатів відповідності транспортних засобів або обладнання [3]. Провівши аналіз реєстру виконано оцінку кількості поквартально виданих сертифікатів відповідності транспортних засобів органами сертифікації підприємств ДП «ДержавтотрансНДІпроект», ДП «Укрметрестандарт», ДП НДІ «СИСТЕМА» за 5 років, з 2019 по 2023 рік (рис. 1).

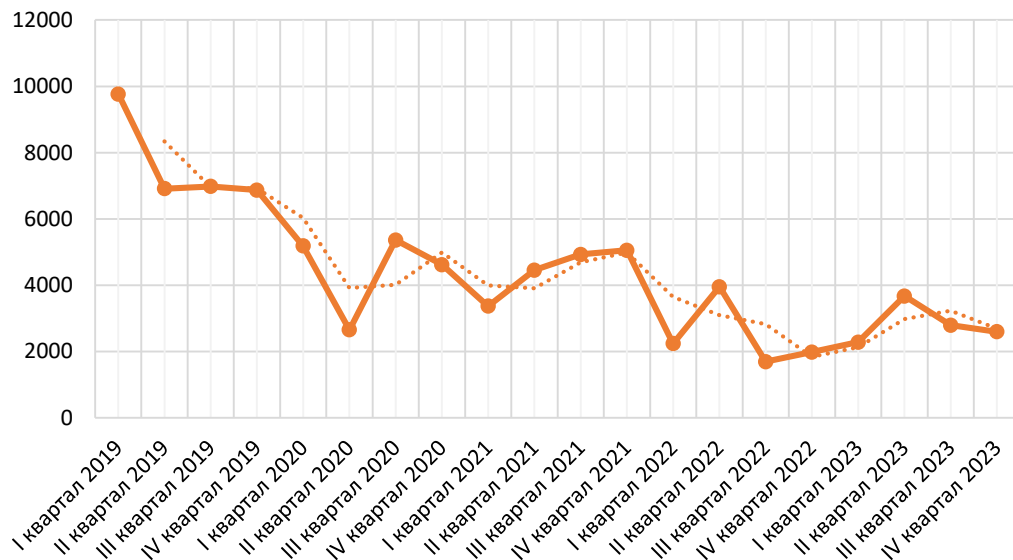


Рис. 1. Кількість поквартально виданих сертифікатів відповідності транспортних засобів

З графіку видно що кількість виданих сертифікатів відповідності транспортних засобів з роками зменшується. Також відділяється спад в 2 кварталі 2020 року викликаний обмеженнями пов'язаними з COVID-19 а також в 1 кварталі 2022 року викликаний російським вторгненням в Україну.

Висновки. На основі аналізу даних ринок надання послуг з сертифікації транспортних засобів має негативні тенденції. Негативний вплив на нього зумовлений зовнішніми факторами такими як пандемія COVID-19 та російське вторгнення в Україну які не дають змогу ринку відновитись.

Список використаної літератури:

1. Перша реєстрація та питання сертифікації ТЗ [Електронний ресурс]: сайт «Головний Сервісний Центр МВС». – Режим доступу: <https://hsc.gov.ua/index/poslugi/faq/persha-reyestratsiya-tz/>.
2. Снитко, Г.О., Кривда, В.В., Олішевська, В.С. Сертифікація автомобілів, Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 23–25 листопада 2022 року
3. Наказ Міністерства інфраструктури України «Про затвердження Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання та Порядку ведення реєстру сертифікатів типу транспортних засобів та обладнання і виданих виробниками сертифікатів відповідності транспортних засобів або обладнання» від 17 серпня 2012 № 521. – Режим доступу до інформації : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1587-12#n4>

Обладнання для миття автомобілів

Як відомо, однією з найбільш трудомістких робіт при технічному обслуговуванні (ТО) автомобіля є миття його кузова. Разом з тим, своєчасне виконання миття автомобілів дозволяє знизити можливість виникнення корозії, зберегти лакофарбове покриття, полегшити зовнішній огляд, а також доступ до вузлів і деталей автомобіля при виконанні різних робіт з його ТО й ремонту [1].

Миття автомобілів вимагає використання спеціалізованого обладнання, яке забезпечить високу ефективність і професійний підхід до очищення та догляду за автомобілями. Підвищення якості та механізації мийних робіт може бути досягнуто за рахунок правильного вибору і використання сучасного обладнання для миття автомобілів.

Сучасний ринок обладнання для миття автомобілів представлений різноманітними за конструкцією і технічним виконанням пристроями, які за даними [1, 2], можна класифікувати за наступними ознаками:

- ступінь спеціалізації;
- рівень мобільності;
- технічне виконання та спосіб керування;
- клас транспортних засобів, що підлягають миттю;
- конструкція.

Враховуючи встановлені закономірності, запропонована наступна класифікація обладнання для миття автомобілів (рис. 1).

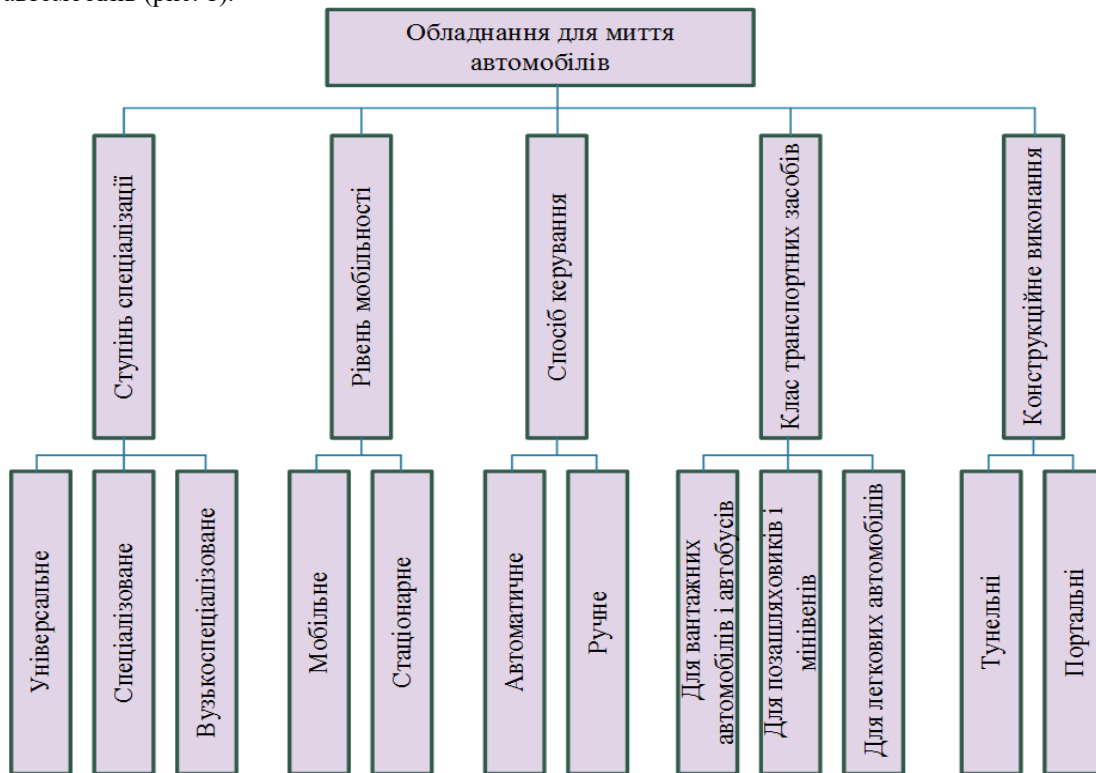


Рис. 1. Класифікація обладнання для миття автомобілів

Крім того, під час вибору обладнання для миття автомобілів слід враховувати його якість, надійність, функціональність та відповідність.

Список використаної літератури:

1. Красота М.В, Кулешков Ю.В., Магопець С.О., Шепеленко І.В., Бевз О.В., Осін Р.А., Руденко Т.В. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: Навчальний посібник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 208 с.
2. Тригуб О.А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: Навчальний посібник. – Черкаси: ЧДТУ, 2021. – 187 с.

Технологічні способи забезпечення працездатного стану прецизійних пар розпилювачів форсунок

Аналіз досліджень параметрів форсунок, що впливають на спрацювання розпилювача та шляхи підвищення ресурсу прецизійних пар паливної системи дають основу висунути гіпотезу: експлуатаційні параметри форсунок можна підвищити шляхом модернізації робочої поверхні голки розпилювача, не погіршуючи при цьому характеристики процесу паливоподачі. Підвищення довговічності дизельних форсунок сільськогосподарської техніки модернізацією голки розпилювача з метою поліпшення техніко-економічних показників дизельних двигунів сільськогосподарської техніки представляє практичний інтерес та є актуальними.

У практиці експлуатації форсунок автотракторних ДВЗ для забезпечення працездатного стану використовують способи зміни структури матеріалу пар деталей, що контактують, а саме цементацію та азотування.



Рис. 1. Схема підвищення довговічності розпилювача форсунки

Цементация - обробка металів із насиченням вуглецем поверхневого шару. Глибина цементации деталей 1-1,5 мм. Процес цементации полягає в нагріванні матеріалу до температури 850 - 950 950°C при цьому атомарний вуглець насичує поверхневий шар, що призводить до зміцнення. До недоліків процесу цементування слід віднести тривалість процесу цементации (15 год), і його швидкість (0,1 мм/год).

Азотування - процес під час насичення азотом поверхневого шару сталевих деталей. Азотування проводять за температур 500-600°C у середовищі з високим вмістом аміаку. Азотуванню піддають деталі з легованих сталей. Глибина азотування 0,02...0.05 мм. Азотування підвищує зносостійкість деталей у 1,5 - 2 порівняно з цементацией.

Недоліком процесу азотування є підвищена крихкість матеріалу деталей.

Процеси цементации та азотування в умовах ремонтної служби АПК проводити складно внаслідок відсутності спеціалізованого технологічного обладнання.

