

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Державний університет «Житомирська політехніка»
Луцький національний технічний університет
Технічний університет Дрездена, Дрезден, Німеччина
Університет Вітовта Великого, Каунас, Литва
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**X-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

14-15 квітня 2022

MATERIALS

**OF X-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL
INTERNET-CONFERENCE**

**«PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT
AUTOMOBILE TRANSPORT»**

April 14-15, 2022

ВНТУ, Вінниця, 2022

УДК 629.3

М34

Відповідальні за випуск **С. В. Цимбал, В. А. Кашканов**

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

Макаров В. А., доктор технічних наук, професор

М34 **Матеріали** X-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2022 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – (PDF 331 с.)

ISBN 978-966-641-910-4 (PDF)

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

УДК 629.3

Роботи публікуються в авторській редакції.

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

ISBN 978-966-641-910-4 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2022

ЗМІСТ (CONTENTS)

<u><i>Аль-Амморі А. Н., Іщенко Р. М., Дехтяр М. М.</i> Баланс потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху</u>	6
<u><i>Бахмут М. І. Колесніков В. О.</i> Приклади впровадження деяких нових технологій в автомобілебудуванні</u>	10
<u><i>Біліченко В. В., Антонюк О. П.</i> Управління процесом забезпечення запасними частинами вантажних автотранспортних засобів</u>	14
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Аданніков С. С.</i> Аналіз доцільності та механізмів передачі державних транспортних підприємств у приватну власність</u>	18
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Свершюк А. В.</i> Логістичний підхід управління процесами міської пасажирської транспортної системи</u>	21
<u><i>Борисюк Д. В., Заїчко В. О.</i> Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів</u>	27
<u><i>Бруннер Х., Ліерс Х.; Макаров В. А., Смирнов Є. В., Макарова Т. В.</i> До питання наукового дослідження та практичного зниження аварійності на автодорогах Німеччини</u>	30
<u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз напрямку створення міських електробусів різних типорозмірів на основі застосування керованих і тягових мостів компанії BRIST Axle Srl</u>	34
<u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас міських електробусів середнього класу на етапі ескізного проектування</u>	40
<u><i>Войтків С. В.</i> Перспективи виробництва та застосування міських електробусів класу МКЛ-1 в Україні</u>	46
<u><i>Волков В. П., Грицук І. В., Кужель В. П., Волкова Т. В., Плехова Г. А.</i> Сучасні підходи організації технічної експлуатації транспортних засобів</u>	56
<u><i>Войчишин Ю. І.</i> Розрахунок теплопровідності стінки кузова автобуса в програмному середовищі SimulationX</u>	61
<u><i>Газаркін Я. О., Колесніков В. О.</i> Приклади застосування ігрового рушія Unreal Engine для створення зображень автомобілів</u>	64
<u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О.</i> Оцінка необхідності зміни кута випередження впорскування палива при використанні суміші палив</u>	75
<u><i>Голуб Д. В., Аулін В. В., Замуренко А. С.</i> Аналіз впливу резервування з ковзаючим резервом на надійність транспортної системи</u>	78
<u><i>Грицук І. В., Вербовський В. С., Худяков І. В., Вербовський О. В., Черненко В. В.</i> Інформаційна модель моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану дизельної електростанції</u>	81
<u><i>Грицук І. В., Погорлецький Д. С., Симоненко Р. В., Білай А. В.</i> Покращення показників паливної економічності та зниження викидів шкідливих речовин в оточуюче середовище транспортних засобів при використанні системи теплової підготовки</u>	88
<u><i>Захарчук В. І., Захарчук О. В.</i> Покращення екологічних показників транспортного засобу застосуванням біопалива</u>	95
<u><i>Кашканов А. А., Пальчевський О. В.</i> Обґрунтування потреби міст України у реорганізації транспортних мереж</u>	100
<u><i>Кашканов В. А., Осмірко С. О.</i> Дослідження руху транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міста</u>	103
<u><i>Кищун В. А.</i> Державна політика у сфері підвищення рівня безпеки дорожнього руху</u>	107
<u><i>Ковбасенко С. В.</i> Аналіз можливостей підвищення екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями застосуванням альтернативних палив</u>	114

<u>Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. Частина 4. Застосування комп'ютерного моделювання</u>	121
<u>Колесніков В. О. Роль зеленого водню для транспортної галузі</u>	127
<u>Колесніков В. О., Васецька Л. О., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 2. Застосування програмного комплексу ABAQUS</u>	132
<u>Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О., Колеснікова Є. Б. Приклади застосування та впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Частина 1. Змащувальні матеріали</u>	139
<u>Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Колеснікова Є. Б. Діагностика та контроль продуктів зношування в транспортній галузі та енергомашинобудуванні для забезпечення надійної експлуатації механізмів</u>	147
<u>Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Розгляд дизайнерських напрямків в автомобілебудуванні. Сучасні автомобілі в класичному стилі</u>	150
<u>Колодницька Р. В., Шумляківський В. П. Перспективи зеленого водню для автомобільного транспорту з паливними комірками в Україні</u>	156
<u>Король А. О., Нічик С. Ю., Маслійов С. В. Застосування зварювальних робіт для ремонту деталей автомобілів</u>	162
<u>Костьян Н. Л., Матейчик В. П., Смешек М. Оцінювання енерговитрат громадського транспорту із врахуванням потужності пасажиропотоку</u>	168
<u>Котенко В. І. Обґрунтування доцільності застосування штучних нейронних мереж для моделювання транспортного процесу постачання сільськогосподарської продукції</u>	172
<u>Крайник Л. В., Кіхтан А. В. Гібридний привід автомобіля для бездоріжжя</u>	175
<u>Крайник Л. В., Худавердян Г. А. Концепція та формування вітчизняного універсального автомобіля типу Автотрак/Унімог для фермерських та комунальних господарств</u>	178
<u>Красноштан О. М. До питання створення транспортних систем високої та надвисокої продуктивності</u>	181
<u>Кривошапов С. І., Серебряков В. О., Бражник В. О. Розрахунок викидів шкідливих речовин у газобалонному легковому автомобілі на прикладі ВАЗ-1118</u>	185
<u>Кужель В. П., Буда А. Г., Гладій В. А. Класифікаційні характеристики сучасних легкових автомобілів</u>	188
<u>Кукурудзяк Ю. Ю. Визначення умов експлуатації міських пасажирських автобусів на основі інтелектуальних методів обробки інформації</u>	192
<u>Ланець О. В., Манзьяк М. О. Методологія синтезу кінематики незалежної двоважільної довгоходової підвіски повнопривідних автомобілів</u>	195
<u>Лебідь І. Г., Ткаченко В. А., Недельський К. О. Технологія перевезення живих тварин</u>	198
<u>Лужанська Н. О., Жуган Д. П. Аналіз процесу виконання митних формальностей на водному транспорті</u>	202
<u>Лук'янченко О. Ю., Тихий В. Г. Комплексна оцінка ефективності експлуатації автомобілів</u>	206
<u>Макаров В. А., Макарова Т. В. До питання організації ефективних автомобільних перевезень вантажів</u>	210
<u>Мармут І. А. Удосконалення конструкції інерційного роликового стенду ПДС-Л</u>	212
<u>Морозов Ю. В. Приклад використання лінійних рівнянь нормалізованої регресії</u>	217
<u>Музильов Д. О., Шраменко Н. Ю., Карнаух М. В. NFT технологія в логістиці – перспективність впровадження</u>	222
<u>Олішевська В. Є., Олішевський Г. С. Концепція розвитку електромобілів та супутньої інфраструктури в Україні</u>	225

<u>Павленко В. М., Кужель В. П. Визначення розподілу опору повітря, що впливає на аеродинаміку автомобіля NISSAN 350Z</u>	229
<u>Петровська О. М., Порфіренко В. І. Екологічна завантаженість мегаполісів та шляхи її зменшення</u>	233
<u>Пікула М. В. Підготовка майбутніх фахівців автомобільного транспорту до інноваційних виробничих технологій з використанням дуальної освіти</u>	236
<u>Поляков А. П., Мельник Я. А. Розробка рекомендацій щодо підтримки працездатного стану автомобіля</u>	239
<u>Риб'янець С. Р., Бахмут М. І., Колесніков В. О. Приклади застосування адитивних технологій в автомобілебудуванні</u>	247
<u>Романюк С. О., Бабій С. М. Розвиток системи технічної підтримки парків автотранспортних засобів організацій перевізників</u>	254
<u>Рубан Д. П. Експрес оцінка відповідності кузова автобуса вимогам пасивної безпеки в експлуатації</u>	256
<u>Сакно О. П., Кандрашин Д. К., Чечельницький А. С. Аналіз реалізації екосистемного рішення в управлінні транспортної системи</u>	259
<u>Сахно В. П., Поляков В. М., Мурований І. С., Шарай С. М. До визначення стійкості руху триланкових автопоїздів</u>	262
<u>Сахно В. П., Попелиш Д. М. До визначення поперечної стійкості автомобіля-цистерни</u>	265
<u>Скляров М. В., Каішканов В. А. Вплив вакуумних підсилювачів гідравлічного гальмового приводу на процес гальмування цивільних автомобілів та броньованих автомобілів Збройних Сил України і Національної гвардії України</u>	268
<u>Смирнов Є. В., Огневий В. О. Перспективи використання інформаційних систем управління автопарком від автовиробників на автотранспортних підприємствах</u>	275
<u>Титаренко В. Є., Шумляківський В. П. Аналіз і оцінка конкурентних переваг і недоліків впровадження безпілотного транспорту</u>	278
<u>Федоскін В. О., Єрісов М. М., Федоскіна О. В. Створення установки утилізації промислових відходів на базі серійного вантажного автомобіля</u>	280
<u>Хітров І. О. Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи міських автобусів міста Дубно</u>	285
<u>Хоботня Т. Г., Корнійчук І. С., Кривенко А. О. Сучасні технології на автомобільному транспорті</u>	290
<u>Хоботня Т. Г., Метлушко А. О. Перспективи євроінтеграції логістичної системи України</u>	294
<u>Хоботня Т. Г., Фурдецький Д. В. Аналіз стану процесу впровадження автоматизованих систем виявлення дорожньо-транспортних пригод в Україні</u>	298
<u>Ходос О. Г., Єрісов М. М., Лагошна О. О. Гібридизація легкового автомобіля</u>	302
<u>Хома В. В. Роздільне регулювання тиску в шинах повнопривідних автомобілів</u>	304
<u>Худяков І. В., Грицук І. В., Український Є. О., Володарець М. В., Рижова В. Ю. Особливості дистанційної ідентифікації режимів роботи водія в системі моніторингу транспортних засобів</u>	307
<u>Цимбал С. В., Цимбал О. В., Коваль Р. В. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту</u>	312
<u>Чуйко С. П., Кравченко О. П. Оптимізація соціальної ефективності міських автобусних перевезень</u>	315
<u>Шарай С. М., Рой М. П., Тугай Д. С. Імітаційне моделювання взаємопов'язаних процесів перевезення вантажів</u>	321
<u>Шепеленко І. В., Красота М. В. Сучасні технології реновації деталей автомобільного транспорту</u>	325
<u>Шльончак І. А., Тараненко І. І., Фесенко В. О. До питання проблеми паркування автомобілів у містах України</u>	329

УДК 62-531.6

Аль-Амморі А. Н., д.т.н., проф.; Іщенко Р. М., к.ф.-м.н., доц.; Дехтяр М. М., к.т.н.

БАЛАНС ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ПІД ЧАС РІВНОМІРНОГО РУХУ

У роботі розраховано баланс потужності двигуна електромобіля Nissan Leaf під час рівномірного руху. Встановлено, що під час рівномірного руху електромобіля зі швидкістю до 40 км/год основні витрати потужності двигуна спрямовані на подолання сили опору коченню. Під час рівномірного руху електромобіля зі швидкістю, що перевищує 40 км/год, також стають суттєвими витрати потужності двигуна, спрямовані на подолання сили опору повітря.

The power balance of the engine of the Nissan Leaf electric car during uniform movement is calculated in the work. It is established that during the uniform movement of the electric car at a speed of up to 40 km/h the main power consumption of the engine is aimed at overcoming the rolling resistance. During the steady movement of the electric car at a speed exceeding 40 km/h, the power consumption of the engine aimed at overcoming the force of air resistance also becomes significant.

Постановка проблеми. Основними технічними характеристиками електромобілів, які забезпечують їх конкурентоспроможність з автомобілями, є запас ходу (мінімум 300-400 км) і час перезарядки на електрозаправках (менше однієї години) [1]. Необхідно відзначити, що під час досліджень, спрямованих на вдосконалення зазначених технічних характеристик електромобілів, важливо мати інформацію про силовий, енергетичний та потужнісний баланс (який найбільше використовується на практиці) двигуна електромобіля під час його руху. Відповідно, питання розрахунку балансу потужності двигуна електромобіля на даний час є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як у вітчизняній, так і в закордонній науково-технічній літературі існує ряд робіт, присвячених розгляду різних методів і засобів вдосконалення технічних характеристик електромобілів та автомобілів з комбінованою енергоустановкою (гібридних автомобілів). Метою більшості вказаних робіт є збільшення запасу ходу зазначених транспортних засобів шляхом зменшення витрат електричної енергії акумулятора. Зокрема, у роботі [2] авторами отримано рівняння питомих витрат енергоносія під час руху транспортного засобу з електричною тяговою установкою за елементарним спрощеним циклом та отримано методу оцінювання ефективності рекуперативного гальмування для елементарного спрощеного циклу руху. У роботі [3] запропоновано метод підвищення запасу ходу електромобіля шляхом використання ефективного круїз-контролю, який, враховуючи дорожню обстановку, забезпечує рух транспортного засобу з оптимальною постійною швидкістю. При цьому зводяться до мінімуму втрати енергії на прискорення електромобіля.

Таким чином, з огляду науково-технічної літератури можна зробити висновок про те, що питання розрахунку балансу потужності двигуна електромобіля під час різних видів руху (рівномірного, рівноприскореного, зі змінним прискоренням) недостатньо досліджене, що актуалізує мету представленої роботи.

Формування цілей. Враховуючи вищезазначене, мета статті полягає у дослідженні балансу потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху.

Виклад основного матеріалу дослідження. Рівняння силового балансу під час руху електромобіля можна записати за допомогою другого закону Ньютона, врахувавши усі сили, що діють на вказаний транспортний засіб:

$$m\vec{a} = \vec{F}_m + \vec{F}_k + \vec{F}_n + \vec{F}_{nio} + \vec{F}_i + m\vec{g} + \vec{N}, \quad (1)$$

де m – маса електромобіля; a – прискорення електромобіля; F_m – сила тяги на ведучих колесах електромобіля; F_k – сила опору коченню коліс електромобіля; F_n – сила опору повітря; F_{nio} – сила опору підйому; F_i – сила інерції, тобто сила опору розгону електромобіля; mg – сила тяжіння; N – сила реакції дороги на колеса електромобіля.

Сили тяжіння та реакції дороги спрямовані вертикально, тому їх проекції на горизонтальну вісь ОХ дорівнюють нулю. Крім того, під час рівномірного руху електромобіля по горизонтальній дорозі його швидкість не змінюється з часом, відповідно прискорення, сила опору підйому та сила інерції дорівнюють нулю. Отже, з урахуванням того, що сили опору коченню та опору повітря спрямовані проти руху електромобіля (тобто будуть зі знаком мінус), рівняння силового балансу електромобіля, що рухається з постійною швидкістю, записується у наступному вигляді:

$$F_m = F_k + F_n. \quad (2)$$

Сила опору коченню коліс електромобіля визначається співвідношенням [4, с. 6]:

$$F_k = m \cdot g \cdot f_k, \quad (3)$$

де m – маса електромобіля; g – прискорення вільного падіння; f_k – коефіцієнт опору коченню. Сила опору повітря під час руху електромобіля визначається співвідношенням [5]:

$$F_n = \frac{\rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2}{2}, \quad (4)$$

де ρ – густина повітря; C_x – коефіцієнт опору повітря, що визначається окремо для кожного типу кузова транспортного засобу; S – лобова площа електромобіля, тобто площа проекції електромобіля на площину, перпендикулярну до його поздовжньої осі; v – швидкість руху електромобіля.

Отже, з врахуванням формул (3) і (4), рівняння силового балансу електромобіля під час рівномірного руху буде мати вигляд:

$$F_m = m \cdot g \cdot f_k + \frac{\rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2}{2}. \quad (5)$$

Необхідно відзначити, що на практиці більше використовується рівняння балансу потужності двигуна транспортного засобу. Рівняння балансу потужності показує, як розподіляється потужність, що підводиться до ведучих коліс електромобіля, під час подолання різних опорів руху. Як відомо із загального курсу фізики, потужність дорівнює добутку сили, прикладеної до тіла, на його швидкість. Відповідно, складові рівняння балансу потужності двигуна електромобіля можна отримати шляхом почленного множення складових рівняння силового балансу на швидкість електромобіля:

$$P(v) \cdot \eta_{mp} = F_m \cdot v, \quad (6)$$

$$P_k = F_k \cdot v = m \cdot g \cdot f_k \cdot v, \quad (7)$$

$$P_n = F_n \cdot v = \frac{\rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^3}{2}, \quad (8)$$

де $P(v)$ – потужність двигуна електромобіля, необхідна для руху зі швидкістю v ; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії електромобіля; P_k – потужність, що витрачається на подолання сили опору коченню; P_n – потужність, що витрачається на подолання сили опору повітря.

Тоді рівняння балансу потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху записується у вигляді:

$$P(v) \cdot \eta_{mp} = P_k + P_n \quad (9)$$

Поділивши обидві частини рівняння (9) на ККД трансмісії η_{mp} , та з врахуванням формул (7) і (8), остаточно отримуємо рівняння балансу потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху:

$$P(v) = \frac{1}{\eta_{mp}} \left(m \cdot g \cdot f_k \cdot v + \frac{\rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^3}{2} \right) \quad (10)$$

Таким чином, отримане співвідношення (10) може використовуватися для розрахунку потужності двигуна електромобіля, що необхідна для його рівномірного руху з заданою швидкістю. Як видно зі співвідношення (10), зміна потужності двигуна з часом визначається лише зміною швидкості електромобіля. Інші технічні характеристики електромобіля, що входять до формули (10), не змінюються з часом. У даній роботі виконано розрахунок балансу потужності для поширеного у нашій країні електромобіля Nissan Leaf [6]. На рис. 1 у вигляді діаграми представлено залежність значень відносних потужностей двигуна електромобіля Nissan Leaf, що витрачаються на подолання сили опору коченню $P_k/P(v)$ та сили опору повітря $P_n/P(v)$, від швидкості руху електромобіля.

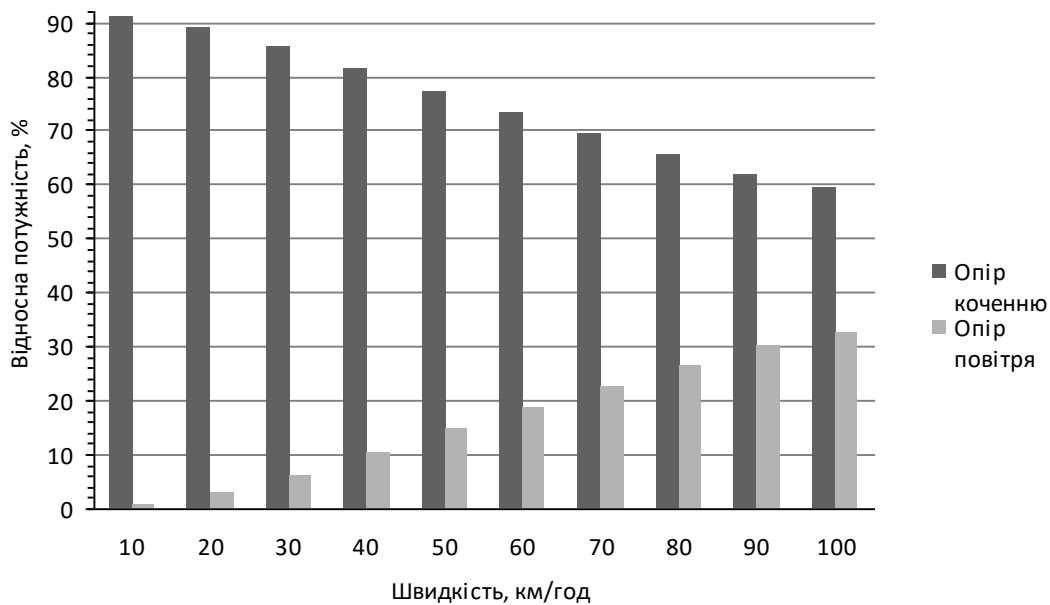


Рисунок 1 – Залежність значень відносних потужностей двигуна електромобіля Nissan Leaf від швидкості руху

Як видно з рис. 1, під час рівномірного руху зі швидкістю до 40 км/год відносна потужність, що витрачається на подолання сили опору повітря, не перевищує 10 %. Тобто, під час рівномірного руху зі швидкістю до 40 км/год основні витрати потужності двигуна спрямовані на подолання сили опору коченню. Зі збільшенням швидкості електромобіля відносна потужність, що витрачається на подолання сили опору повітря, суттєво зростає і під час руху зі швидкістю 100 км/год складає 32.7 %. У той же час, відносна потужність, що витрачається на подолання сили опору коченню, під час руху зі швидкістю 100 км/год дорівнює 59.3 %. Отже, під час рівномірного руху електромобіля зі швидкістю більше 40 км/год, суттєвими стають витрати потужності двигуна, спрямовані як на подолання сили опору коченню, так і на подолання сили опору повітря.

Результати проведеного розрахунку балансу потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху можуть бути використані під час розробки ефективних систем керування електромобілем шляхом врахування витрат потужності двигуна на подолання сил опору коченню та опору повітря. Останнє може призвести до зменшення витрат електричної енергії акумулятора

та, відповідно, покращення однієї з основних технічних характеристик електромобіля – запасу ходу.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, у роботі отримано рівняння балансу потужності двигуна електромобіля під час рівномірного руху. Ключовою змінною величиною в рівнянні балансу потужності є швидкість руху електромобіля. З використанням вищезазначеного рівняння розраховано баланс потужності двигуна електромобіля Nissan Leaf (модель з двигуном потужністю 80 кВт) під час рівномірного руху. Встановлено, що під час рівномірного руху електромобіля зі швидкістю до 40 км/год основні витрати потужності двигуна спрямовані на подолання сили опору коченню. Під час рівномірного руху електромобіля зі швидкістю, що перевищує 40 км/год, також стають суттєвими витрати потужності двигуна, спрямовані на подолання сили опору повітря.

Відзначено, що результати виконаного розрахунку балансу потужності двигуна електромобіля Nissan Leaf під час рівномірного руху можуть бути використані під час розробки ефективних систем керування електромобілем та вибору оптимального стилю водіння вказаного транспортного засобу, що може призвести до зменшення витрат електричної енергії акумулятора та збільшення запасу ходу електромобіля.

У наступній роботі планується розглянути спосіб отримання додаткової електричної енергії під час механічних коливань електромобіля, що виникають у процесі його руху.

Список використаних джерел

1. Sanguesa A., Torres-Sanz V., Garrido P., Martinez F., Marquez-Barja J. A review on electric vehicles: technologies and challenges. *Smart Cities*. 2021. № 4. P. 372-404.
2. Будніченко В.Б., Гордієнко М.М. Методика оцінювання ефективності рекуперативного гальмування для елементарного спрощеного циклу руху. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник*. 2021. Вип. 1 (48). С. 37-43.
3. Madhusudhanan A.K. A method to improve an electric vehicle's range: efficient cruise control. *European Journal of Control*. 2019. Vol. 48. P. 83-96.
4. Нуждин Р.В. Тяговый расчет автомобиля: методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Конструкция и потребительские свойства автомобилей». – Владимир: Издательство ВлГУ, 2018. – 36 с.
5. Аль-Амморі А.Н., Соченко П.С. Методи і засоби підвищення ефективності використання відновлювальних джерел енергії на транспорті: монографія. – Київ: НТУ, 2014. – 220 с.
6. Технические характеристики электромобиля Nissan Leaf [Электронный ресурс] // Info Car. – 2022. – Режим доступа: https://nissan-leaf.infocar.ua/mod_3692_leaf_id903.html.

Аль-Амморі Алі Нурддинович – д.т.н., професор, завідувачий кафедрою інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, e-mail: ammourilion@ukr.net

Ищенко Руслан Миколайович – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, e-mail: rm_ischenko@ukr.net

Дехтяр Марина Михайлівна – к.т.н., асистент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, e-mail: marinary14@gmail.com

Al-Ammori Ali - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Information-Analytical Activity and Information Security, National Transport University, e-mail: ammourilion@ukr.net

Ishchenko Ruslan - Ph. D. (Phys-Math), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information-Analytical Activity and Information Security, National Transport University, e-mail: rm_ischenko@ukr.net

Dekhtyar Maryna - Ph. D. (Eng), Assistant of the Department of Information-Analytical Activity and Information Security, National Transport University, e-mail: marinary14@gmail.com

УДК 629.331:620.91

Бахмут М. І.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ПРИКЛАДИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДЕЯКИХ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження нових технологічних тенденцій в транспортній галузі зокрема в технологічних процесах.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of new technological trends in the transport sector, in particular in technological processes, was continued.

Автомобільна промисловість сьогодні є однією з провідних галузей реалізації та застосування передових технологій. Роботизація виробництва та впровадження різноманітних smart систем вивели виготовлення автомобілів на абсолютно новий рівень.

До таких виробництв можна віднести «розумний завод» компанії Audi, а також суперсучасне обладнання лінії виробництва автомобілів Mercedes Benz [1]. Всі сучасні передові технології можуть бути об'єднанні в рамках нової технологічної революції, що отримала назву: «Індустрія 4.0 (анг. Industry 4.0)» [2].

Можливості сучасних автомобілів стрімко зростають, завдяки чому повсякденне життя їхніх власників стає ще комфортнішим, динамічнішим і яскравішим [3 – 8].

Для того, щоб посилити конкуренцію на світовому ринку, автомобільні компанії займаються науковими розробками, що забезпечують необхідне застосування інноваційних технологій. З моменту створення перших автомобілів і їх появи на ринку до сьогоднішнього дня, автомобільна галузь розвивається швидкими темпами. Зараз автомобільна промисловість розробляє не тільки кращі запчастини й комфортний дизайн, але й системи, що дозволяють машинам спілкуватися, самостійно планувати маршрут і берегти екологію. Автомобільні технології постійно оновлюються, з метою підвищення рівня комфорту і безпеки автовласників. Не існує жодних сумнівів, що вартість автомобілів з найскладнішими, високотехнологічними рішеннями є високою. Проте, якщо автомобілі є більш стильними, безпечними, зручними, і енергоощадними, то автомобільні компанії готові інвестувати більше коштів у такі розробки [9].

Хмарні технології відіграють важливу роль у розробці нових технологічних автомобілів. Поки що їх використовують частіше в інформаційно-розважальних системах і для побудови надійної IT-інфраструктури компаній-виробників та імпортерів. Але вже скоро ми побачимо, наприклад, оновлення електрокара через хмару [10].

Найближчим часом основними трендами в розвитку концерну Volkswagen будуть екологічність та безпека. До 2023 року концерн планує інвестувати близько 30 млрд євро в електромобільність, а до 2028 року випустити велику кількість нових моделей електромобілів [10].

Як автовиробник, що почав впроваджувати інновації в період становлення епохи автомобілебудування, Renault й сьогодні входить до списку найбільш інноваційних компаній світу. Інновації для Renault - це розробка та розвиток доступних продуктів і послуг, які мають цінність для клієнтів, а також розвиток технологій, що передбачають очікування споживачів. Крім того, серед пріоритетів компанії - створення автомобіля майбутнього, робота на перспективу та постійний моніторинг кон'юнктури ринку [11].

Найпередовіші автомобільні технології 2021 року [12]:

- система виявлення алкогольного сп'яніння у водіїв від Volvo;
- доповнена реальність у Mercedes-Benz S-Class;
- Cadillac представили систему безключового доступу Face ID;

- режим «CrabWalk» для руху по діагоналі в електричному Hummer;
- технологія підвищеної прохідності від Hyundai.

У шведській компанії Volvo замислилися про те, щоб навчити свої авто ефективно виявляти не лише ознаки втоми у водія, що може призвести до небезпечної ситуації на дорозі, вони працюють над системою виявлення алкогольного сп'яніння. Влаштована вона так: по всьому салону розставляють мережу відеокамер та спеціальних сенсорів. Коли водій сідатиме за кермо, вони відстежуватимуть його поведінку — стежити за частотою моргання очей, природністю пози, реакцією на сигнали систем автомобіля. Якщо Volvo “зрозуміє”, що ви п'яні, а жодні попередження вас не зупинять, то система зробить жорсткіші дії — уповільнюватиме автомобіль, відправить сигнал до служби підтримки Volvo on Call і навіть може відключити двигун для повної зупинки [12, 13].

Цього року було представлено оновлений седан S-Класу від Mercedes-Benz. У нього багато просунутої електроніки, наприклад, проєкційний дисплей AR-HUD який підтримує доповнену реальність. Тепер водіння флагманського Мерседеса нагадуватиме комп'ютерні перегони, де динамічні стрілки показують, куди рухатися, з'являються корисні підказки, чи можна подивитися, скільки залишилося до сусіднього автомобіля чи наступного повороту. Було оголошено, що обхват огляду, який пропонує технологія доповненої реальності в S-Class аналогічний області показу фільмів у домашньому кінотеатрі. Загалом у новому S-Class 2020 є 5 зручних дисплеїв, включаючи 17-дюймовий планшет мультимедійної системи. Автомобіль має голосове управління та розрізняє 27 мов світу [12, 14].

Нещодавно пройшла прем'єра сучасного вдосконаленого кросовера Cadillac XT4. У ньому реалізована цікава і дуже корисна функція відкриття авто без ключа - вона називається Face ID. Завдяки їй відкривати автомобіль тепер можна буде легко як ніколи – Cadillac просто навчився впізнавати вас в обличчя. Це реалізоване за допомогою інфрачервоної камери з адаптивним підсвічуванням, яке розташовується в центральній стійці автомобіля. Коли власник наближається до свого автомобіля, система зчитує сигнал від смартфона, використовуючи протокол Bluetooth, і відчиняє двері. Запалювання буде розблоковано і можна буде запустити двигун, натиснувши на кнопку. Як альтернативу скористатися безключовим доступом можна буде за допомогою пароля або відбитка пальця. Причому використовувати той самий Cadillac можуть одночасно вісім різних людей [12].



Рисунок 1 – Cadillac XT4 [12]

Якщо корейським інженерам з Hyundai вдасться реалізувати свою нову розробку, уявлення про автомобіль буде докорінно змінено. Машини навчатися "перетинати" перешкоди, а не об'їжджати їх. Для цієї розробки Hyundai навіть створили новий окремий підрозділ New Horizons Studio. Буде, по суті, створено новий клас автомобілів – транспортні засоби з максимальною прохідністю (UMV – Ultimate Mobility Vehicles). Вони призначаються для використання у місцях великих техногенних та природних катастроф. Тобто, зможуть

легко проходити там, де сьогодні застряють найдорожчі та найтехнологічніші позашляховики. Перше уявлення про нову технологію Hyundai вже можна було отримати на прем'єрі концепту Elevate, який має роботизовані складні ноги. Крім звичайної їзди дорогами, цей концепт-кар здатний лазити по стінах, долати величезні дірки в землі та перешкоди заввишки до 1,5 метра [12, 15].

Volvo Car Corporation вже сьогодні представляє нову архітектуру побудови автомобіля. Вона передбачає розширювану архітектуру транспортного засобу. Завдяки чому всі автомобілі будуть збиратися на одній складальній лінії [16].



Рисунок 2 – Сучасна складальна лінія Volkswagen [16]

Архітектурна концепція розширюваної платформи SPA, запропонована Volvo, мається на увазі існування декількох автомобільних платформ та модельних рядів, створюваних на основі єдиної бази шасі, універсальних модулів, інтерфейсів, уніфікованих елементів салону, бортової системи та двигунів. Автомобілі майбутнього будуть створені не в рамках однієї серії, а в рамках кластера. Приклад такого проектування продемонстрований в автомобілях Volvo S60, XC60, V60 [16].

Під цифровою трансформацією розуміється обладнання автомобіля розвиненими засобами комунікації та медіаконтенту, а також впровадження систем управління комфортом в салоні. Відповідати за нову функціональність буде фізична та електронна архітектура автомобіля. Розробкою нового стандарту автомобільної програмної архітектури займається галузевий альянс GENIVI на основі динамічний ОС, такі програмні засоби будуть потрібні в найближчому майбутньому в роботизованому водінні. У нього входять BMW Group, Daimler AG, PSA Group, Renault, Volvo Cars.

Європейські автовиробники займаються вдосконаленням системної архітектури AUTOSAR на основі стандарту POSIX. Особлива увага приділяється методології структуризації та проектування автомобільної електроніки. Серед європейських виробників, що займаються даною проблематикою BMW, Volkswagen, Daimler AG, Ford, PSA Peugeot Citroën, Bosch [16].

Висновок: Автомобільна промисловість сьогодні є однією з провідних галузей реалізації, що забезпечує та впроваджує передові технології.

Список використаних джерел

1. Аревик Мурадян. Самые современные технологии по сборке и производству автомобилей. URL: https://www.youtube.com/watch?v=7_NTOnewwEc4&ab_channel=TechBox.
2. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 90 - 94.

3. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.
4. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 181 - 189.
5. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 204 – 208.
6. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Мат. IV-ї Міжн. Наук.-техн. інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.
7. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Мат. IV-ї Міжн. наук-техн. інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.
8. Колеснікова Є.Б., Колесніков В.О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні. Матеріали VIII-ої міжн. наук-практ інтернет-конф. "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту". 14-15 квітня 2020 року: зб. наук. праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203.
9. Романюк, С., Кришталь, О., & Пальчевський, О. (2016). Нові технології в автомобілебудуванні // в НТКП ВНТУ Факультет машинобудування та транспорту. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1239>.
10. Алевтина Шаповалова. Хмарні технології в автомобілебудуванні. URL: <https://eba.com.ua/hmarni-tehnologiyi-v-avtomobilebuduvanni>.
11. Renault - природжений новатор. URL: <https://www.renault.niko.ua/uk/about-company/innovations>.
12. Головні автомобільні технології, які змінять наше життя у 2021 року URL: <https://atlanticexpress.com.ua/pyat-glavnyh-avtomobilnyh-tehnologij-kotorye-izmenyat-nashu-zhizn-v-2021-godu>.
13. In-car cameras and intervention against intoxication, distraction Animation. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=m0QJ3neTvQU>.
14. 2021 Mercedes Benz S Class - The Augmented Reality HeadUp Display Is here. URL: https://youtu.be/8oZk0_ykHoY.
15. Project Elevate | Hyundai. URL: <https://youtu.be/A33Yu-9rgxo>.
16. Європа на один крок від майбутнього – технології автомобілебудування. URL: <http://nissan-club.com.ua/yevropa-na-odin-krok-vid-majbutnogo-tehnologiyi-avtomobilebuduvannya>.

Бахмут Максим Іванович – студент, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти, ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», ФМІ ім. Г. В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Bakhmut Maksym - student, Luhansk Taras Shevchenko National University

Kolesnikov Valeriy - Ph.D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Lviv National University, Research Fellow, Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, FMI them. G.V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 629.113

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Антонюк О. П. к.т.н.

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ ВАНТАЖНИХ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розглянуто особливості застосування процесу забезпечення запасними частинами, який дозволяє враховувати доступність запасних частин в регіоні та фінансові можливості АТП для визначення номенклатури та кількості запасних частин, які необхідно зберігати на складі підприємства, що дозволило підвищити ефективність експлуатації рухомого складу автотранспортного підприємства.

The peculiarities of the spare parts supply process are considered, which allows taking into account the availability of spare parts in the region and the financial capacity of ATP to determine the range and number of spare parts to be stored in the warehouse, which increased the efficiency of rolling stock.

Вступ. До транспортних компаній та організацій, що займаються вантажними перевезеннями, пред'являються жорсткі вимоги щодо наданих транспортно-експедиційних послуг. Ці вимоги значною мірою відносяться до надійності автотранспортних засобів (АТЗ), яка безпосередньо впливає на формування потреби в запасних частинах (ЗЧ). Тому політика у сфері формування, зберігання та управління запасами ЗЧ впливає на можливість зниження експлуатаційних витрат та підвищення рентабельності перевізного процесу. У той час, у процесі визначення обсягу запасів необхідно враховувати оптимальну потребу ЗЧ для конкретних умов експлуатації АТЗ. Тому можна відзначити певну суперечність між необхідністю мінімізувати витрати на ЗЧ (їх доставку та зберігання) та відсутністю оптимальної системи управління запасами ЗЧ на рівні автотранспортного підприємства (АТП). Тому, розрахунки з оптимізації системи управління запасами ЗЧ на рівні АТП для забезпечення мінімальних витрат на придбання, доставку та зберігання ЗЧ в умовах жорстких вимог до якості послуг, що надаються, з урахуванням особливостей експлуатації сучасного різномарочного рухомого складу, представляють безсумнівний науковий та практичний інтерес [1-4].

Як основні причини для створення запасів в умовах АТП можуть виступати [1, 2]:

- порушення встановленого графіка поставок ЗЧ, що призводять до негативних наслідків, пов'язаних із зупинкою виробничого процесу обслуговування та ремонту рухомого складу та, як наслідок, припинення виконання ним транспортної роботи;
- сезонні коливання обсягів певних видів перевезень (перевезення сільськогосподарської продукції), що може позначатися на інтенсивності експлуатації АТЗ і, відповідно, зростання споживання ЗЧ та необхідності збільшення їх запасів;
- необхідність забезпечення рівномірності та стабільності виробничих процесів ТО та ремонту АТС в умовах суттєвих коливань попиту на ЗЧ шляхом формування раціональних рівнів запасів та оптимізації інтервалів їх поставок;
- необхідність негайного обслуговування та ремонту АТЗ, що забезпечують особливо значущі види перевезень, що вимагають скорочення часу видачі ЗЧ із запасу, що знижує час простою рухомого складу у непрацездатному стані;
- вимоги спрощення управління процесами матеріально-технічного забезпечення та, відповідно, виробництвом ТО та ремонту АТЗ (наявність виробничих запасів дозволяє знизити вимоги до рівня узгодженості виробничих процесів, що знижує витрати на організацію управління цими процесами);
- знижки для придбання великих партій ЗЧ у межах формування запасів;

- можливості отримання прибутків з допомогою спекуляції під час передбачення різкого підвищення ціни ЗЧ і матеріали.

Тому забезпеченню автотранспортних засобів запасними частинами постійно приділяється велика увага. Це пояснюється тим, що створити абсолютно надійний об'єкт неможливо й для підтримки його в працездатному стані завжди потрібні запасні частини. Запасні частини застосовуються для усунення випадкових відмов і заміни деталей, що зносилися і виробили свій ресурс.

Збільшення парку та номенклатури автомобілів вимагає удосконалення підходів щодо організації та проведення поточних ремонтів та технічного обслуговування під час експлуатації. Крім того, збільшення часу ремонту та обслуговування підвищує матеріальні збитки автотранспортних підприємств.

Розглянуті тенденції сприяють постійному збільшенню експлуатаційних витрат. Так, по даним наданим ТОВ «Вінницьке автотранспортне підприємство -10556» за 2018 рік витрати на запасні частини склали 18% від загальних затрат на експлуатацію автомобіля. На нашу думку це значні матеріальні активи, які потребують оптимізації та постійного моніторингу.

Підвищення ефективності експлуатації рухомого складу АТП можливо досягти шляхом покращення організації забезпечення запасними частинами, що в свою чергу дозволить зменшити простої автомобілів в ТО та ремонті та підвищити ефективність їх експлуатації.

Таким чином покращення та реалізація процесу забезпечення запасними частинами дозволить приймати ефективні управлінські рішення про своєчасне забезпечення автотранспортного підприємства відповідною номенклатурою та кількістю запасних частин і покращити економічні показники діяльності підприємства, що є актуальним в сучасних умовах діяльності.

Тому запропоновано процес забезпечення запасними частинами, який вперше дозволяє враховувати доступність запасних частин в регіоні та фінансові можливості АТП для визначення номенклатури та кількості запасних частин, які необхідно зберігати на складі підприємства.

Практична реалізація запропонованих рішень полягає в тому, що теоретичні положення й методичні розробки з покращення процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортних підприємств дозволяють вирішувати завдання своєчасного забезпечення рухомого складу АТП необхідною номенклатурою та кількістю запасних частин, які враховують доступність запасних частин в регіоні та фінансові можливості АТП, збільшити оборотність власного капіталу, зменшити сукупні витрати на придбання, зберігання, поповнення запасів, удосконалити систему матеріально-технічного забезпечення рухомого складу та збільшити прибуток АТП.

Результати дослідження. Експериментальне дослідження проводилося з метою визначення впливу на ефективність експлуатації рухомого складу АТП процесу забезпечення необхідними запасними частинами. Для проведення експериментального дослідження було обрано метод пасивного експерименту.

Статистичну інформацію під час проведення експерименту отримували з існуючої на підприємстві документації без спеціального нагляду за автомобілями.

Проведення експериментального дослідження передбачало збір наступної статистичної інформації: дата випуску автомобіля, дата встановлення нової запасної частини, напрацювання автомобіля на момент заміни деталей; вартість запасних частин.

Збір масиву статистичної інформації про використання рухомим складом ТОВ «Вінницьке автотранспортне підприємство-10556» запасних частин охоплює період часу їх експлуатації з 01.01.2018р. по 01.01.2019р. З огляду на реальну можливість одержання статистичної інформації, для експериментального дослідження обрано 67 сидельних тягачів Scania 4-ї серії з середньою тривалістю експлуатації 10 років.

Одержану статистичну інформацію про кількість та вартість використаних запасних частин рухомим складом згруповано в 19 груп, згідно із каталогом виробника автомобілів та представлено на рис. 1, з якого видно, що найбільша кількість номенклатурних позицій, в яких

виникла потреба спостерігається для елементів кабіни що обумовлюється наявністю 69 позицій до яких належать, наприклад, втулки підвіски кабіни (зфіксовано 179 замін), обмежувач ходу кабіни (107 замін), та кронштейн підвіски кабіни (15 замін).

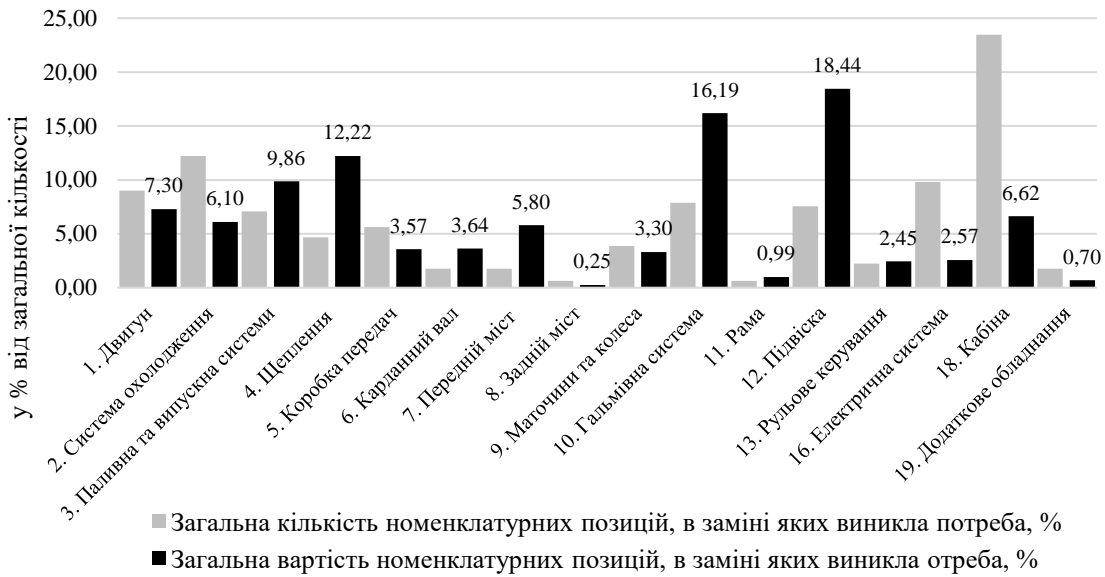


Рисунок 1 - Розподіл по групам, номенклатури та кількості запасних частин в яких виникла потреба при спостереженні за експлуатацією автомобілів Scania

Найбільш дороговартісною є підвіска автомобіля. Дана група налічує лише 43 номенклатурних позиції проте для них зафіксовано 1038 замін.

За результатами статистичного спостереження за рухомим складом ТОВ «Вінницьке автотранспортне підприємство-10556» проведено ABC-аналіз номенклатури запасних частин, в яких виникла потреба протягом 2018 року. Побудовано кумулятивну криву розподілу номенклатури запасних частин на групи А, В та С, яку наведено на рис. 2, з якого видно, що до групи А відноситься 11% номенклатурних позицій при цьому матеріальні витрати по них становлять 69% від загальної суми; до групи В відноситься 23% номенклатурних позицій при цьому матеріальні витрати по них становлять 27% від загальної суми та до групи С відноситься 61% номенклатурних позицій, що відповідає 8% від загальних матеріальних витрат.

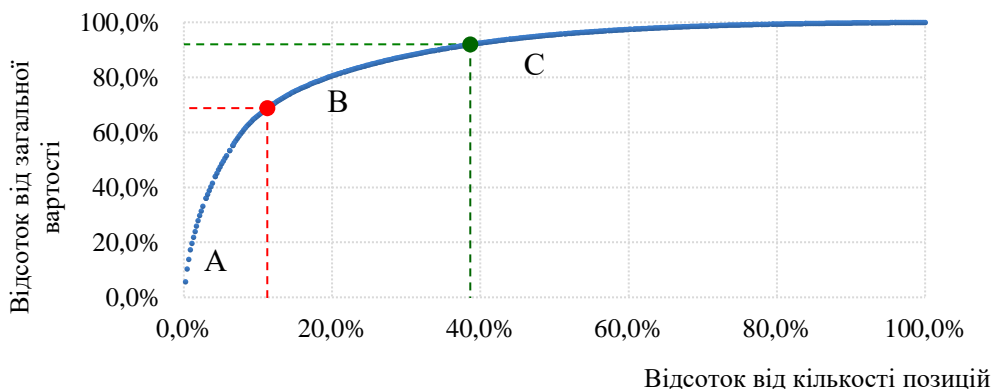


Рисунок 2 – Кумулятивна крива номенклатури запасних частин для рухомого складу ТОВ «Вінницьке АТП-10556»

Результати розподілу номенклатури запасних частин на групи для рухомого складу ТОВ «Вінницьке АТП-10556» наведено в табл. 1. Для кожної номенклатурної позиції визначено

коефіцієнт варіації, що дозволило провести двухмірний аналіз ABC-XYZ та отримати 9 номенклатурних груп, для яких запропоновано, згідно з алгоритмом процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства відповідні стратегії управління запасами запасних частин.

Таблиця 1 - Результати розподілу номенклатури запасних частин на групи для рухомого складу ТОВ «Вінницьке АТП-10556»

Показник	Номенклатурна група			Всього
	А	В	С	
Відсоток від загальної вартості	69%	23%	8%	100%
Відсоток від загальної кількості	11%	27%	61%	100%
Кількість позицій	53	129	289	471
Середнє арифметичне	163548,8	22662,0	3489,9	26751,7
Мінімальне значення	54089,1	11051,4	48,6	48,6
Максимальне значення	724371,2	52812,5	11028,0	724371,2
Размах варіації	670282,1	41761,1	10979,4	724322,6

Висновки. В основу рекомендацій щодо оптимального забезпечення рухомого складу АТП відповідною номенклатурою та кількістю запасних частин покладено аналіз результатів проведення розрахунково – експериментального дослідження, який дозволив сформулювати номенклатуру та визначити з мінімальними ризиками кількість запасних частин, яку доцільно зберігати на складі АТП та відповідно встановити ті позиції для яких потрібен моніторинг наявності на складах у постачальника для забезпечення можливості придбання таких запасних частин при виникненні потреби по факту.

Список використаних джерел

1. Біліченко В. В. Обґрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП для підтримки в справному стані його рухомого складу / В. В. Біліченко, О. П. Антонюк. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – №2(77). – С. 56 – 61.
2. Біліченко В. В. Про раціональний підхід до забезпечення запасними частинами вантажних АТП регіону / В. В. Біліченко, В. А. Макаров, Т. В. Макарова, О. П. Антонюк // Луцький національний технічний університет. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»), випуск 62, 2018. – С. 29 - 35.
3. Кравченко О. П. Визначення необхідності зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства / О. П. Кравченко, Є. А. Верітельник // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2015. – №2(219). – С. 86–90.
4. Сумец А.М Логистика автотранспортных систем. Часть 2. Прогнозирование затрат на запасные части агрегатов автомобилей / А. М. Сумец. – Х.: ООО «Контур», 2007. – 112 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, ректор Вінницького національного технічного університету, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Антонюк Олег Павлович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: asp_antonuk@ukr.net

Bilichenko Viktor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Rector of Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Antonyuk Oleh - Ph.D. (Eng.), Senior Lecturer, Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: asp_antonuk@ukr.net

УДК 629.113

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

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ТА МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕДАЧІ ДЕРЖАВНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ У ПРИВАТНУ ВЛАСНІСТЬ

Проаналізовано доцільність передачі державних транспортних підприємств у приватну власність. Розглянуто механізм концесії за яким держава може залучати не лише кошти приватних інвесторів, а й передові технології управління, людські та організаційні ресурси бізнесу, забезпечуючи високу якість роботи.

The expediency of transferring state transport enterprises to private ownership is analyzed. The concession mechanism under which the state can attract not only private investors, but also advanced management technologies, human and organizational business resources, ensuring high quality work is considered.

Вступ. У державній власності знаходяться інфраструктурні об'єкти, які мають стратегічне значення для забезпечення національної безпеки та функціонування економіки та суспільства. При цьому державні інституції займаються розподілом ролі представників споживачів та виробників між різними структурами [1].

На основі поділу функцій покупця і постачальника формуються так звані квазіринки, що сприяє підвищенню якості послуг, що надаються [2].

Результати дослідження. До найпоширеніших видів державно-приватного партнерства в західних країнах у даний час належать контракти з приватними фірмами на поставку товарів і послуг, відповідальність за задоволення потреб яких лежить на державному секторі, концесії, спільних підприємства, що передбачають пайову участь приватного капіталу в державних підприємствах. У концесійних проектах спостерігається оптимальне співвідношення участі державного та приватного капіталу в реалізації права власності.

Основною перевагою концесій у транспортній інфраструктурі вважається те, що це ефективний механізм управління державними активами [3].

Використовуючи механізм концесії, держава може залучати не лише кошти приватних інвесторів, а й передові технології управління, людські та організаційні ресурси бізнесу, забезпечуючи високу якість роботи [4].

Концесії значною мірою сприяють поширенню транспорту в країнах, що розвиваються.

У таблиці 1 наведено офіційну статистику реалізації концесійних проектів. Лідуючі позиції займають концесії BOT, BTO та Greenfield.

BOT: збирайте, експлуатуйте та передавайте. Концесійна компанія будує та експлуатує інфраструктуру як користувач протягом періоду концесії, по закінченні якого об'єкт повертається державі.

Таблиця 1 – Спільні транспортні проекти з приватним бізнесом в країнах що розвиваються та транзитних країнах

Ідентифікатор	BOT	BTO	Greenfield project (підприємство з нуля) BOO	Договір на обслуговування та лізинг	Інше	Загалом
Кількість	434	59	280	54	2	829
Акумуляовані інвестиції, млн. дол. США	77547	7392	56191	129	650	141259

ВТО: Створення, передача й експлуатація. Компанія-концесіонер будує об'єкт інфраструктури та передає його у державну власність одразу після завершення етапу будівництва. Після прийняття об'єкта державою він передається концесійній компанії, яка не має права власності на об'єкт, відповідно до концесійного договору.

ВОО: Побудуйте, володійте та експлуатуйте або новий проект. Концесійна компанія будує інфраструктуру та експлуатує її на праві власності та користування. Термін концесії не фіксований.

Договір оренди: об'єкт інфраструктури будується державою без участі орендаря, який, якщо дозволяє національне законодавство, може інвестувати в об'єкт. Лізингоодержувач несе відповідальність за його утримання, отримує плату від користувачів і частину її передає державі (оренду) для компенсації вкладених коштів.

Договір на обслуговування: його головна особливість полягає в тому, що концесіонер отримує від держави на управління та обслуговування вже завершеного об'єкта і не вкладає капіталовкладень. У деяких випадках наближається до лізингу [5-6].

Концесії BOT, ВТО і greenfield становлять 79% від загальної кількості проектів і 96% всіх інвестицій у цю транспортну галузь. На спільні підприємства припадає 10% проектів на загальну суму лише 711 мільйонів доларів. Решта проектів були договорами на управління, які не передбачали інвестицій приватного бізнесу (8 проектів, або 11% від загальної кількості).

У регіональній структурі традиційні концесії переважно зустрічаються в Латинській Америці, нові проекти у Східній Азії та спільні підприємства в Бразилії, Чилі та Китаї.

На етапі становлення ринкових відносин Україна, яка є власником більшості об'єктів транспортної інфраструктури, була не в змозі забезпечити нормальний процес відтворення та адекватний зростаючим потребам економіки та суспільства рівня функціонування транспортний комплекс. У розвинутих країнах на транспортну галузь припадає в середньому 4% бюджету, у деяких країнах, що розвиваються – до 8%. В Україні цей показник становить лише 2%.

В умовах дефіциту коштів, тим більше в умовах післявоєнного часу, на розвиток інфраструктури саме механізм концесії може забезпечити найбільш ефективне використання транзитного потенціалу України. Без залучення приватних джерел фінансування неможливо забезпечити реалізацію соціально значущих проектів, концентрацію державних органів на управлінських функціях, підвищення ефективності проектів, зниження державних ризиків, залучення кращих управлінських кадрів та ефективне функціонування державного майна.

Висновки. Таким чином, у більшості країн обмежені фінансові, насамперед інвестиційні, можливості держави та існуюча система управління не дозволяють транспортній інфраструктурі функціонувати на рівні, необхідному для відтворювальних процесів та задоволення зростаючих потреб економіки та суспільства. Найважливішою умовою збереження та розвитку цієї галузі та підвищення якості її послуг є пошук і залучення додаткових нетрадиційних джерел фінансування, насамперед на концесійних засадах. Успішна концесійна діяльність можлива лише за наявності законодавчої бази, здатної забезпечити рівноправні партнерські відносини між державою та бізнесом, у разі необхідності захистити суспільні інтереси та забезпечити прозорість роботи концесіонерів.

Економічний потенціал концесій у нашій країні досить високий. Концесійна політика України у сфері реформування транспортної інфраструктури має враховувати необхідність як модернізації існуючих об'єктів, так і будівництва нових.

Список використаних джерел

1. Європейський експертний центр ДПП. ЕРЕС Електронний ресурс: [Режим доступу]: http://www.eib.org/eprec/library/index.htm#Market_Updates
2. Європейський експертний центр ДПП. Огляд європейського ринку ДПП у 2018 році. Електронний ресурс: [Режим доступу]: https://www.eib.org/attachments/eprec/eprec_market_update_2018_en.pdf

3. Джеррард М. (2001). Що таке державно-приватне партнерство і чим воно відрізняється від приватизації. *Фінанси та розвиток*, 38(3): 45-51.

4. Грімсі Д., Льюїс М. (2002). Оцінка ризиків державно-приватного партнерства для інфраструктурних проєктів. *Міжнародний журнал з управління проєктами*, 20: 107-118.

5. Каппелер, А. (2013). ДПП та їх фінансування в Європі: останні тенденції та участь ЄІБ. Європейський інвестиційний банк.

6. Обмін інфраструктури західного узбережжя (WCX). Електронний ресурс: [Режим доступу]: <http://westcoastx.com/about/brochure.html>

Біличенко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, ректор Вінницького національного технічного університету, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

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

Аданніков Сергій Сергійович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.14b.b.adannikov@gmail.com

Bilichenko Viktor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Rector of Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Tsymbal Serhii - Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Adannikov Serhii – post-graduate student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: 1at.14b.b.adannikov@gmail.com

УДК 656.076:338.47

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

ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ МІСЬКОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Регулювання функціонування системи міського пасажирського транспорту за принципами логістики, системного підходу може забезпечити сталий розвиток системи міського пасажирського транспорту. Однак інтереси пасажирів найчастіше суперечать основній меті функціонування транспортних підприємств – отримання прибутку. Додаткові заходи, спрямовані на покращення якості перевезень, неминуче передбачають додаткові витрати підприємств, які здійснюють перевезення у міському сполученні. Таким чином, заходи, пов'язані з покращенням функціонування системи міського пасажирського транспорту, мають враховувати інтереси всіх учасників перевізного процесу за участю органів державного регулювання.

Regulating the functioning of the urban passenger transport system according to the principles of logistics, a systematic approach can ensure the sustainable development of the urban passenger transport system. However, the interests of passengers often contradict the main purpose of transport companies - to make a profit. Additional measures aimed at improving the quality of transportation inevitably involve additional costs for enterprises engaged in urban transportation. Thus, measures related to improving the functioning of the urban passenger transport system should take into account the interests of all participants in the transport process with the participation of state regulators.

Вступ. Використання загальних принципів логістики та теорії систем міського пасажирського транспорту передбачає її розділення та окрему характеристику кожної структурної складової: підсистеми, ланок, елементів, каналів функціонування, ланцюгів. У випадку виділяють два комплекси підсистем: функціональний і забезпечуючий.

Функціональний комплекс спрямовано на управління основними логістичними функціями. Таким чином, виділення функціональних сфер безпосередньо пов'язане з функціональними сферами логістики та продиктовано міркуваннями підвищення ступеня керованості загальним логістичним процесом у постачанні, виробництві та розподілі, а також завданнями логістичної координації та інтеграції. Забезпечуючий комплекс включає організаційно-економічну, логістичну інформаційну систему, правову та інформаційно-комп'ютерну підтримку, екологічне та ергономічне забезпечення логістики.

Аналіз існуючих даних. За думкою науковців, підсистема всієї транспортної системи - виділена відповідно до організаційної структури сукупності елементів та ланок окрема підсистема, що реалізує завдання логістичного адміністрування системи в цілому та/або управління комплексом логістичних функцій в окремій сфері бізнесу.

Усі показані підсистеми містять в собі елементне розгалуження за системними ознаками – перевезення вантажів чи пасажирів, а підсистеми зовнішнього та промислового транспорту – розгалуження за видами транспорту, оскільки вони мають свої відокремлені території. Систему міського обслуговування населення міста називають міський транспорт.

Основна частина. На ринку пасажирських послуг конкурують різні види транспорту, що надають пасажирам різноманітну кількість послуг, іноді нерівнозначних за ціною, швидкістю, регулярністю та рівнем комфортності поїздок. Основним видом транспорту, що здійснює перевезення пасажирів у міському сполученні, є автобусний транспорт. У науковій літературі зазначається, що автобусний та автомобільний транспорт значно виділяється та розвивається серед інших видів транспорту.

Серед переваг даного виду транспорту виділяють:

- 1) маневреність;
- 2) можливість організації екстрених перевезень з відхиленням від фіксованого руху;

- 3) зміни маршруту;
- 4) високу швидкість руху;
- 5) комфортабельність поїздки.

Однак автомобільний транспорт великої місткості є джерелом забруднення навколишнього середовища (зокрема джерелом канцерогенного пилу, отруєння повітря вихлопними газами в місцях скупчення людей) і має сильну вібраційну та шумову дію.

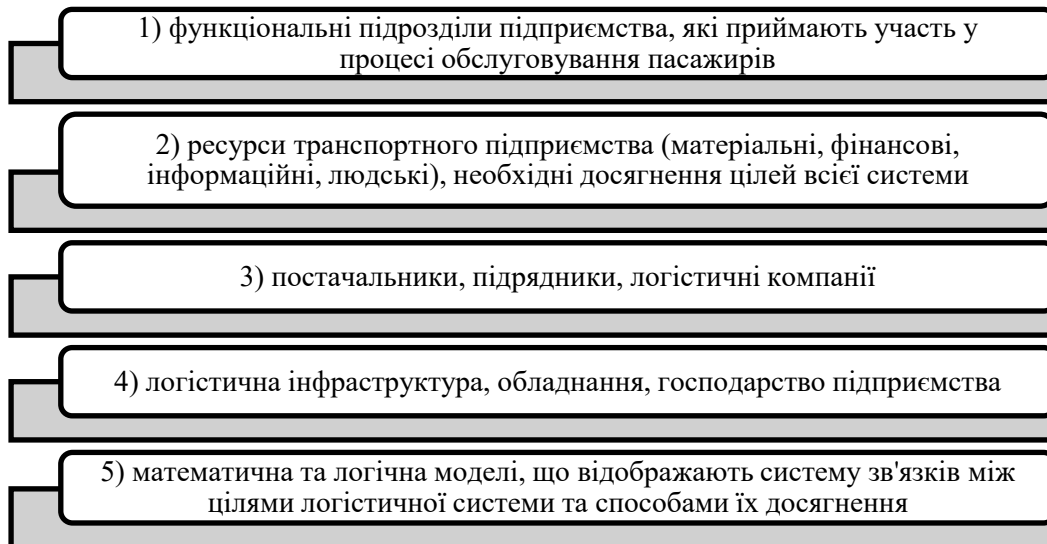


Рисунок 1 – Об'єкти логістичної системи транспортної мережі міста

Одним із різновидів автобусних перевезень є перевезення пасажирів автобусами особливо малої місткості, що працюють у режимі маршрутних таксі. У цьому випадку варто відзначити також маневреність, підвищену комфортабельність перевезень, високу швидкість пересування. За ці переваги пасажирів змушені будуть оплатити більшу вартість перевезення, в порівнянні зі звичайними перевезеннями в автобусах чи громадському транспорті. Варто зазначити, що найчастіше пільгові категорії в даному виді транспорту (перевезень) відсутні, а отже, даний вид транспорту практично недоступний для малозабезпечених або пільгових груп населення.

Тролейбусні пасажирські перевезення здійснюються у містах, населення яких перевищує 300 тис. осіб. За наявності інших видів транспорту тролейбус виконує роль допоміжного виду транспорту, проте за відсутності конкуруючих видів – успішно – роль основного. До переваг використання тролейбусів для перевезення пасажирів у міській зоні варто віднести: екологічність, низький вібраційний вплив, комфортність поїздки, маневреність (порівняно з трамваєм), низький рівень екологічного впливу на навколишнє середовище, відносно низьку собівартість перевезень, нижчий розмір тарифу на проїзд. Однак даний вид транспорту не може відхилитися від фіксованих ліній маршрутів, залежний від наявності електричної енергії, обмежений у маневреності руху за наявності перешкод на дорозі.

Основними перевагами використання трамвайної мережі є: екологічність; економічність; висока швидкість перевезення; низький інтервал та висока швидкість руху.

Основними недоліками використання трамвайного транспорту є:

- 1) необхідність використання окремих колій для забезпечення можливості руху трамваю;
- 2) низький рівень безпеки під час посадки/висадки пасажирів у трамвай чи з салону трамваю;
- 3) часті зупинки автомобілів, які зобов'язані пропустити пасажирів трамваю під час їх посадки/висадки.

Аналіз руху транспортних потоків дозволяє дослідити особливості функціонування усієї системи та оптимізувати її роботу в рамках одного елемента – автотранспортного підприємства (АТП). Це дозволяє вивчити особливості його функціонування, умов

регламентування графіків та режиму роботи, а також механізмів отримання та розподілу прибутку в умовах ринкової економіки та комерційної спрямованості соціально значущої системи.

Враховуючи соціальну, економічну та екологічну спрямованість функціонування системи громадського транспорту, під час аналізу її діяльності та виявлення проблемних моментів необхідним є застосування системного підходу та застосування основних логістичних принципів. Виділення елементів та підсистем дозволяє ідентифікувати проблеми, відкидати окремі моменти та визначати заходи, спрямовані на вирішення виявлених проблем.

Основні переваги логістичного підходу управління транспортною системою наведені на рис. 2:

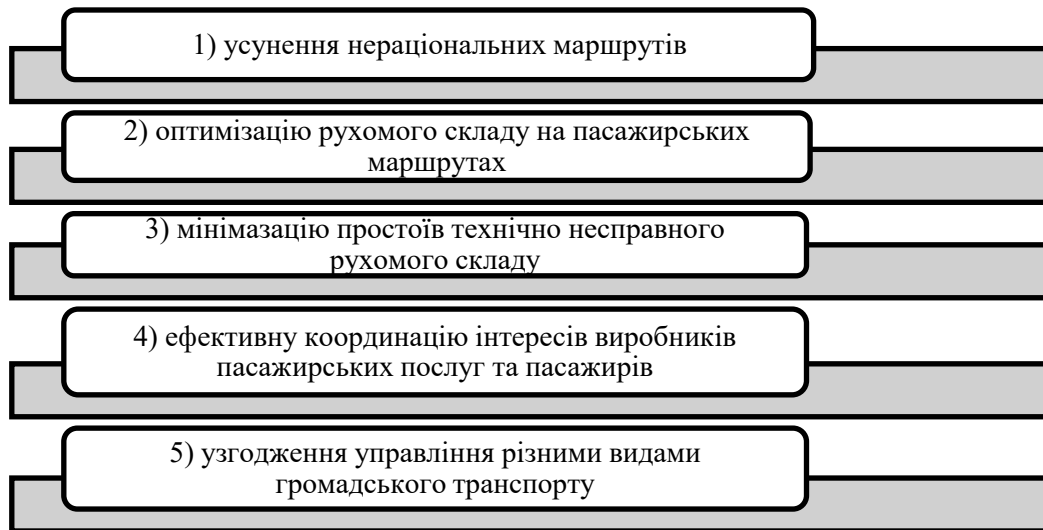


Рисунок 2 - Основні переваги логістичного підходу управління транспортною системою

Управління системою міських пасажирських перевезень за принципами логістики дозволяє знизити рівень екологічного впливу системи на навколишнє середовище, розробляти комплексні заходи, створені для поліпшення роботи всієї системи як з точки зору економічних показників, так і з погляду безпеки перевезень.

Однак, у тому разі, коли приймається рішення створити можливості для логістичного управління громадським транспортом, можуть виникнути наступні проблеми:

1) зношеність рухомого складу. Головне завдання логістики полягає у виявленні оптимального віку та ресурсу рухомого складу, який розраховується шляхом співвідношення витрат на обслуговування рухомого складу з його залишковою вартістю і продуктивністю;

2) недостатня інформаційна підтримка процесу перевезень та надання послуг транспортним підприємством;

3) складнощі у побудові та/або коректуванні маршрутів пасажирських перевезень;

4) недостатня заповнюваність салону громадського транспорту пасажирами;

5) обов'язкова необхідність страхування рухомого складу;

6) складнощі в організації спільної роботи різних видів транспортних засобів;

7) недолік та недостатня кількість програмних засобів та продуктів для сфери транспортної логістики.

Переваги логістичного управління громадським транспортом наведено на рисунку 3.

Зазначені переваги стосуються переважно експлуатаційних показників роботи транспортної системи. Забезпечення екологічної безпеки визначено як групу заходів, які забезпечують формування транспортного потоку. Однак, на думку науковців, екологічна безпека має бути віднесена до переваг логістичного підходу, оскільки посилення норм роботи автобусного рухомого складу та розвиток інфраструктури для екологічно чистих видів транспорту передбачає координацію інтересів органів муніципальної влади та автотранспортних підприємств.

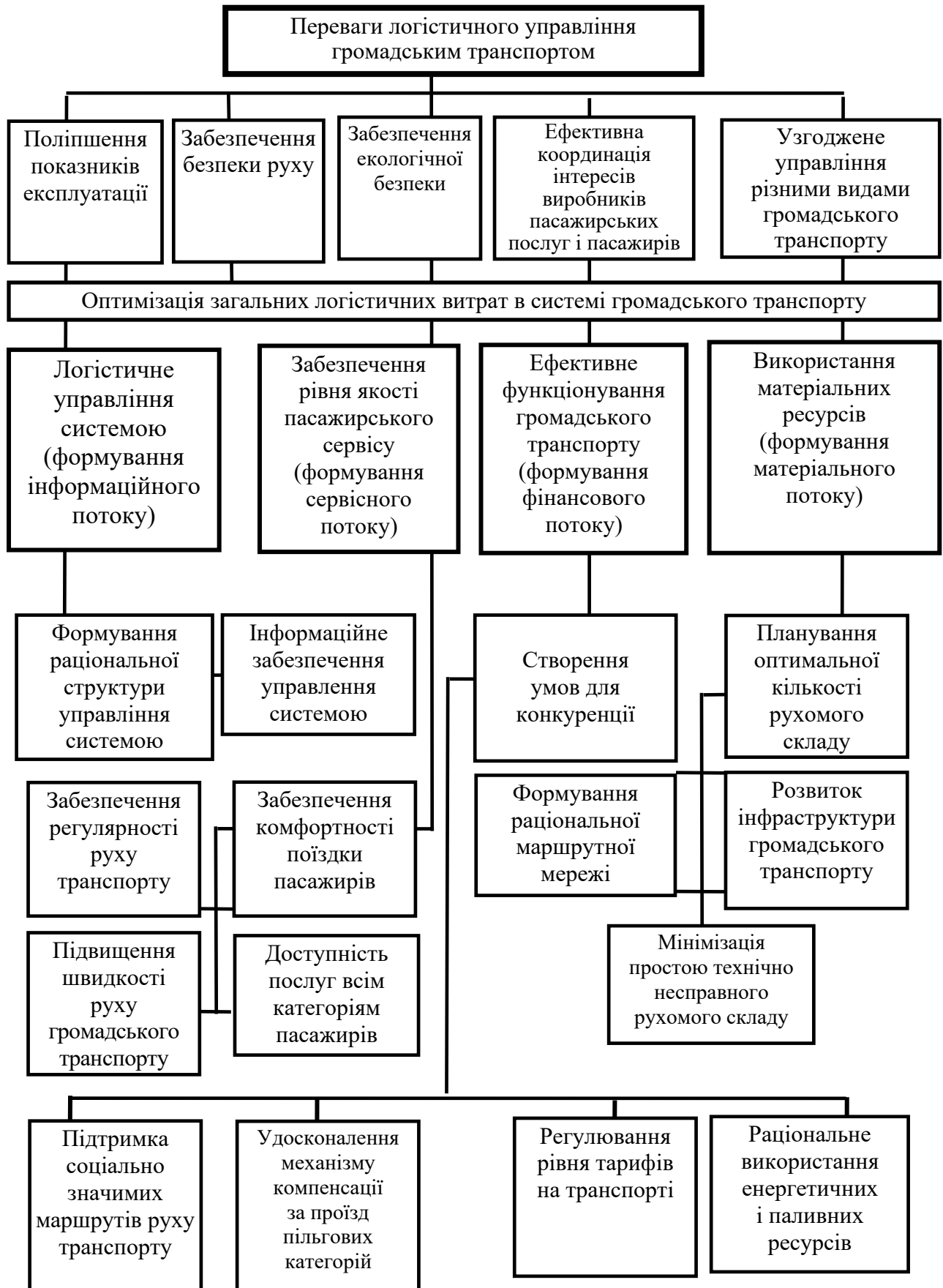


Рисунок 3 – Переваги логістичного управління

Оцінка екологічної складової сприяє зниженню загальних логістичних витрат у системі. Таким чином, визначено, що екологічну складову системи міських пасажирських перевезень на теперішній час необхідно продовжувати враховувати, оскільки у цьому полягає майбутнє розвитку міста та здоров'я населення.

Також необхідно враховувати безпеку перевезень. Цей пункт віднесено до формування сервісного потоку. Так, забезпечення безпеки дорожнього руху та його учасників є не просто напрямом покращення якості сервісних послуг. У зарубіжних методиках оцінки роботи транспортної системи, а також методики розрахунку забезпечення безпеки руху можна зустріти оцінку дорожнього травматизму. Зниження показників аварійності та травматизму на дорозі, як у загальному транспортному потоці, так і окремо за участю громадського транспорту, є необхідним напрямком, який зменшить загальні витрати в системі громадського транспорту.

Формування матеріального потоку у системі передбачає проведення заходів, які полягають у створенні конкурентних умов на ринку пасажирських перевезень і під час здійснення перевізного процесу; формування раціональної маршрутної мережі; оптимізацію кількості рухомого складу, що працює на маршрутах міста; вдосконалення інфраструктури громадського транспорту.

Формування фінансового потоку передбачає заходи щодо підтримки соціально значимих маршрутів, раціоналізації використання паливних та енергетичних ресурсів у системі, удосконалення механізму компенсації за проїзд пільгових категорій пасажирів. Оскільки пільгові категорії пасажирів фінансуються різними рівнями бюджету, необхідно, щоб транспортні підприємства у повному обсязі могли отримувати компенсації за надані послуги.

Забезпечення високого рівня якості пасажирського сервісу передбачає планування та проведення комплексу заходів, спрямованих на забезпечення регулярності руху транспорту за маршрутами, з належним рівнем комфорту при скороченні часу, витраченого на поїздку, що може бути досягнуто шляхом збільшення швидкості руху за рахунок заходів щодо виділення пріоритетних смуг для міського пасажирського транспорту. При цьому послуги, що надаються пасажиром, повинні бути доступні за вартістю для всіх груп населення, оскільки вся система транспорту має соціальну спрямованість.

Формування інформаційного потоку передбачає, в свою чергу, формування раціональної структури управління системою. Будь-яке прийняття рішень щодо роботи міського пасажирського транспорту неможливе без наявності актуальної та достовірної інформації. Управління системою та прийняття рішень має бути засноване на попередньому аналізі первинних даних, тому інформаційна підтримка та забезпечення управління системою міських пасажирських перевезень є необхідним та важливим компонентом функціонування системи міського пасажирського транспорту.

Таким чином, використання логістичного підходу в управлінні системою міського пасажирського транспорту дозволяє:

- 1) покращити експлуатаційні показники роботи громадського міського транспорту;
- 2) оптимізувати міську маршрутну мережу;
- 3) узгодити роботу різних видів транспорту та підвищити безпеку руху;
- 4) скоординувати інтереси органів місцевого управління, транспортних підприємств та споживачів транспортних послуг;
- 5) мінімізувати екологічні наслідки роботи системи.

Сукупність переваг, що дає розробка заходів у цих напрямках, дозволяє знизити загальні витрати у системі. При цьому для покращення управління транспортною системою необхідно створення інформаційної системи, що дозволяє отримувати повну та актуальну інформацію про роботу міського пасажирського транспорту з метою розробки та координації заходів, спрямованих на вдосконалення його роботи.

Висновки. Логістичний підхід до управління системою міського пасажирського транспорту дає змогу: покращити експлуатаційні показники роботи громадського міського транспорту, оптимізувати міську маршрутну мережу, погодити роботу різних видів

транспорту; скоординувати інтереси органів муніципального управління, транспортних підприємств та споживачів транспортних послуг; мінімізувати екологічні наслідки роботи системи; підвищити безпеку руху.

Удосконалення державного регулювання системи міського пасажирського транспорту, засноване на принципах логістики, є можливим шляхом створення та функціонування Логістичного центру міського пасажирського транспорту, який дозволить оптимізувати управління транспортними процесами, проводити моніторинг якісних показників роботи системи та на основі отриманих результатів керувати рухом фінансових потоків між ланками системи. Тому важливо і необхідно формувати систему логістичного управління діяльністю автотранспортних підприємств, оскільки це є одним із важливих напрямів державного регулювання системи міського пасажирського транспорту.

Список використаних джерел

1. Біліченко В.В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень. / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал, С.С. Коробов // ВНТУ. Серія машинобудування та транспорт: збірник наукових праць. – Вінниця, 2014.
2. Біліченко В.В. Аналіз чинників якості транспортного обслуговування пасажирів у містах». / В.В. Біліченко, С.С. Коробов, Р.С. Лановий, А.В. Свершок // Міністерство освіти і науки України. Збірник наукових праць ВНТУ. Вінниця, 21-23 березня 2018 року. с. 3480-3483.
3. Дмитриченко В.Ф. Транспортні технології в системах логістики./ В.Ф. Дмитриченко – К.: «Хай-Тек Пресс», 2008. – 320 с.
4. Кучерук Г.Ю. Якість транспортних послуг: управління, розвиток та ефективність: Монографія. / Г.Ю. Кучерук. – К.: ДЕДУТ, 2011. – 208 с.
5. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії. / Є.В. Крикавський – Львів: «Інтелект-Захід», 2006 – 456 с.
6. Топольницький О.Г. Аналіз, оцінка та моніторинг якості і ефективності роботи підприємства. Методичний посібник. / О.Г. Топольницький – К.: Держспоживстандарт України, 2003.
7. Цимбал С.В. Класифікація маршрутів міських пасажирських перевезень. / С.В. Цимбал // ВНТУ. Серія машинобудування та транспорт: збірник наукових праць. – Вінниця, 2016.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік транспортної академії України, ректор Вінницького національного технічного університету, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

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

Свершок Антон Васильович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

Bilichenko Viktor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Rector of Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Tsymbal Serhii - Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Svershok Anton - graduate student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

УДК 629.33

Борисюк Д. В., к.т.н.; Заїчко В. О.

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

В роботі представлено аналіз існуючих методів діагностування автомобільних генераторів з точки зору їх застосовності в умовах станцій технічного обслуговування.

The paper presents an analysis of existing methods for diagnosing automotive generators in terms of their applicability in the conditions of service stations.

Вступ. Головну роль в забезпеченні електроенергією споживачів на автомобілях виконує генератор. Відмови генераторів становлять близько 21% від усіх відмов електро-обладнання автомобілів [1]. Несправність генератора може призвести до різних наслідків: від виходу з ладу акумуляторної батареї або електронних пристроїв до виникнення дорожньо-транспортної пригоди (наприклад, відбувається відключення електропідсилювача рульового управління). У зв'язку з цим виникає необхідність отримання оперативної та достовірної інформації про поточний стан автомобільних генераторів.

Основна частина. Для оцінки технічного стану вузлів та агрегатів автомобіля розроблено велику кількість методів діагностування, що відрізняються за параметрами вимірювання, принципом вимірювання, способом визначення, засобами діагностування і т.д. Методи діагностування автомобілів та їх складових частин розглядаються у роботах [2-13].

Закономірності зміни технічного стану електрообладнання автомобілів у процесі експлуатації розглянуто в роботах А.В. Акімова, А.Г. Сергєєва, В.Є. Ютта, Н.М. Ільїна, Ю.Л. Тимофєєва, Д.А. Сосніна, В.А. Набоких, Ю.П. Чижкова, А.М. Резніка, В.М. Козловського, В.В. Літвіненко, Б.А. Данова, В.Ф. Яковлева, А. Scacchioli, P. Pisu, G. Rizzoni, X. Zhang, H. Uliyar, L. Farfan-Ramos, Y. Zhang, M. Salman та ін.

Класифікація сучасних методів діагностування автомобільних генераторів представлена на рис. 1.

В основу класифікації покладено такі ознаки: параметри, що вимірюються (структурні, робочих і супутніх процесів); принцип вимірювання (суб'єктивні та інструментальні); спосіб визначення (вимагають чи не вимагають демонтажу з автомобіля та розбирання); засоби діагностування (зовнішні, вбудовані та бортові).

Прямі методи (поелементне діагностування, дефектація) мають такі переваги, як точність, наочність, достовірність, можливість застосування досить простої технології вимірювань і звичайного інструменту.

Прямі методи дозволяють визначити структурні параметри, що безпосередньо пов'язані з працездатністю генератора. До таких параметрів можна віднести: електричні опори обмоток статора та ротора, міжвиткової та корпусної ізоляції, напівпровідникових діодів; діаметр та биття контактних кілець; висоту щіток; люфт підшипників та ін.

До недоліків прямих методів діагностування слід віднести необхідність зняття генератора з автомобіля, а також часткового або повного розбирання генератора та високу трудомісткість. Ще одним недоліком прямих методів діагностування є те, що після закінчення робіт потрібно проведення стендових випробувань генератора, оскільки тільки перевірка відповідності вихідних параметрів технічним нормативам дозволяє встановлювати генератор назад на автомобіль.

В основі суб'єктивних (органолептичних) методів лежать способи визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Однак отримання, аналіз інформації, а також прийняття рішення про технічний стан проводяться за допомогою органів чуття оператора, що має досить високу похибку.

Найбільшого поширення набули такі суб'єктивні методи: візуальний; прослуховування роботи генератора (аудіальний); обмацування генератора (тактильний).

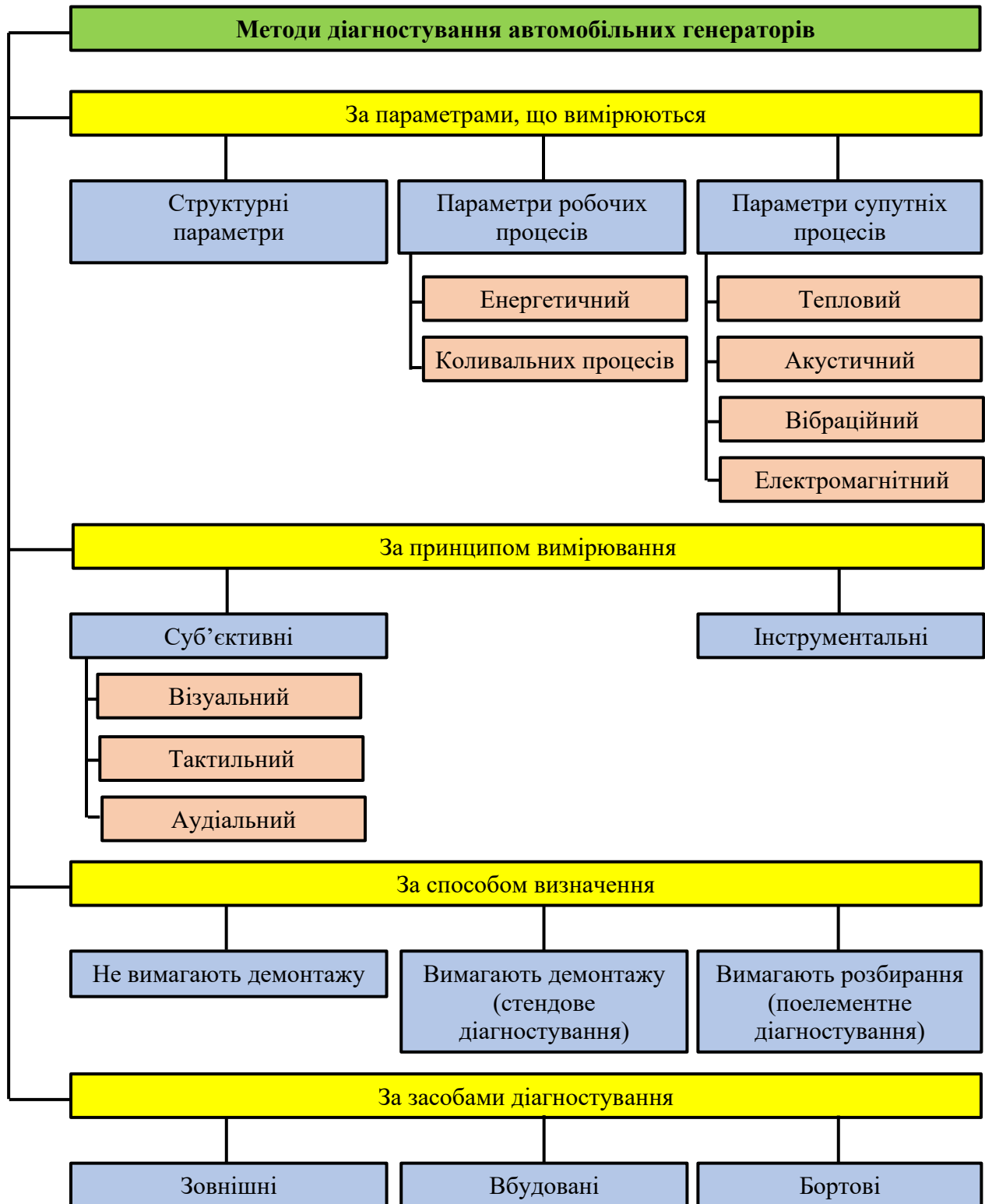


Рисунок 1 – Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів

Візуальний метод дає можливість виявити, наприклад, такі несправності: тріщини та знос приводного ременя; підгорання, розтріскування і обсипання ізоляції обмоток та пазової ізоляції; електроерозію міді проводів.

Прослуховування роботи генератора дозволяє визначити недостатній натяг приводного ремня, оскільки він супроводжується характерним «свистом».

Методом обмацування генератора можна визначити такі несправності: надлишковий або недостатній натяг ремня генератора, не обладнаного автоматичним натяжним пристроєм; ослаблення кріплення генератора та проводів – за відносним переміщення деталей; міжвиткові та короткі замикання обмоток статора та ротора – за надмірним нагріванням поверхні генератора.

Висновок. Таким чином, загальними недоліками прямих та суб'єктивних методів діагностування є: низька оперативність, висока трудомісткість, недостатня інформативність. Для усунення цих недоліків розроблено об'єктивні методи діагностування.

Список використаних джерел

1. Пузаков А.В. Методика диагностирования автомобильных генераторов по параметрам выходного напряжения: Дисс. д-ра техн. наук: 05.22.10. / А.В. Пузаков – Оренбург, 2016. – 185 с.
2. Авдонькин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф.Н. Авдонькин. – М.: Транспорт, 1993. – 350 с.
3. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля / И.Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.
4. Болдин А.П. Научные основы разработки и использования систем внешнего и встроенного диагностирования на автомобильном транспорте: Автореферат дисс. д-ра техн. наук: 05.22.10. / А.П. Болдин – М., 1993. – 32 с.
5. Борц А.Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А.Д. Борц, Я.Х. Закин, Ю.В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
6. Денисов А.С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей / А.С. Денисов, А.С. Гребенников. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 272 с.
7. Мигаль В.Д. Методы технической диагностики автомобилей: учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
8. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. – М.: Транспорт, 1977. – 264 с.
9. Мороз С.М. Методы обеспечения работоспособного технического состояния автотранспортных средств / С.М. Мороз. – М.: МАДИ, 2015. – 204 с.
10. Сергеев А.Г. Диагностирование электрооборудования автомобилей / А.Г. Сергеев, В.Е. Ют. – М.: Транспорт, 1987. – 157 с.
11. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобиля / А.Г. Сергеев. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.
12. Спичкин Г.В. Диагностирование технического состояния автомобилей / Г.В. Спичкин, А.М. Третьяков, Б.Л. Либин. – М.: Высш. шк., 1983. – 368 с.
13. Технические средства диагностирования: справочник / под общ. ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 671 с.

Борисюк Дмитро Вікторович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bddv@ukr.net

Зайчко Владислав Олексійович – студент, Вінницький національний технічний університет

Borysiuk Dmytro – Ph.D. (Eng), Senior Lecturer, Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University? e-mail: bddv@ukr.net

Zaichko Vladislav – student, Vinnytsia National Technical University

УДК 352/354, 625. 7

Бруннер Х., д.т.н., проф.; Ліерс Х.; Макаров В. А., д.т.н., проф.;
Смирнов Є. В., к. т.н., доц.; Макарова Т. В., к.е.н., доц.

ДО ПИТАННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРАКТИЧНОГО ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОДОРОГАХ НІМЕЧЧИНИ

В Німеччині проводиться системне наукове дослідження та практичне зниження означеної аварійності шляхом об'єднання суміжних дій наступних значущих факторів: автомобільної та шинної промисловості, автополігонів, транспортної поліції (ТП), Федеральної служби з дорожніх питань, Медичного інституту та Технічного університету.

Germany is conducting systematic research and practical reduction of this accident by combining related actions of the following important factors: the automotive and tire industries, landfills, transport police (TP), the Federal Road Service, the Medical Institute and the Technical University.

Вступ. Сучасні автомобілі формують можливість мобільного транспортного забезпечення розвитку господарства та суспільства ФРН. Автомобільні транспортні засоби (АТЗ) є гарним та комфортабельним продовженням життєвого та виробничого простору населення планети. Але необхідно обов'язково звернути увагу на дуже суттєві негативні прояви використання АТЗ: пошкодження первинної природи та високий рівень аварійності на автодорогах.

Постановка проблеми. Колосальний рівень аварійності на автодорогах планети вимагає об'єднання зусиль усіх країн. Науковий та практичний досвід діяльності проекту GIDAS може підтримати успіх сумісної діяльності.

Мета роботи. Формування комплексного механізму для сумісного перманентного впливу дієвих факторів на зниження рівня аварійності.

Аналіз існуючих рішень.. Визначаються систематичними науковими роботами вищих навчальних закладів [1] та існуючою практичною діяльністю господарства та суспільства країни [2].

Результати дослідження. Німецьке поглиблене дослідження нещасних випадків на дорогах спеціалістам відомо як GIDAS. В Технічному університеті Дрездена створено ТОВ VUFO (Дослідження аварійності на автодорогах), яке сумісно з Дослідницьким об'єднанням німецької автопромисловості та Федеральним науково-дослідним інститутом автомобільних доріг (BAST), а також Медичним інститутом Ганноверу досліджують за рік біля 2000 ДТП, що мають пошкодження осіб або більш важкі наслідки. Поставлена ціль – документування ДТП: дуже детальне, репрезентативне, міждисциплінарне, анонімне та об'єктивне. Важливою є фіксація кількісних даних.

Нижче надано опис життєвого циклу функціонування VUFO, який починається зі сповіщення про скоєння ДТП від транспортної поліції або рятувальної команди. До місця ДТП прибувають 2 техника і 1 лікар, які також збирають сукупність певних даних. Медики продовжують обстеження в лікарні або за допомогою опитування. Для ДТП кодуються в середньому біля 3500 окремих параметрів. Обробка даних виконується анонімно. Реконструють кожну аварію. Виїзд здійснюється на спеціальних автомобілях VUFO, які мають необхідне обладнання та зовнішнє оформлення (рис. 1).



Рисунок 1 – Автомобілі VUFO на постах очікування звістки про скоєння ДТП

Дослідження виконуються в двох Землях ФРН. Величини територій обстеження: в зоні тяжіння Дрездена – біля 3500 км²; в зоні тяжіння Ганноверу – біля 3000 км² (рис. 2).

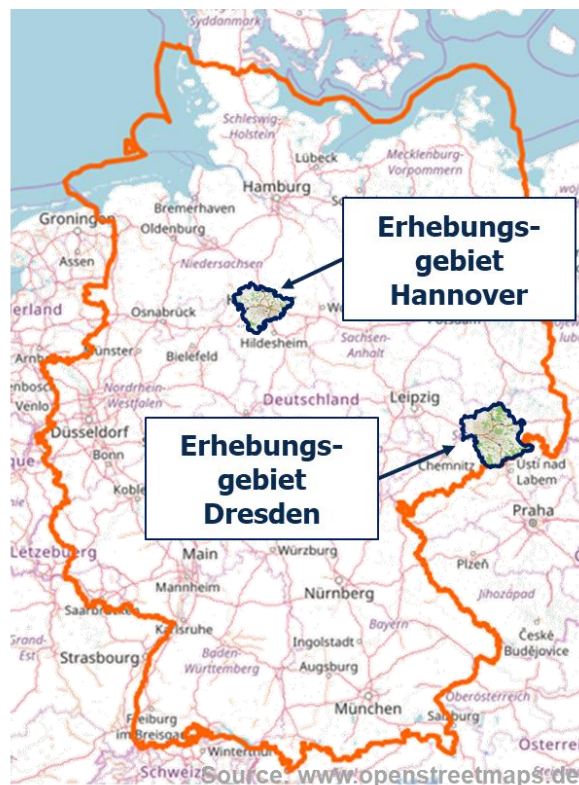


Рисунок 2 – Візуалізація периметру карти ФРН з висвітлюванням зон тяжіння біля Дрездена і Ганноверу

У кожній зоні дослідження проживають біля 1 млн мешканців. Території є репрезентативними для всієї Німеччини з точок зору географії, інфраструктури, кількості населення та автопарку.

Слід підкреслити, що реєструють ДТП, для яких виконуються чотири умови: щонайменше одна травмована особа; в період функціонування обстеження (2 зміни по 6 годин на добу); в межах визначеної території тяжіння; необхідно доїхати до останньої ДТП, яка зафіксована на території тяжіння в заданий період роботи.

Наведено фото місця, де скоїлася аварія та множина даних, які фіксуються (рис. 3). Це вид, тип, місце і час скоєння ДТП. Записується характеристика учасників, стан погоди, оточення та данні відео. На місці аварії складається ескіз схеми ДТП: лінії і траєкторії руху, сліди гальмування або заносу, положення місць зіткнення, знаки, перешкоди, ступінь активізації пасивної та активної систем безпеки АТЗ.



Рисунок 3 – Візуалізація фрагменту фото ДТП та ескізу даних, які фіксуються

Важливим результатом роботи VUFO є створення банку даних який містить всю зібрану інформацію по дослідженим ДТП (рис. 4).

Інформація в базі даних GIDAS (Станом на 2021)



Рисунок 4 – Інформація про аварійність в базі даних GIDAS за останні 22 роки

Висновки. Інформація в базі даних використовується великою кількістю користувачів, але перш за все, звичайно, виробниками транспортних засобів, постачальниками транспортних засобів та BAST. Дані GIDAS використовуються, для розробки інноваційних систем безпеки дорожнього руху, а саме:

- нових систем пасивної безпеки (ремені, подушки безпеки, тощо);
- підвищення безпеки пішоходів, велосипедистів та мотоциклістів;
- ретроспективної оцінки переваг систем безпеки;
- перспективної оцінки потенціалу майбутніх систем;
- складання сценаріїв автоматизованого водіння;
- використання пасивних засобів захисту;
- ефективності аналізу моделей травм та ризиків;
- покращення екстреної медицини / оптимізації етапу порятунку;
- підтримки профілактичної роботи;
- розробки нових законів та нормативних актів.

Список використаних джерел

1. Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden. Режим доступу: <http://www.vufo.de/> - Заголовок з екрану

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

Бруннер Хорст – д.т.н., професор, Технічний університет Дрездена, e-mail: Horst.Brunner@VUFO.de

Лієрс Хенрік – дипл. інженер, Технічний університет Дрездена, директор GmbH VUFO

Макаров Володимир Андрійович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: makarov@vntu.edu.ua

Смирнов Євгеній Валерійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua

Макарова Тамара Володимирівна – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Brunner Horst - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Dresden University of Technology, e-mail: Horst.Brunner@VUFO.de

Liers Henrik - B.Sc. engineer, Dresden University of Technology, Director GmbH VUFO

Makarov Volodymyr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: makarov@vntu.edu.ua

Smirnov Yevheniy - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua

Makarova Tamara - Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tomamakarova@ukr.net

УДК 629.341, 629.3.026.12

Войтків С. В., к.т.н.

АНАЛІЗ НАПРЯМКУ СТВОРЕННЯ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ РІЗНИХ ТИПОРОЗМІРІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРОВАНИХ І ТЯГОВИХ МОСТІВ КОМПАНІЇ BRIST AXLE SRL

Розглянутий напрямок створення міських електробусів малого, середнього та великого класів за довжиною їх кузовів на основі застосування керованих і тягових мостів виробництва італійської компанії "BRIST Axle Systems S.r.l.". Проведений аналіз можливості реалізації запропонованого напрямку та визначені основні конструктивні та експлуатаційні параметри електробусів.

The direction of creation of city electric buses of small, average and big classes on length of their bodies on the basis of application of the operated and traction bridges of production of the Italian company "BRIST Axle Systems S.r.l." is considered. The analysis of the possibility of realization of the offered direction is carried out and the basic constructive and operational parameters of electric buses are defined.

Вступ. Міські низькопідлогові електробуси прийняті практично усіма розвинутими країнами світу у якості найбільш прийнятних пасажирських транспортних засобів громадського користування для перевезень пасажирів на міських маршрутах. На нинішній час найширшого застосування у європейських та американських системах міських перевезень пасажирів набули електробуси великого класу, зокрема, з довжиною кузовів у діапазоні 12,0+0,35/-0,1 м. Загалом, для перевезень пасажирів застосовуються міські електробуси п'ятих класів за довжиною їх кузовів [1]:

- одинарні малого класу (МКл), довжина їх кузовів становить понад 6,0 м до 8,0 м;
- одинарні середнього класу (СКл) з довжиною кузовів понад 8,0 м до 10,0 м;
- одинарні великого класу (ВКл) з довжиною кузовів понад 10,0 м до 12,0 м;
- одинарні особливо великого класу (ОВКл), довжина їх кузовів становить понад 12,0 м до 15,0 м;
- зчленовані особливо великого класу (ОВКл) з довжиною кузовів до 18,75 м (дволанкові) та понад 18,75 м до 30 м (триланкові).

Електробуси різних типорозмірів мають різну повну конструктивну масу, тому, здебільшого, виготовляються на основі застосування різних моделей керованих і тягових мостів з відповідними допустимими навантагами. Навіть одна і та ж компанія обладнує свої моделі міських електробусів різних класів мостами різних виробників. Проте, з огляду на зменшення собівартості їх виробництва, економічно доцільнішим видається застосування керованих і тягових мостів одного виробника. Адже, у такому випадку, можна досягнути зменшення вартості мостів за рахунок збільшення сумарних обсягів їх придбання.

У даній роботі зроблена спроба оцінки можливості створення міських одинарних електробусів найбільш доцільних з умови економічної ефективності їх експлуатації трьох класів – малого, середнього та великого.

Метою роботи являється вибір та аналіз керованих і тягових мостів одного виробника та оцінка основних технічних параметрів міських низькопідлогових одинарних електробусів різних типорозмірів, спроектованих на основі їх застосування.

Аналіз існуючих конструкцій. Огляд та аналіз конструкцій сучасних моделей низькопідлогових міських одинарних електробусів МКл, СКл та ВКл дає можливість стверджувати, що у їх ходових частинах і трансмісіях застосовуються керовані та тягові мости наступних типів:

- з незалежною підвіскою одинарних коліс;

- із залежною підвіскою одинарних коліс керованих і тягового мостів та здвоєних коліс тягових мостів.

За колісною формулою більшість моделей електробусів усіх класів створена за традиційною для автобусів формулою 4x2.2, яка передбачає застосування тягових мостів, обладнаних здвоєними колесами. Проте, доволі багато електробусів створені на основі більш перспективної для таких пасажирських транспортних засобів колісної формули 4x2.1 з одинарними колесами тягових мостів.

Для проведення досліджень вибрана продукція італійської компанії "BRIST Axle Systems S.r.l.", у виробничій програмі якої знаходяться [2]:

- керовані мости з незалежною підвіскою одинарних коліс, на яких застосовуються колісні диски чотирьох типорозмірів – 6,75x17,5"; 7,5x19,5"; 7,5x22,5" та 9,0x22,5";







- тягові мости з незалежною підвіскою одинарних коліс, обладнані колісними дисками трьох типорозмірів – 6,75x17,5"; 9,0x22,5" та 11,75x22,5" (останні два типорозміри дисків – на мостах однієї моделі);

- керовані мости із залежною підвіскою коліс, на яких застосовуватися колісні диски трьох типорозмірів – 6,0x17,5"; 6,75x17,5" та 7,5x19,5";

- тягові мости із залежною підвіскою коліс, обладнані колісними дисками чотирьох типорозмірів – 6,0x17,5"; 6,75x17,5"; 6,75x19,5"; та 7,5x19,5".

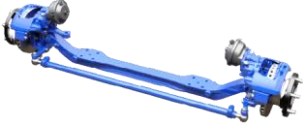



Основні технічні параметри керованих і тягових мостів з незалежною підвіскою коліс виробництва компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні параметри керованих і тягових мостів існуючих моделей з незалежною підвіскою коліс компанії "BRIST Axle Systems S.r.l."

Призначення моста	Модель моста	Типорозмір шин коліс	Допустима навантага, кН (кГс)	Маса, кг	Вигляд моста
Керований	IFS TJC 41-175	235/75 R17,5	40,2 (4100)	278	
	IFS TJC 55-195	265/70 R19,5	53,9 (5500)	380	
	IFS TJ 55-195			412	
	IFS TJ 58-225	275/70 R22,5	56,9 (5800)	469	
	IFS TJC 80-225	315/70 R22,5	78,4 (8000)	460	
	IFS TJ 81-225	315/70 R22,5	79,4 (8100)	478	
	IFS TJ 1051-225	385/55 R22,5	103,0 (10500)	674	
Тягово-керований (тяговий)	IDS TJ 45-175	235/75 R17,5	44,1 (4500)	375	
	IDS TJ 105-225	385/55 R22,5	103,0 (10500)	574	
	IDS TJ 105-225 HR			650	

Основні технічні параметри керованих і тягових мостів із залежною підвіскою коліс виробництва компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Технічні параметри керованих і тягових мостів існуючих моделей із залежною підвіскою коліс компанії "BRIST Axle Systems S.r.l."

Призначення моста	Модель моста	Типорозмір дисків/ шин коліс	Допустима навантага, кН (кГс)	Маса, кг	Вигляд моста	
Керований	RFS 41-175	6,75x17,5"	40,2 (4100)	219		
	RFS 45-175		44,1 (4500)	219		
	RFS 60-175		58,8 (6000)	244		
	RFS 55-195	7,5x19,5"	53,9 (5500)	297		
	RFS 60-195	6,75x19,5"	58,8 (6000)	303		
	RDD 42-175	6,0x17,5"	41,2 (4200)	255		
	RDD 45-175		44,1 (4500)	305		
	RDD 55-195	7,5x19,5"	53,9 (5500)	320		
	Тяговий	RDA 65-175/A35	6,75x17,5"/ 245/75 R17,5	63,7 (6500)		412
RDA 65-195/A35		6,75x19,5"/ 225/70 R19,5	469			
BRA 104-195 DC/A75 (DC/A80 або DC/A90)		7,5x19,5"/ 275/70 R19,5	102,0 (10400)	711		

Як видно з таблиць 1 та 2 виробничій програмі компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." наявні:

- 7 моделей керованих та 3 моделі тягових, хоча, фактично, навіть тягово-керованих мостів з незалежною пневматичною підвіскою коліс;
- 6 моделей керованих мостів із залежною ресорною та дві моделі керованих мостів із залежною пневматичною підвіскою коліс, три з яких призначені для застосування в електробусах з переднім звисом, у якому розміщені службові (пасажирські) двері;
- 4 моделі тягових мостів, один з яких (RDA 65-195/A35) обладнаний ресорно-пневматичною, інші три – пневматичною підвіскою здвоєних коліс.