Список використаної літератури:

1. SILFOAM [Електронний ресурс] / Wacker – Режим доступу до ресурсу:<https://www.wacker.com/cms/en-ua/products/brands/silfoam/silfoam.html>

2. Форсунки [Електронний ресурс] / Hennlich – Режим доступу до ресурсу:www.hennlich.ua/produkcija/forsunki-3214.html

До питання переобладнання легких комерційних автомобілів

Легкі комерційні автомобілі (Light Commercial Vehicle, LCV) – це транспортні засоби з повною масою до 3,5 т, які призначені для перевезення вантажів та пасажирів, головним чином для потреб бізнесу.

В Україні досить поширеною практикою є переобладнання в процесі експлуатації легких комерційних автомобілів з вантажних, які відповідають категорії N1, у пасажирські або вантажопасажирські варіанти, що відносяться до категорії M1. Таке переобладнання полягає у прибиранні перегородки, яка відділяє передню частину автомобіля з місцями для сидіння водія та пасажирів від багажного відсіку, встановленні додаткових сидінь, вікон, дверей та столиків, обшивці багажного відсіку, тощо.

Особливо популярною побідна практика була до 2014 року, коли існувала схема по ввезенню на митну територію України вживаних вантажних автомобілів, які відповідали товарній позиції 8704 відповідно до УКТ ЗЕД з подальшим переобладнанням їх у пасажирські автомобілі (8703 товарна позиція). Це було пов'язано з відсутністю акцизного податку на імпорт вантажних автомобілів на відміну від пасажирських та будь-яких інших податків при реєстрації переобладнаних транспортних засобів. В результаті в 2013 році таких переобладнань налічувалось 112 тис., а у 2014 – 58 тис. [1]

Після введення в 2015 році акцизного податку на імпорт вантажних автомобілів товарної позиції 8704, а також їх переобладнання в пасажирські, кількість таких переобладнань суттєво скоротилась (до 6 тис.). Проте, незважаючи на це, і досі користується попитом.

Переобладнання здійснюється відповідно до Закону України «Про дорожній рух», яким визначено, що переобладнання транспортних засобів, тобто зміна типу або марки (моделі), призначення чи параметрів конструкції транспортних засобів, що перебувають в експлуатації, шляхом установки кабіни, кузова чи їх деталей, спеціального обладнання і номерних агрегатів, не передбачених нормативно-технічною документацією на даний транспортний засіб, повинно відповідати встановленим правилам і нормативам. [2]

Зокрема, не дозволяється без погодження з виробниками транспортних засобів та їх складових частин або іншої спеціально уповноваженої на це Кабінетом Міністрів України організації переобладнання, що призводить до зміни повної маси та її розподілу по осях, розміщення центру ваги, типу двигуна, його ваги і потужності, колісної бази чи колісної формули, системи гальмового і рульового керування та трансмісії. [2] А у випадку наявності таких змін потребується проведення науково-технічної експертизи щодо можливості погодження такого переобладнання.

При переобладнанні легких комерційних автомобілів з вантажного у пасажирський або вантажопасажирський варіант всі зміни конструкції стосуються здебільшого кузова та вантажного відсіку (салону) автомобіля. При цьому двигун, трансмісія, ходова частина та системи керування залишаються без змін.

Автомобільні виробники на легкі комерційні автомобілі призначені для перевезення вантажів встановлюють в основному дизелі з механічними коробками передач, які з врахуванням призначення таких автомобілів мають «тяговий» ряд передаточних чисел трансмісії, який характеризується більшими значеннями передаточних чисел та деяким зближенням передаточних чисел, особливо на вищих передачах, що забезпечує кращі тягові характеристики.

Проте після переобладнання таких автомобілів у пасажирські переважно змінюються їх умови експлуатації та режими руху. Особливо це стосується руху з високими швидкостями (100 км/год та більше), що не так характерно для вантажних версій. Використання «тягового» ряду передаточних чисел призводить до вищих обертів двигуна, і як наслідок, вищої витрати палива, нижчого акустичного комфорту в салоні автомобіля.

Тому, актуальним є завдання підбору ряду передаточних чисел легких комерційних автомобілів при їх переобладнанні з метою забезпечення оптимальних показників експлуатаційних властивостей.

Список використаної літератури:

1. Аналітичне дослідження вторинного авторинку України [Електронний Ресурс] / Інститут досліджень авторинку, 2021 р. – Режим доступу : <https://eauto.org.ua/news/13-analitichne-doslidzhennya-vmorinnogo-avtorinku-ukrajini>
2. Закон України «Про дорожній рух» від 30.06.1993 № 3353-ХІІ [Електронний Ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12>

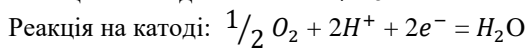
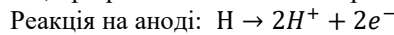
Паливні комірки (PEMFC) для автомобілів на водні

Стрімке скорочення викопних палив та проблеми з довкіллям: забруднення атмосфери, підвищення середньорічної температури кліматичних поясів планети, збільшення рівня світового океану змушує автомобілістів шукати альтернативні рішення при використанні як традиційних, так і відновлювальних енергоносіїв на автомобільному транспорті. Як наслідок, уряди країн ставлять жорсткі вимоги до викидів, які здійснює автомобільний транспорт нашої планети. Тому з'явилися автомобілі-гібриди, електроавтомобілі, автомобілі з вищою енергоефективністю на традиційних двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ), а також і зовсім новітні авто, які майже не здійснюють впливу на навколишнє середовище. Отож, цим дивовижним транспортом є машини на паливних елементах (комірках) з полімерною мембраною та платиновим каталізатором, паливом для яких є очищений водень (H_2), а окисником очищене атмосферне повітря, яке містить кисень (O_2).

Мета: проаналізувати роботу паливних елементів, висвітлити позитивні сторони та негативні явища в роботі паливних комірок на водні для автомобільного транспорту та вказати шляхи вирішення цих проблем.

Паливним елементом, що найбільш використовується для транспортних засобів (ТЗ), являється PEMFC (протонно-обмінний мембранний паливний елемент), оскільки він має високу густину потужності, більш низьку робочу температуру (60-80 °C), а також дуже низьку корозію. Для постійного живлення паливний елемент є одним з найкращих варіантів, але не підходить для різкої зміни потужності. Основною проблемою паливних елементів є наявність реакційних відходів та необхідність забезпечення всіх окремих комірок стеку паливом.

Отже, при роботі паливних комірок проходять такі хімічні реакції:



Для покращення роботи ТЗ необхідно вести пошук у напрямку ефективного видалення води із стеків та здешевлення основного платинового каталізатора, який забирає електрони з H_2 , а з другої сторони комірки віддає їх O_2 . Коли вільні протони водню, тобто іони H^+ , проходять через полімерну мембрану, то на наступному шарі пористого каталізатора вони з'єднуються з атомами кисню, де і утворюється вода, що показано на Рис. 1.

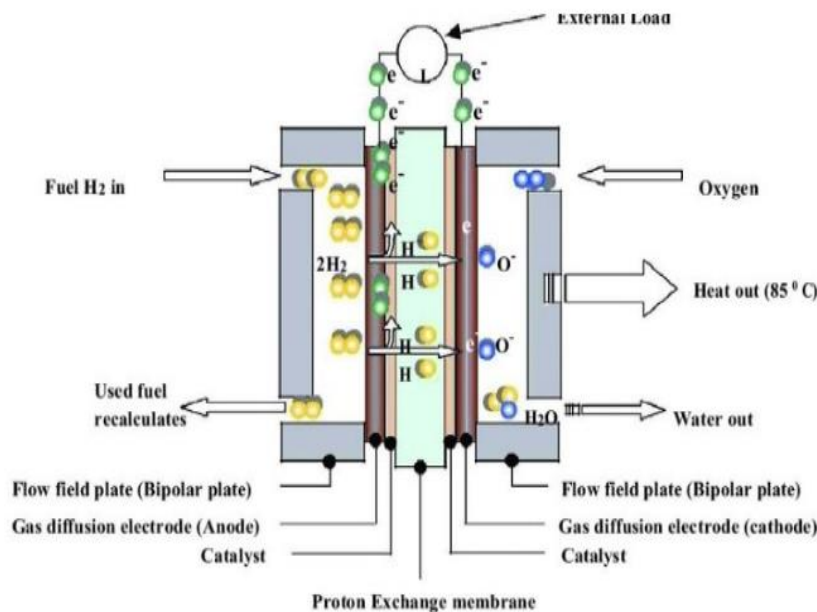


Рис. 1. Схематичне зображення паливної комірки в розрізі.

Для кращого видалення вологи з комірок вчені пропонують застосовувати фрактальну будову комірок, а також вуглецеве волокно. В даній роботі було проаналізовано відеоінформацію, яку одержали

внаслідок комп'ютерного експерименту, виконаного на суперкомп'ютері в роботі [1]. Зображення паливної комірки, що одержане внаслідок комп'ютерного експерименту показано на Рис. 2.

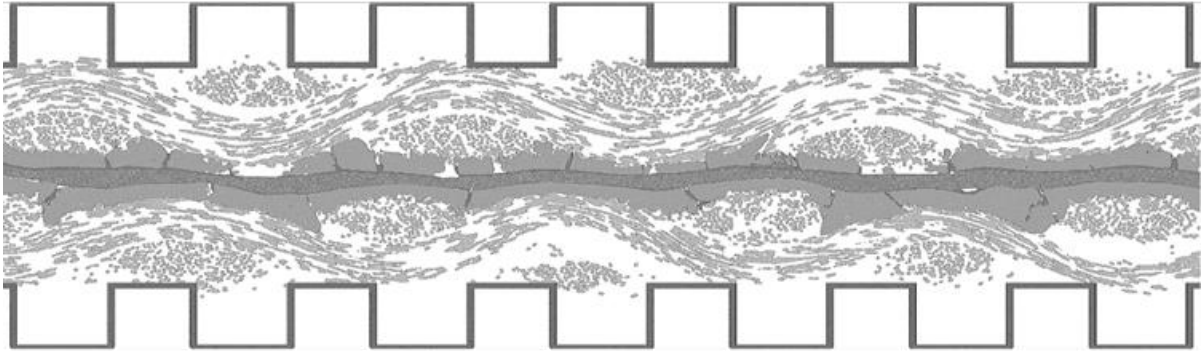


Рис. 2. Зображення паливної комірки, одержане внаслідок комп'ютерного експерименту.