Результати дослідження. Для оцінки можливих варіантів створення міських низькопідлогових електробусів малого, середнього та великого класів на основі застосування керованих і тягових мостів одного виробника – італійської компанії "BRIST Axle Systems S.r.l.", визначені їх допустимі повні конструктивні маси

$$[M_n] = [M_{км}] + [M_{тм}], \quad (1)$$

де $[M_{км}]$ та $[M_{тм}]$ – допустимі навантаги на, відповідно, керований та тяговий мости, регламентовані виробником, кН.

Можливі допустимі повні конструктивні маси електробусів з мостами різних типів у залежності від типорозміру колісних дисків та шин у можливих варіантах комплектацій наведені у табл. 3.

Таблиця 3 – Допустимі повні маси міських електробусів на основі застосування керованих і тягових мостів компанії "BRIST Axle Systems S.r.l."

Типорозмір коліс	Керований міст		Тяговий міст		Допустима повна маса, кг
	модель	допустима навантага, кН (кГс)	модель	допустима навантага, кН (кГс)	
17,5"	IFS TJC 41-175	40,2 (4100)	IDS TJ 45-175	44,1 (4500)	8600
	RFS 41-175		RDA 65-175/A35	63,7 (6500)	10600
	RDD 42-175	41,2 (4200)	IDS TJ 45-175	44,1 (4500)	8700
	RFS 45-175	44,1 (4500)	RDA 65-175/A35	63,7 (6500)	10700
			IDS TJ 45-175	44,1 (4500)	9000
			RDA 65-175/A35	63,7 (6500)	11000
			IDS TJ 45-175	44,1 (4500)	10500
	RFS 60-175	58,8 (6000)	RDA 65-175/A35	63,7 (6500)	12500
19,5"	IFS TJ 55-195	53,9 (5500)	RDD 55-195	53,9 (5500)	11000
	IFS TJC 55-195		RDA 65-195/A35	63,7 (6500)	12000
	RFS 55-195		BRA 104-195	102,0 (10400)	15900
	RDD 55-195		DC/A75 (A80, A90)		
	RFS 60-195	58,8 (6000)	RDD 55-195	53,9 (5500)	11500
			RDA 65-195/A35	63,7 (6500)	12500
			BRA 104-195	102,0 (10400)	16400
			DC/A75 (A80, A90)		
22,5"	IFS TJ 58-225	56,9 (5800)	IDS TJ 105-225	103,0 (10500)	16300
	IFS TJC 80-225	78,4 (8000)	IDS TJ 105-225 HR		
			IDS TJ 105-225		18500
	IFS TJ 81-225	79,4 (8100)	IDS TJ 105-225 HR		
			IDS TJ 105-225		18600
	IFS TJ 1051-225	103,0 (10500)	IDS TJ 105-225 HR		
			IDS TJ 105-225		21000

Примітка: Тягові мости моделей IDS TJ 105-225 і IDS TJ 105-225 HR відрізняються передавальними числами редукторів головних передач, відповідно. 5,29 і 6,00 або 8,92

На підставі допустимих повних мас міських електробусів, наведених у табл. 3, визначені орієнтовні діапазони довжин їх кузовів (рис. 1). На основі рис. 1 можна стверджувати, що на базі керованих і тягових мостів компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." різних типів з відповідними допустимими навантагами можливе створення міських електробусів малого,

середнього та великого класів усіх їх підкласів МКл-1, МКл-2, СКл-1, СКл-2, ВКл-1 та ВКл-2, довжини кузовів яких відрізняються на 1,0 м.

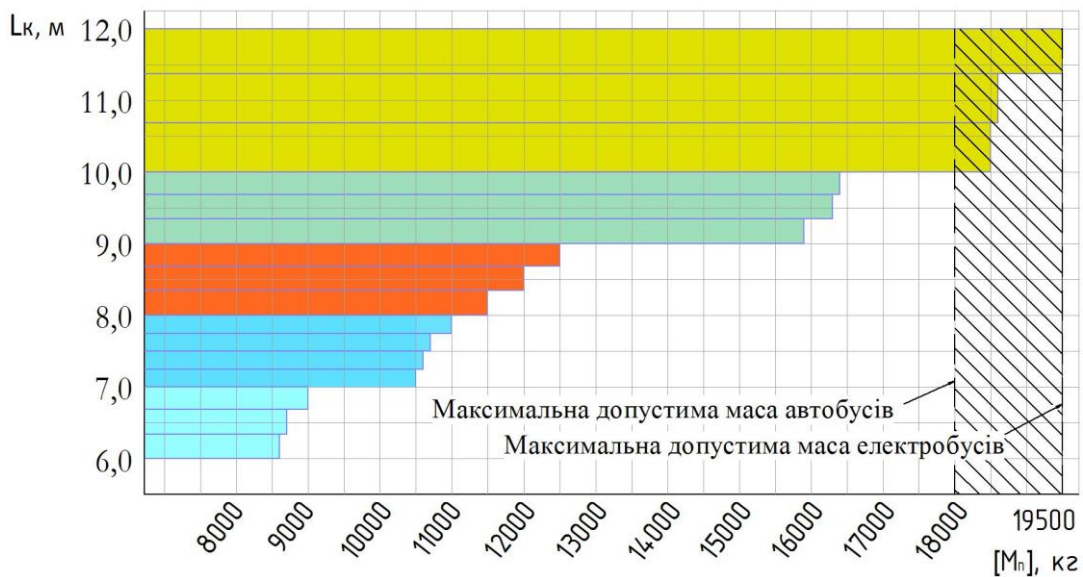


Рисунок 1 – Допустимі повні маси міських електробусів на базі керованих і тягових мостів компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." та орієнтовні довжини їх кузовів

Найбільш доцільними видаються напрямки проектування міських електробусів за наступною концепцією:

- основна колісна формула – 4x2.1 на основі застосування незалежних підвіок одинаних коліс;
- мінімізація переднього і заднього звисів кузовів електробусів;
- формули пасажирських дверей базових моделей електромобілів – 0-1+1-0, 0-1+2-0 та 0-2+2-0;
- застосування планувань пасажирських салонів з повністю відокремленим відділенням водія;
- розміщення основної частини тягових АКБ та комплектувальних виробів тягового приводу у задній частині кузовів, а при необхідності – на їх дахах;
- проектування електробусів на основі застосування принципів і систем модульної уніфікації.

Реалізація пропонованої концепції повністю можлива для створення міських електробусів на базі керованого і тягового мостів з незалежною підвіскою коліс, обладнаних колесами типорозмірів 17,5" та 22,5". Рекомендовані для проектування класи електробусів за довжиною кузовів та моделі відповідних керованих і тягових мостів наведені у табл. 4.

Таблиця 4 – Рекомендовані для проектування міських електробусів керовані і тягові мости компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." з незалежною підвіскою коліс

Типорозмір коліс	17,5"		22,5"	
	МКл-1	МКл-2	ВКл-1	ВКл-2
Довжина кузова, м	>6,0 до 7,0	>7,0 до 8,0	>10,0 до 11,0	>11,0 до 12,0
Керований міст	IFS TJC 41-175	-	IFS TJ 58-225	IFS TJC 80-225
Тяговий міст	IDS TJ 45-175	-	IDS TJ 105-225 HR	
Навантаги на мости, кН	40,2+44,1	-	56,9+103,5	78,4+103,5
Допустима повна маса, кг	8600	-	16300	18500

Проектування міських електробусів інших класів (МКл-2 та СКл) можливе за умови застосування керованих мостів з незалежною, а тягових із залежною підвіскою коліс (табл. 5).

Таблиця 5 – Рекомендовані для проектування міських електробусів керовані і тягові мости компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." з незалежною/ залежною підвісками коліс

Типорозмір коліс	17,5"		19,5"	
Клас електробуса	МКл-1	МКл-2	СКл-1	СКл-2
Довжина кузова, м	>6,0 до 7,0	>7,0 до 8,0	>8,0 до 9,0	>9,0 до 10,0
Керований міст	-	IFS TJC 41-175		IFS TJC 55-195
Тяговий міст	-	RDA 65-175/A35	RDA 65-195/ A35	BRA 104-195 DC/A75
Навантаги на мости, кН	-	40,2+63,7	53,9+63,7	53,9+102,0
Допустима повна маса, кг	-	10600	12000	15900

Проектування міських електробусів інших класів (МКл-2 та СКл) можливе також за умови застосування керованих і тягових мостів із залежною підвіскою коліс (табл. 6).

Таблиця 6 – Допустимі повні маси міських електробусів з керованими і тяговими мостами фірми "BRIST Axle Systems S.r.l." із залежною підвіскою коліс

Типорозмір коліс	17,5"		19,5"	
Клас електробуса	МКл-1	МКл-2	СКл-1	СКл-2
Довжина кузова, м	>6,0 до 7,0	>7,0 до 8,0	>8,0 до 9,0	>9,0 до 10,0
Допустима повна маса, кг	9000	10700	15900	16400

Висновки. Італійська компанія "BRIST Axle Systems S.r.l." виготовляє широкий асортимент керованих та тягових і тягово-керованих мостів, які забезпечують можливість створення міських одинарних електробусів чотирьох класів – малого, середнього, великого і особливо великого класів. Проте, з огляду на велику масу тягових АКБ та на значно більшу руйнівну дію коліс міських електробусів з повною масою 19500 кг на покриття міських вулиць, доцільними видаються наступні умови проектування міських перспективних електробусів:

- обмеження допустимої повної маси на рівні регламентованої маси для двомостових автобусів та вантажних автомобілів – не більше 18000 кг.
- застосування у конструкціях ходових частин перспективних електробусів тільки керованих мостів з незалежною підвіскою коліс завдяки їх меншій невідрахованій масі.
- застосування у конструкціях ходових частин та тягових приводів перспективних електробусів тягових мостів з незалежною підвіскою одинарних коліс завдяки їх меншій невідрахованій масі.

Подальша оцінка доцільності створення різних типорозмірних рядів міських низькопідлогових перспективних та конкурентоспроможних електробусів на основі застосування керованих та тягових мостів компанії "BRIST Axle Systems S.r.l." повинна базуватися на розробленні ескізних пропозицій та аналізі їх основних конструктивних і експлуатаційних показників.

Список використаних джерел

1. Войтків С. В., Войтків О. С. Нова система позначення автобусів і тролейбусів. Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Зб. наук. праць. Львів, 2006. Вип. 9. С. 23-27.
2. Axles & Transmission for the Future of Bus & Truck. Overview to Product Portfolio. URL: <https://bristaxle.com/products/> (дата звернення: 01.04.2022).

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

Voitkiv Stanislav – Ph.D. (Eng), Honored Engineer of Ukraine, General Designer, LLC "Scientific and Technical Center" Autopoliprom ", e-mail: voytktivsv@ukr.net

УДК 629.341, 629.3.013

Войтків С. В., к.т.н.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАС МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ СЕРЕДНЬОГО КЛАСУ НА ЕТАПІ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Запропонована методика розрахунку спорядженої та повної допустимої мас і загальної пасажиромістимості міських низькопідлогових електробусів середнього класу з довжиною кузовів понад 8,0 м до 10,0 м, призначених для перевезень пасажирів на внутрішньоміських маршрутах, на етапі розроблення ескізних пропозицій по створенню їх перспективних конкурентоспроможних конструкцій.

The method of calculating the equipped and full permissible masses and total passenger capacity of urban low-floor electric buses of middle class with body lengths over 8.0 m to 10.0 m, designed to transport passengers on intercity routes, at the stage of developing outline proposals to create competitive prospects.

Вступ. Міські низькопідлогові електробуси середнього класу (СКл), довжина кузовів яких становить понад 8,0 м до 10,0 м, призначені для перевезень пасажирів на міських маршрутах з середньою інтенсивністю пасажиропотоків, доволі широко застосовуються у багатьох країнах світу. Проектуванням та виробництвом таких електробусів займаються кілька десятків європейських та азіатських компаній. Їх номінальна пасажиромістимість у залежності від допустимої навантаги на керований та задній тягові мости та типу електробуса сягає 60-80 чол.

Більше того, з кожним роком спостерігається поступова поява на ринках міських електробусів нових моделей, які за довжиною кузовів відносяться до малого класу (МКл), тобто їх довжина рівна 6,0...8,0 м. Тобто, наявна тенденція по оптимізації розмірних параметрів кузовів міських електробусів з метою максимального використання площі їх пасажирських салонів. Адже номінальна пасажиромістимість електробусів великого і, тим паче, особливо великого класів за довжиною кузова, суттєво менша можливої за площею їх пасажирських салонів. Проектування та освоєння виробництва міських електробусів СКл та являється доцільним і для нашої країни, у якій достатньо багато міст, значна частина маршрутів яких характеризуються пасажиропотоками середньої інтенсивності.

З огляду на різну споряджену масу міських електробусів різних типів завдяки застосуванню принципово різних систем заряджання/підзаряджання автономних накопичувачів електричної енергії (НЕЕ) та керованих і тягових мостів різних типів з відповідними допустимими навантагами, розроблення спрощеної методики визначення параметрів мас, а також пасажиромістимості та автономних пробігів перспективних електробусів уже на початковому етапі формування ескізних пропозицій та навіть на етапі ескізного проектування, видається актуальним завданням.

Аналіз існуючих конструкцій. Огляд конструкцій сучасних моделей низькопідлогових міських електробусів середнього класу СКл показав, що вони створені за різними компоновальними схемами, які характеризуються наступними основними ознаками:

- колісною формулою – 4х2.2 або 4х2.1;
- формулою пасажирських (службових) дверей – 1-2-0; 1-2-1; 2-2-0 з колісною формулою 4х2.2 або 0-2+2-0; 0-1+1-0 з колісною формулою 4х2.1;
- типом за системою заряджання/ підзаряджання тягових акумуляторних батарей (АКБ) або суперконденсаторів (СК):
- типом, конструкцією і допустимою навантагою на керований та тяговий або тягово-керований мости.

За колісною формулою більшість моделей електробусів СКл, особливо китайських виробників, створена за традиційною для більшості міських автобусів формулою 4х2.2, яка

передбачає застосування тягових мостів, обладнаних здвоєними колесами. Проте, на протязі останніх десяти років деякі європейські компанії з виробництва електробусів застосовують більш прогресивнішу та перспективнішу колісну формулу 4x2.1 з одинарними колесами тягових мостів.

Тип електробусів за системою підзарядження/ зарядження автономних НЕЕ, здебільшого це тягові АКБ, хоча застосовуються і СК (іоністори), має чи не найбільший вплив на їх споряджену масу та, відповідно, загальну пасажировмістимість. Загалом, майже всі міські електробуси класу СКл відносяться до типу ОНС, тобто вони обладнані тяговими АКБ з системою їх зарядження у нічний час доби. Хоча, деякі компанії, наприклад, білоруське ВАТ "Керуюча компанія холдингу "Белкомунмаш" поряд з електробусами типу ОНС виготовляє і міські електробуси типу ОС, обладнані системами зарядженням тягових СК на зупинках. Оскільки вони потребують застосування тягових АКБ великої енергоємності або тягових СК, маса яких сягає до 3000...3500 кг, зменшення довжини кузовів електробусів при забезпеченні заданої пасажировмістимості, являється важливим завданням.

Результати дослідження. Споряджена маса проєктованих міських електробусів на етапах розроблення ескізних пропозицій з вибору оптимальних конструвальних схем та оптимізації розмірних параметрів і параметрів пасажировмістимості з умови заданої або прийнятої за допустимими навантагами на керований та тяговий мости повної конструктивної маси можлива на основі використання питомих мас їх кузовів.

Вираз для визначення спорядженої маси міських електробусів можна записати у наступному вигляді

$$M_{cn} = M_{k0} + \sum M_m + m_{hee} + m_{cz}, \quad (1)$$

де M_{k0} – маса кузова електробуса без маси керованого і тягового мостів з колесами та маси автономних НЕЕ, кг; m_{hee} – маса автономних НЕЕ, кг; m_{cz} – маса частини пантографної системи зарядження НЕЕ, розміщеною на даху кузова електробуса, кг; $\sum M_m$ – маса керованого і тягового мостів, обладнаних колесами відповідних типорозмірів, кг,

$$\sum M_m = m_{км}^0 + m_{тм}^0 + 2(m_{окм} + m_{шкм}) + n_{кмм} (m_{отм} + m_{штм}), \quad (2)$$

де $m_{км}^0$ – маса керованого моста без коліс, кг; $m_{тм}^0$ – маса тягового моста без коліс, кг; $m_{окм}$ і $m_{отм}$ – маса одного колісного диска відповідного типорозміру колеса, відповідно, керованого і тягового мостів, кг; $m_{шкм}$ і $m_{штм}$ – маса однієї шини відповідного типорозміру колеса, відповідно, керованого і тягового мостів, кг; $n_{кмм}$ – кількість коліс, якими обладнаний тяговий міст, од.

Розрахункова маса кузовів електробусів без урахування мас керованого і тягового мостів, обладнаних колесами, та маси автономних НЕЕ, визначається за виразами, запропонованими у роботі [1]

$$M_{k0}^l = \Delta m_{k0}^l \times L_k, \quad (3)$$

де Δm_{k0}^l – питома маса 1-го погонного метра кузова електробуса без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг/м; L_k – довжина кузова електробуса, м;

$$M_{k0}^s = \Delta m_{k0}^s \times S_k, \quad (4)$$

де $m_{к0}^s$ – питома маса 1-го квадратного метра горизонтальної площі кузова електробуса без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг/м; $S_к$ – площа горизонтальної проекції кузова електробуса, м², яка на етапі розроблення ескізних пропозицій визначається за спрощеним виразом

$$S_к = L_к \times B_к, \quad (5)$$

де $B_к$ – ширина кузова електробуса, м;

$$M_{np}^v = \Delta m_к^v \times V_к, \quad (6)$$

де $m_{к0}^v$ – питома маса 1-го кубічного метра об'єму кузова електробуса, без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг/м; $V_к$ – об'єм кузова електробуса, м³;

$$V_к = L_к \times B_к \times H_к, \quad (7)$$

де $H_к$ – висота кузова автобуса без урахування аварійно-вентиляційних люків, кондиціонерів або електричних вентиляторів та фальшбортів, які закривають тягові АКБ або СК, розміщені на його даху, м.

Розрахункові питомі маси одиниць довжини, площі та об'єму кузовів проєктованих електробусів визначаються на основі технічних параметрів електробусів-аналогів, максимально близьких за конструкцією ходових частин, трансмісій та тягових приводів за виразами

$$\Delta m_{к0}^l = \frac{M_{нор0}^e}{L_к^e}, \quad (8)$$

$$\Delta m_{к0}^s = \frac{M_{нор0}^e}{L_к^e \times B_к^e}, \quad (9)$$

$$\Delta m_{к0}^v = \frac{M_{нор0}^e}{L_к^e \times B_к^e \times H_к^e}. \quad (10)$$

де $M_{нор0}^e$ – споряджена маса кузова електробуса-аналога, без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг; $L_к^e$, $B_к^e$ та $H_к^e$ – відповідно, довжина, ширина та висота кузова електробуса-аналога, м.

Для визначення питомих мас кузовів міських електробусів за виразами (8-10) прийняті технічні параметри електробусів середнього класу моделей Е390 та Е490 виробництва білоруського холдингу "Белкомунмаш" [2-4] двох типів – ОНС та ОС, обладнаних, відповідно, тяговими АКБ та СК.

Бокові проєкції міських електробусів обох досліджуваних моделей наведені на рис. 1. Вони спроектовані за однаковою колісною формулою 4x2.1, але за різними компоувальними схемами з формулами пасажирських (службових) дверей 0-2+2-0 (модель Е490) та 2-2-0 (модель Е390).

У конструкціях ходових частин та трансмісій обох електробусів застосовані однакові моделі керованих та тягових мостів, а також однакові тягові електричні двигуни. Обидві

моделі електробусів виготовляються у двох базових модифікаціях, які обладнані різними типами автономних НЕЕ – СК енергопотужністю 20 кВт·год. масою 900 кг (модель Е490) або 34 кВт·год. масою 1360 кг або АКБ енергопотужністю 167 кВт·год. масою 1490/ 1500 кг.



а)



б)

Рисунок 1 – Міські електробуси виробництва холдингу "Белкомунмаш":
а – моделі Е490; б – моделі Е390

Основні технічні параметри міських електробусів середнього класу моделей Е490 та Е390 наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні параметри міських електробусів-аналогів середнього класу

Модель електробуса	Е490		Е390	
Розмірні параметри кузова, м:				
- довжина/ ширина/ висота м	9,58/ 2,55/ 2,615		9,5/ 2,55/ 2,615	
Номінальна пасажиромістимість, чол.	75 (18)	80 (21)	80 (21)	
Параметри мас, кг				
- споряджена маса	9900	10500	9540	
- маса (тип) НЕЕ	900 (СК)	1490 (LFP)	1360 (СК)	1500 (LFP)
- повна маса	15000	16000	15000	
Параметри мас мостів, кг				
- переднього моделі IFS TJ 58-225			469	
- допустима навантага, кГс			5800	
- шини 275/70 R22,5/ диски 7.5x22.5			50,5/ 40	
- заднього моделі - IDS TJ 81-225			574* ¹	
- IDS TJ 81-225 HR			650* ²	
- допустима навантага, кГс			10500	
- шини 385/55 R22,5/ диски 11.75x22.5			75/ 45,5	
Сумарна маса мостів з колесами, кг	1465* ¹ / 1541* ²		1465* ¹ / 1541* ²	
Маса ТЕД моделі	≈450			
Маса пантографної системи, кг	140	-	140	-
Маса спорядженого кузова без мас НЕЕ, мостів, коліс та ТЕД, кг	6945* ¹	7095* ¹	6125* ¹	6049* ²
	6869* ²	7019* ²		

Розрахункові питомі маси кузовів електробусів без мас мостів, тягових електродвигунів, НEE та систем заряджання НEE (для електробусів типу ОС), визначені за формулами (8-10), наведені у табл. 2 та на рис. 2.

Суттєвого зменшення спорядженої маси електробусів модельного ряду Е390 інженерам-конструкторам фірми "Белкомунмаш" вдалося досягнути за рахунок застосування панелей зовнішнього облицювання, виготовлених з композиційних матеріалів.

Розраховані питомі маси кузовів електробусів можуть застосовуватися для визначення маси кузовів проєктованих електробусів без урахування мас керованого і тягового мостів, обладнаних колесами, та маси автономних НEE за наступних умов: $B_k = (2,5...2,55)$ м, $H_k = (2,6...2,62)$ м.

Таблиця 2 – Питомі маса міських електробусів середнього класу

Довжина кузова, м	9,58		9,50
Питома маса за довжиною кузова, Δm_{k0}^l , кг/м	725* ¹ 717* ²	741* ¹ 733* ²	645* ¹ / 637* ²
Площа проєкції кузова, м ²	24,43		24,22
Питома маса за площею горизонтальної проєкції кузова, Δm_{k0}^s , кг/м ²	284* ¹ 281* ²	290* ¹ 287* ²	253* ¹ 250* ²
Об'єм кузова, м ³	63,88		63,35
Питома маса за об'ємом кузова, Δm_{k0}^v , кг/м ³	109* ¹ 108* ²	111* ¹ 110* ²	97* ¹ 96* ²

Якщо тільки ширина або тільки висота кузова проєктованого електробуса задовольняє наведені вище вимоги, маса спорядженого кузова без урахування мас керованого і тягового мостів, обладнаних колесами, та маси автономних НEE, визначається, відповідно, за наступними виразами:

$$M_{cn0} = (110...113)L_k \times (B_k)^2, \quad (11)$$

$$M_{cn0} = (41,3...42,4)L_k \times B_k \times (H_k)^2, \quad (12)$$

У загальному випадку, коли ширина та висота кузова проєктованого електробуса на задовольняє наведені вище вимоги, маса спорядженого кузова без урахування мас керованого і тягового мостів, обладнаних колесами, та маси автономних НEE, визначається за формулою

$$M_{cn0} = (16,2...16,6)L_k \times (B_k \times H_k)^2. \quad (13)$$

При відсутності рекомендованих питомих мас електробусів-аналогів малого класу на етапі розроблення ескізних пропозицій і визначення їх основних конструктивних та експлуатаційних параметрів може застосовуватися вираз (13).

Висновки. Запропонована методика придатна для проведення розрахунків параметрів мас та загальної пасажиромістимості на початковому етапі формування ескізних пропозицій по створенню нових моделей перспективних міських електробусів середнього класу. При наявності електробуса-аналога, адекватного за агрегатами ходової частини та трансмісії, розміри кузова якого задовольняють наведені вище вимоги оптимальним варіантом являється застосування виразів (3), (4) або (6) для визначення розрахункових питомих мас кузова проєктованого електробуса. А питомі маси кузова електробуса-аналога на основі відомих його технічних параметрів визначаються за виразами (8), (9) та (10).

Загалом, маси споряджених кузовів проєктованих перспективних міських електробусів на етапах розроблення ескізних пропозицій з метою оцінки їх основних конструктивних та експлуатаційних параметрів, зокрема, номінальної пасажиромістимості та автономного пробігу, з цілком достатньою точністю розраховуються за узагальненим виразом (13).

Список використаних джерел

1. Войтків С. В. Визначення параметрів мас міських електробусів великого класу на етапі ескізного проєктування. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: матеріали ІХ-ої Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції, м. Вінниця, 14-15 квітня 2021. ВНТУ, Вінниця, 2021. С. 59-64.
2. Інновації у міському пасажирському транспорті. URL: <https://bkm.com.ua/wp-content/uploads/2020/09/bkm-ukrayina-prezentacziya-ukr.-07.20.pdf> (дата звернення 27.03.2022).
3. Создаем инновации будущего сегодня. URL: <https://temirmash.kz/assets/files/reklama/elektrobus.pdf> (дата звернення 25.03.2022).
4. Необычность – второе имя. Изучаем новый электробус "Белкоммунмаша". URL: <https://www.abw.by/novosti/commercial/215881> (дата звернення 27.03.2022).
5. E390. URL: <https://www.wave-ind.co.uk/e390> (дата звернення 27.03.2022).

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

Voitkiv Stanislav – Ph.D. (Eng), Honored Engineer of Ukraine, General Designer, LLC "Scientific and Technical Center" Autopoliprom ", e-mail: voytkivsv@ukr.net

УДК 629.341, 629.3.013

Войтків С. В., к.т.н.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ КЛАСУ МКЛ-1 В УКРАЇНІ

Запропонований варіант створення міських перспективних конкурентоспроможних низькопідлогових електробусів малого класу за довжиною кузова підкласу МКЛ-1. На основі розроблених різних варіантів ескізних пропозицій таких електробусів проведений аналіз їх основних конструктивних та експлуатаційних параметрів. Наведена оцінка перспектив освоєння їх дрібносерійного виробництва та застосування у системах міських перевезень пасажирів в українських містах.

The variant of creation of city perspective competitive low-floor electric buses of a small class on length of a body of a subclass MKL-1 is offered. On the basis of the developed various variants of sketch offers of such electric buses the analysis of their basic constructive and operational parameters is carried out. The estimation of prospects of development of their small-scale production and application in systems of city transportations of passengers in the Ukrainian cities is resulted.

Вступ. Міські низькопідлогові електробуси малого класу (МКЛ) з довжиною кузовів понад 6,0 до 8,0 м, призначені для перевезень пасажирів на міських маршрутах з невеликою інтенсивністю пасажиропотоків, доволі широко застосовуються у багатьох містах різних країнах світу. Проектуванням та виробництвом таких електробусів, зокрема підкласу МКЛ-1, довжина кузовів яких понад 6,0 м до 7,0 м, займаються кілька десятків європейських та азійських компаній. Їх номінальна пасажировмістимість, у залежності від допустимої навантаги на керований та задній тягові мости, сягає 30-45 чол.

На міських маршрутах українських міст застосування електробусів для перевезень пасажирів перебуває лише у стадії підконтрольної експлуатації кількох моделей електробусів різних типів великого класу вітчизняних (модель Е19 типу ОНС, СП "Електронтранс", концерн "Електрон", м. Львів та модель Е701 типу ОС-В, корпорація "Богдан", м. Луцьк) та деяких китайських виробників, довжина кузовів яких становить 12,0+0,35/-01 м. Хоча автор неодноразово показував, що експлуатація цих електробусів, особливо типу ОНС, являється економічно малоефективною [1]. Адже, при номінальній пасажировмістимості міських автобусів цього ж класу з кузовами аналогічної довжини у 100-105 чол., вмістимість електробусів сягає усього 65-75 чол. Щоправда, на протязі останніх двох-трьох років спостерігається тенденція до застосування електробусів менших типорозмірів і в Україні. Наприклад, на замовлення деяких перевізників м. Львова завод СП "Електронтранс" працює над створенням електробуса, хоча й все ще великого класу, але уже з довжиною кузова біля 10,5-10,6 м.

З огляду на виробництво та експлуатацію міських електробусів МКЛ у європейських та інших містах, зокрема, китайських, видається доцільним проведення робіт з оцінки перспектив їх створення та освоєння виробництва вітчизняними підприємствами з метою застосування для перевезень пасажирів на міських маршрутах, принаймні у невеликих містах.

Метою роботи являється розроблення ескізних пропозицій по створенню перспективних міських електробусів малого класу МКЛ-1, аналіз їх експлуатаційної ефективності та оцінка перспектив створення, освоєння дрібносерійного виробництва та експлуатації на маршрутах систем міських пасажирських перевезень.

Аналіз існуючих конструкцій. Огляд та аналіз конструкцій сучасних моделей низькопідлогових міських електробусів малого класу МКЛ-1 різних виробників показав, що вони створені за різними компоновальними схемами, які характеризуються наступними основними ознаками:

- колісною формулою – 4x2.2 (здвоєні колеса тягового моста) або 4x2.1 (одинарні колеса тягового моста);
- формулою (розміщенням) пасажирських (службових) дверей – 0-2-0; 0-1+1-0; 1-1-0 та 0-1-1;
- типом, конструкцією а також допустимою навантагою на керований та тяговий мости;
- типом за системою заряджання/ підзаряджання накопичувачів електричної енергії (НЕЕ) – тягових акумуляторних батарей (АКБ) або суперконденсаторів (СК).

За колісною формулою більшість моделей електробусів підкласу МКл-1, особливо китайських виробників, створена за традиційною для автобусів формулою 4x2.2, яка передбачає застосування тягових мостів, обладнаних здвоєними колесами. Проте, європейські компанії з виробництва електробусів все частіше застосовують більш перспективну колісну формулу 4x2.1 з одинарними колесами тягових мостів. Типові представники таких електробусів з колісними формулами 4x2.2 та 4x2.1 наведені на рис. 1, а їх основні технічні параметри у табл. 1.



а)



б)

Рисунок 1 – Міські низькопідлогові електробуси малого класу МКл-1:
 а - моделі "series4" виробництва японської компанії "EV MOTORS JAPAN Co., Ltd.";
 б – моделі E60 виробництва італійської фірми "RAMPINI Carlo S.p.A"

Таблиця 1 – Технічні параметри міських електробусів малого класу МКл-1

Модель електробуса	"series4"	E60
Колісна формула	4x2.2	4x2.1
Формула дверей	0-1+1-0	0-2-0
Розмірні параметри кузова, м:		
- довжина/ ширина/ висота	6,11/ 2,10/ 2,98	6,99/ 2,10/ 3,05
- колісна база	3,70	4,80
Номінальна пасажировмістимість, чол.	28-34	28
- місьць для сидіння, од.	10	11, 13
Параметри мас, кг		
- споряджена маса	-	5750
- повна маса	8850	7345
Параметри тягових АКБ		
- тип	-	літій-іонна
- енергопотужність, кВт·год.	-	114
Автономний пробіг, км	до 250	200-230

Тип електробусів за системою підзарядження/ зарядження автономних НЕЕ, здебільшого це тягові АКБ, хоча застосовуються і СК (іоністори), має чи не найбільший вплив на їх споряджену масу та, відповідно, загальну пасажиромістимість. Загалом, майже всі міські електробуси підкласу МКл-1 відносяться до типу ОНС, тобто вони обладнані тяговими АКБ з системою їх зарядження у нічний час доби. Хоча, наприклад, італійська компанія "RAMPINI Carlo S.p.A" на початку 2022 року презентувала міський електробус моделі Е60 типу ІМС (електробуси з динамічним зарядженням тягових АКБ). Це перший міський електробус МКл такого типу у Європі.

Результати дослідження. Для оцінки перспективності напрямку проектування, організації дрібносерійного виробництва та подальшої експлуатації міських низькопідлогових електробусів підкласу МКл-1 у містах України розроблені ескізні пропозиції таких електробусів на основі наступної концепції:

- тип електробусів – ОНС (система зарядження тягових АКБ у нічний час доби);
- тип автономних НЕЕ – тягові АКБ типу LiFePO₄;
- система проектування кузовів електробусів повинна передбачати, щонайменше, три базових модулі – модуль відділення водія, модуль тяговий з тяговим мостом та складовими частинами системи тягового приводу, модуль пасажирського приміщення зі службовими дверима;
 - компоновальна схема кузова – з відокремленим відділенням водія;
 - формула службових (пасажирських) дверей з електричним відчиненням – 0-2-0 або 0-1+1-0;
 - тип пасажирських дверей –поворотно-притулені бо притулено-зсувні (доцільніший варіант);
 - колісна формула проєктованих електробусів – 4х2.1 (одинарні колеса тягового моста);
 - керований та тяговий мости з незалежною підвіскою одинарних коліс моделей, відповідно, IFS TJC 41-175 та IDS TJ 45-175 виробництва італійської компанії "BRIST Axle Systems S.r.l."