Для того щоб автомобіль на паливних комірках міг ефективно працювати, в його конструкцію необхідно додати такі елементи як електронний контролер розподілу потужності струму та літій-іонну потужну акумуляторну батарею. Інші елементи авто – це система регулювання подачі водню в стеки, очищення повітря, температурне регулювання вузлів, регулювання тиску газів.

Переваги водневих паливних елементів для автомобільного транспорту показані рижче [2].

✓ Водневі паливні елементи є чистим джерелом енергії, без негативного впливу на навколишнє середовище, оскільки побічними продуктами є просто тепло та вода. На відміну від біопалива чи гідроенергії, для виробництва водню не потрібні великі площі землі.

✓ Технологія водневих паливних елементів забезпечує джерело енергії високої щільності з хорошою енергоефективністю, а тому є потужнішим та енергоефективнішим, ніж викопне паливо. 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), на відміну від дизелю чи СПГ, і подібну до природного газу об'ємну щільність енергії.

✓ Зменшує вуглецеві сліди – водневі паливні елементи під час використання не залишають вуглецевого сліду.

✓ Водневі паливні елементи не створюють викидів парникових газів, як наприклад, джерела викопного палива, таким чином, зменшуючи забруднення та покращуючи якість повітря.

✓ Швидка зарядка – адже водневі паливні елементи можна зарядити менш, ніж за 5 хвилин (для прикладу, для зарядки електромобілів потрібно від 30 хвилин до кількох годин).

✓ Тривалий час використання. Автомобіль на водні має такий же запас ходу, як і транспортний засіб на викопному паливі (близько 450 км).

✓ Водневі паливні елементи, як і енергія вітру, не створюють шумового забруднення. Такі ТЗ набагато тихіші, ніж ті, які використовують двигуни внутрішнього згорання.

✓ Водневі паливні елементи потенційно зменшують залежність людства від викопного палива, що суттєво демократизує енергетику та енергопостачання в усьому світі.

Студентами Делфтського технологічного університету, Нідерланди був створений гоночний автомобіль на водневих паливних комірках Forze IX [3], що є найшвидшим автомобілем на водні у світі.

Висновки. Хоча ще існує певна низка проблем, які необхідно подолати, щоб повністю реалізувати потенціал водню як ключового фактора для майбутньої декарбонізованої енергетичної системи – проте на сьогодні він вже є гарним рішенням для енергетичних потреб і зокрема для автомобільного транспорту. Зрозуміло, що для цього потрібна політична воля та інвестиції. І оскільки запаси викопного палива закінчуються – саме водень має стати ключовим рішенням для глобальних енергетичних потреб людства.

Список використаної літератури:

1. Wang, Y.D., Meyer, Q., Tang, K. et al. Large-scale physically accurate modelling of real proton exchange membrane fuel cell with deep learning. Nat Commun 14, 745 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-35973-8>.
2. [Електронний ресурс] - <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-are-the-pros-and-cons-of-hydrogen-fuel-cell>
3. [Електронний ресурс] - <https://www.racecar-engineering.com/articles/forzeix/>

Методи вимірювання навантаження на вісь транспортного засобу

У сучасний період багато перевізників та власників вантажних автомобілів конфронтуються з необхідністю встановлення фактичного навантаження на кожен вісь транспортного засобу. Ця процедура є обов'язковою для уникнення штрафів за перевищення допустимого осьового навантаження, як визначено відповідно до положень статті 132-1 частини 2 Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо перевезення вантажів. Максимальне осьове навантаження визначається як частка загальної маси автомобіля, що припадає на найбільш навантажену вісь або візок.

Підприємства-перевізники та інші корпорації, які мають значний автопарк вантажних транспортних засобів, мають можливість використовувати різноманітні методи вимірювання навантаження на вісь. Існує широкий спектр обладнання для оцінки навантаження на вісь автомобіля, що варіюється як за методом вимірювання, так і за точністю результатів.

Для систематичного моніторингу навантаження на вісь транспортного засобу ефективним рішенням є встановлення системи бортового зважування на кожен автомобіль. Такі системи складаються з вбудованого датчика тиску у пневмосистему автомобіля, модуля обробки та передачі даних і програмного забезпечення для визначення осьового навантаження. Інформація про навантаження на кожен вісь, масу нетто вантажу та загальну масу автомобіля відображається на екрані мобільного пристрою у спеціальному мобільному додатку. Основною перевагою цього обладнання є постійне оновлення даних з датчиків, тому будь-які зміни в навантаженні, такі як різке гальмування, виявляються миттєво. Крім того, під час завантаження автомобіля можна користуватися інформацією з програми, щоб уникнути перевантаження. Похибка бортової системи зважування становить 1-3% від загальної маси автомобіля. Недоліком такої системи є потреба встановлення обладнання на кожен автомобіль і відсутність можливості перевірки цих ваг, тому дані з них не можуть використовуватися у комерційних цілях.

На підприємствах з великим потоком вантажного транспорту, які стикаються з необхідністю зважування осей тягача та причепа, ефективним рішенням для уникнення перевантаження є використання динамічних ваг. Такі системи зважування дозволяють виміряти навантаження на осі під час руху автомобіля, що значно полегшує процес контролю ваги. Завдяки цьому транспортні засоби можуть швидко та ефективно проходити контрольне зважування без значних затримок.

У динамічному зважуванні автомобіля швидкість руху зазвичай становить 3-5 км/год. При цьому існують різні варіанти систем стаціонарного чи переносного зважування, які використовуються для контролю ваги транспортних засобів. Алгоритм роботи обох видів ваг схожий: автомобіль в'їжджає на платформу кожною парою коліс, а датчики під платформою передають інформацію на ваговий індикатор. Стаціонарні ваги для зважування по осі встановлюються на рівні з дорожнім покриттям і мають горизонтальні під'їзні шляхи з обох боків. Це дозволяє виміряти як навантаження на окрему ось, так і загальну вагу автомобіля. Похибка стаціонарних ваг для зважування по осі становить 1-2%.

Мобільні ваги для зважування по осі, відомі як підкладні ваги, можуть використовуватися практично в будь-якому місці. Однак для отримання точних показників необхідно правильно використовувати платформу для зважування, так щоб усі колеса транспортного засобу знаходилися в одній площині. Зазвичай це досягається за допомогою встановлення платформи ваг у прямику або застосування спеціальних пандусів. Такі ваги широко використовуються для контролю перевантаження на автомобільних дорогах, проте їх можна також використовувати для власного контролю навантаження. Похибка вимірювань в динаміці зазвичай становить 1-2%, і ці ваги здатні визначати навантаження на кожен вісь, а також загальну вагу автомобіля. Однак, вони можуть бути недостатньо точними для ведення обліку продукції, що відвантажується з підприємства.

Статично-динамічні стаціонарні автомобільні ваги поєднують у собі високу точність статичного зважування (похибка до 0,1%) і можливість контролювати навантаження на кожен вісь автомобіля з похибкою 2%. Вони дозволяють ефективно вести облік відваженої продукції, забезпечуючи захист від потенційних штрафів за перевантаження. Програма для визначення осьового навантаження автоматично створює товарно-транспортні накладні та талони зважування, що містять інформацію про навантаження на вісь автомобіля.

Отже, для уникнення штрафів за перевантаження існує різноманітні засоби контролю навантаження на вісь автомобільного транспорту. Вибір обладнання для вимірювання навантаження на вісь залежить від конкретних умов проведення вимірювань, і наша стаття допоможе вам зробити правильний вибір.

Список використаної літератури:

1. О. О. Соларьов, В. О. Герасименко, і О. В. Таценко, «Методика розподілу навантаження на осі вантажного транспортного засобу», Вісник ВПІ, вип. 6, с. 65–68, Груд. 2022.
2. Гамеляк, І. П.; Райковський, В. Ф. Експериментальне визначення навантаження на вісь транспортних засобів. Автошляховик України, 2014, 3: 25-29.

Теплова підготовка двигуна вантажного транспортного засобу в умовах експлуатації

Важливим напрямком удосконалення двигунів транспортних засобів (ТЗ) є зменшення витрати палива. Досягнення можливе за рахунок використання широкого спектру дій, однією з них є регулювання та керування тепловим станом двигуна ТЗ, на який в значній мірі має вплив система охолодження двигуна. Більшість сучасних двигунів ТЗ перебувають в оптимальному з точки зору економічності, тепловому стані тільки на номінальних режимах роботи. Навіть на цих режимах температура деталей циліндро-поршневої групи залишається нижче оптимальної з точки зору економічності. Це пов'язано з бажанням отримати запас за температурами деталей циліндро-поршневої групи, у разі високих температур навколишнього середовища, утворення відкладень в системі охолодження та інших випадків, які призводять до підвищення температур. Під час постійної зміни навантажень, на яких працюють двигуни ТЗ, температури деталей циліндро-поршневої групи постійно змінюються, внаслідок недосконалості системи керування охолодженням двигуна ТЗ.

У процесі роботи двигуна ТЗ тепловий стан в більшості випадків не відповідає оптимальному. Особливо це відноситься до передпускового та післяпускового прогріву двигуна ТЗ і подальшої роботи зі зміною навантаження. Невідповідність теплового стану двигуна ТЗ оптимальному, впливає на його паливну економічність. Під час пуску двигуна ТЗ, при низьких температурах навколишнього середовища, деталі циліндро-поршневої групи, системи охолодження та мащення мають низькі температури. Це ускладнює запуск двигуна ТЗ, призводить до підвищеного зносу та витрати палива. Викликано поганим сумішоутворенням, внаслідок конденсації палива на стінках циліндрів, клапанах та головках блоку циліндрів, погіршенням змащувальних властивостей масла при низьких температурах навколишнього середовища [1-6].

Одним зі шляхів підвищення ефективності двигуна ТЗ є збільшення ефективності використання палива. Розглянувши тепловий баланс двигуна ТЗ можливо зробити висновок, що з відпрацьованими газами (ВГ) відводиться значна кількість теплової енергії, якщо її утилізувати та використати на корисну роботу, а саме на теплову підготовку двигуна ТЗ, в кінцевому результаті отримаємо підвищення ефективності використання палива, та ефективності двигуна ТЗ. Дуже важливо надати правильну оцінку існуючим системам, для покращення теплового стану двигуна ТЗ, та знайти існуючі способи та рішення, за рахунок яких можливо покращити тепловий стан двигуна ТЗ, зменшити час прогріву після пуску двигуна ТЗ та як наслідок, покращити паливну економічність [1-6].

Пуск двигуна ТЗ при позитивних температурах оточуючого середовища (ОС) не викликає труднощів. Крутий момент пускового пристрою забезпечує частоту обертання колінчастого вала двигуна, що значно перевищує за значенням для пуску. Створюються умови для нормального протікання процесів сумішоутворення та підготовки робочої суміші. Двигун, що знаходиться технічно в справному стані, починає працювати у стійкому режимі при появі перших спалахів у циліндрах.

При негативних температурах повітря ОС пуск того ж самого двигуна створює великі труднощі. Це обумовлюється конструкцією самого двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) і особливостями його робочого процесу, а також змінами фізичних властивостей палив, масел, використовуваних в двигуні, під дією негативних температур. Частота обертання колінчастого вала двигуна під час пуску в умовах негативних температур повітря ОС значно менше, ніж при пуску в умовах позитивних температур повітря ОС [1-6].

Зниження температури повітря ОС від мінус 5, до мінус 15° С призводить до зміни теплового режиму роботи двигуна ТЗ, викликаючи можливе падіння потужності. Під час значного зниження температури охолоджуючої рідини ДВЗ неминуче збільшується відсоток віддачі тепла в навколишнє середовище поверхнями блоку циліндрів, у результаті чого не забезпечуються робочі температури і знижується ефективність роботи двигуна ТЗ. При зниженні середньої температури охолоджуючої рідини двигуна з 75 до 35 °С втрати тепла зростають до 10%. В інтервалі температур повітря від мінус 5 до мінус 15 °С у двигуна ТЗ, який працює в необхідному тепловому режимі, потужність знижується на 5 %, а витрата палива збільшується на 14 %. Одним з напрямків розвитку ДВЗ сучасних ТЗ є зменшення витрати палива та зниження викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами в атмосферу [1-5]. Велику роль в розвитку цих важливих питань може відіграти система охолодження ДВЗ з боку підтримання та забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ [1-6].

Транспортні засоби створюються людьми для певних умов експлуатації, т досконалість їх конструкції має розглядатися стосовно використання в цих умовах, умов експлуатації підрозділяються на транспортні, природно-кліматичні і дорожні. Транспортні засоби які використовуються в різних

кліматичних зонах, значно відрізняються значеннями кліматичних чинників. Наприклад, середня річна температура повітря в нашій країні має широкий діапазон значень від +16 °С (жаркий сухий район) до -16 °С (холодний район), середня вологість повітря змінюється від 20% (жаркий сухий район) до 80% і більше (помірно-вологий район). Всередині одного і того ж кліматичного району значення кліматичних факторів протягом року змінюються в широких межах, наприклад в помірно-кліматичному районі (Херсон) середня добова температура протягом року може коливатися від +30 °С до -20 °С.

Системи прогріву (СП) можуть застосовуватись, як перспективні індивідуальні системи отримання, накопичення, розподілу, передачі теплової енергії, призначені для передпускової та післяпускової теплової підготовки двигунів ТЗ. Таке використання СП стало можливим завдяки тому, що існує досить велика кількість різних апробованих та перспективних технічних рішень у цьому напрямку, в останні роки з'явилась багато різноманітних типів та конструкцій СП, які випускаються невеликими партіями вітчизняними та закордонними підприємствами. Це надає можливість виконати аналіз відомих схем і конструкцій СП та на основі цього аналізу відкорегувати можливість їх використання на ТЗ, основні визначення та поняття стосовно систем прогріву двигунів ТЗ наведені в [1-6].

В результаті пропонується провести дослідження і сформувати систему теплової підготовки (СТП) двигуна ТЗ, в якій за рахунок використання фазоперехідного теплового акумулятора (ТА) вмонтованого у систему охолодження двигуна ТЗ, підтримувати температуру при зупиненому двигуні ТЗ, в межах +40...55°С при низьких температурах ОС в умовах експлуатації, а при зменшенні температури теплоносія в ТА - підтримання її у встановлених межах за рахунок теплоти відпрацьованих газів (ВГ) двигуна ТЗ шляхом здійснення його роботи при періодичній зупинці та роботі (циклічний режим).

Як приклад розглянуто ТЗ MAN TGA 4×2 - сідельний тягач з колісної конфігурацією «4×2», призначений для доставки різних вантажів в пункти призначення за місцевим, регіональним і міжнародними маршрутами (по дорогах загального користування). Силова енергетична установка на ТЗ, це дизельний двигун фірми MAN типу D2876, шестициліндровий рядний з газотурбінним наддувом та одно контурною системою охолодження, потужність двигуна складає 345 кВт, частота обертання 1500 хв⁻¹. Робочий об'єм 12816 см³, температура охолоджуючої рідини при нормальних умовах експлуатації становить 90 °С, а при екстремальних 95 °С, середній ефективний тиск 2,15 МПа, крутний момент 2196 Нм, середня швидкість поршня 8,3 м/с.

Під час експлуатації ДВЗ ТЗ в умовах експлуатації (низьких температур, зупинки та пуски, зміна навантаження) виникає проблема їх стійкого і безаварійного пуску, а також підготовки до прийняття навантаження, тобто прогрівання їх до робочої температури. Виробники ДВЗ ТЗ рекомендують комплектувати їх агрегатами, для забезпечення теплової підготовки. Для виконання задачі пропонуємо використати систему утилізації ВГ з ТА фазового переходу для прискореного прогріву ДВЗ [1-6]. Схема системи прогріву ДВЗ ТЗ показана на (рис. 1).

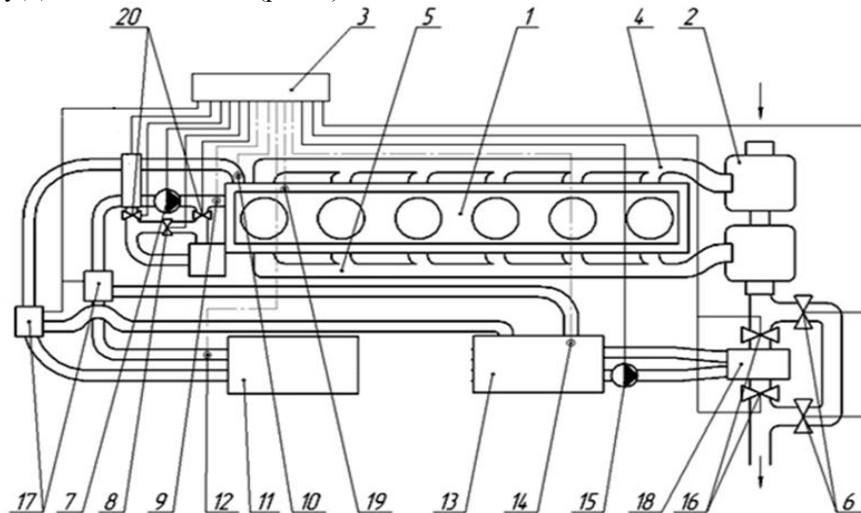


Рисунок 1 - Схема системи прогріву з ТА фазового переходу і пристрою для утилізації теплової енергії ВГ на ДВЗ ТЗ: 1 – ДВЗ, 2 – газотурбонагнітач, 3 - блок керування температурою охолоджуючої рідини ДВЗ, 4 - впускний колектор, 5 - випускний колектор, 6 - клапани, 7 - електричний насос системи охолодження, 8 - електромагнітний клапан штатного насоса системи охолодження, 9 - датчик температури охолоджуючої рідини на вході до ДВЗ, 10 - датчик температури охолоджуючої рідини на виході з ДВЗ, 11 – радіатор, 12 - датчик температури охолоджуючої рідини на виході з радіатора, 13 - тепловий акумулятор фазового переходу, 14 - датчик температури охолоджуючої рідини на виході з ТА, 15 - насос ТА, 16 - клапани теплообмінника ТА, 17 - двопозиційний клапан, 18 - теплообмінник ТА фазового переходу, 19 - датчик температури охолоджуючої рідини, 20 - клапан включення штатного насоса системи охолодження

Система прогріву двигуна ТЗ з системою утилізації теплової енергії ВГ тТА фазового переходу входить, як складова частина, системи охолодження ДВЗ та виконує частину її функцій, забезпечує прогрів ДВЗ до робочої температури і підтримує її у межах, обумовлених конструкцією двигуна та керівництвом з експлуатації. Принцип роботи полягає в накопиченні теплової енергії ВГ, яка утворюється при згорянні палива і не використовується на корисну роботу, а викидається в навколишнє середовище з ВГ.