Основні технічні параметри керованого та тягового мостів вибраних моделей наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Технічні параметри керованого та тягового мостів, вибраних для проєктованих міських електробусів підкласу МКл-1

Модель моста	IFS TJC 41-175	IDS TJ 45-175
Тип	керований	тяговий
Допустима навантага, кН (кГс)	(4100)	(4500)
Маса моста з підвіскою без коліс, кг	278	375
Типорозмір/ маса дисків, кг	6.75x17.529,3	
Типорозмір/ маса шин, кг	235/75 R17,5/ 23,3	
Маса моста з підвіскою і колесами, кг	383,2	480,2
Допустима повна маса електробусів, кг	8600	

З метою оптимізації довжини кузова проєктованих перспективних міських електробусів на підставі аналізу довжини відділень водія сучасних транспортних засобів громадського користування – автобусів, тролейбусів та електробусів – довжина модуля відділення водія прийнята рівною 1,55 м. Довжини тягового та пасажирського модулів прийняті на основі проведених компоновально-пошукових робіт. Ширина кузовів електробусів прийнята рівною 2,2 м, а висота кузова – 2,525 м.

У результаті виконаних проектно-пошукових робіт розроблено три варіанти ескізних пропозицій зі створення перспективних міських низькопідлогових електробусів підкласу МКл-1:

- модельного ряду sV-01 з довжиною кузова 6,24 м і формулами дверей 0-2-0 та 0-1+1-0;

- модельного ряду sV-02 з довжиною кузова 6,69 м і формулою дверей 0-1+1-0;
- модельного ряду sV-03 збільшеної вмістимості з довжиною кузова 6,87 м і формулою дверей 0-1+1-0.

Електробуси модельного ряду sV-01, які мають однакову довжину кузовів 6,24 м спроектовані, фактично, на базі одного й того ж кузова у двох варіантах за кількістю, типом та розміщенням пасажирських дверей:

- проект sV-01.10 передбачає застосування подвійних пасажирських дверей поворотно-притуленого типу, розміщених у середній частині пасажирського модуля (рис. 2);
- проект sV-01.20 передбачає застосування двох одинарних пасажирських дверей притулено-зсувного типу, розміщених у пасажирському модулі за модулем відділення водія та перед тяговим модулем (рис. 3).

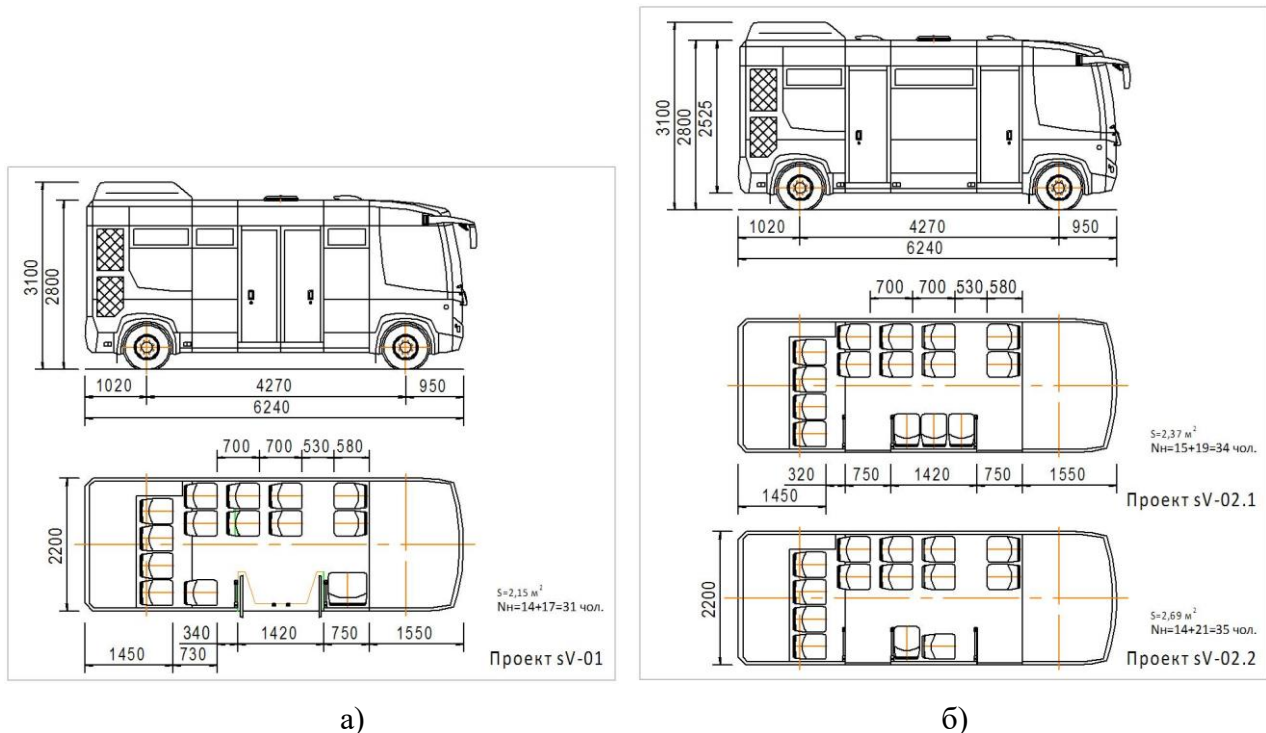


Рисунок 2 – Проекти міських низькопідлогових електробусів МКл-1:

а – моделі sV-01; б – моделі sV-02 у двох варіантах планувань салону sV-02.1 та sV-02.2

Конструкції кузовів електробусів модельного ряду sV-01/02 найбільш уніфіковані. Довжина їх пасажирських модулів однакова і складає 3,55 м. Довжина тягового модуля, у якому, окрім тягового приводу, розміщені поперечний ряд з чотирьох пасажирських сидінь, тягові АКБ та комплектувальні вироби різних систем тягового приводу, рівна 1,77 м. Пасажирський салон електробуса проекту sV-01 обладнаний у правій боковині подвійними службовими дверима, а пасажирський салон електробуса проекту sV-02 – двома одинарними службовими дверима.

Електробуси модельних рядів sV-03 з довжиною кузова 6,69 м та sV-04 з довжиною кузова 6,87 м спроектовані за компоновальною схемою електробуса проекту sV-02 і відрізняються збільшеними довжинами пасажирських модулів, відповідно, на 0,45 м (рис. 3а) та 0,63 м (рис. 3б), а також плануваннями пасажирських салонів.

Для оцінки перспективності проектування, освоєння дрібносерійного виробництва та застосування міських низькопідлогових електробусів підкласу МКл-1 для перевезень пасажирів у містах України пропонуються наступні відносні показники:

- питома маса електробуса у спорядженому стані відносно площі горизонтальної проекції його кузова, $\Delta m_{\text{пр}}^S$, кг/м²;

- питома повна маса електробуса відносно допустимої вмістимості, Δm_n^N , кг/пас;
- коефіцієнт автономного пробігу відносно допустимої вмістимості, k_{np}^N , км/пас;
- питома витрата енергопотужності тягових АКБ на перевезення 1-го пасажиря, ΔW_{lmN} , кВт·год./км·кг·пас.

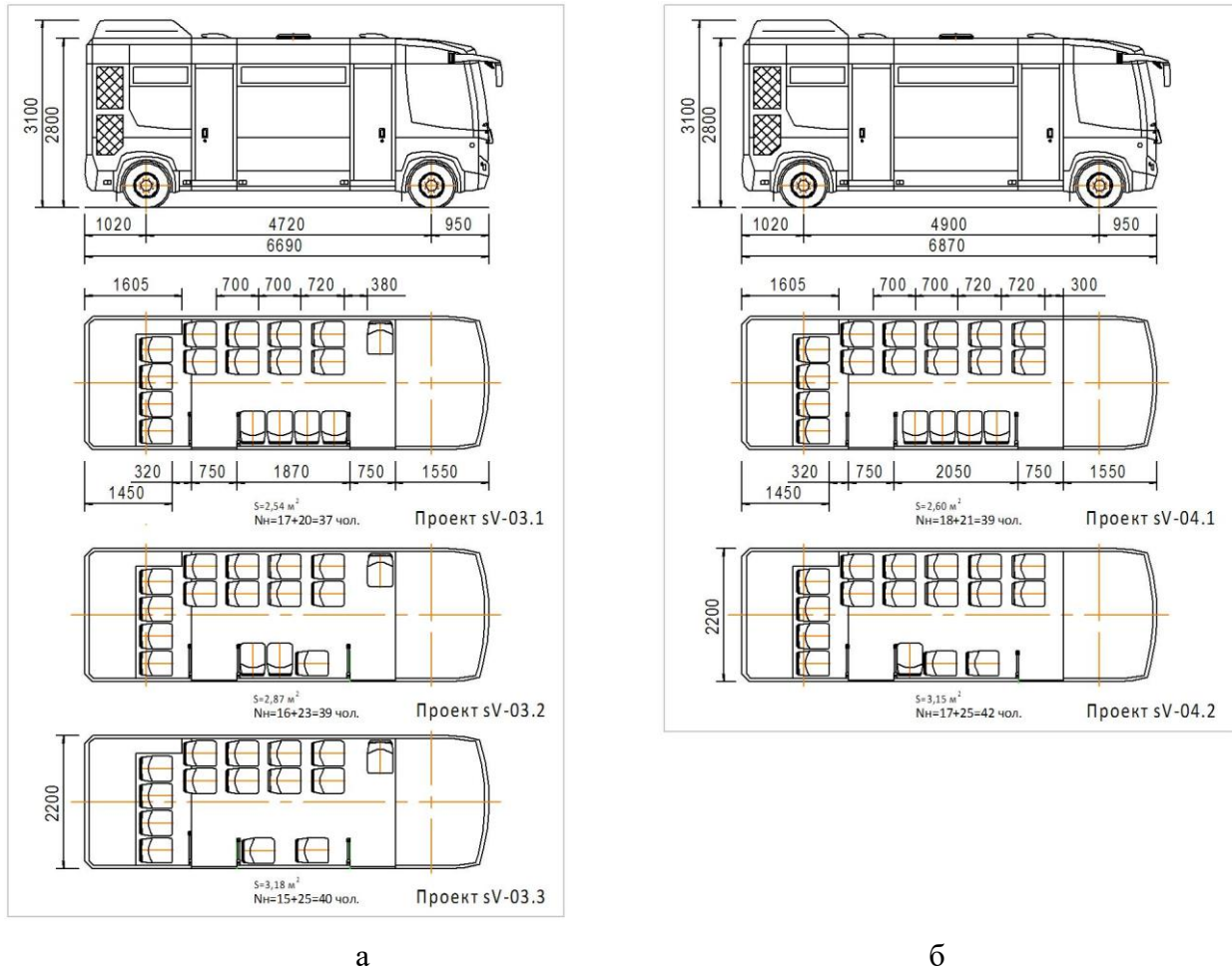


Рисунок 3 – Проекти міських низькопідлогових електробусів підкласу МКЛ-1:
 а – моделі sV-03 у трьох варіантах планувань пасажирських салонів;
 б – моделі sV-04 у двох варіантах планувань пасажирських салонів

Питома маса електробуса у спорядженому стані визначається відношенням спорядженої маси до площі проекції кузова

$$\Delta m_{cn}^S = \frac{M_{cn}}{L_k \times B_k}, \quad (1)$$

де M_{cn} – маса кузова електробуса у спорядженому стані, кг; L_k та B_k – відповідно, довжина та ширина горизонтальної проекції кузова електробуса, м.

Для визначення маси проектованого електробуса у спорядженому стані на етапі розроблення ескізних пропозицій пропонується наступний вираз

$$M_{cn} = (16,2 \dots 16,6) L_k \times (B_k \times H_k)^2 + \sum M_i + m_{мед} + m_{акб}, \quad (2)$$

де H_k – висота кузова електробуса без урахування аварійно-вентиляційних люків, кондиціонера, фальш-юортів тощо, м; $\sum M_i$ – сумарна маса керованого і тягового мостів з

підвіскою та колесами, кг; $m_{акб}$ – маса тягових АКБ, кг; $m_{мед}$ – маса тягового електричного двигуна, кг.

Для проведення розрахунків на етапі розроблення ескізних пропозицій маса ТЕД прийнята ріною $m_{мед} = 350$ кг.

Маса тягових АКБ може бути визначена, за умови відомої допустимої пасажировмістимості за площею пасажирського салону, наступним чином

$$m_{акб} = [M_n] - M_{сн0} - m_{вод} - [M_{нас}], \quad (3)$$

де $[M_n]$ – допустима повна конструктивна маса проектованого електробуса відповідно до допустимих навантаж на вибрані моделі керованого та тягового мостів, кг; $M_{сн0}$ – маса проектованого електробуса у спорядженому стані без маси тягових АКБ, кг; $m_{вод}$ – маса водія, кг; $[M_{нас}]$ – маса допустимої кількості пасажирів, визначена за площею пасажирського салону електробуса, кг;

$$[M_n] = 102 \{ [P_{км}] + [P_{мм}] \}, \quad (4)$$

де $[P_{\delta i}]$ та $[P_{\delta i}]$ – допустимі навантаги на вибрані моделі, відповідно, керованого та тягового мостів, кН;

$$M_{сн0} = (16,2 \dots 16,6) L_{\kappa} \times (B_{\kappa} \times H_{\kappa})^2 + \sum M_m + m_{мед}. \quad (5)$$

$$[M_{нас}] = m_{нас} \times [N_{нас}^S], \quad (6)$$

де $m_{нас}$ – маса 1-го пасажиря, кг; $[N_{нас}^S]$ – допустима пасажировмістимість електробуса за площею пасажирського салону, чол.

Для міських електробусів, відповідно до вимог Правил ЄЕК ООН № 107, маси пасажиря та водія приймаються рівними $m_{нас} = 68$ кг; $m_{вод} = 75$ кг.

Питома повна маса проектованого електробуса відносно допустимої пасажировмістимості рівна

$$\Delta m_n^N = \frac{[M_n]}{[N_{нас}^S]}, \quad (7)$$

Коефіцієнт автономного пробігу відносно допустимої пасажировмістимості за площею пасажирського салону визначається за виразом

$$k_{np}^N = \frac{L_{np}}{[N_{нас}^S]}, \quad (8)$$

де L_{np} – розрахункова середня величина автономного пробігу електробуса без підзарядження тягових АКБ, км;

$$[L_{np}] = \frac{W_{акб} \times k_p}{\Delta W_{акб}^{jm} \times [M_n]}, \quad (9)$$

де $W_{акб}$ – енергопотужність тягових АКБ, кВт·год.; k_p – коефіцієнт допустимого розрядження тягових АКБ; $\Delta w_{акб}^{lm}$ – питома витрата енергопотужності тягових АКБ відносно пробігу 100 км та маси електробуса, кВт·год./км·кг.

За експериментальними даними, наведеними у роботі [5], для електробусів з повною масою 8600 кг $\Delta w_{акб}^{lm} = 0,067 \times 10^{-3}$ кВт·год./км·кг (без урахування витрат енергії на функціонування кондиціонера та/ або електричного опалювача пасажирського салону або відділення водія. Для тягових АКБ типу LiFePO₄ приймається $k_p = 0,8$.

Енергопотужність тягових АКБ типу LiFePO₄ орієнтовно визначається за виразом

$$W_{акб} = 0,1m_{акб} \quad (10)$$

Одним з найважливіших показників конструктивної та експлуатаційної ефективності міських електробусів являється питома витрата енергопотужності тягових АКБ на перевезення 1-го пасажиря, яка розраховується за формулою

$$\Delta w_{акб}^{lmN} = \frac{\Delta w_{акб}^{lm}}{N_{нас}}, \quad (11)$$

де $N_{нас}$ – розрахункова номінальна вмістимість проектного електробуса, чол.

Розрахункові величини основних технічних параметрів проєктованих міських низькопідлогових електробусів підкласу МКЛ-1 проєктів sV-01, sV-02, sV-03 та sV-04 наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахункові технічні параметри проєктованих міських електробусів малого класу підкласу МКЛ-1

Проект електробуса	sV-01			sV-02			sV-03			sV-04	
Розмірні параметри кузова, м:											
- довжина	6,24			6,69			6,87				
- ширина/ висота	2,2/ 2,525										
Допустима вмістимість, чол.											
	31	34	35	37	39	40	39	42			
- місць для сидіння, од.	14	15	14	17	16	15	18	17			
Параметри мас, кг:											
- маса спорядженого кузова без мас АКБ, мостів, коліс та ТЕД*											
	3119			3344			3434				
	3196			3427			3519				
- маса мостів з колесами	864										
- маса ТЕД	350										
- маса пасажирів, кг	2108	2312	2380	2516	2652	2720	2652	2856			
- споряджена маса без маси тягових АКБ*											
	4333			4558			4648				
	4410			4641			4733				
- маса АКБ типу LiFePO ₄ *											
	2084	1880	1812	1451	1315	1247	1225	1021			
	2007	1803	1735	1368	1232	1164	1140	936			
- споряджена маса*	6492	6288	6220	6084	5948	5880	5948	5744			
- допустима повна маса	8600										
Примітка: *Наведені результати розрахунків при коефіцієнтах 16,2 та 16,6 у виразі (5)											

Розрахункові величини оціночних показників проєктованих міських електробусів підкласу МКЛ-1 проєктів sV-01, sV-02, sV-03 та sV-04 у різних варіантах планування пасажирських салонів наведені у табл. 3.

Таблиця 3 – Розрахункові оціночні показники проєктованих міських електробусів малого класу підкласу МКЛ-1

Проект електробуса	sV-01	sV-02		sV-03			sV-04	
Площа проєкції кузова, м ²	13,73		14,70			15,11		
Питома маса електробуса:								
- Δm_{cn}^S , кг/м ² *	383	458	453	414	405	400	394	380
- Δm_n^N , кг/пас.*	277	253	246	232	221	215	221	205
Енергопотужність тягових АКБ, кВт·год*	208	188	181	145	131	125	122	102
	201	180	173	137	123	116	114	94
Автономний пробіг, км*	289	261	251	201	182	173	169	142
	279	250	240	190	171	161	158	131
Коефіцієнт пробігу, k_{np}^N , км/пас.*	9,32	7,68	7,17	5,43	4,67	4,32	4,33	3,38
	9,00	7,35	6,86	5,14	4,38	4,03	4,05	3,12
Питома витрата енергії, $\Delta w_{акб}^{lmN}$, 10 ⁻² кВт·год./км·кг·пас.*	0,216	0,197	0,191	0,181	0,172	0,168	0,172	0,160
Примітка: *Наведені результати розрахунків при коефіцієнтах 16,2 та 16,6 у виразі (5)								

Порівняльне оцінювання експлуатаційних показників пропонованих міських електробусів та сучасних моделей міських електробусів середнього і особливо великого класів при однакових або максимально близьких автономних пробігах та за умови максимального наповнення їх пасажирських салонів наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Порівняння експлуатаційної ефективності проєктованих міських електробусів малого класу підкласу МКЛ-1 та міських електробусів середнього і великого класів

Проект електробуса	Sv-02	Sv-03	Sv-04	E390	E321
Виробник	проект			"Белкомунмаш" (Білорусія)	
Клас електробуса за довжиною кузова	малий (МКЛ-1)			середній (СКЛ-2)	особливо великий (ОВКЛ-1)
Довжина кузова, м	6,24	6,69	6,87	9,5	12,5
- ширина/ висота, м	2,2/ 2,525			2,55/ 2,615	
Допустима вмістимість, чол.	35	40	39	74	86
- місць для сидіння, од.				21	30
Споряджена маса, кг	6145	5725	5873	9900	12080
Повна маса, кг	8600			15000	18000
Енергопотужність тягових АКБ, кВт·год	185	128	126	167	
Розрахунковий пробіг, км	245	176	163	133 (170* ¹)	106 (160* ¹)
Питома маса електробуса:					
- Δm_{cn}^S , кг/м ²	448	417	428	409	379
- Δm_n^N , кг/пас.	246	221	215	200	207
Коефіцієнт пробігу, $k_{i\delta}^N$, км/пас.	8,22	5,00	4,80	2,30	1,86
Питома витрата енергії, $\Delta w_{акб}^{lmN}$, 10 ⁻² кВт·год./км·кг·пас.	0,191	0,168	0,172	0,091* ²	0,081* ²
Примітка: * ¹ Максимальний автономний пробіг електробусів з середньостатистичною добовою масою, вказаний виробником. * ² Питома витрата енергопотужності електробусами моделей E390 [6] та E321 [7] за даними, наведеними у [5], становлять, відповідно, 0,068 та 0,070 кВт·год./км·кг					

Оскільки коефіцієнт наповнення міських автобусів великого класу у міжпікові періоди інтенсивності пасажиропотоків становить 0,35-0,4 номінальної вмістимості, яка сягає 100...105 чол., реальна ефективність їх експлуатації повинна визначатись при вмістимості 35...42 чол. Для подальших розрахунків прийнято наповнення пасажирського салону електробусів на рівні 39 чол.

Аналіз економічної ефективності експлуатації пропонованих та сучасних міських електробусів малого, середнього та особливо великого класів при заданому (реальному) наповненні пасажирських салонів у міжпікові періоди наведено у табл. 5.

Таблиця 5 – Аналіз ефективності експлуатації проєктованих та сучасних міських електробусів малого, середнього і особливо великого класів

Проект електробуса	Sv-03	Sv-04	E390	E321
Виробник	проект		"Белкомунмаш"	
Клас електробуса за довжиною кузова	МКл-1	СКл-2	ОВКл-1	
Довжина кузова, м	6,69	6,87	9,5	12,5
Наповнення електробусів, чол.	39			
Споряджена маса, кг	5725	5873	9900	12080
Розрахункова маса з пасажирами, кг	8537	8600	12627*	14807*
Розрахунковий автономний пробіг, км	176	163	153	124
Питома витрата енергії, $\Delta w_{\text{а\text{в}\text{т}}}^{\text{лмN}}$, 10^{-2} кВт·год./км·кг·пас.	0,172	0,172	0,177	0,187

Примітка: *Питома витрата енергопотужності електробусами моделей E390 та E321 за даними, наведеними у [5], становлять, відповідно, 0,069 та 0,073 кВт·год./км·кг

Отже, за величинами питомих витрат енергопотужності тягових АКБ та за величинами автономних пробігів експлуатація пропонованих електробусів підкласу МКл-1 являється економічно вигіднішою. Для перевезень пасажирів у пікові періоди інтенсивності пасажиропотоків доцільніше замість одного електробуса вмістимістю 86 чол. застосувати два електробуси малого класу проєкту Sv-04 вмістимістю 42 чол. Крім того, їх автономний пробіг більший як мінімум на 12 км (рис. 4).

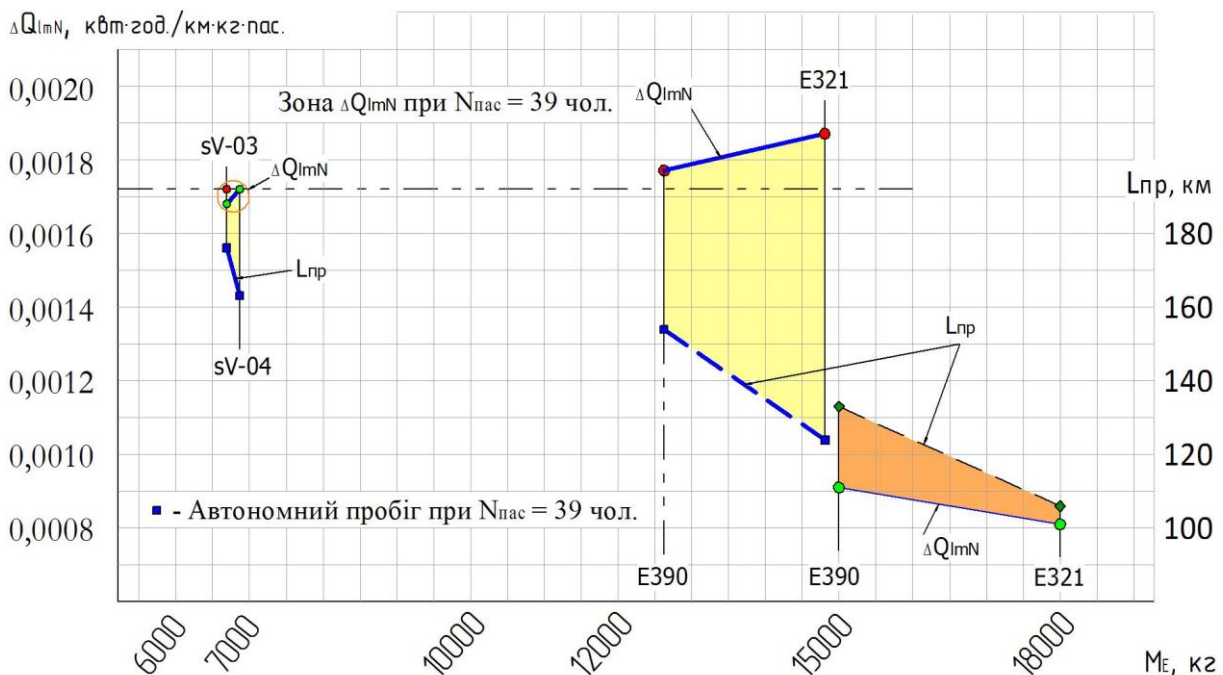


Рисунок 4 – Аналіз ефективності експлуатації міських низькопідлогових електробусів МКл-1

Висновки. Аналіз розроблених ескізних пропозицій міських низькопідлогових електробусів призводить до наступних висновків:

1. Пропоновані міські електробуси проектів Sv-03 або Sv-04, створені за компоувальною схемою, яка передбачає:

- застосування колісної формули 4x2.1 з незалежною підвіскою одинарних коліс;
- розміщення керованого і тягового мостів з мінімізованими переднім та заднім звисами;
- розміщення двох одинарних службових (пасажирських) дверей притулено-зсувного типу з електричним приводом у межах колісної бази (формула дверей 0-1+1-0), характеризуються високими показниками пасажировмістимості, відповідно, 39 чол. та 42 чол., а також економічністю їх експлуатації.

2. За параметрами питомої маси відносно номінальної пасажировмістимості електробуси проектів Sv-03 (215 кг/пас.) та Sv-04 (205 кг/пас.) майже не поступаються електробусам моделі E390 (200 кг/пас.) середнього та моделі E321 (207 кг/пас.) особливо великого класів – максимальна різниця становить 7,5 %.

3. В умовах реального наповнення пасажирських салонів електробусів середнього, великого та особливо великого класів на рівні 35-42 чол. у міжпікові періоди інтенсивності пасажиропотоків електробуси МКл навіть підкласу МКл-1 пропонованих проектів Sv-03 та Sv-04 мають безперечну перевагу, оскільки їх питома витрата енергопотужності тягових АКБ на перевезення 1-го пасажирів суттєво менша – 0,00168...0,00172 кВт·год./км·кг·пас. проти 0,00177...0,00187 кВт·год./км·кг·пас., різниця становить 2,9...11,3 %.

4. Автономний пробіг електробусів пропонованих проектів Sv-03 та Sv-04 навіть за умови однакового наповнення пасажирських салонів на 10...52 км більший ніж у моделей E390 та E321.

Отже, можна констатувати, що електробуси малого класу навіть підкласу МКл-1 пропонованих проектів Sv-03 та Sv-04, довжина кузовів яких становить, відповідно, 6,69 м та 6,87 м, являються перспективними для експлуатації, як мінімум, на міських маршрутах малої і середньої інтенсивності пасажиропотоків. Особливо з урахуванням значно меншої, орієнтовно, у 1,7...2,0 рази, їх ринкової вартості у порівнянні з електробусами середнього та великого класів.

Список використаних джерел

1. Войтків С. В. (2018). Шляхи покращення економічних показників перспективних міських електробусів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: Електронне наукове спеціалізоване видання. Харків: ХНАДУ. № 14. С. 12-21.
2. E60 Eléctricos. URL: <https://www.rampini.it/upload/E60%20SP-1547106233402-234-1547110734426-264.pdf> (дата звернення: 25.03.2022).
3. F8_series4-MiniBus.pdf. URL: <http://www.eco-live.com.ua> (дата звернення: 25.03.2022).
4. Hodge, C., Jeffers, M., Desai, J., Miller, E. & Shah V. (2019). Surat Municipal Corporation Bus Electrification Assessment Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. Technical Report NREL/TP-5400-73600 : веб-сайт. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73600.pdf>.
5. Overview to Product Portfolio. URL: <https://bristaxle.com/products/> (дата звернення: 25.03.2022).
6. E390. URL: <https://www.wave-ind.co.uk/e390> (дата звернення 27.03.2022).
7. Інновації у міському пасажирському транспорті. URL: <https://bkm.com.ua/wp-content/uploads/2020/09/bkm-ukrayina-prezentacziya-ukr.-07.20.pdf> (дата звернення 27.03.2022).

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

Voitkiv Stanislav – Ph.D. (Eng), Honored Engineer of Ukraine, General Designer, LLC "Scientific and Technical Center" Autopoliprom ", e-mail: voytkivsv@ukr.net

УДК 656.13

*Волков В. П., д.т.н., проф.; Гришук І. В., д.т.н., проф.; Кужель В. П., к.т.н., доц.;
Волкова Т. В., к.т.н., доц.; Плехова Г. А., к.т.н., доц.*

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розглянуто основні системні проблеми автомобільного транспорту на сучасному етапі, які показали, що існуюча в технічній експлуатації автомобілів система технічного обслуговування і ремонту вже не відповідає сучасним вимогам до підтримки працездатності транспортних засобів.

The main systemic problems of road transport at the present stage are considered, which showed that the existing system of maintenance and repair of cars in the maintenance of cars no longer meets modern requirements for maintaining the efficiency of vehicles.

Зазначимо, що для контролю та забезпечення технічного стану транспортного засобу (ТЗ) дотримуються планового технічного обслуговування (ТО) відповідно нормами і нормативами його виготовлювача, встановленими для нормальних умов експлуатації, з урахуванням інформації системи OBD, зокрема інформації, отриманої скануванням пам'яті бортового комп'ютера [1-3]. Розглянемо три групи способів виконання технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) [4-6].

Перша група – ТЕА власними силами. Для того щоб організувати окремий структурний підрозділ, що займається виключно ТЕА необхідно зробити значні початкові вкладення, підтримувати штат кваліфікованих фахівців і мати добре організоване складське господарство. Для більшості сучасних МПАТ (90%), існуючих в Україні, такі витрати є нерациональними.

Друга група – ТЕА за допомогою підрядних організацій. Це організації, які мають постійний штат кваліфікованих фахівців і необхідну виробничу технічну базу. Раніше це був найбільш поширений шлях вирішення завдання з підтримання необхідного рівня технічного стану ТЗ. Однак до його очевидних недоліків відноситься відсутність системного підходу до організації ТЕА, так як у «разового» фахівця часто немає можливостей судити про те, які події в динаміці відбуваються на ТЗ.

Третя група – системи ТЕА у вигляді сервісного гарантійного та післягарантійного обслуговування. У цьому випадку відносини зі спеціалізованими сервісами зав'язуються вже при покупці нового ТЗ, при початку його експлуатації в рамках гарантійного терміну. Відмінною особливістю фірмового сервісу є те, що саме тут найбільш яскраво виражені можливості і переваги ІПВ / CALS / PLM-технологій, оскільки агрегат, вузол, система, ТЗ в цілому знаходяться під пильною увагою фахівців безпосередньо від складального конвеєра до місця експлуатації. При цьому способі реалізації умов ТЕА можуть існувати два рівні організації сервісу: фірмовий і авторизований, де обов'язковою складовою є підключення ТЗ до Інтернету. Цим забезпечується можливість контролю і управління надійністю ТЗ, в рамках інформаційного забезпечення ЖЦ виробу, на основі збору інформації про надійність агрегатів, вузлів, систем і ТЗ в цілому. При цьому забезпечується подальший аналіз і прогноз роботи ТЗ.

У існуючій системі ТО і ремонту негнучкість в частині забезпечення безвідмовної роботи автомобіля на лінії проявляється в одноманітності підходу до автомобілів різного віку: перелік операцій і періодичність ТО ідентичні і для нового автомобіля, і для автомобіля перед його капітальним ремонтом і списанням. Суть існуючої системи полягає в тому, що технічні впливи проводиться для виробів лише при досягненні ним контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи ТО і Р необхідно спеціальне контрольнo-діагностичне обладнання і в цілому вміння фахівців автоматизовані системи управління автоматизовані системи управління інженерно-технічної

служби (ІТС), вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробу. Сьогодні такі системи, внаслідок глобалізації технічного діагностування (ТД) і неруйнівного контролю, успішно впроваджуються в світі техніки багатьма зарубіжними фірмами. Там вони отримали назву «*Condition Monitoring*» [7].

Поступовий розвиток нових видів перевезень призводило до збільшення часу перебування ТЗ далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищувалася роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої «адаптивної» системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля в наступний час стало першочерговим завданням [1]. Під адаптивною системою ТО і Р автомобілів розуміється система, яка завдяки зміні своєї структури і значень параметрів, може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Рівень, якого досягла сучасне ТД, дозволяє при ТЕА реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобілів.

Так, наприклад, адаптивна система, яка запропонована в роботі [1], передбачає необхідність проведення технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) за індивідуальною програмою. Таке ТО і Р умовно називають індивідуальним технічним обслуговуванням (ІТО). Вид робіт в цьому випадку призначають на основі індивідуальних діагностичних даних.

Базовими принципами ІТО є [1]:

- планово-запобіжний принцип визначення і усунення несправностей і проведення технічних впливів;
- оперативне управління працездатністю автомобіля на основі прогнозування стану з використанням інформаційних технологій в ТД;
- індивідуальний підхід до оцінки технічного стану кожного конкретного автомобіля;
- індивідуальне прогнозування періодичності ТО і технічного стану автомобіля.

Впровадження в ТЕА базових принципів «адаптивної» системи управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля вимагає оперативного контролю технічного стану автомобіля, розробки багатофакторних моделей прогнозування і створення баз даних, що дозволяють застосовувати сучасні інформаційно-аналітичні технології в ТД.

Новим прийомом для автомобільного транспорту загального користування (АТЗК) в сфері технічного контролю стану ТЗ є створення інформаційних систем і технологій організаційно-функціональної підтримки процесів їх експлуатації за допомогою інформаційної інтеграції: по-перше стадій ЖЦ ТЗ, по-друге систем його технічного контролю (контролю і діагностуванні стану ТЗ). Однак, в ході практичного застосування таких рішень, зустрічаються суттєві інформаційно-технологічні труднощі. Труднощі перша – це закритість для фахівців ТЕА більшості інформаційних процесів, що здійснюються бортовими комп'ютерами ТЗ, що обумовлено частковою (що вкрай рідко) або повною «недоступністю» фахівців ТЕА і, перш за все, вільних механіків до даної інформації. Причина «недоступності» - інтереси, як розробників так і виробників ТЗ. Труднощі друга – це сучасні системи автоматичного управління (САУ) робочими процесами вузлів і агрегатів ТЗ, що мають вбудовані системи контролю і діагностування, і сучасні системи організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації ТЗ зі своїми індивідуальними системами. Оперативного технічного контролю стану ТЗ, які розробляються автономно.