В процесах дослідження, за допомогою математичної моделі, розглядалися процеси передпускового прогріву ДВЗ MAN D 2876 при різних фіксованих температурах ОС в залежності від умов експлуатації, а саме: +20°C, 0°C, -20°C. Результатами проведеного дослідження є те, що при збільшенні швидкості циркуляції потоку охолоджуючої рідини (ОР) в двигуні з 0,08 м/с (що відповідає швидкості циркуляції ОР при прогріві двигуна на холостих обертах) до 0,22 м/с (що відповідає характеристикам циркуляційного насоса СП), ми отримуємо зменшення часу прогріву τ в середньому на 14 %, витрати палива G_t на 25%, а в деяких випадках зменшення витрати палива за прогрів ДВЗ з СП може сягати 64–65 %.

Прогрів двигуна звичайним методом триває 1342 с, 1830 с та 2740 с відповідно. З цих залежностей часу теплової підготовки видно, що двигун з СП прогрівається до температури $t = 40$ (50/60) °C відповідно за 1344 (1433/1541) с, що менше на 486 с (27%) (396 с. (21%) / 288 с. (16%)) у порівнянні з прогрівом двигуна штатною системою охолодження до температури 50 °C, яка становить 1830с. Двигун витрачає менше палива відповідно на 0,378 (0,323 / 0,249) кг, що менше на 0,605 кг (62%) (0,660 кг (67%) / 0,734 кг (75%)) у порівнянні з прогрівом двигуна зі штатною системою охолодження до температури 50°C, яка становить 0,983кг. Результати пояснюються тим, що в процесі прогріву досліджуваній двигун ТЗ з СП спочатку прогрівається від накопиченої ТА теплової енергії, коли двигун ТЗ не працює, а після пуску двигуна прогрівається від підсистеми прискореного прогріву, а не від штатного водяного насоса СОД двигуна ТЗ. Передпусковий прогрів здійснюється для досягнення температур ОР двигуна, тобто до $t = 40$ (50/60) °C, а після досягнення температури запускається двигун і працює підсистема прискореного прогріву СП. Це відбувається на відміну від параметрів двигуна ТЗ зі штатною СО, коли двигун починає працювати на х.х. від моменту пуску до досягнення температури «гарячого пуску» (50°C), з усіма недоліками прогріву в режимі х.х. роботи двигуна, в процесі роботи якого все одне витрачається паливо.

Висновки. Таким чином, порівнюючи час прогріву τ , годинні витрати G_t палива, під час виконання передпускового прогріву до температури «гарячого прогріву» видно, що СП дозволяє суттєво зменшити експлуатаційний час прогріву двигуна ТЗ (до 16-27%), та витрату палива (до 62-75%) дослідного двигуна ТЗ при вирішенні проблем теплової підготовки на основі ТА фазового переходу й прискорення прогріву двигуна за допомогою СП, з умовою впливу експлуатаційних невідповідностей під час використання ТЗ.

Список використаної літератури:

1. Gritsuk, I., Pohorletsyky, 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)).
2. 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.
3. 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.
4. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів – монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук і др. - Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014.- 230 с.
5. Математична модель розрахунку показників двигуна внутрішнього згорання з системою комбінованого прогріву при здійсненні пуску і прогріву / І.В. Грицук, Д.С. Адров // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» - Луцьк: ЛНТУ, 2012. – Випуск №36, с. 68-72.
6. Особливості математичного моделювання теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора і методики її використання / І.В. Грицук, В.С. Вербовський, Д.С. Погорлецький, В.В. Марченко, Р.І. Михайлов // Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р ХНАДУ, Харків, 2017, С. 28 – 29.

Ковалець В.П., здобувач вищої освіти
навчально-наукового механічного інституту
Хітров І.О., доцент кафедри транспортних
технологій і технічного сервісу, к.т.н., доц.

Національний університет водного господарства та природокористування

До питання комп'ютерного моделювання транспортних процесів

Автомобільний транспорт – це система перевезень, яка використовує автомобілі для переміщення пасажирів і вантажів з одного місця в інше. Ця система включає в себе дороги, автомобілі, інфраструктуру для обслуговування автомобілів та правила, що регулюють рух автотранспорту. Автомобільний транспорт є одним з основних засобів пересування у більшості країн світу і відіграє важливу роль у господарському розвитку та соціальному житті [1].

Транспортний процес перевезень – це комплекс дій, які включають в себе планування, координацію та здійснення переміщення людей, товарів або інших об'єктів від одного місця до іншого за допомогою різних видів транспорту [2]. Цей процес може бути відповідальністю різних суб'єктів, таких як власники товарів, перевізники, логістичні компанії, державні органи та інші. Його ефективне здійснення є важливим для забезпечення ефективності господарського розвитку та задоволення потреб споживачів.

Моделювання транспортних процесів є потужним інструментом для покращення ефективності та безпеки транспортних систем, а також для зменшення негативного впливу на довкілля. За допомогою моделювання здійснюють оптимізацію ресурсів (дозволяє аналізувати та оптимізувати використання різних видів ресурсів), прогнозування попиту (шляхом моделювання транспортних потоків можна прогнозувати попит на транспортні послуги в майбутньому, що дозволяє планувати інфраструктуру та ресурси), управління потоками (розробка стратегій управління трафіком та плануванні інфраструктурних проєктів, спрямованих на поліпшення руху транспорту), оцінку впливу (моделі можуть використовуватися для оцінки впливу транспортних систем на навколишнє середовище, зокрема на рівень забруднення повітря та зміни клімату), планувати маршрути (вибір оптимальних маршрутів для перевезення вантажів та пасажирів з урахуванням різноманітних обмежень та умов) та аналізувати нестандартні ситуації (моделі можуть бути використані для аналізу безпеки руху та розробки заходів для запобігання дорожнім пригодам).

Комп'ютерне моделювання транспортних процесів – це метод аналізу та прогнозування руху транспортних потоків і динаміки перевезень за допомогою математичних моделей, які відтворюють поведінку та взаємодію різних елементів транспортної системи. Цей підхід дозволяє досліджувати різні сценарії та умови, спрогнозувати можливі наслідки рішень та розробляти оптимальні стратегії управління транспортною інфраструктурою. Комп'ютерні моделі можуть охоплювати різні аспекти транспортних процесів, включаючи рух транспортних засобів, використання дорожньої інфраструктури, розподіл ресурсів та планування маршрутів. Цей підхід допомагає зрозуміти складні динамічні взаємозв'язки у транспортних системах і приймати обґрунтовані рішення з управління та розвитку інфраструктури.

Існує багато програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання транспортних процесів, що надають широкий спектр можливостей для аналізу та оптимізації транспортних систем (TransCAD, VISUM, MATSim, SUMO та ін.) [3-6]. Такі програми надають різноманітні можливості для дослідження, аналізу та оптимізації транспортних систем у різних масштабах, від окремих маршрутів до великих міських мереж.

Таким чином, завдяки комп'ютерному моделюванню можна ефективно прогнозувати попит на транспортні послуги, планувати інфраструктурні проєкти, оптимізувати маршрути та ресурси, а також розробляти стратегії управління трафіком. Цільове використання комп'ютерних моделей дозволяє підвищити ефективність транспортних систем, зменшити витрати та покращити якість обслуговування пасажирів та вантажів.

Список використаної літератури:

1. Автомобільний транспорт. *Енциклопедія сучасної України* : веб-сайт. URL: <https://esu.com.ua/article-42458>.
2. Основи теорії транспортних процесів та систем: курс лекцій / Панченко В.І. та ін. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 161 с. http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/15411/1/Курс-лекцій_ОТПС.pdf.
3. TransCAD Transportation Planning Software. URL: <https://www.caliper.com/tcovu.htm>.
4. The world's leading transport planning software. URL: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-visum>.
5. MATSim is an open-source framework for implementing large-scale agent-based transport simulations. URL: <https://www.matsim.org/>.
6. Simulation of Urban Mobility. URL: <https://eclipse.dev/sumo/>

Сучасні європейські вимоги до енергетичної ефективності автомобілів і перспективи її забезпечення в Україні

Аналіз європейської стратегії створення енергетично ефективних транспортних засобів показує, що вона орієнтована, насамперед, на впровадження таких енергетичних установок, які у довгостроковій перспективі зможуть дати певні переваги перед основними конкурентами -виробниками зі США та Азії.

Керівництво Європейського Союзу офіційно представило всеосяжний екологічний план курсу EU Green Deal, що передбачає до 2030 року зниження викидів на 55% до рівня 1990 року. EU Green Deal - включає:

- Перехід з 2035 року на виробництво тільки автомобілів з нульовим викидом, тобто фактична заборона на нові автомобілі з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) на бензині і дизпаливі (але не на водні).

- Створення 1 мільйона зарядних станцій для електромобілів до 2025 року та 3 мільйонів до 2030 р. [1].

Відомо, що американський автовиробник General Motors оголосив про намір поступово відмовитися від пасажирських автомобілів, що працюють на бензині та дизелі до 2035 року. Найбільший виробник автомобілів у країні заявив, що протягом наступних 11 років його парк матиме лише повністю електричні авто, позашляховики та легкі вантажівки. Цей крок не стосуватиметься важких транспортних засобів, таких як комерційні вантажівки. GM також заявила, що буде забезпечувати 100 відсоткову відновлювану енергію для живлення своїх операцій у США до 2030 року та глобальних об'єктів до 2035 року [2].

Директива ЄС 2009/33 про сприяння екологічно чистим та енергоефективним транспортним засобам (зі змінами - Директива (ЄС) 2019/1161 Європейського Парламенту та Ради від 20 червня 2019 року) встановлює амбітні зобов'язання для Союзу щодо подальшого скорочення викидів парникових газів, щоб збільшити частку споживаної енергії з відновлюваних джерел щонайменше до 27 %, щоб заощадити щонайменше 27 % енергії та підвищити енергетичну безпеку, конкурентоспроможність і сталість Союзу.