Однак, поява на транспорті, наприклад, в авіації «систем з повною відповідальністю», типу *FADEC* (Full Authority Digital Electronic Control system) [7], дозволяє нейтралізувати труднощі. Сьогодні це електронні САУ, які досить поширені в авіації, де електроніка здійснює управління двигуном на всіх етапах і режимах польоту. Концепція *FADEC* спрямована на створення єдиної структури з бортових систем управління робочими процесами вузлів і агрегатів, систем контролю і діагностування, систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації ТЗ, що дозволяє формувати інформаційні системи організаційно-функціональної підтримки (збору, аналізу та управління потоками інформації) процесів експлуатації, тобто дозволяє реалізувати на практиці ІПВ / CALS / PLM-технології.

ПВ / CALS / PLM-технології, тобто інформаційна підтримка поставок і ЖЦ продукції (або виробів) – це сучасний підхід до проектування, виробництва і експлуатації високотехнологічної та наукомісткої продукції, що полягає у використанні комп'ютерної техніки і сучасних інформаційних технологій на всіх стадіях ЖЦ виробів [7]. У сфері транспортних компаній АТЗК інтегроване інформаційне середовище ПВ / CALS / PDM-технологій тільки впроваджується. Прикладом може бути програма Torque, як основа «автомобільної» концепція *FADEC*, що представляє собою перший крок до системи *FRACAS* і, відповідно ПВ / CALS / PLM-технологій, які призначені для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи самодіагностики. Сьогодні вона вже «вміє» відображати поточні параметри роботи двигуна, інших систем, вузлів і агрегатів, відображати і розшифровувати «коди помилок», «стирати помилки» з електронного блоку управління (ЕБУ), автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком, в інтегроване електронне інформаційне метапространство, де протягом півроку можна подивитися не тільки поточні значення контрольованих величин в різний час, але і побачити на карті весь маршрут ТЗ [6].

Не менш значущими для ПВ / CALS / PLM-технологій на АТЗК є такі найпростіші (з точки зору вирішуваних на АТ завдань) електронні інформаційні системи, як:

- GPS-Trace Orange, що надає на базі комерційної системи моніторингу транспорту «Wialon» послуги супутникового спостереження і контролю через Web-інтерфейс за ТЗ, оснащеним трекером або будь-якими іншими комунікаторами з модулем GSM [7];

- M2M (Machine-to-Machine) взаємодія, що створює технології, які дозволяють досить просто, надійно і вигідно забезпечити передачу даних між «розумними» пристроями, що представляють собою електронні машини, здатні взаємодіяти між собою [7];

- СКРТ (Система контролю витрати палива), що представляє набір сучасних «інструментів» управління ТЗ, заснований на базі супутникової навігації моніторингу транспорту, що забезпечує контроль витрати палива, навантаження на осі, часу роботи ТЗ та їхніх параметрів експлуатації [9];

- Teletrack, що представляє спеціалізований програмно-апаратний комплекс для супутникового моніторингу, який складається з бортового сканер – комунікатора (контролер – комунікатор, різні датчики, що забезпечують відкриту архітектуру, масштабованість, гнучкість системи моніторингу), ПЗ (серверного, диспетчерського «Track Control») і що дозволяє інтегрувати дані рішення для моніторингу транспорту в будь-яку керуючу систему підприємства, вирішуючи складні і нестандартні задачі [7];

- Dynafleet®, що є шведської транспортно-інформаційною системою або єдиним телематичним продуктом для тягачів (наприклад, Scania), яка працює на всій території ЄС.

Сукупність на АТЗК традиційних підприємств і абсолютно нових утворень (наприклад, GPS-Trace Orange, M2M, СКРТ і ін.), що представляють електронні інформаційні системи і технології, формує на АТЗК і АТ в цілому абсолютно нові принципи технічної експлуатації ТЗ. Під одним з таких принципів розуміється адаптивна система підтримки технічного стану ТЗ [7], ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від ТЗ [6] і її обробку, а також вироблення коригувальних впливів.

Можливості роботи ПК розглянемо на прикладі «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»». В основу його моделі дистанційного контролю параметрів технічного стану ТЗ покладено загальний підхід до системи «автомобіль – водій – умови експлуатації – інфраструктура експлуатації автомобіля (транспортна і автомобільних доріг)» (АВУІТА), який включає в себе системну взаємодію складових компонентів моніторингу: автомобіль (ТЗ) з водієм і бортовим інформаційним комплексом (БінК); умов експлуатації ТЗ (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови і культура праці) [6]; транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг (рис. 1).

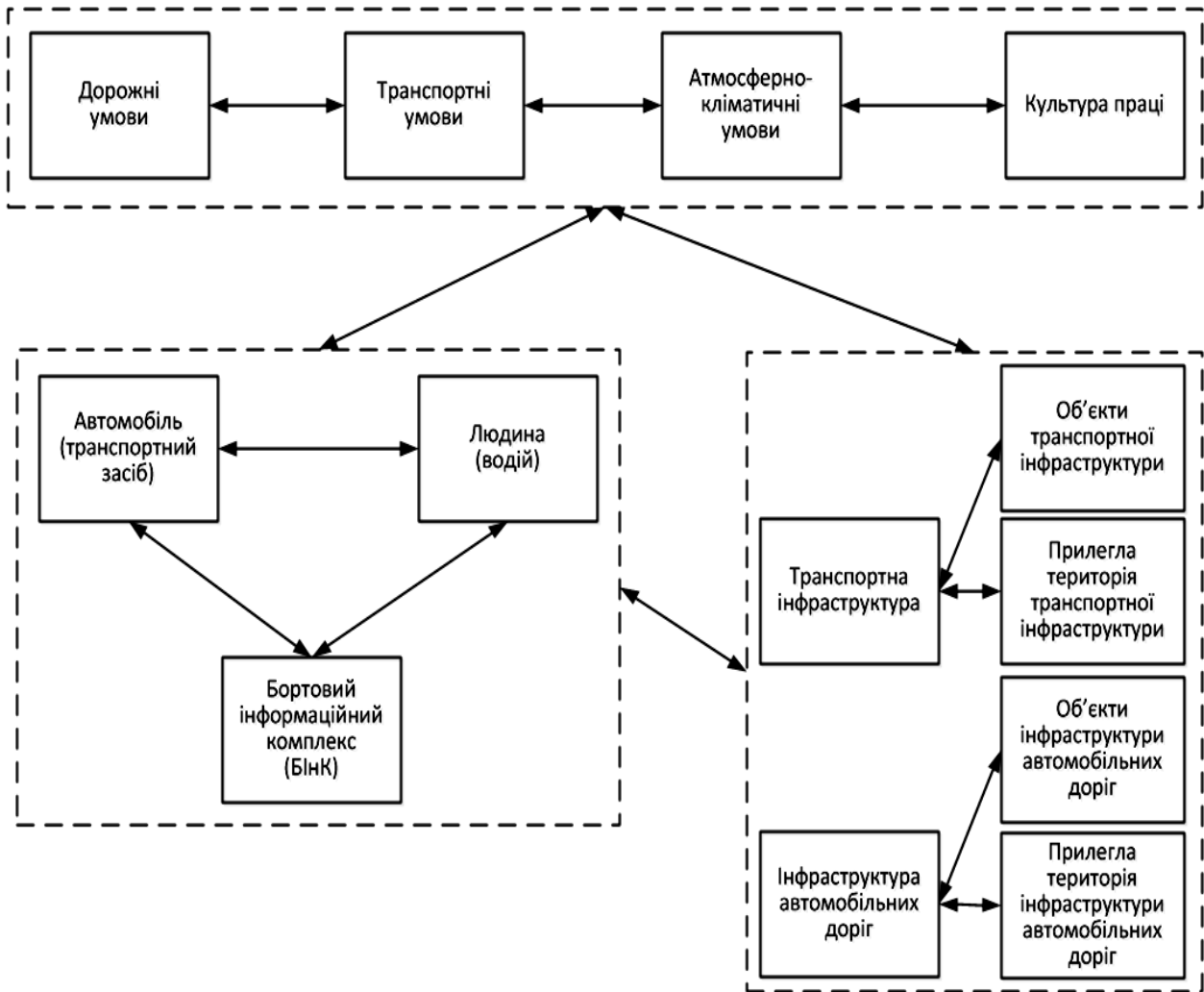


Рисунок 1 – Загальна схема системної взаємодії системи АВУІТА в умовах ІТS

Для реалізації завдань щодо втілення в ТЕА адаптивної системи ТО і Р в ХНАДУ розроблено і експериментально перевірено наступні інформаційно-програмні комплекси (ІПК): «Віртуальний механік «HADI-12»», «Service Fuel Eco «NTU-HADI-12»», «MonDiaFor «HADI-15»», «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»». ІПК працюють в умовах інтелектуальних транспортних систем (ІТS) і мають організаційно-функціональні можливості для управління роботою ПАТ, оцінювання впливу умов експлуатації на технічний стан і екологічну безпеку ТЗ, поточного і прогнозування працездатності ТЗ. Техніко-економічних показників ТЗ.

Процес дистанційного контролю технічного стану ТЗ в умовах експлуатації є процесом формування єдиної інформаційної функції, що описує взаємодію у вигляді параметрів технічного стану ТЗ, отриманих за допомогою БІНК; водія, що пов'язана з процесом трансформації інформації про параметри технічного стану і процесами, що залежать від фізіологічних можливостей водія, технічних даних ТЗ і ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього середовища; умов експлуатації (УЕ) ТЗ та взаємодії моделей параметрів транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг.

Отже аналіз сучасного стану АТ і її підсистеми – ТЕА виявив, що основна частина автомобілів в Україні зосереджена в невеликих за розміром і кількістю підприємствах, результатом чого є погіршення технічного стану ТЗ. Існуюча в таких підприємствах система контролю технічного стану вже не відповідає в цілому сучасним вимогам підтримки працездатності ТЗ. Це може бути вирішено впровадженням в ТЕА принципів «адаптивної» системи управління технічним станом автомобіля, основою якої є створення інформаційних

систем організаційно-функціонального контролю і підтримки процесів технічної експлуатації ТЗ.

Список використаних джерел

1. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов [и др.]; Под редакцией Волкова В.П. – Донецк: Изд-во “Ноулидж”, 2013. – 398 с.
2. Волков В.П. Интеллектуальные и телематические технологии на транспорте / Волков В.П., Мырхалыков Ж.У., Грицук И.В. и др. // Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2016/ - 504 с. 3. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. Наукове видання. Монографія [Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В. і інш.]. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 299 с.
4. Волков В.П. Особенности мониторингу стану транспортних засобів з використанням бортового діагностичного комплексу. / Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Грицук И.В., Комов А.П., Волков Ю.В. // Науковий журнал Управління проектами, системний аналіз і логістика – Київ.: НТУ, 2014. – Випуск 13. С.126 – 138.
5. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монографія / Н.Я. Говорущенко, Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.
6. Интеллектуальные транспортные системы в технической эксплуатации автомобилей Наукове видання. Монографія [Волков В.П., Панченко С.В., Грицук И.В. и др.]. - Баку: «АПОСТРОФ-А», 2019. – 490с.
7. Volkov V. Energy Approach to the Formation of Braking Properties of Vehicles / Volkov V., Gritsuk I., Volkova T. // SAE Technical Paper 9 p 2020-01-5115, doi:10.4271/2020-01-5115

Волков Володимир Петрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: volf-949@ukr.net

Грицук Ігор Валерійович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних систем, Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel_v@vntu.edu.ua

Волкова Тетяна Вікторівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: olf949@ukr.net

Плехова Ганна Анатоліївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри інформатики та прикладної математики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: plehovaanna11@gmail.com

Volkov Volodymyr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: volf-949@ukr.net

Hrytsuk Ihor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Operation of Ship Power Systems, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Kuzhel Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kuzhel_v@vntu.edu.ua

Volkova Tetyana - Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Technologies, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: olf949@ukr.net

Plehova Anna - Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: plehovaanna11@gmail.com

УДК 629.341

Войчишин Ю. І.

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ СТІНКИ КУЗОВА АВТОБУСА В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ SIMULATIONX

Створено розрахункову модель для оцінювання теплоізоляційних властивостей стінки кузова міського автобуса. Такий розрахунок проведено для моделі Електрон А18501у програмному середовищі SimulationX. Ідеалізація полягала у тому, що салон автобуса розглядалася як закрита (ідеальна) термодинамічна система.

Using the SimulationX software environment, was created calculations model of thermal conductivity and thermal insulation of the body wall of Electron A18501 city bus. The calculations were performed in conditions close to ideal, the bus compartment is considered as a closed thermodynamic system.

Вступ. При експлуатації транспортних засобів, особливо автобусів великої пасажиромісткості значиму роль відіграє тепловий комфорт в салоні, основними показниками якого є температура, вологість, швидкість повітря та рівень токсичних речовин в салоні. Невідповідність їх рівня оптимальному негативно впливає на пасажирів і призводить до більш швидкої стомлюваності водія, що негативно позначається на безпеці дорожнього руху. Підвищення або зниження температури погіршує самопочуття водія, знижує його працездатність. При високій температурі порушуються функції мислення, уваги, пам'яті і зменшується точність сенсомоторних реакцій.

В реальних умовах важко визначити теплові втрати в салоні міського автобуса, оскільки за час перевезення на маршруті робить часті зупинки, під час яких в салон попадає повітря із навколишнього середовища. В холодну пору року буде потрапляти холодне повітря, а в теплу пору року гаряче. Дослідження системи опалення, вентиляції та кондиціонування не тільки автобусів, а і будь-якого транспортного засобу, який перевозить людей є доцільним, оскільки сприятливий мікроклімат формує комфортні перевезення. Досліджуючи систему забезпечення мікроклімату, використовуються, як аналітичні методи та методи комп'ютерного моделювання. Одним з них програмних середовищ який дозволяє проводити таке моделювання є SimulationX

Результати дослідження Забезпечення комфортних умов перевезення є сьогодні важливим питанням, яке ставиться перед інженерами-конструкторами та науковцями. Одним із чинників, що формує комфортні перевезення є забезпечення сталої температури в салоні транспортного засобу [1]. На сьогодні загальної нормативної методології по забезпеченню мікроклімату практично немає, оскільки в різних країнах клімат є різний. До нормативних документів в різних країнах світу належать такі документи: DIN 1946-3, DIN ENISO 7730 1995, EN ISO 7730:2005, IDT, ASHRAE Standard 55, ГОСТ 30393-2015 та застарілого ГОСТ Р 50993-96.

SimulationX — це програмний комплекс (CAE-Software) для моделювання фізико-технічних об'єктів дослідження та систем. Вчені та інженери використовують цю програму для розробки, моделювання, симуляції, аналізу та віртуального тестування складних мехатронних систем. Програма моделює процеси та взаємодію різних фізичних об'єктів механіки, привідної техніки, електричних, гідравлічних, пневматичних і термодинамічних систем, а також магнетизму і аналогових та цифрових систем управління. Одним із основних додатків SimulationX є дослідження в області автомобільних систем.

Згідно рекомендацій [2] для дослідження системи опалення автобуса у програмі SimulationX було створено розрахункову модель визначення втрат температури за рахунок теплоізоляції стінки кузова (рис. 1).

Моделювання проводилось в умовах наближених до ідеальних, тобто салон автобуса вважається як замкнута термодинамічна система.

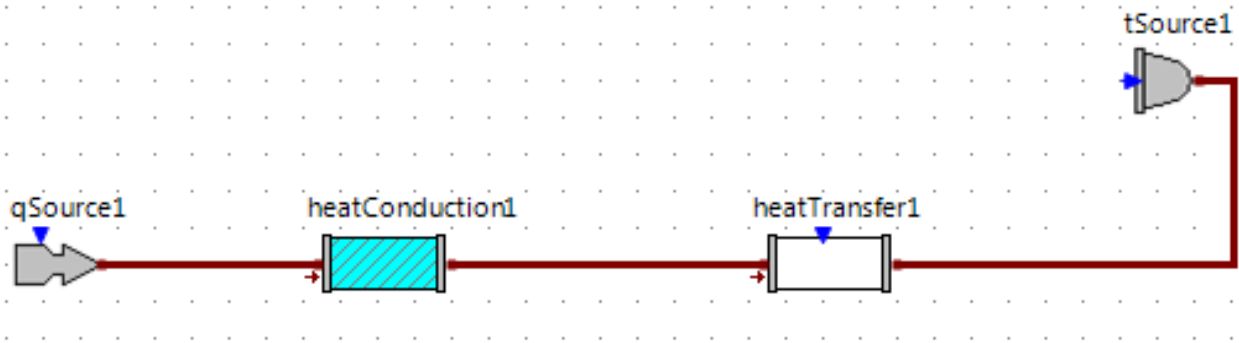


Рисунок 1 – Розрахункова модель теплопровідності стінки кузова автобуса
 Блоки: qSource1 – джерело тепла; heatConduction1 – втрати теплоти;
 heatTransfer1 – теплообмін; tSource1 – рівень тепла

Під час дослідження [3] процесів перенесення теплоти важливо знати інтенсивність об’ємного виділення чи поглинання теплоти. Величина, яка характеризує даний процес – це потужність джерел теплоти. Якщо її значення позитивні, то це говорить про те, що термодинамічна система має позитивні джерела теплоти. У разі від’ємного значення – в системі є наявні негативні джерела теплоти. Залежно від особливостей зміни значення параметру потужності джерела теплоти у просторі, можна говорити про точкові, лінійні, поверхневі і об’ємні джерела теплоти. Вихідні дані [4-10] до розрахунку наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Параметри для розрахунку теплопровідності стінки кузова автобуса

Назва параметра	Одиниця вимірювання	Значення
Потужність джерела опалення	kW	22
Коефіцієнт теплопровідності кузова	W/(m*K)	50
Площа поверхонь кузова	m ²	7,25
Товщина стінки кузова	m	0,22
Коефіцієнт тепловіддачі кузова	W/(m ² *K)	3,1
Потрібна температура в салоні	°C	+ 15

Згідно побудованої моделі, ми можемо визначити перепад температур, яку система опалення має забезпечити, щоб нагріти салон автобуса при повному завантаженні памажирами.

Comment	Name	Current Value	Unit	Protocol
Thermal Resistance	Rth	0.000606896551724138	K/W	<input checked="" type="checkbox"/>
Temperature Difference	dT	13.351724137931	K	<input checked="" type="checkbox"/>
Heat Flow	Pth	22000	W	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 2 – Результати розрахунку теплопровідності стінки кузова автобуса

Результат розрахунку показав (рис. 2), що втрати температури в салоні автобуса при умовах наближених до ідеальних та при повному завантаженні, тобто коли в салоні є 100 пасажирів, dT становлять 13,35 K = 13,35 0C, а термічний опір середовища R становить 0,0006 K/W.

Розрахунок в програмі SimulationX дозволив проаналізувати перетікання процесу охолодження салону автобуса. Створена блок-схема може слугувати подальшим підґрунтям для створення більш детальних розрахунків. Адже в даному випадку проводився розрахунок по узагальнених даних. Більш детальні розрахунки можна проводити після корегування блок-схеми, тобто при врахуванні багатьох факторів, які впливають на температуру в салоні автобуса.

При уточненні моделі слід врахувати враховували наступне: нещільність дверей, кількість сонячної радіації, розбір боковин кузова детально на шари. Це буде враховано у подальших дослідженнях.

У даному програмному середовищі при врахуванні вищенаведеного також можливо би було розширити діапазон досліджень комфорту перевезень пасажирів не тільки для розрахунку систем опалення автобусів, а і для салонів поїздів, літаків, кораблів, а проведене моделювання може слугувати базою для подальшого більш глибокого дослідження теплоізоляційних властивостей салонів, особливо міських і приміських автобусів.

Список використаних джерел

1. Л. Крайник, Ю. Гай. Мікроклімат салону автобуса. Формування нормативної бази. Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні: тези доповідей III-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції, Львів, 22-23 лютого 2018 року. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. С. 14–15.
2. Antje Richter. ESI's SimulationX. Courses and Contents. 38 p.
3. С.В. Юшко. Стационарна теплопровідність: навч. посіб./ С.В. Юшко, О.Є. Борщ, М.А. Юшко – Х.: НТУ «ХП», 2011. – 80 с.
4. Автобус великої місткості А18501 «Електрон». Настанова щодо обслуговування А18501-3902002HE. Видання А185-SM-R2.0-6500(LV). СП «Електронтранс».
5. С.В. Немий. Особливості розрахунку температурного стану салону автобуса. Вісник ЛДУБЖД, №22. 2020. С. 78-84.
6. С. Немий, М. Гинда. Вплив конструктивних особливостей теплорозподільчих пристроїв на ефективність системи опалення автобусів. 14-й міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 2019. С. 84-85.
7. Грицук И.В., Гуцин А.М., Краснокутская З.И., Момот М.С., Ушаков А.Л. Анализ требований к микроклимату рабочего места водителя колёсного транспортного средства. Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, №4. 2014. С. 66-71.
8. ГОСТ Р 50993-96. Автотранспортные средства. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Требования к эффективности и безопасности. Москва: ИПК издательство стандартов, 1997. 11 с.
9. ДСТУ Б EN ISO 7730: 2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту, 2011, 74 с.
10. ANSI/ASHRAE standard 55-2004. (2004). Thermal environmental conditions for human occupancy. – Atlanta.: American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers, 34 p.

Войчишин Юрій Іванович – аспірант кафедри автомобілебудування, Національний університет «Львівська політехніка, e-mail: Jurko-Q@ukr.net

Voichyshyn Yurii – graduate student of the Department of Automotive Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: Jurko-Q@ukr.net

УДК 629.331:004.92

Гагаркін Я. О.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ІГРОВОГО РУШІЯ UNREAL ENGINE ДЛЯ СТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ

В роботі на основі аналізу деяких інтернет-джерел наведено приклад послідовного отримання зображення автомобіля Ferrari 330 P4 при використанні низки комп'ютерних програм та пакетів, а також ігрового рушія Unreal Engine 5, наведено фрагменти технології зі створення скла.

Based on the analysis of some Internet sources, an example of sequential image acquisition of a Ferrari 330 P4 using a number of computer programs and packages, as well as the game engine Unreal Engine 5, and fragments of glass technology.

При викладанні технічних дисциплін [1 - 14], що мають відношення до автомобільного транспорту [15 - 30], можна застосовувати нові технології, що дозволяють «візуалізувати» за допомогою комп'ютерної графіки транспортні засоби. Ці напрацювання можна широко застосовувати в навчальному процесі разом з впровадженням нових технологій, наприклад, віртуальної реальності [19, 25 - 28].

Для створення цифрових моделей можна застосовувати різні пакети комп'ютерних програм, наприклад, Blender, Cinema 4D, Autodesk 3ds Max, Maya, та ін. Після створення 3D моделі за допомогою спеціальних програм або плагінів, що роблять рендеринг де можна використовувати різні види освітлення для отримання різних зображень транспортних засобів. Є можливість отримувати досить фотореалістичні зображення. Але при поєднанні різних програм (Substance Painter та ін.), програмування, скриптів та плагінів можна отримувати результат який може навіть перевершити очікування.

Одну з таких можливостей надає ігровий рушій (двигун) Unreal Engine, що розробляється та підтримується компанією Epic Games [31 - 34].

Як приклад використання платформи Unreal Engine наведемо роботу Романа Майстер-Базена - художника з автомобілів компанії Ubisoft Ivory Tower, що базується у Ліоні, Франція. Процес створення реалістичного автомобіля за допомогою включав застосування Maya, Substance Painter та Unreal Engine 5 [35].

Для прототипу для моделювання був обраний автомобіль Ferrari 330 P4 (рис. 1).



Рисунок 1 – Ferrari 330 P4 [35]

Референси зображень були розташовані за допомогою відповідного сервісу Pureref [36].



Рисунок 2 – Референси автомобіля Ferrari 330 P4 [36].

Для такого роду проєктів моделювання є складнішою частиною процесу, оскільки вам доводиться створювати складний об'єкт з нуля. Найчастіше у вас немає офіційної САПР бренду, з якою ви могли б працювати, тому вам доводиться використовувати креслення та свої очі. Але якщо у Вас є креслення реального автомобіля, то задача зі створення 3D моделі може спроститись у кілька разів.

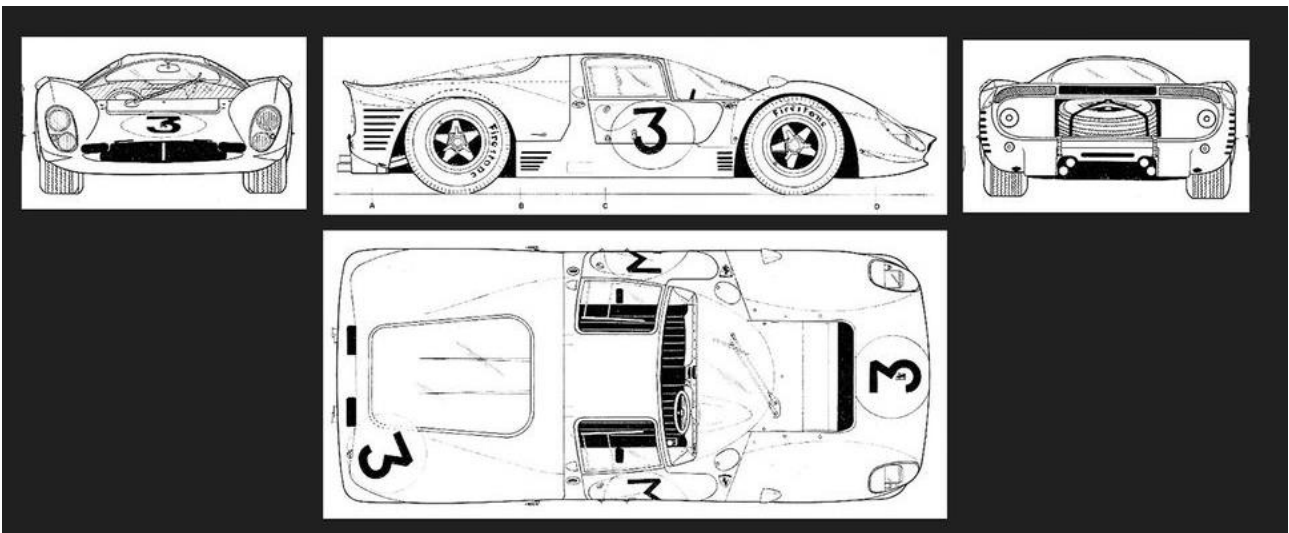


Рисунок 3 – Скетчі для створення креслень 3D моделі автомобіля Ferrari 330 P4 [35].

3D модель автомобіля була створена в графічному редакторі Autodesk Maya, де також була побудована сітка (рис. 4).

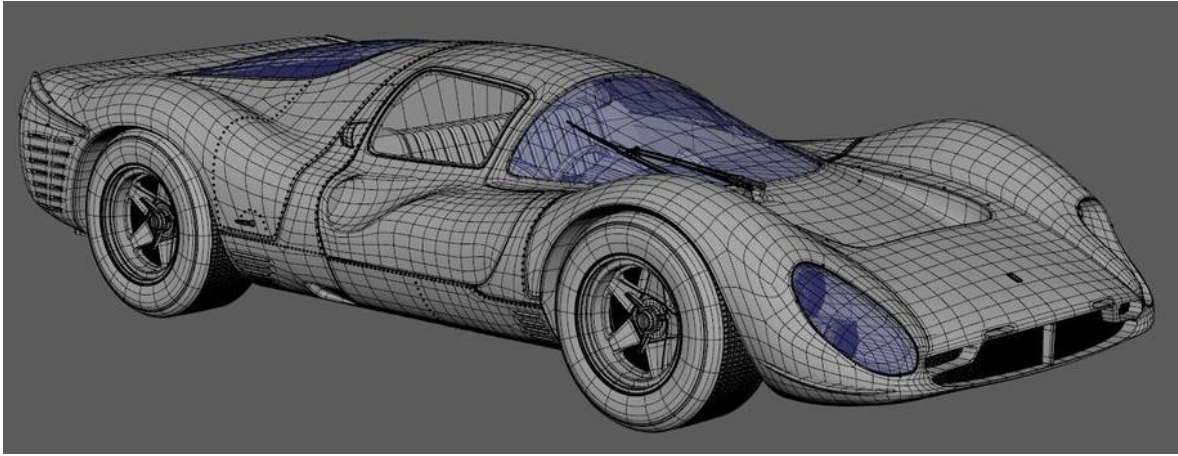


Рисунок 4 – 3D модель автомобіля Ferrari 330 P4 разом з сіткою [35]

Для створення текстур використано пакет (додаток від компанії Adobe) Substance Painter (рис. 5) [37]. За допомогою якого можна малювати тривимірні текстури моделі в реальному часі.



Рисунок 5 – Текстурування 3D моделі автомобіля Ferrari 330 P4 в пакеті Substance Painter

Для забезпечення гарного запікання колеса автомобіля були відокремлені від кузова (рис. 6).

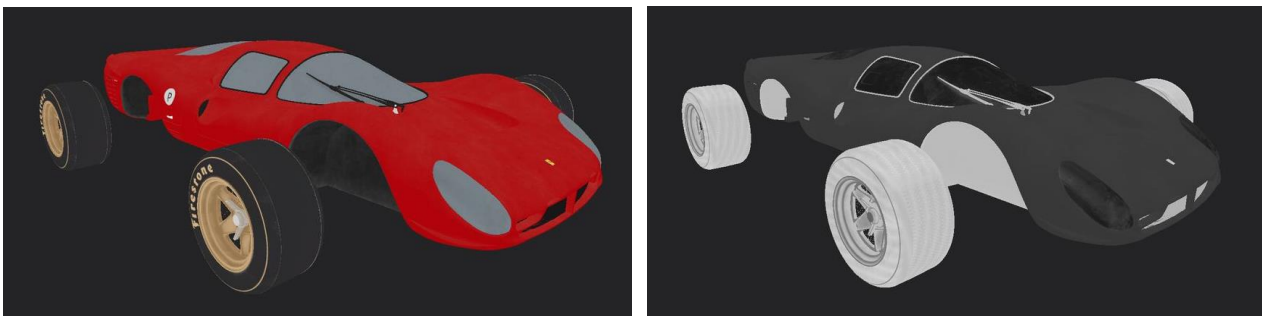


Рисунок 6 – Відокремлення коліс від кузова [35]

Дбаючи про оптимізацію, модель автомобіля була розділена на 5 матеріалів (рис. 7) і використовували 4K карти. Слідуючи налаштуванням Unreal Engine вони мають наступні види: Albedo, Normal Map та Map with AO, Roughness та Metalness.



Рисунок 7 – Приклади розділення матеріалів моделі автомобіля [35]

В програмі Photoshop на зображенні були додані цифри [38].

Перед рендерингом в Unreal Engine 5, були створені площини з великою кількістю поділів у Blender [39], щоб мати можливість створити ефект деформованої дороги на основі карти висот Quixel [40]. Також оточення навколо автомобіля мало нагадувати тенісні корти в Монако.

Для того, щоб світло було рухливим в базовій сцені Unreal Engine необхідно налаштування інтенсивності та кольору (рис. 8).

Потім був доданий плагін HDRi Backdrop (рис. 9), який дозволяє розмістити модель (наприклад, автомобіль) на задній план. Subemap, Intensity та Use Camera Projection – дуже важливі функції, що виставляються з самого початку. Якщо вимкнути останню, це може створити ефект (рис. 9). Що стосується Subemap, ви можете змінити її, обравши іншу, наприклад, HDRi Haven (рис. 10).

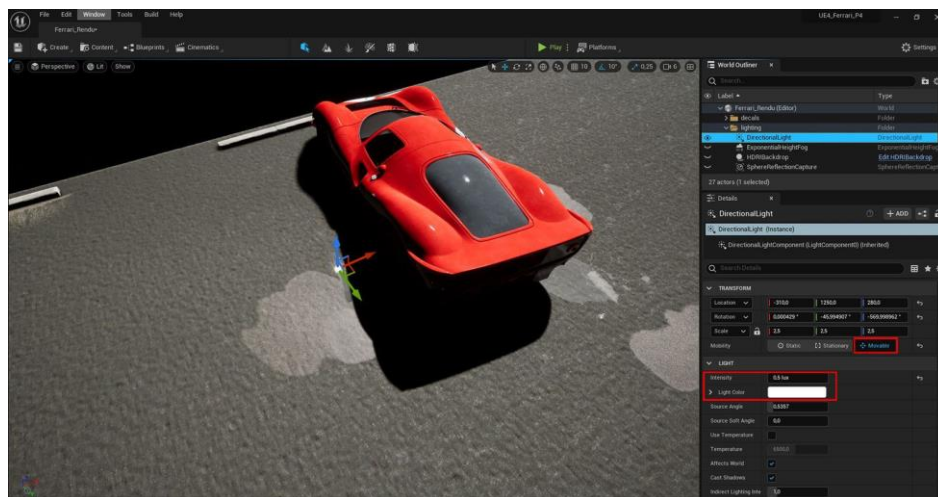


Рисунок 8 – Приклад налаштування світла в Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 9 – Приклад застосування HDRI Backdrop в Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 10 – Приклад застосування Submap, або DRI Haven (Use Camera Projection enabled / Use Camera Projection - Використовувати проєкцію з камери ввімкнено / Використовувати проєкцію з камери) [35]

В статті [35] наведено інші налаштування, що були зроблені в програмі Unreal Engine 5 для отримання кінцевих зображень (рис. 11, 12).