Разом з тим, оцінка впливу, проведена Комісією щодо перегляду Директиви 2009/33/ЄС, підкреслює переваги зміни загального підходу до закупівель чистих транспортних засобів на рівні Союзу. Вважається, що встановлення мінімальних цільових показників закупівель може ефективно допомогти досягти мети просування та стимулювання поглинання ринком екологічно чистих транспортних засобів у порівнянні з використанням інтерналізації зовнішніх витрат у загальних рішеннях щодо закупівель, водночас відзначаючи важливість розгляду екологічних аспектів у всіх рішеннях щодо закупівель. Середньо- та довгострокові вигоди для громадян та підприємств Союзу повністю виправдовують такий підхід, оскільки він залишає достатню гнучкість для споживачів та замовників у виборі технологій, які будуть використовуватися.

Прийняту стратегію спрямовано на розвиток енергетично ефективних легких (категорії M1 та N1) автотранспортних засобів, важких (категорії M2, M3, N2 та N3) автотранспортних засобів, а також мототранспортних засобів (категорії L). При цьому, щоб забезпечити наявність адекватних стимулів для сприяння виходу на ринок транспортних засобів з низьким і нульовим рівнем викидів в Союзі, положення щодо їх державних закупівель згідно з цією Директивою повинні бути узгоджені з визначенням транспортних засобів з нульовим і низьким рівнем викидів, наданим у Регламенті (ЄС) 2019/631 Європейського парламенту.

Вбачається, що діяльність, здійснена відповідно до цієї Директиви, сприятиме дотриманню вимог стандартів, викладених у Регламенті (ЄС) 2019/631. Щоб покращити якість повітря, чисті транспортні засоби повинні працювати краще порівняно з мінімальними вимогами щодо оксидів азоту (NOx) і ультра дрібних частинок — кількості частинок (PN), встановлених діючими граничними значеннями викидів під час водіння (RDE). Щодо транспортних засобів з нульовим рівнем викидів зазначається, що сьогодні існує небагато транспортних засобів легкої вантажопідйомності з викидами забруднювачів повітря 80% або менше від поточних лімітів викидів. Однак очікується, що найближчими роками кількість таких транспортних засобів зросте, особливо це стосується гібридів, що підключаються до електромережі. Більш амбітний підхід до державних закупівель може забезпечити значний додатковий ринковий стимул.

Стратегія передбачає одночасний розвиток двох напрямів: сприяння переходу на екологічно чисті та енергетично ефективні автотранспортні засоби на основі традиційних ДВЗ та сприяння технологіям, що розвиваються в області наднизького рівня викидів вуглецю автотранспортними засобами. Стратегію насамперед спрямовано на зниження шкідливого впливу автотранспорту на навколишнє середовище, причому у довгостроковій перспективі (до 2050 року) передбачається досягти зниження викидів вуглецю

на 80–95 %. Стратегія ґрунтується на вже існуючих вжитих заходах та встановлює середньо-та довгострокові перспективи розвитку.

Дії в рамках цієї стратегії спрямовані як на покращення традиційних ДВЗ, так і на розвиток технологій, що забезпечують низькі викиди вуглецю. Це полегшить появу та поширення прогресивних технологій, які в сукупності з пропозиціями сприятимуть розвитку більш стійкої екологічної транспортної системи.

Наголошується, що держави-члени повинні мати можливість гнучко розподіляти зусилля для досягнення мінімальних цілей на своїй території відповідно до їх конституційних рамок і цілей транспортної політики. При розподілі зусиль у такій державі можуть бути враховані різні чинники, такі як відмінності в економічній спроможності, якості повітря, густота населення, характеристиках транспортних систем, політиці декарбонізації транспорту та зменшенні забруднення повітря, або будь-які інші відповідні критерії.

Сектор автомобільного транспорту України має найбільшу, основну частку у структурі енергоспоживання транспорту, у 2016 році ця частка становила 68%, а у 2025, за прогнозами, мала б становити 72%. На даному етапі найбільша частка споживання енергоресурсів на автомобільному транспорті припадає на дизельне паливо та бензини. Разом з тим, у довгостроковій перспективі (2035 рік) очікується зменшення споживання паливно-енергетичних ресурсів на автомобільному транспорті, зокрема бензинів моторних і дизельного палива, за рахунок широкого розповсюдження транспортних засобів з електричними силовими установками та переходу на споживання електричної енергії. Це полегшить появу та поширення прогресивних технологій, які в сукупності з пропозиціями сприятимуть розвитку більш стійкої екологічної транспортної системи.

У процесі проведених довоєнних досліджень у сфері транспорту в окремому регіоні України, з урахуванням специфіки споживання енергії, обсягів її споживання, можливості обліку споживання та права власності, було виділено такі основні напрямки підвищення енергоефективності автомобільного транспорту [3]:

- скорочення пробігів транспортних засобів (ТЗ) окремими магістралями (енергоефективність системи);
- підвищення швидкості та рівномірності руху ТЗ (енергоефективність руху);
- удосконалення структури парку ТЗ та технічних характеристик ТЗ, впровадження транспортних засобів з електричними силовими установками (енергоефективність транспорту).

Для впровадження Національної Стратегії передбачено виконання завдань за такими основними напрямками [4]:

- конкурентоспроможна та ефективна транспортна система;
- інноваційний розвиток транспортної галузі та глобальні інвестиційні проекти;
- безпечний для суспільства, екологічно чистий та енергоефективний транспорт;
- безперешкодна мобільність та міжрегіональна інтеграція.

Зрозуміло, що такий підхід може бути виконаний при підтримці державних органів влади на місцях. Для покращення якості повітря в громадах вкрай важливо оновити транспортний парк чистими транспортними засобами. Подальша підтримка поглинання ринком чистих транспортних засобів та їхньої інфраструктури може бути досягнута також шляхом надання цільових заходів державної підтримки на національному рівні. Такі заходи включають збільшення використання місцевих фондів для підтримки оновлення парків громадського транспорту та покращення обміну знаннями та узгодження закупівель, щоб уможливити дії в достатньо великому масштабі для скорочення витрат і впливу на ринок.

Очевидно, що основними пріоритетними завданнями підвищення енергоефективності на автомобільному транспорті в середньостроковій та довгостроковій перспективі є впровадження інновацій, які включають в себе: впровадження технологій розумного та інтегрованого транспорту, перехід на чисті, зелені, енергоефективні види рухомого складу, зокрема, на транспортні засоби з електричними силовими установками, створення інфраструктури заряджання та технічного обслуговування транспортних засобів з електричними силовими установками, створення інтелектуальних транспортних систем, цифровізацію процесів експлуатації транспортних засобів.

Список використаної літератури:

1. The EU presented the Green Deal plan for environmental transformation. Режим доступу: https://lb.ua/world/2021/07/14/489373_ies_predstaviv_plan_ekologichnoi.html.

2. General Motors will abandon cars with internal combustion engines by 2035. Режим доступу : https://lb.ua/tech/2021/01/28/476387_general_motors_2035_roku.html.

3. Грисюк Ю.С., Данилов О.О. Споживання паливно-енергетичних ресурсів на виконання транспортної роботи суб'єктами господарської діяльності Одеської області. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Ч.2: Серія «Економічні науки». К.: НТУ, 2017. Вип. 20. С. 18–25.

4. Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430- р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>.

Чуйко С.П., доктор філософії

Державний університет «Житомирська політехніка»

Люлевич К., студент

Відокремлений структурний підрозділ

«Житомирський автомобільно- дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету»

Системний підхід до експлуатації автомобілів більш високих екологічних стандартів

Автотранспортний комплекс є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища. На частку автомобільного транспорту припадає близько третини від загального обсягу викидів шкідливих речовин, а у великих містах ця величина може досягати 80-90%, що створює проблеми для здоров'я населення та погіршення стану екологічного довкілля [1]. Безпосередній негативний вплив транспортної системи проявляється у відпрацьованих газах двигунів автомобілів, які містять понад 200 токсичних хімічних сполук, більшість з яких є вуглеводнями. Серед головних причин підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є незадовільна якість моторного палива, низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів[2]. Загальний екологічний стан у містах визначається також правильною організацією руху автотранспорту. Найбільші викиди шкідливих речовин відбувається при гальмуванні, розгоні, прискоренні при додатковому маневруванні. Слід зазначити, що склад і кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу залежить від типу двигуна, його технічного стану, типу палива, швидкості і інтенсивності транспортних засобів, умов їхньої експлуатації а також від стану автомобільних доріг.

Разом з тим, до такого комплексу факторів слід віднести сучасну проблему, яка вже гостро назріла для вирішення, це усвідомлений демонтаж каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів, який вже набирає темпи масовості. У всьому світі на дорогах експлуатується уже більше одного мільярду автотранспортних засобів, більша частка з яких легкові автомобілі. Отже саме у легкових автомобілях, які знаходяться у користування приватних власників, такий фактор найбільш розповсюджений. Характерно, що у засобах масової інформації вже окремі станції технічного обслуговування автомобілів вирізання каталізатора і перепрошивку ЕБУ поставили «на потік».

Каталітичний нейтралізатор є обов'язковим для бензинових автомобілів з 1993 року та для дизельних автомобілів з 1997 року[3]. Інтерес каталітичного нейтралізатора полягає в тому, щоб відповідати європейським вимогам щодо вмісту забруднюючих речовин у викидах. Термін служби цього елемента зазвичай становить від 120 до 200 000 кілометрів. Відомо, що цінність каталітичних нейтралізаторів головним чином походить від суміші дорожочінних металів у них, які збільшують загальну його вартість. Видалення каталізатора може привести і до негативних наслідків. Так, в технічному регламенті прописано, що його видалення відноситься до порушень і може викликати неполадки в роботі силового агрегату. Але найважливіша проблема, на нашу думку, це значне збільшення шкідливих викидів, що створює надзвичайно небезпечну ситуацію для навколишнього середовища та громадського здоров'я.

Для вирішення цих проблем потрібні комплексні заходи на рівні законодавства, створення системи економічного примусу до використання транспортних засобів більш високих екологічних стандартів, ввести вимоги до екологічного контролю фактичного стану транспорту, який знаходиться в експлуатації, процедуру підтвердження екологічного класу, запровадити вторинний ринок каталізаторів. Законодавчі органи повинні посилити відповідні норми та забезпечити ефективний механізм контролю за вирізанням каталізаторів. Крім того, важливо проводити інформаційні кампанії серед населення щодо важливості збереження каталізаторів та їх впливу на навколишнє середовище. У подоланні цих викликів вирішальне значення має співпраця між урядом, громадськістю та приватним сектором.

Список використаної літератури:

1. Коломієць, С. В., А. С. Коломієць. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування. Технології захисту навколишнього середовища. "Оцінка ефективності управлінських рішень щодо підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортного підприємства." м. Миколаїв, НУК № 4 (487) 2021. С.92-97.

2. Mateichyk V., Gorid'ko N, Kolomiets S. Developing operating procedures of environmental management system at a motor transport enterprise. Systemy i środki transportu samochodowego. Efektywność i bezpieczeństwo. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 11. Seria : Transport. Rzeszow. 2017. pp. 57–62.

3. Should i remove the catalytic converter when i scrap my car? URL: https://www.krosfou.com/blog/13_removing-the-catalytic-converter-from-your-car-a-good-idea.html.

Швайко А.О., студентка гр. АГК-31
 Добровінський О.О., аспірант
 Шумляківський В.П., к.т.н., завідувач каф. АіТТ
 Державний університет «Житомирська політехніка»

Експлуатація легкових автомобілів з різними типами енергетичних установок в таксомоторних перевезеннях

Електричний транспорт стрімко завойовує автомобільний ринок. Станом на 2024 рік частка електрокарів серед проданих легкових автомобілів в Україні становить 19,7%. Це 9 місце у списку з 32 країн.[1]

Розглянемо, ключові відмінності між електрокарами та автомобілями з ДВЗ.

Середній двигун внутрішнього згорання має паливну ефективність лише 40%, при тому 60% втрачається через тепло і тертя. Паливна ефективність електрокарів дорівнює 95-99%.

Електромобілі працюють із меншим рівнем шуму та мають плавніше прискорення та уповільнення.

У електродвигуна прямий графік крутного моменту. Він здатний видати максимальну тягу відразу після натискання педалі акселератора. Автомобіль з ДВЗ — тільки коли розкрутиться до певної кількості обертів за хвилину.

Гальмівна динаміка у електромобілів теж зазвичай краще, ніж у авто з ДВЗ. Гальмівним механізмом допомагає режим рекуперації, коли електродвигун працює як генератор і перетворює обертання коліс в електроенергію. У міському їздовому циклі сповільнення та прискорення займають приблизно по 20% від усього циклу.

Електромобілі мають меншу трудомісткість технічного обслуговування в порівнянні з їх аналогами з бензиновим і дизельним двигуном.

Основна перевага у здатності поповнити запаси джерела енергії у автомобілів із двигунами. АЗС з бензином і дизелем є в достатній кількості на відміну від спеціалізованих зарядних станцій для електромобілів. При цьому їхня кількість неухильно зростає. До того ж завжди можна заряджати електромобіль і від побутової розетки вдома. За даними Міністерства енергетики США, очікуваний термін служби акумуляторної батареї електромобіля становить від 10 до 12 років. Залити повний бак бензину можна за кілька хвилин, при тому що на повний заряд батареї потрібно витратити декілька годин. Електромобілі мають запас ходу до 600 км на одному заряді батареї. Та електрокарам, яким вже 4-5 років, проїхати 150-200 км без підзарядки не складе труднощів. Такої відстані цілком достатньо на день для поїздки по місту.[2]

Викиди в атмосферу електромобіля набагато чистіші за автомобіль з ДВЗ.

Інше питання полягає в тому, що електрику потрібно згенерувати для майбутньої перспективи відмовитися від авто з ДВЗ, особливо у глобальному масштабі. Тому актуальним залишається питання збереження екосистем та навколишнього середовища загалом. Проте над цим питанням працюють вчені, сперечаються інженери, тож зазначимо, що така проблема поки що потребує вирішення.[3]

Впровадження електротранспорту відповідає реалізації цілей стратегії сталого розвитку міст. Нові тренди транспортних технологій пов'язані із перевезенням людей: громадський транспорт (таксі), спільне використання (поїздки на навчання, до роботи) і внаслідок, зменшення кількості припаркованих авто у місті.

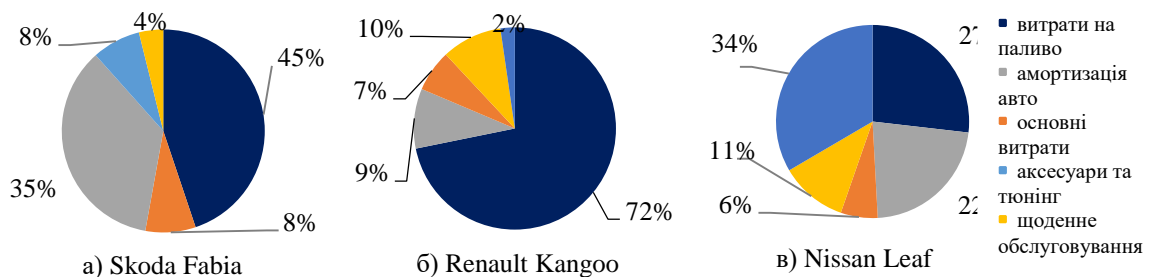


Рис. 1 – Діаграми розподілу витрат на обслуговування автомобілів

Розглянемо варіант експлуатації електрокарів та автомобілів з ДВЗ у таксі.

Для проведення дослідження було обрано автомобілі: Skoda Fabia на бензиновому двигуні, Renault Kangoo на дизельному та Nissan Leaf на електриці.

Секція 5. Автомобілі і технології на транспорті

Skoda Fabia – хетчбек, що підходить як для роботи у таксі, так і для розмірених подорожей поза містом. З наведеної нижче діаграми А бачимо, що більшу частину витрат займає паливо. 35% витрат складає амортизація авто, по 8 % спрямовується на основні витрати (такі як витратні матеріали та сезонний шиномонтаж), а також на аксесуари та тюнінг. Найменша частка витрат становить 4% на щоденне обслуговування.

Renault Kangoo - компактний фургон. Згідно аналізу витрат, так само, як і в попередньому прикладі, найбільше коштів потребують витрати на паливо. 10% складають витрати на щоденне обслуговування, 9% - на амортизацію, 7% - це основні витрати і 2% вкладень потребує тюнінг та купівля аксесуарів для комфорту.

Nissan Leaf - це перший сучасний електромобіль масового виробництва і найбільш продавана модель електромобіля у світі. Тут вже ситуація дещо інша. На паливо (тобто зарядку) перепадає всього 27% усіх витрат. Найбільше зайняли витрати на аксесуари та тюнінг авто (сюди ж зарядний пристрій на 3,5 та 7 кВт, документація, вебасто), 22% склали витрати на амортизацію, 11% - на щоденне обслуговування та 6% на витратні матеріали та сезонний шиномонтаж.

Дані для аналізу зібрано за рік і з власної практики, утримуючи та використовуючи вказані авто. Усі авто використовувались на 60% по власним потребам, а не для заробітку. Виявивши частку амортизаційних відрахувань по кожному з транспортних засобів, можемо порівняти результати.

Найбільше витрат спрямувалось на Renault Kangoo, Nissan Leaf виявився найбільш економічно вигідним в експлуатації.

Графік роботи	Графік 1, 120 км. на день (Тариф від 18 грн/км)	Графік 2, 160 км. на день (Тариф від 16 грн/км)	Графік 3, 200 км. на день (Тариф від 14 грн/км)	Графік 4, 320 км. на день (Тариф від 12 грн/км)
Витрати палива, 3 грн/км.	10,4	9,1	9,2	8,8
Витрати палива, 4 грн/км.	11,4	10,1	10,2	9,8
Витрати палива, 5 грн/км.	12,4	11,1	11,2	10,8

Рис.3 - Собівартість 1 км., грн. З урахуванням витрати пального.[4]

Графік роботи	Графік 1	Графік 2	Графік 3	Графік 4
Пробіг за день, км.	120	160	200	320
Кількість замовлень на день	15	20	25	40
Робочих днів у місяці	20	25	25	25
У році робочих місяців, (1 міс. відпустка / ремонт)	11	11	11	11
Середня відстань одного замовлення, км.	8	8	8	8
Пробіг за місяць, км.	2400	4000	5000	8000
Пробіг за рік, км.	26400	44000	55000	88000
Пробіг за 4 роки	105600	176000	220000	352000
Собівартість 1 км, (грн).	7,4	6,1	6,2	5,8

Комісія ІДС:	Опти (15,5%), Bolt (18%), Uklon (20,5%)
Тариф у замовленні, грн/км	Комісія ІДС з 1км.
14-15	2,6
16-17	3,0
18-19	3,4
20-21	3,8
22-23	4,2
24-25	4,6
26-27	5,0
В середньому комісія, грн/км.	3,8

Рис. 4,5 - Розрахунки собівартості експлуатації автомобілів на 1 км пробігу.[4]

Собівартість 1 км. (ТО, знецінення авто, комісія, страхування).

Висновки. Електрокари мають паливну ефективність на 50% більшу, ніж авто з ДВЗ, кращу гальмівну динаміку, мають плавніше прискорення та уповільнення. Утримувати такий рухомий склад значно дешевше, його експлуатація завдає менше шкоди навколишньому середовищу, комфорт та безпека пасажирів на високому рівні. Розглядаючи цей варіант в таксі, він стає в рази вигіднішим, підбираючи правильну стратегію роботи (наприклад – стиль водіння та фільтрація замовлень). Зручніше поєднувати роботу з пересуванням по власним потребам.