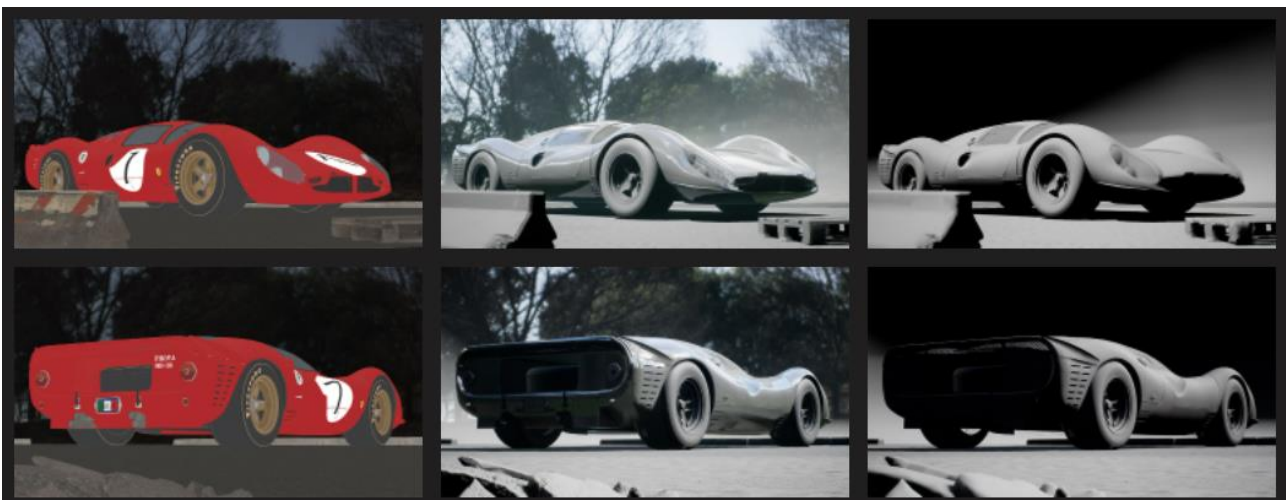


Рисунок 11 - Приклади проведення налаштувань в програмі Unreal Engine 5 [35]



Рисунок 12 – Один з кінцевих варіантів зображення автомобіля Ferrari 330 P4 в ігровому двигуні Unreal Engine 5 [35]

На рис. 13, 14 наведена техніка створення лобового скла (але технологія наведена для Unreal Engine 4). Ця техніка починається зі способу моделювання лобового скла. Лобове скло повинне складатися з чотирьох незалежних сіток або груп сіток. Кожна з цих чотирьох сіток має бути одностороння. Ця техніка реалізована для зображення автомобіля, що наведено на рис. 19 [34].

На рис. 13 у наступній схемі представлено розташування сіток.

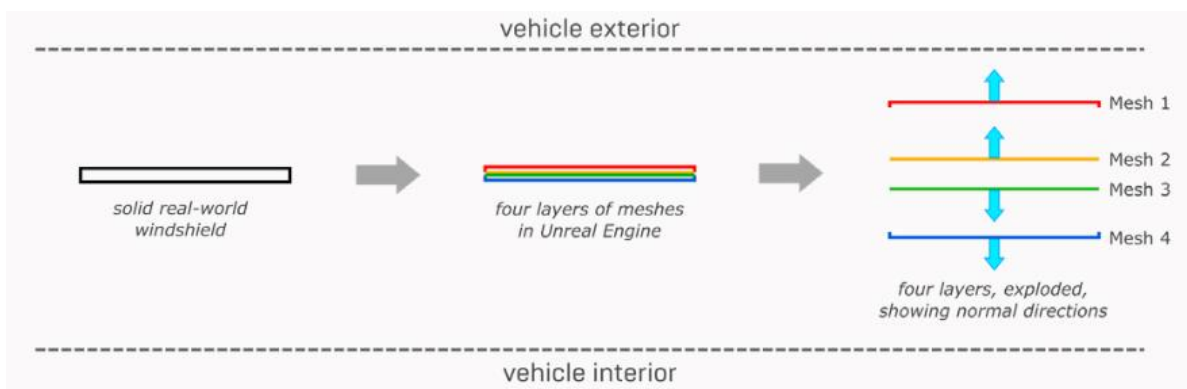


Рисунок 13 – Послідовність шарів [41]

Є два зовнішні шари лобового скла, Mesh 1 і Mesh 2, нормалі яких спрямовані назовні автомобіля. Вони представлені червоною та жовтою лініями.

Є два внутрішні шари, Mesh 3 і Mesh 4, нормалі яких спрямовані всередину автомобіля. Вони представлені зеленою та синьою лініями.

Цей детальний вигляд показує, як ці чотири сітки розташовані відносно один одного в тривимірному просторі (рис. 14).



Рисунок – 14. Упорядкування сітки у тривимірному просторі [41]

Сітка 1, зовнішній шар, що показує, утворює зовнішню оболонку вітрового скла. Він забезпечує відбивання, яке ви бачите зовні автомобіля. Її нормалі спрямовані назовні від автомобіля (рис. 15).

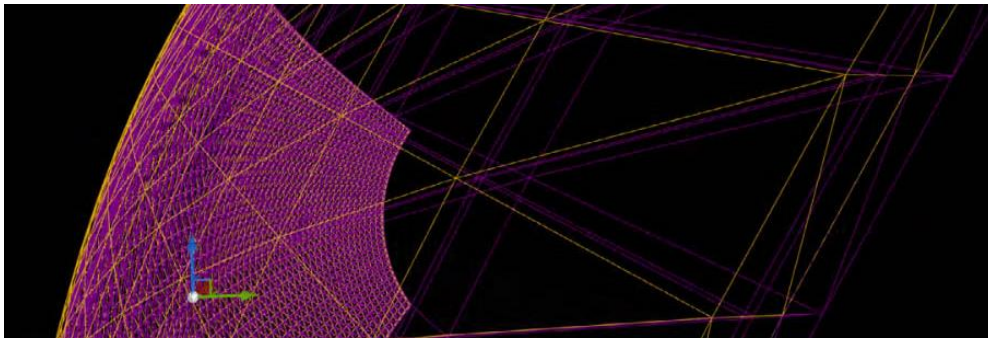


Рисунок 15 – Сітка 1 виділена помаранчевим кольором [41]

На наступному зображенні (рис. 16) показані Static Mesh Actors для цих чотирьох сіток у World Outliner в Unreal Editor.

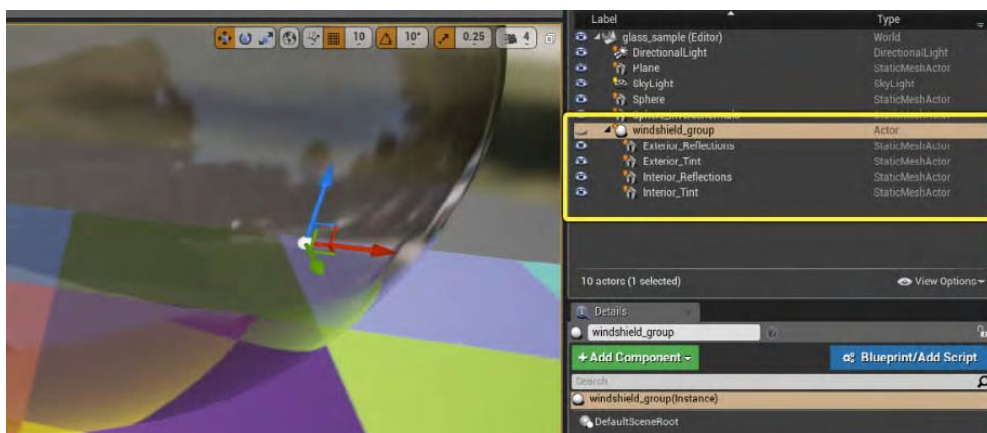


Рисунок 16 – Static Mesh Actors для цих чотирьох сіток у World Outliner у Unreal Editor [41]

На рис. 17 показані, всі чотири шари у в'юпорті редактора Unreal Editor, в режимах wireframe і lit.

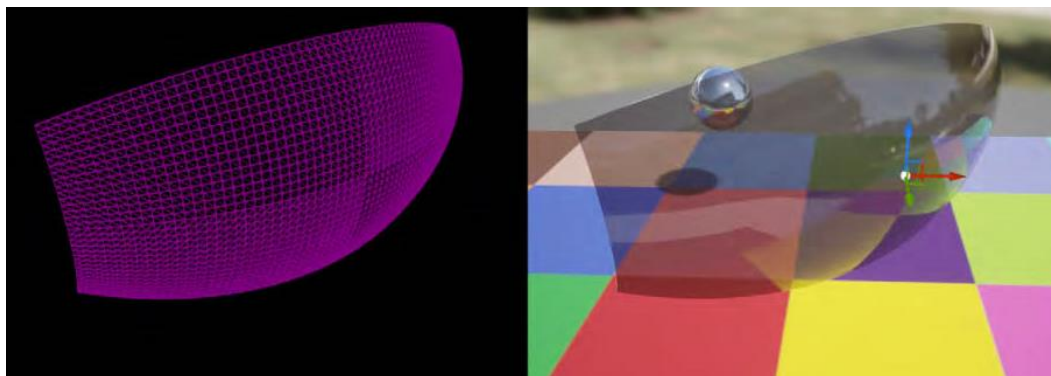


Рисунок 17 – Всі чотири шари, що показані у в'юпорті редактора Unreal Editor, в режимах wireframe і lit [41]

В графі матеріали встановлюють його як дзеркальний хром, але також прив'язують його непрозорість до кута огляду камери за допомогою вузла Френеля.

Для отримання результату проводять наступні дії:

1. Базовий колір роблять білим.
2. Встановлюють значення входів Metallic та Specular на 1,0.

3. Встановлюють для параметра Шорсткість значення 0,0.

4. Переконаються, що ідеально металева поверхня виглядає як гладкий хром.

Підключають Френель вузол до входу Opacity вихідного вузла матеріалу. Завдяки цьому чіткі відображення з'являються лише там, де кривизна скла змушує бачити його під досить гострим кутом, для того щоб функція Френеля почала впливати на непрозорість. Скрізь, де кут огляду близький до нормалі сітки, скло залишається прозорим.

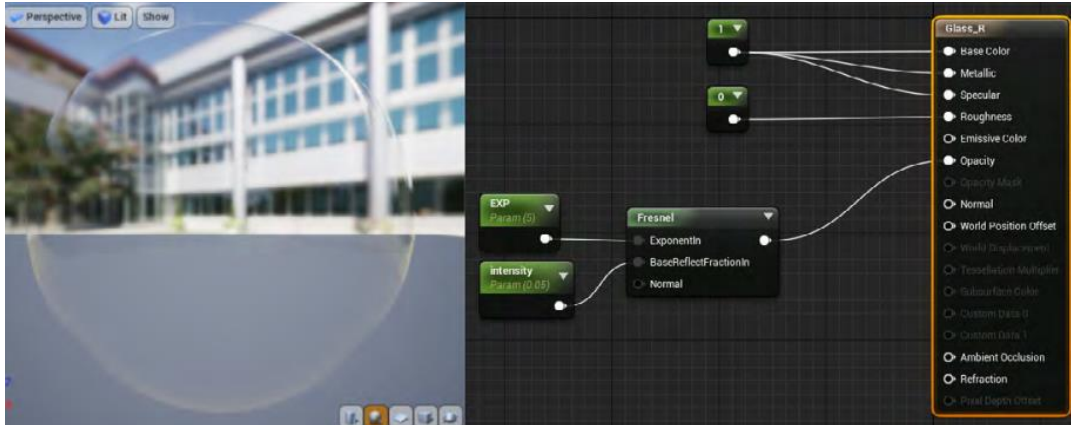


Рисунок 18 – Граф матеріалів. [41]

Ще декілька цікавих прикладів реалізації робіт з застосуванням технології Unreal Engine можна передивитись за посиланнями [42, 43].



Рисунок 19 – Результат після рендеринга для технології, що описана в ресурсі [41]

Наведено приклад послідовного отримання зображення автомобіля Ferrari 330 P4 при використанні низки комп'ютерних програм та пакетів, а також ігрового рушія Unreal Engine 5, а також один з варіантів технології (скорочено) створення скла в ігровому рушії Unreal Engine 4.

Список використаних джерел

1. Колесников В.А. Использование ресурсов Internet и программ компас 3D и Компас – График при изложении курса дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» // Збірник праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007. – С.163-165.
2. Колесников В.А., Харий И.С, Макухин А.Г., Девяткин Ю.С., Бова А.Р., Малков И.В. Изложение курсов дисциплин «инженерная и компьютерная графика» с применением

ресурсов internet и программ компас 3D и Компас – График // Прогресивні технології в науці, освіті та економіці. Збірник студентських наукових робіт. – Луганськ: ИТС, 2008. – 35 –38 с.

3. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2. – С.170-175.

4. Колесников В.А., Девяткин Ю.С., Косогова Я.А. Перспективы развития виртуальной инженерии в нашем регионе // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009 – С. 10 – 12.

5. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // 36. Наук. Праць СНУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.

6. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.

7. Колесников В.А. Студенческая наука – трамплин в будущее // Збірник наукових праць за матеріалами студентської конференції "Промисловість, економіка, екологія та соціологія південно – східного регіону Луганської області" м. Краснодар. 19.05.2010. - С. 18 – 23.

8. Верительник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.

9. Тупельняк О. Л., Колесников В.А., Савченко Е. А., Курьлєв В. О. Краткий обзор возможностей компьютерного атомно-кристаллического моделирования материалов // Тези доповідей. Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. – С. 78. – 80.

10. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Кузнецов В.В. Краткий обзор новых достижений в области вычислительной химии и материаловедения, как инструмента экологической безопасности // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 2 (173) 2012 – с. 279 – 284.

11. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63.

12. Аптекарь М.Д, Колесніков В.О., Кузнецов В.В. Аналіз нових досягнень в області обчислювальної хімії і матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 40 - 42.

13. Панков А. А., Щеглов А.В., Колесников В.А. Применение новых информационных технологий в земледелии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. С. 117 – 120.

14. Колесніков В.О., Куриной Е.В., Дрьомов А.О. Аналіз нових досягнень в області обчислювального матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 27 -32.

15. Панайотов К.К., Колесников В.А., Подинский Е.С. Алгоритм имитационного моделирования управления обслуживанием технологического маршрута // Матеріали V

Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 32 -35.

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

17. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодон. 2014 р. 92 - 100 с.

18. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.

19. Колесніков В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., Вінниця. - С. 18-22.

20. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 77 - 79 с.

21. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.

22. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112.

23. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 113 -120.

24. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 -124.

25. Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 95 - 99.

26. Колесніков Валерій, Колеснікова Єлизавета. Перспективи застосування технологій віртуальної та доповненої реальності при викладанні дисциплін пов'язаних з транспортною галуззю. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 37 – 39. ISBN 978-617-95067-7-2.

27. Колеснікова Єлизавета. Сучасні тенденції при викладанні нових дисциплін // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2021. С. 39 – 41. ISBN 978-617-95067-7-2.

28. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного

транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30 - 34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

29. Колесніков В. О. Деякі приклади застосування комп'ютерних програм для дизайну та рестайлінгу автомобілів. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 127 – 130. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

30. Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності // Мат. IX-ої міжн. наук-техн. інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 135 – 138. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

31. Unreal Engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/>.

32. Unreal Engine. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine.

33. Ігровий рушій. Unreal Engine. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine.

34. By Min Jie Wu. Create photoreal car windows in Unreal Engine. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/tech-blog/create-photoreal-car-windows-in-unreal-engine>.

35. Romain Maistre-Bazin. Realistic Vehicle Modeling and Texturing Using Unreal Engine 5. URL: <https://discover.therookies.co/2021/09/14/realistic-vehicle-modeling-texturing-unreal-engine-5titled>.

36. Он-лайн сервіс для розміщення референсів. URL: <https://www.pureref.com>.

37. Substance Painter. URL: <https://www.substance3d.com>.

38. Adobe Photoshop. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop.html>.

39. Introducing Blender 3.1. URL: <https://www.blender.org>.

40. Introducing: megascans trees. URL: <https://quixel.com>.

41. Unreal Engine 4. Realistic, high-quality windows. URL: <https://cdn2.unrealengine.com/Unreal+Engine%2Fblog%2Fcreate-photoreal-car-windows-in-unreal-engine%2FRealistic%2C-high-quality-windows-in-Unreal-Engine-V2.1-555149d5a4381bec41d846d911b8499f4ce5e1e9.pdf>.

42. Unreal Engine 5 Beginner Tutorial: Creating a Cinematic Car Shot | Free Asset. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jjyl4phsvBY>.

43. Damian Bilinski. Nissan GTR - Unreal Engine 4 RTX ON 32K px. URL: <https://www.behance.net/gallery/98263013/Nissan-GTR-Unreal-Engine-4-RTX-ON-32K>.

Гагаркін Ярослав Олегович – студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», Науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Gagarkin Yaroslav - student of the Department of Production Technologies and Vocational Education of Taras Shevchenko Luhansk National University

Kolesnikov Valeriy - Ph.D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University, Research Fellow, Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Taras Shevchenko Institute of Physics and Mechanics. G.V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 629.113.52

Галушак О. О., к.т.н.; Галушак Д. О., к.т.н.

ОЦІНКА НЕОБХІДНОСТІ ЗМІНИ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА ПРИ ВИКОРИСТАНІ СУМІШІ ПАЛИВ

Використання біодизельного палива або його суміші з дизельним дає можливість функціонування автомобільних перевезень України в умовах дефіциту імпортованого палива. В роботі наведені результати дослідження впливу зміни кута випередження впорскування палива на витрату суміші палив та зміну кількості теплоти, що подається в циліндр двигуна, при використанні суміші палив.

The use of biodiesel or its mixture with diesel allows the operation of road transport in Ukraine in conditions of shortage of imported fuel. The paper presents the results of the study of the effect of changes in the angle of advance of fuel injection on the consumption of the fuel mixture and the change in the amount of heat supplied to the engine cylinder when using the fuel mixture.

Вступ. Актуальність використання альтернативних видів палив під час активних військових дій на території нашої країни зростає в рази. Це дає можливість розширити паливну базу в умовах дефіциту імпортованого палива та забезпечити паливну незалежність окремих підприємств. Підприємства агропромислового комплексу в якості сировини можуть використовувати олії рослин вирощених на своїх полях, але за умови відсутності дефіциту продовольства. Виробництво біодизельного палива з рослинних олій в сучасних умовах економічно не вигідно [1], більш доцільним є переробка, тобто утилізація, відпрацьованих олій або тваринних жирів.

При використанні біодизельного палива, або його суміші з дизельним паливом, потрібно дотримуватись рекомендацій щодо його використання та змінювати налаштування двигуна [1]. Зокрема потрібно дослідити вплив значення кута випередження впорскування палива при використанні суміші палив на показники двигуна.

Викладення основного матеріалу. З метою визначення впливу зміни кута випередження впорскування суміші палив на витрату суміші палив в лабораторіях кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету було проведено експериментальне дослідження з використанням двигуна СМД – 15Э. Базовий кут випередження впорскування палива був рівним 22° до ВМТ при використанні суміші палив всіх відсоткових складів, що відповідає технічним характеристикам двигуна. Дослідження проводились при постійному навантаженні на колінчастий вал двигуна рівному 25 кВт, кут випередження впорскування змінювався з кроком 3° .

На рис. 1 наведені залежності циклової подачі палива від відсоткового складу суміші палив та кута випередження впорскування при роботі дизеля з частотою обертання колінчастого валу а) 1200 об/хв, б) 1500 об/хв.

Із залежностей видно, що існують певні значення кута випередження впорскування палива, за яких витрата суміші буде мінімальна на всіх режимах роботи двигуна. Також було проаналізовано як впливає зміна складу суміші палив та кута випередження впорскування на кількість теплоти, яка подається в циліндр за цикл (рис. 2). Дослідження проводилось при роботі дизеля з частотою обертання колінчастого валу а) 1200 об/хв, б) 1500 об/хв та з навантаженням на колінчастий вал двигуна – 25 кВт.

З рисунку видно, що зі зростанням вмісту біодизельного палива в суміші необхідно подавати більшу кількість теплоти в циліндр двигуна. Це спричинено різними фізико-хімічними властивостями палив. Більша в'язкість та густина біодизельного палива зумовлюють збільшення витрати енергії на подачу палива паливним насосом низького тиску через фільтри до паливного насоса високого тиску та на створення тиску при розпилюванні

палива. Оскільки температура випаровування та самозаймання біодизельного палива вища ніж у дизельного, то для проходження передпалуєнєвої підготовки суміші палив потрібно затратити більше енергії, проте для біодизельного палива передпалуєнєва підготовка проходить швидше і горіння починається раніше – тому кількість палива, що згорить до верхньої мертвої точки (ВМТ), збільшиться. Це призведе до збільшення кількості палива, що згорає і не виконує корисну роботу, створюючи при цьому протидію на поршень.

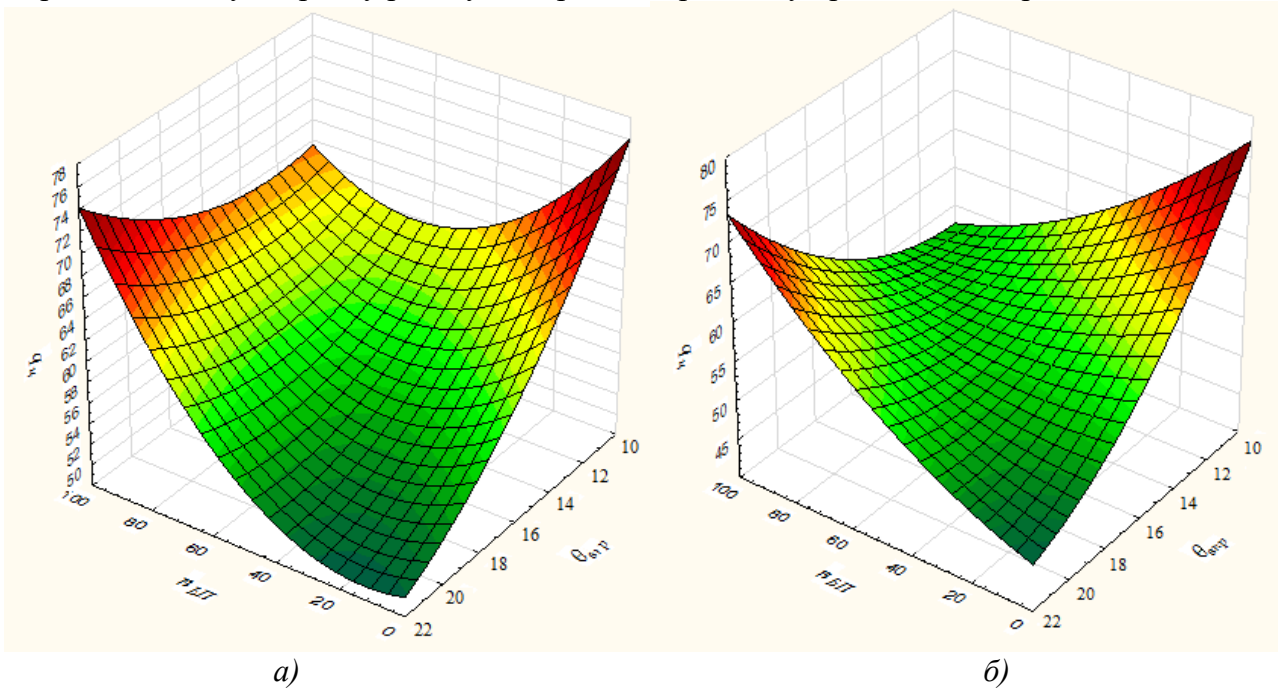


Рисунок 1 – Залежність циклової подачі палива від відсоткового складу суміші палив та кута випередження впорскування

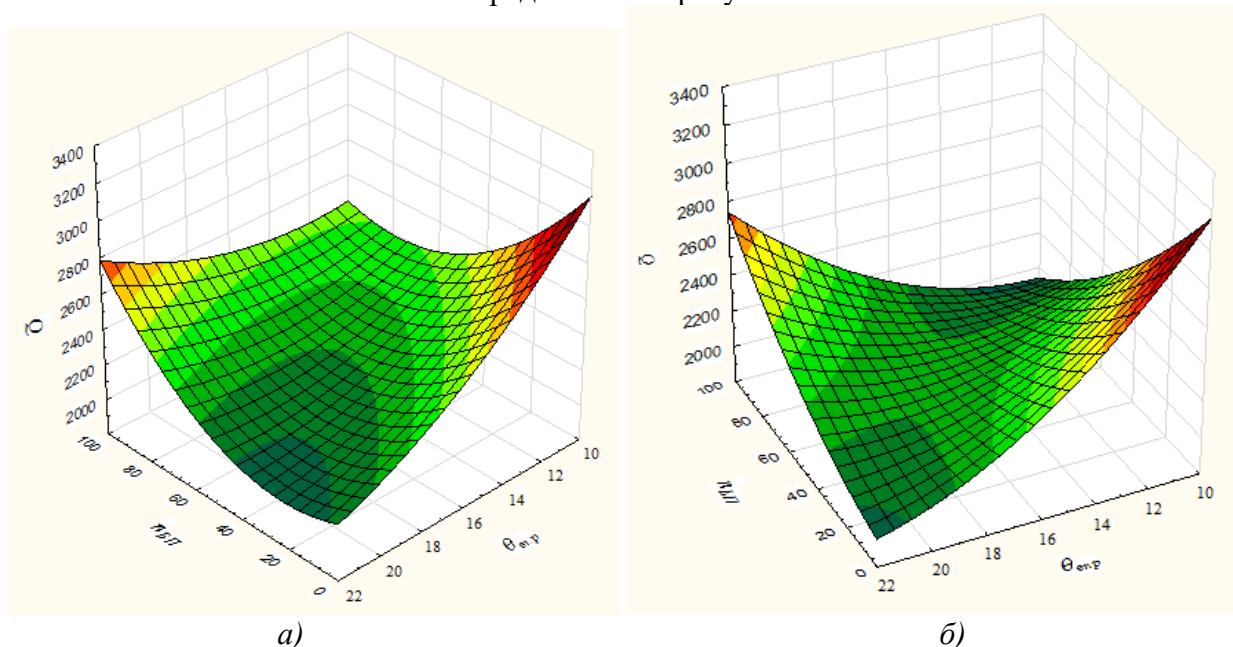


Рисунок 2 – Залежність кількості підведеної теплоти в циліндр двигуна від відсоткового складу суміші палив та кута випередження впорскування

Результати експериментальних досліджень впливу зміни кута випередження впорскування на витрату суміші палив наведено в табл. 1. Для зручності аналізу результатів дослідження, значення витрати суміші палив були представленні у вигляді циклової подачі суміші палив та кількості теплоти, що виділяється при її згорянні, за якими далі визначався оптимальний кут випередження впорскування.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень впливу зміни кута випередження впорскування на витрату суміші палив

№	Вміст БП в суміші палив $n_{БП}$, %	Зміна кута випередження впорскування $\Delta\theta_{впр}$, ° до ВМТ	Витрата суміші палив G_n , г/30 с	Циклова подача суміші палив q_c , мг/цикл	Кількості теплоти, що виділяється при згоранні циклової подачі суміші палив Q , МДж	Зміна кількості теплоти, ΔQ
Частота обертання колінчастого валу дизеля, $n_d = 1200$ об/хв.						
1	25,00	0,0	59,0	49,17	2024	- 4,97 %
2	50,00	0,0	64,0	53,33	2125	+ 0,02 %
3	75,00	-3,0	68,0	56,67	2183	+ 2,66 %
Частота обертання колінчастого валу дизеля, $n_d = 1500$ об/хв.						
1	25,0	0,0	73,0	48,7	2004	2,44 %
2	50,0	-6,0	78,0	52,0	2072	5,66 %
3	75,0	-9,0	82,0	54,7	2106	7,17 %

Після опрацювання результатів досліджень були визначені необхідні значення зміни кута випередження впорскування залежно від відсоткового складу суміші палив та частоти обертання колінчастого валу дизеля, які наведені в таблиці. Велика різниця в значенні зміни кута випередження впорскування при однакових відсоткових складах суміші дизельного та біодизельного палив в залежності від частоти обертання колінчастого валу пояснюється тим, що дизель СМД – 15Э не обладнаний автоматичною муфтою випередження впорскування палива, тому в базовому двигуні значення кута випередження впорскування палива однакове на всіх частотах обертання колінчастого валу.

В результаті експериментальних досліджень впливу зміни кута випередження впорскування на витрату суміші палив були визначені необхідні значення зміни кута випередження впорскування залежно від відсоткового складу суміші палив та частоти обертання колінчастого валу дизеля.

Список використаних джерел

1. У пошуку альтернативного палива Україні варто задуматися про більш просунуті речі – ATS Agro (АПК-Информ: ИТОГИ №11 (89)) [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/opinion/1523950>.
2. Галушак О.О. Рекомендації щодо використання регулювання відсоткового складу суміші палив для дизеля / О.О. Галушак, В.Б. Рябошапка В.П. Комаха //Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК», ВНАУ. 2018 - №2 – С.67-72.

Галушак Олександр Олександрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galushchak.gs@gmail.com

Галушак Дмитро Олександрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak.d@gmail.com

Galushchak Oleksandr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galushchak.gs@gmail.com

Galushchak Dmytro - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galuschak.d@gmail.com

УДК 656:338

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

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕЗЕРВУВАННЯ З КОВЗАЮЧИМ РЕЗЕРВОМ НА НАДІЙНІСТЬ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Розглянуто вплив використання виду резервування з ковзаючим (плаваючим) резервом у структурних схемах надійності транспортної системи на її загальну функціональну надійність. Розглянуто особливості і сутність даного підходу та наведено схеми резервування транспортної системи з різними з'єднаннями елементів ковзаючого резерву. Проаналізовано переваги і недоліки застосування ковзаючого резервування для підвищення надійності транспортної системи та отримано відповідні формули для оцінки її надійності на основі даного підходу.

The influence of the use of the type of reservation with sliding (floating) reserve in the structural schemes of reliability of the transport system on its overall functional reliability is considered. The peculiarities and essence of this approach are considered and the schemes of redundancy of the transport system with different connections of the elements of the sliding reserve are given. The advantages and disadvantages of the use of sliding redundancy to improve the reliability of the transport system are analyzed and appropriate formulas are obtained to assess its reliability based on this approach.

Відомо, що в теорії надійності технічних систем широко використовується метод резервування, який ґрунтується на мажоритарних структурних схемах надійності резервування елементів з використанням ковзаючого (плаваючого) резерву [1-3]. При такому резервуванні будь-який з резервних елементів може замінити будь-який елемент основного з'єднання. Після заміщення резервний елемент стає основним, а при відмові може бути замінений будь-яким з резервних елементів, що залишилися. При цьому число резервних елементів зменшується.

При послідовному з'єднанні елементів ковзаючий резерв z може замінити будь-який елемент, що відмовив n . Тип і виконувані функції елементів можуть бути різні. Таке резервування працюватиме в трьох випадках якщо є: великий набір різнотипних резервних елементів; резервовані елементи виконують однакові функції; резервні елементи є багатофункціональними.

В паралельному з'єднанні елементів всі елементи виконують однакові функції. Ковзаючий резерв z може замінити будь-який n елемент, що відмовив. Відмова системи в першому випадку наступить у разі витрачання всіх резервних елементів і відмові будь-якого з основних, а у другому випадку - при витрачанні всіх резервних елементів і відмові основних елементів в кількості, при якій нормальна робота системи буде неможлива.

Аналогічна схема можлива і для транспортної системи, яка буде працездатною протягом часу t при відмові не більше ніж n елементів. Подія A_k , що полягає у відмові будь-яких k елементів $k \in [0; n]$ за час t , може відбутися у тому випадку, коли відбудеться хоча б одна з несумісних подій $A_k^{k_1, k_2, \dots, k_{z-m}}$. Дана подія полягає в тому, що основний елемент системи, що стоїть на i -му місці, буде замінений k_i резервними елементами $i = 1, 2, \dots, z - n$.

Описаний принцип забезпечення працездатності з'єднання елементів при використанні ковзаючого резерву аналогічний принципу підтримки працездатності з використанням поелементного резервування заміщенням.

Розрахунок критерію надійності транспортної системи, в структурі якій використовується ковзаючий резерв, здійснюється по формулам:

$$P(t) = P_{l-h}(t) + \sum_{i=1}^{t/\Delta t_i} [P(t, t_i) \cdot Q(t, t_i)] \cdot Q_{l-h}(t), \quad (1)$$

$$P(t) = P_{l-h}(t) + P_n \cdot \sum_{i=1}^{t/\Delta t_i} [P(t, t_i) \cdot Q(t, t_i)] \cdot Q_{l-h}(t), \quad (2)$$

де $P_{l-h}(t)$, $Q_{l-h}(t)$ - відповідно ймовірність безвідмовної роботи і ймовірність відмови основного каналу перевезень та резервованого ($l-h$) протягом часу t ; $P(t, t_i)$, $Q(t, t_i)$ - відповідно ймовірність безвідмовної роботи і ймовірність відмови одного резервного каналу протягом часу $t-t_i$; де P_n - ймовірність безвідмовної роботи перемикача.

В ході досліджень виявлено, що ковзаюче резервування високоефективно. Транспортна система, що складається з n елементів, навіть при використанні одного резервного елемента має таку ж надійність, як і система з поелементним резервуванням, число елементів якої дорівнює $2 \cdot (n-1)$.

Слід зазначити, що реалізація такого резервування на практиці можлива за наявності перемикача, який дозволяє знайти несправний елемент в основному ланцюзі системи процесів і підключити замість нього резервний елемент [4, 5].

Для розрахунку критерію надійності перемикача застосовується формула, яка заснована на визначенні числа помилок диспетчера:

$$P_n = 1 - \frac{a}{b}, \quad (3)$$

де a - число випадків, коли відмова транспортної системи відбувається в результаті помилки диспетчера (перемикач не спрацював); b - загальне число заявок на перевезення, контроль над виконанням яких здійснював диспетчер.

Показано, що для транспортних систем важливою перевагою використання ковзаючого резервування полягає в наступному:

- у порівнянні з іншими видами резервування спостерігається більший вигравш надійності;

- для його реалізації потрібна менша кількість резервних елементів, тобто схема резервування володіє меншою надмірністю, що не приводить до зростання витрат на підтримку високої надійності.