Список використаної літератури:

1. auto.24tv.ua/ukraina___sered_lideriv_v_yevropi_shchodo_poshyrennia_elektromobiliv_n51347
2. Brendan McAleer (2022). Pros and Cons of Electric Cars: Everything You Need to Know (caranddriver.com). <https://www.caranddriver.com/features/a41001087/pros-and-cons-electric-cars/>
3. <https://e-motors.com.ua/porivnyannya-elektromobilya-ta-avto-z-dvz/>

Ящук Є.Б., студент гр. 1АТ-23м
Кравченко О.П., д.т.н., професор
Вінницький національний технічний університет

Використання методів теорії прийняття рішень у завданнях експлуатації автомобільного транспорту

Досліджено завдання прийняття рішень в умовах невизначеності, що виникає у системах автомобільного транспорту. Розглядаються умови використання методології та методів прийняття ефективних рішень, що ґрунтуються на концепції активних систем, мотивованих інтересами. Використані варіанти постановок одноразового та динамічного прийняття рішень. Отримано умови їхньої розв'язності та конструктивні методи вирішення у вигляді функцій корисності та ризику.

Виробничий процес експлуатації автомобільного транспорту вимагає спільного вирішення складних взаємозалежних завдань підтримки працездатності рухомого складу, організації перевезень, "вилучення корисності" від перевезень, забезпечення безпеки перевезень і т.д. Спільно ці завдання зводяться до вибору ефективних режимів функціонування транспортної системи. Проблеми вирішення цих завдань визначаються стохастичним характером транспортного процесу. Вибір необхідних режимів виконується за досить глибокої невизначеності, як умов вибору, і їх результатах. Ці особливості породжують проблему прийняття рішень за умов невизначеності та ризику. Хоча подібна проблема виникає не лише на транспорті, а й в інших галузях господарської діяльності, однак у науковому плані вона досі не вирішена.

Проблема прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику не є новою. Ще у сімнадцятому столітті її розглядав Д. Бернуллі. Їм вперше введено поняття корисності як формальний спосіб подання переваги альтернатив на числовій осі при виборі в умовах невизначеності результатів вибору. Однак лише в середині минулого століття з'явилася аксіоматична теорія ухвалення рішень.

Ця теорія ґрунтується на використанні функції корисності, яка визначається відображенням μ упорядкованої множини $\langle A; \succ \rangle$ в числовій осі, що задовільнює умову: $a \succ b \Rightarrow \mu(a) > \mu(b)$ для $a, b \in A$.

Основний результат теорії зводиться до твердження: в умовах невизначеності наслідків, "раціональний" суб'єкт обирає свою поведінку відповідно до очікуваної корисності.

Насправді ж будь-який суб'єкт приймає рішення у певному середовищі, яке є об'єктивним для суб'єкта. Природно, що "раціональний" суб'єкт прийматиме рішення з урахуванням об'єктивних властивостей та умов середовища. Це вимагає концепції об'єктивної корисності та відповідної об'єктивної теорії прийняття рішень за умов невизначеності та ризику [1, 2].

У разі вимог об'єктивності первинними є переваги, а деяка об'єктивна функція якості $\mu: A \rightarrow \mathbf{R}^1$. Уподобання ж задаються відповідно до принципів: "чим більше μ , тим краще" або "чим менше μ , тим краще".

Якщо переваги задаються відповідно до першого принципу, формально вони визначаються умовами виду: $\mu(a) > \mu(b) \Rightarrow a \succ b; a, b \in A$. Тоді функція $\mu: A \rightarrow \mathbf{R}^1$ є об'єктивною функцією корисності.

Якщо ж переваги задаються відповідно до другого принципу, формально вони визначаються умовами виду: $\mu(a) < \mu(b) \Rightarrow a \succ b; a, b \in A$. Тоді функція $\mu: A \rightarrow \mathbf{R}^1$ є об'єктивною функцією ризику.

Завдання, що розглядається, вимагає уточнення відмінностей між поняттями "вибір" і "прийняття рішень". Природа їх відмінностей визначається відмінностями у наслідках вибору. Якщо результатом вибору є обраний елемент, має місце проблема "вибору". Якщо результатом вибору є деякий стан чи подія, які "до" вибору залишаються невідомими, має місце проблема "прийняття рішень".

В основу формалізації проблеми прийняття рішень покладено концепцію активних систем, у яких мотивація активності та прийняття рішень визначається інтересами. При цьому ми обмежуємося найпростішим класом таких систем, що визначаються парою суб'єкт інтересів - об'єкт інтересів. Допускається природне його розширення припущенням, що інтереси суб'єкта є багатоаспектними.

Аксіоматика прийняття рішень:

- мотивація прийняття рішень визначається інтересами суб'єкта;
- інтереси полягають у "отриманні корисності" з використанням об'єкта інтересів;
- можливості "добування корисності" визначаються вибором на безлічі G структурних альтернатив і на множенні Y управляючих альтернатив;
 - умовою вибору на безлічі Y є стан $s \in S$ до вибору;
 - результатом вибору на безлічі Y є стан $\xi \in S$ після вибору;
 - результати випадкові та описуються сімейством умовних розподілів $q^s(S|S \times Y)$, званих функцією результатів чи перехідної функцією;

- безліч станів S містить "неуспішний" результат $\vartheta \in S$, що є поглинаючим станом. "Неуспішний" результат $\vartheta \in S$ не допускає "добування корисності" і супроводжується катастрофічними наслідками. На практиці подібний результат називається "катастрофою", "кризою", "відмовою" тощо;

- апіорні переваги на альтернативах $y \in Y$ визначаються функцією корисності $u^g(S \times Y)$;

- суб'єкт з апіорних міркувань характеризує стани $s \in S$ з погляду загрози "неуспішного" результату. Для цього він задає шкалу X найменувань загроз, наприклад, типу: "штатно", "небезпечно", "криза", "катастрофа" і т.д. Формально найменування загроз є унарними відносинами на безлічі S . Однак розбиття множини S на класи еквівалентності $S_x \subset S$, відповідальні найменуванням загроз $x \in X$, суб'єкт поставити з апіорних міркувань не може;

- змістовно найменування загроз $x \in X$ є ситуаціями ухвалення рішень. Побудова розбиття множини S на класи еквівалентності $S_x \subset S$, $x \in X$ називається діагностикою ситуацій;

- переваги на ситуаціях $x \in X$ при їх діагностиці описуються функцією ризику $r^g(S \times X \times Y)$;

- остаточний вибір керуючих альтернатив $y \in Y$ здійснюється в залежності від ситуацій $x \in X$ з урахуванням обмежень $Y_x \subset Y$ на їхню допустимість у ситуаціях $x \in X$.

В умовах сформульованої аксіоматики вихідна інформація для формалізації та вирішення задачі задається набором об'єктів:

$$I = \langle S, \beta(S), X, G, Y, [Y_x \subset Y, x \in X], q^g(S|S \times Y), u^g(S \times Y), r^g(S \times X \times Y(X)), w^g(X \times Y), P^g(X|X \times Y(X)), \mu(G), g \in G \rangle, \quad (1)$$

де S – безліч станів;

$\beta(S)$ – апіорний розподіл ймовірностей на безлічі S ;

X – безліч ситуацій;

G – безліч структурних альтернатив;

Y – безліч управляючих альтернатив $[Y_x \subset Y, x \in X]$ обмеження на допустимість альтернатив у ситуаціях $x \in X$;

$q^g(S|S \times Y)$ – функція результатів (перехідна функція);

$u^g(S \times Y)$ – функція корисності;

$r^g(S \times X \times Y(X))$ – функція ризику;

$w^g(X \times Y)$ – функція ситуаційної корисності;

$P^g(X|X \times Y(X))$ – функція ситуаційних результатів;

$\mu(G)$ – функція системної корисності.

Набір I називається інформаційною базою завдання.

Функція корисності $u^g(y, s)$ визначається «очікуваним прибутком» виду:

$$u^g(s, y) = d^g(s, y) - c^g(s, y),$$

де $d^g(s, y)$ – очікуваний дохід від використання керуючої альтернативи $y \in Y$;

$c^g(s, y)$ – «плата» за «застосування» альтернативи $y \in Y$ у стані $s \in S$.

Функція ризику $r^g(x, s, y(x))$ має сенс «очікуваних втрат» та визначається умовами:

$$r^g(x, s, y(x)) = r^g(s, y), x \in X, s \in S, y \in Y_x, g \in G,$$

$$r^g(s, y) = [q^g(\vartheta | s, y) \cdot \chi^g + c^g(s, y)] > 0;$$

де $q^g(\vartheta | s, y)$ – ймовірність «неуспішного» результату;

$\chi^g > 0$ – "збитки" при "неуспішному" результаті;

$c^g(s, y) > 0$ – «оплата» за використання керуючої альтернативи $y \in Y_x$.

Висновки. Використана методологія та методи орієнтовані на застосування в системах, в яких мотивація прийняття рішень визначається інтересами. Для завдання, що розглядається, отримані умови розв'язності. На базі отриманих результатів знайдено рішення використовувати функцію корисності і функцію ризику. Отримані результати можуть бути застосовні до завдань планування виробничого процесу розвитку системи автосервісу, до завдань управління працездатністю рухомого складу, безпеки його експлуатації, до завдань управління процесом перевезень.

Список використаної літератури:

1. Baranov V.V., Kravchenko O.P., Drozdov V.A., Kravchenko K.O. The use of methods of making a decision theory in tasks of exploitation of transport systems / Сборник доклади XVI научно-техническа конференция с международно участие "Транспорт, экология - устойчиво развитие", (20-22 май 2010, Варна). – Варна: ТУ, 2010, p. 134-139

2. Kravchenko O., Dizo Y., Gorbunov M., Kravchenko K. Methodology of increasing the efficiency of transport systems using decision-making methods / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. №1(12). – Луцьк: Луцький НТУ, 2019, с. 9-13