Проведеними дослідженнями доведено, що схеми резервування з ковзаючим (плаваючим) резервом відносяться до класу ресурсозберігаючих методів, що забезпечують надійність транспортних систем [6]. Слід також зазначити, що його використання для підвищення надійності конкретної транспортної системи обмежено наступними причинами:

- необхідна наявність високонадійного перемикача, що є особливістю і одночасно головним недоліком резервування з ковзаючим (плаваючим) резервом, оскільки присутня ускладненість людським фактором;

- реалізація такого резервування вимагає наявності однотипних елементів в основному каналі перевезень, що зважаючи на технологічну специфіку процесу перевезень, складно, а у ряді випадків неможливо.

Останнє обмеження дає підстави стверджувати, що для вирішення завдань щодо забезпечення надійності транспортної системи застосовною є схема резервування ковзаючим резервом однотипних паралельно з'єднаних елементів у структурній схемі її надійності.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.
2. Xiangdong Xu, Anthony Chen, Sarawut Jansuwan, Kevin Heaslip. Modeling transportation network redundancy. Transportation research procedia. Volume 9, 2015. - P. 283-302.
3. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В., Великодний Д.О. Методологія підходів до дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем. Вісник машинобудування та транспорту. №2, 2017. С. 4-14.
4. Jenelius E., Cats O. The value of new public transport links for network robustness and redundancy. Volume 11 (9): Quantitative approaches to resilience in transport networks, 2015. - P. 819-835.
5. Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Кравченя І. М., Мазуренко О. О. Надійність функціонування логістичних ланцюгів при здійсненні зовнішньоторговельних операцій. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. Вип. 22. Харків, 2021. - С. 4-12.
6. Аулін В.В., Голуб Д.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. та ін. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачань на основі їх логічних структурних схем надійності // Центральнотехнічний науковий вісник. Технічні науки. Вип. 1. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – С. 47-57.

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

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

Замуренко Артем Сергійович – аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральнотехнічний національний технічний університет

Golub Dmitry – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: Dimchik529@gmail.com

Aulin Viktor – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropivnitsky, e-mail: AulinVV@gmail.com

Zamurenko Artem – getter Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University

УДК 621.436

Грицук І. В., д.т.н., проф.; Вербовський В. С., к.т.н., с.н.с.; Худяков І. В., к.т.н.;
Вербовський О. В., к.т.н.; Черненко В. В.

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

З метою забезпечення прогнозування параметрів технічного стану виконано дослідження і побудована інформаційна модель дизельної електростанції (ДЕС) на основі двигуна Д-246.4 із застосуванням системної декомпозиції на складові елементи та інформаційні взаємозв'язки між складовими елементами. Для формування предметної області дослідної дизельної електростанції використані принципи, що орієнтовані на конкретні завдання обробки, аналізу даних ДЕС і функціональні потреби та особливості роботи обслуговуючого персоналу.

In order to predict the parameters of the technical condition, a study was performed and an information model of a diesel power plant (DPP) based on the D-246.4 engine using system decomposition into components and information relationships between components. For the formation of the subject area of the experimental diesel power plant used principles focused on specific tasks of processing, analysis of data DPP and functional needs and features of the staff.

Вступ. Двигунобудування та, на його основі, дизель-генераторобудування – основа розвитку автономних систем електропостачання будь-якого призначення. Сюди, в першу чергу, відносять резервні джерела живлення та аварійні електростанції енергетичного та транспортного призначення. Підвищення технічного рівня сучасних дизель-генераторів виявляється у зростанні їх поодиноких потужностей при одночасному покращенні питомих технічних показників, економічності та підвищенні міжремонтних ресурсів.

Це вимагає пошук альтернативних шляхів збору та узагальнення інформації для покращення контролю посадовими особами за раціональною організацією експлуатації енергетичних установок і транспортних засобів. Об'єкт дослідження полягає в розробці та дослідженні систем моніторингу технічного стану енергетичних установок і, в подальшому, режимів праці та відпочинку її операторів в умовах експлуатації у автономній енергетиці і на транспорті.

Метою роботи є реалізація принципів системного підходу до задач формування інформаційної моделі моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану дизельної електростанції.

Аналіз існуючих рішень. Аналіз публікацій останніх років показує, що до теперішнього часу роботи, пов'язані зі зменшенням викидів і токсичності газів, що відпрацювали, виходять на перший план, залишаючи на досягнутому рівні економічні показники. Аналіз прогнозів розвитку дизелебудування та дизель-генераторобудування показує, що всі вони сприятливо оцінюють його перспективи. Принаймні, до кінця поточного століття прогнозується інтенсивне зростання попиту на дизельну продукцію різних класів та призначень. Прогнозуються високі темпи зростання попиту на електроенергію, отриману від автономних ДЕС [1-6].

Найважливішим завданням виробників дизель-генераторів залишається вдосконалення конструкції та технології їх виготовлення з метою максимального зниження вартості таких установок та зниження експлуатаційних витрат на обслуговування.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що керування складними системами, які пов'язані з фізичним та розумовим станом працівників, має прояв у застосуванні комплексів автоматизованого управління та контролю. Облік та ведення технічної документації в сфері експлуатації стаціонарних енергетичних засобів і транспортних засобів спонукає до пошуку альтернативних шляхів збору та узагальнення інформації, для покращення контролю

посадовими особами за належною організацією експлуатації транспортних засобів, планування режимів праці та відпочинку працівників, а також своєчасного прийняття рішення щодо визначення потреби в обслуговуванні чи ремонті транспортних засобів [1-6]. **Тому в дослідженні виникає потреба** проаналізувати наявні методи, засоби і системи інформаційного забезпечення моніторингу технічного стану складових суднових енергетичних установок в умовах експлуатації. Зробити аналіз існуючих способів і методів моніторингу режимів праці і відпочинку працівників в умовах експлуатації. Удосконалити та систематизувати існуючі шляхи збору та узагальнення інформації щодо покращення контролю посадовими особами за раціональною організацією режимів праці і відпочинку працівників в умовах експлуатації та моніторингу технічного стану складових енергетичних установок в умовах експлуатації.

Результати дослідження. Для аналізу предметної області ДЕС (У вимогах не треба дужки) використана діаграма потоків даних (DFD – Data Flow Diagramm) з властивими компонентами. Оскільки джерелом первинної інформації про стан ДЕС, як виходить з рис. 1, є пристрій збирання та передачі, їх можна вважати «зовнішніми сутностями». До зовнішніх сутностей відносимо «Базу даних» системи моніторингу та «Експлуатаційний персонал» системи. Під «Контролером ДЕС» розглядаємо пристрій моніторингу та прогнозування контрольованих параметрів ДЕС.

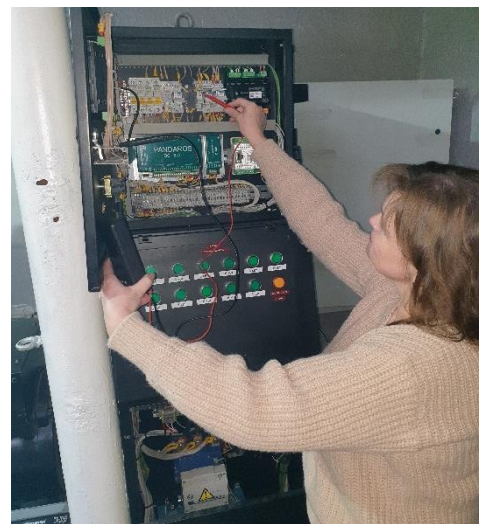
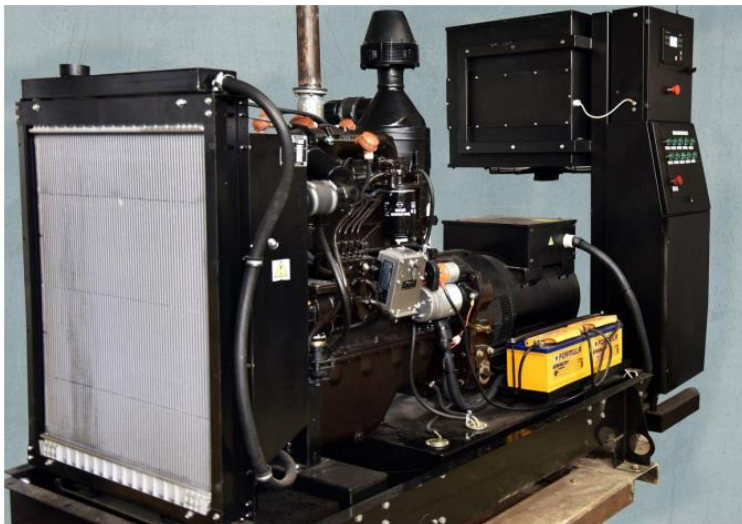


Рисунок 1 - Стенд для дослідження і моніторингу робочих процесів та параметрів системи регулювання дизельної електростанції на основі дизеля Д-246.4

Модель предметної області ДЕС в роботі представлена у вигляді множини:

$$M_{np.o.} = \langle F, H, P, O, V_{вх}, V_{вих}, R \rangle, \quad (1)$$

де $F = \{f_i / i = 1, I\}$: функції, що автоматизуються, саме які виконуються системою моніторингу та прогнозування параметрів; $H = \{h_j / j = 1, J\}$: завдання обробки даних системи моніторингу та прогнозування параметрів; $P = \{p_k / k = 1, k\}$: множина системи, що характеризує кількість, особливості та склад персоналу, що працює із системою моніторингу та прогнозування параметрів; $O = \{o_m / m = 1, M\}$: об'єкти автоматизації, які можливо представити властивими самостійними частинами, в частині двигуна, в частині генератора та в частині шини навантаження; $V = \{v_l / l = 1, L\}$: інформаційні елементи (саме вхідні та вихідні параметри системи); $R = \{r_y / y = 1, Y\}$: множина системи у вигляді відносин (взаємозв'язків) між компонентами.

При формуванні системи моніторингу саме для аналітичного опису семантики системи складові були описані за допомогою булевих матриць суміжності, які описують відповідні відносини R між компонентами і складовими предметної області. Види відносин між розглянутими множинами показані у функціоналі множинами $\{F, H, P, O, V_{вх}, V_{вих}, R\}$: $FH = \|fh_{ij}\|$, $FP = \|fp_{ik}\|$, $FO = \|fo_{im}\|$, $FV = \|fv_{il}\|$, $HP = \|hp_{jk}\|$, $HO = \|ho_{jm}\|$, $HV = \|hv_{il}\|$, $OV = \|ov_{ml}\|$. Таким чином була отримана аналітико-множинна модель предметної області ДЕС. Дана модель дозволяє виявити повноту та несуперечність компонентів щодо всіх множин предметної області, а також взаємозв'язки між ними.

Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи моніторингу та прогнозування контрольованих параметрів ДЕС включає в себе: побудову множини структурних елементів і складових на основі моделі предметної області ДЕС, формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів та побудова орієнтованого графа інформаційної структури ДЕС, формування матриці семантичної досяжності елементів, визначення інформаційних та групових елементів структурної множини ДЕС, упорядкування груп структурних елементів за рівнями властивої ієрархії, виділення та формування множини відповідних ключів та атрибутів у групах даних системи моніторингу ДЕС, побудова канонічної моделі БД системи моніторингу ДЕС.

Основними структурними елементами моделі системи моніторингу та прогнозування параметрів ДЕС на основі дизельного двигуна Д-246.4 є елементи вказаних множин O та V : $D = \{d_l \mid l = 1, 66\}$, $P(D) = 66$. Під матрицею семантичної суміжності $B = \|b_{ij}\|$ розглядається квадратна бінарна матриця, що була проіндексована по (обидві) осі множини структурних елементів D . Отриманій матриці системи відповідає оргграф інформаційної структури. Вершини орграфу (відповідають) структурним елементам, а дуги відображають наявність або відсутність зв'язку між ними. Зображення орієнтованого орграфу G представлено на рис. 2.

Для отримання матриці досяжності, отриману матрицю послідовно зводили в цілі позитивні ступені n ($n = 2, 3, \dots, L - 1$), що утворювали деяку кількість матриць шляхів доступу. У дослідному випадку, другий ступінь отриманої матриці є виродженою матрицею. Саме тому матриця семантичної досяжності збігається з матрицею семантичної суміжності. В дослідженні отримана матриця дає можливість визначення множини передування $C(d_i)$ та досяжності $F(d_i) \forall d_i \in D$. Множина $C(d_i)$ формується з елементів, які відповідають одиничним записам в i -му стовпці, а множина $F(d_i)$ – з елементів, відповідних одиничним записам у i -му рядку отриманої матриці. Аналіз множини $C(d_i)$ дозволяє виділити базові типи структурних елементів – інформаційні елементи та групи. Інформаційним елементам відповідають ті структури, яким $C(d_i) = 0$. На отриманому графі їм відповідають висячі вершини.

Розрахунковим шляхом, згідно наведених раніше залежностей, були визначені множини передування та досяжності для кожного структурного елемента:

$$\forall i, i = 1, \dots, 56 \ C(d_i) = \varnothing; C(d_{57}) = \{d_i \mid i = 1, \dots, 19, 56\};$$

$$C(d_{58}) = \{d_i \mid i = 20, \dots, 37, 56\}; C(d_{59}) = \{d_i \mid i = 38, \dots, 56\}, \quad (2)$$

$$\forall i, i = 57, \dots, 59 \ F(d_i) = \varnothing; \forall i, i = 1, \dots, 19 \ F(d_i) = \{d_{57}\},$$

$$\forall i, i = 20, \dots, 37 \ F(d_i) = \{d_{58}\}; \forall i, i = 38, \dots, 55 \ F(d_i) = \{d_{59}\}; F(d_{56}) = \{d_{57}, d_{58}, d_{59}\}, \quad (3)$$

Для визначення інформаційних елементів застосували наступний метод: необхідно підсумувати елементи кожного стовпця j матриці A . Якщо $\sum_{i=1}^{P(D)} a_{ij} = 0$, то j -й елемент

структурної множини є інформаційним. Інакше структурний елемент є груповим елементом (групою).

В роботі була отримана матриця вироджена, тобто всі її елементи дорівнюють 0. За рахунок отриманого результату інформаційна структура не має багаторівневої ієрархічної організації і тому немає необхідності проводити процедури впорядкування та нормалізації. За рахунок отриманого результату достатньо досліджувати інформаційні склади груп щодо наявності загальних елементів. Для досліджуваної системи моніторингу ДЕС на основі стаціонарного дизельного двигуна Д-246.4 було отримано загальний інформаційний елемент для всіх трьох інформаційних груп. Це елемент d_{56} («Час збору інформації системи»). Цей елемент також є ключовим унаслідок семантичної залежності одержуваних даних від часу збору інформації. Отже, множина ключів $W_1 = \{d_{56}\}$, множина атрибутів $W_2 = \{d_i / i=1, \dots, 55\}$. Тому граф канонічної структури отримав вигляд представлений на рис. 3.

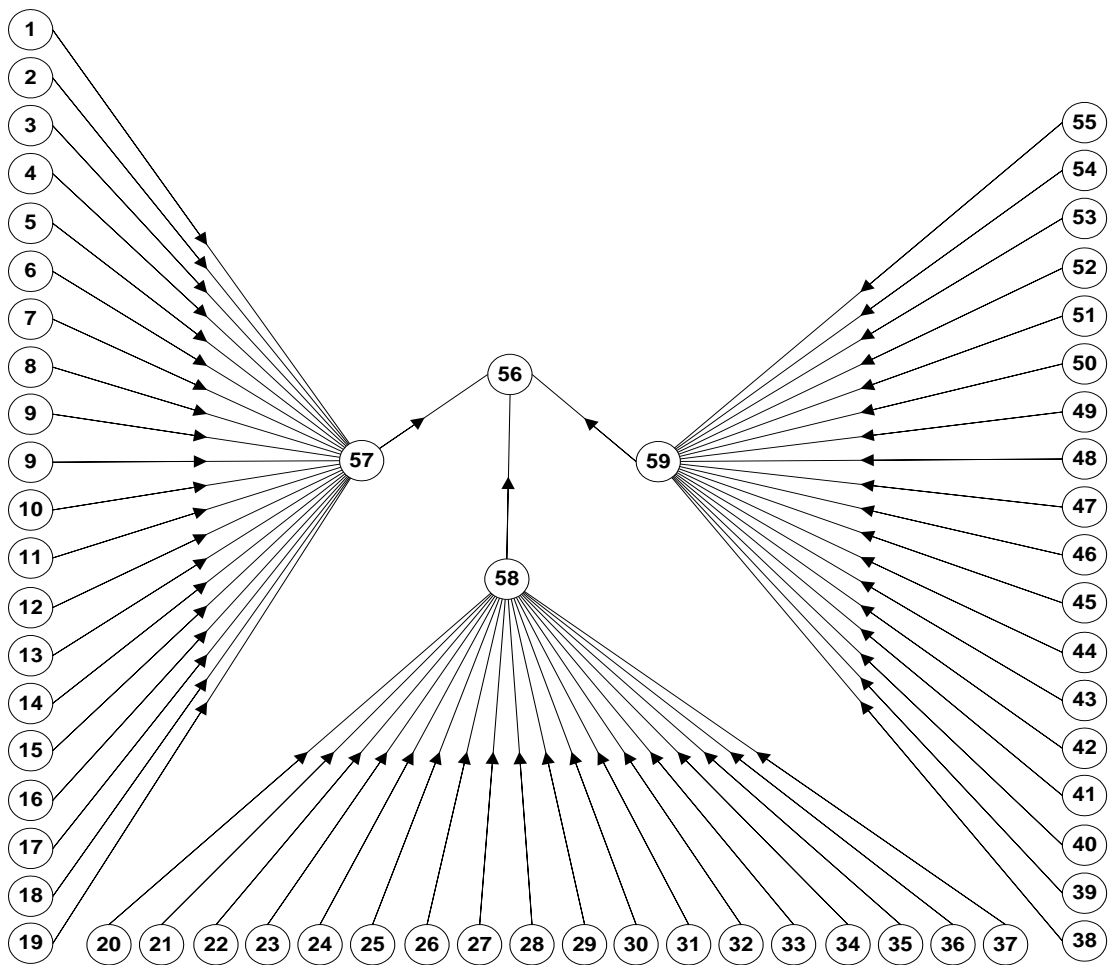


Рисунок 2 – Граф G інформаційної структури моделі системи моніторингу та прогнозування параметрів ДЕС на основі дизельного двигуна Д-246.4

Для реалізації прогнозуючих алгоритмів оцінки параметрів дизельної електростанції розроблено відповідні алгоритми одно параметричного та групового багато параметричного прогнозування. В дослідженні процес прогнозування представлено як операторне перетворення (Π) вихідної (отриманої) інформації про досліджуваний об'єкт у вигляді її відображення на майбутнє, що обмежене глибиною прогнозу $\Pi : \{D_i, T\} \rightarrow I$, де Π - оператор прогнозування; D_i - інформація про вихідний стан об'єкта (у нашому випадку - тимчасовий ряд); T - горизонт прогнозу; I - результат прогнозу.

Метою прогнозування параметрів ДЕС є дослідження динаміки та виявлення виходів за допустимі межі значень контрольованих параметрів у майбутньому у відповідному інтервалі

часу. Залежно від того, в якому режимі працює ДЕС, і вибирається граничні значення для прогнозу. Якщо ДЕС працює в режимі основного джерела живлення системи, дуже важливо прогнозувати значення параметрів на короткий термін. У разі роботи ДЕС в аварійному режимі необхідно забезпечити отримання вимірювань не менше одного разу протягом одного включення. Вид функції, що описує систематичну складову системи моніторингу дає змогу оцінити остаточне рішення. Якщо обраний варіант невдалий, то послідовні значення низки залишків можуть мати властивості незалежності, тому що вони можуть корелювати між собою. У цьому випадку має місце автокореляція помилок.

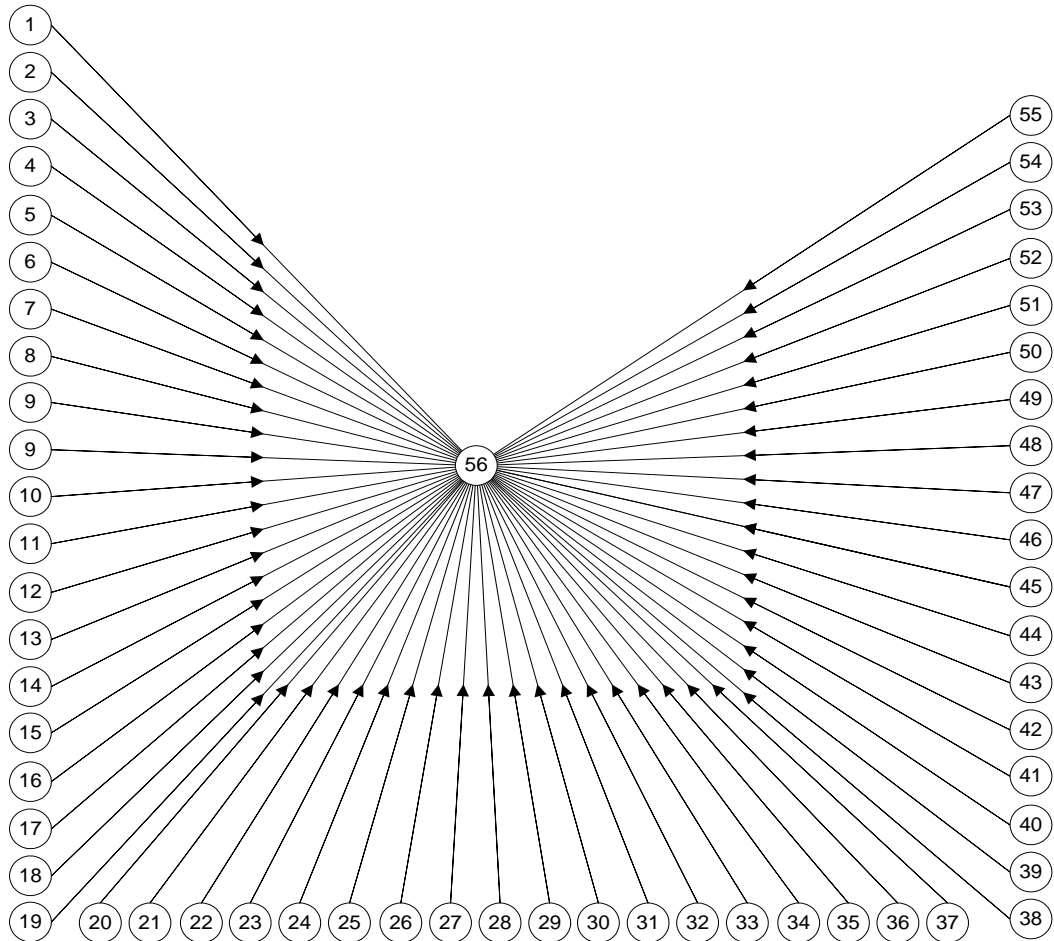


Рисунок 3 – Граф G канонічної структури моделі системи моніторингу та прогнозування параметрів ДЕС на основі дизельного двигуна Д-246.4

В дослідженні застосований метод, запропонований Дарбіним та Уотсоном. Критерій Дарбіна-Уотсона пов'язаний з гіпотезою існування автокореляції першого порядку, тобто. автокореляції між сусідніми залишковими членами низки. Значення цього критерію визначається за такою формулою:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (4)$$

Для оцінки точності моделей прогнозування застосовувалась середня відносна помилка по модулю (Mean Absolute Percentage Error (MAPE)), що розраховувалась за такою формулою:

$$|\bar{\delta}| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t} \right| \cdot 100\% \quad (5)$$

де n - число рівнів часового ряду, якими визначалося прогнозне значення.

Характеристика $MARE$ широко використовується для порівняння точності прогнозу різнорідних об'єктів прогнозування. При значеннях цієї характеристики в діапазоні 10-20% точність можна визнати доброю, при $20\% < |\delta| < 50\%$ – задовільною.

Відповідно до мети розроблюваної системи прогнозування, ДЕС підлягає обслуговуванню, якщо прогноз показує що з її контрольованих параметрів першим виходить за встановлені межі обмежень. У цьому випадку аналізовані параметри можна вважати незалежними один від одного. Процес прогнозування технічного стану зводиться до незалежного прогнозування значень щодо кожного з параметрів, з наступним визначенням параметра з найменшим значенням прогнозного часу, коли відбудеться вихід за допустимі межі. Авторами підготовлені відповідні алгоритми, які були реалізовані в системному аналітичному модулі.

Інформаційне забезпечення системи прогнозування технічного стану ДЕС складається з двох основних частин: програмного забезпечення загального призначення та спеціального програмного забезпечення, яке є програмним кодом, що виконує збір, зберігання та обробку інформації ДЕС. Приклад результатів побудови прогнозних моделей наведено на рис. 4 для горизонту прогнозу у 50 хв.

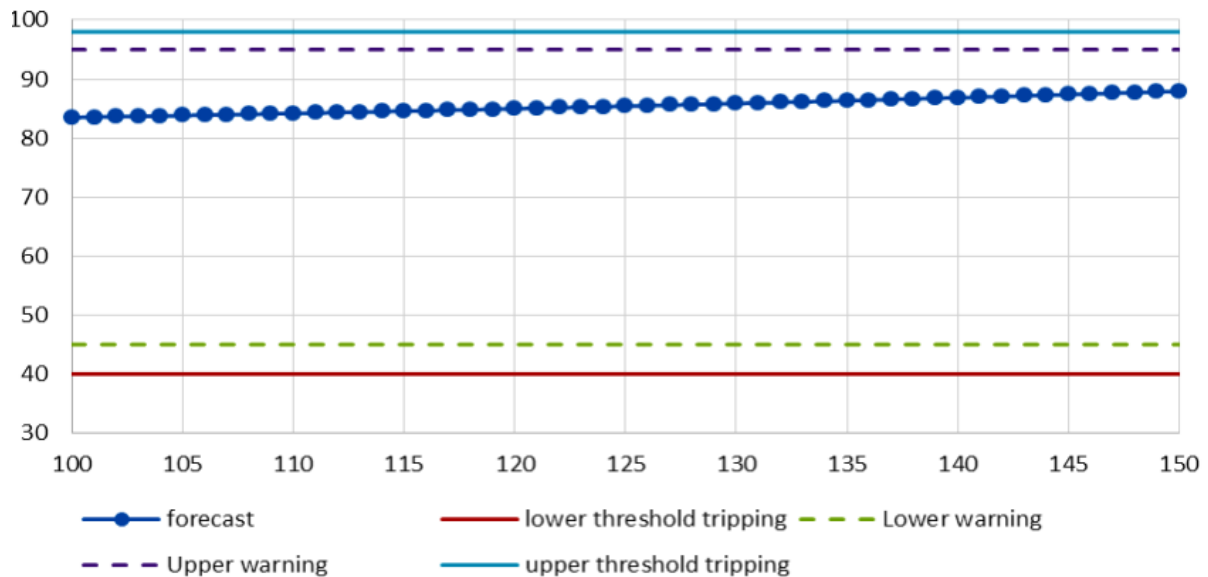


Рисунок 4 – Приклад побудови прогнозних моделей і графіка прогнозу в системі моніторингу для параметра – температура ОР двигуна, °C - побудова графіка прогнозу для визначеного інтервалу часу

Таким чином, в результаті реалізації програмного забезпечення розроблено інтерфейс системи. Реалізація прогнозних моделей здійснювалась на основі моніторингової системи ДЕС (моніторинг і визначення статусу несправностей). В системі передбачено виконання прогнозу параметрів стану ДЕС на відповідний прогнозний час і виконання прогнозу параметрів стану ДЕС з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі. На основі прогнозуючих алгоритмів реалізовано два різновиди прогнозування: індивідуальне прогнозування для окремого параметру і прогнозування за кількома параметрами.

Висновки. Побудована інформаційна модель дизельної електростанції (ДЕС) на основі двигуна Д-246.4 із застосуванням системної декомпозиції на складові елементи та інформаційні взаємозв'язки між складовими елементами з метою забезпечення прогнозування параметрів технічного стану. При формуванні предметної області дослідної дизельної електростанції були використані принципи, що орієнтовані на конкретні завдання обробки, аналізу даних ДЕС і функціональні потреби та особливості роботи обслуговуючого персоналу. Запропоновано

механізм реалізації прогностичних моделей, який здійснюється на основі моніторингової системи ДЕС (моніторинг і визначення статусу несправностей). Передбачено в системі моніторингу виконання прогнозу параметрів стану ДЕС, як на відповідний прогностичний час, так і до отриманих значень параметрів з найменшим значенням прогностичного часу, при якому відбудеться вихід за встановлені допустимі межі.

Список використаних джерел

1. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта: учебное пособие / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
2. Атрощенко В.А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем: монография / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2010. – 192 с.
3. Матейчик В.П. Використання інтелектуальних інформаційних технологій позиціонування для контролю теплових параметрів системи комбінованого прогріву ДВЗ транспортного засобу / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // Вісник ЖДТУ. Житомир / Технічні науки. – 2012. – №3(62). – С. 136–141
4. Кадильникова Т.М. Мониторинг технологического состояния как фактор обеспечения безаварийной работы / Кадильникова Т.М. // Вісник Донбаської академії будівництва і архітектури. Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – 2002. – № 5(36). – С. 38-41.
5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64765 от 04.04.2016 Твір науково-практичного характеру «Технічний регламент і результати роботи інформаційного програмного комплексу (продукту) MonDiaFor «HADI-15»» (monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS) при здійсненні моніторингу, діагностування, прогнозування параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах інтелектуальних транспортних систем». Заявка від 10.02.2016№65240.
6. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту: монографія / Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Грицук І.В., Смешек М., Волкова Т.В., Цюман М.П. - Харків: Вид-во НТМТ, 2015. – 246 с.

Грицук Ігор Валерійович – д.т.н., професор, професор кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Вербовський Валерій Степанович – к.т.н., старший науковий співробітник відділу газових технологій, Інститут газу НАН України, e-mail: company_era@ukr.net

Худяков Ігор Валентинович – к.т.н., старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Вербовський Олексій Валерійович - к.т.н., науковий співробітник відділу газових технологій, Інститут газу НАН України, e-mail: verbov@bigmir.net

Черненко Валентина Володимирівна – старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: v.chernenko18@gmail.com

Hrytsuk Ihor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Verbovsky Valeriy - Ph. D. (Eng.), Senior Research Fellow, Department of Gas Technologies, Institute of Gas, National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: company_era@ukr.net

Khudyakov Igor - Ph. D. (Eng.), Senior Lecturer, Department of "Operation of Ship Power Plants", Kherson State Maritime Academy, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Verbovsky Oleksiy - Ph. D. (Eng.), Research Fellow, Department of Gas Technologies, Institute of Gas, National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: verbov@bigmir.net

Chernenko Valentyna - Senior Lecturer of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: v.chernenko18@gmail.com

УДК 621.436

Грицук І. В., д.т.н., проф.; Погорлецький Д. С., к.т.н.; доц.; Симоненко Р. В., д.т.н., проф.; Білай А. В.

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН В ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Покращення паливної економічності, енергетичних і екологічних показників транспортного засобу (ТЗ) в оточуюче середовище в змінних умовах експлуатації можливо при використанні екологічно чистих систем теплової підготовки (СТП) на основі теплових акумуляторів фазового переходу. Наведені результати експериментальних досліджень транспортного засобу при проведенні стендових випробувань в умовах дослідної спеціалізованої лабораторії. Представлені результати визначення температурних параметрів системи охолодження двигуна ТЗ у різних контурах системи охолодження, а також покращення паливної економічності і екологічних показників двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на зрідженому газовому паливі, з СТП на основі теплового акумулятора фазового переходу (ТАФП).

Improving the fuel economy, energy and environmental performance of the vehicle (vehicle) in the environment in changing operating conditions is possible with the use of environmentally friendly thermal treatment systems (TTS) based on phase transfer heat accumulators. The results of experimental researches of the vehicle at carrying out of bench tests in the conditions of experimental specialized laboratory are resulted. The results of determining the temperature parameters of the cooling system of the vehicle in different circuits of the cooling system, as well as improving fuel economy and environmental performance of the vehicle converted to run on liquefied petroleum gas with TTS based on thermal accumulator phase transition (TAPT).

Вступ. Під час експериментального дослідження ставилося завдання визначення паливної економічності при здійсненні різних варіантів теплової підготовки ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, оснащеним СТП з ТАФП. Реєстрація параметрів технічного стану двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, та параметрів теплової підготовки фіксувалися за допомогою системи дистанційного моніторингу (СДМ) [1] і засобів дослідницьких лабораторій стаціонарного дослідження. Можливість визначення викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ), пов'язана з особливостями розробленої системи дистанційного моніторингу ТЗ, а саме визначення викидів у ВГ ТЗ можливо тільки в процесах руху ТЗ, для зупиненого ТЗ це виконати неможливо (виходячи з особливостей побудови систем управління сучасних ТЗ). Тому виникла потреба у формуванні методу комбінованого визначення витрати палива і викидів шкідливих речовин у ВГ транспортного засобу [1-6] на основі експериментальних, дослідних і розрахункових даних. Метод базується саме на результатах, що були отримані у режимах стаціонарних випробувань, руху на маршруті, їздових циклів та при варіюванні навантаження на їздових барабанах [6]. Саме тому, результати експериментальних досліджень достатньо потрібні при визначенні витрати палива і викидів шкідливих речовин у ВГ ТЗ за запропонованим методом. Особливо це доцільно для ТЗ, з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, оснащеним СТП з ТАФП.

Метою роботи є покращення паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів з двигунами, переобладнаними для роботи на газовому паливі, які оснащені системою теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу в умовах експлуатації.

Результати дослідження. Результати моніторингу параметрів технічного стану ТЗ у процесах дослідження передпускового і післяпускового прогріву ТЗ в умовах експлуатації приведені в роботі [1]. Реєстрація технічних параметрів при роботі на зрідженому газовому паливі проводилася аналогічно проведеним вимірюванням на нафтовому рідкому паливі (бензин).

Фрагменти звітів двох складових системи моніторингу ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2, які входять до єдиної СДМ параметрів технічного стану двигуна ТЗ в умовах експлуатації та підсумковий звіт після розшифрування отриманої інформації із системи моніторингу на основі лінії системи стандарту OBD-II, адаптер (сканер ELM327) наведені в [2-3]. На рис. 1 показані витрати рідкого палива (бензин) залежно від режиму теплової підготовки двигуна ТЗ від значень температури оточуючого середовища (ОС) до температури охолоджувальної рідини в системі охолодження 50 °С для різних режимів прогріву за різних температур. Найменша витрата палива спостерігається для прогріву ТЗ до температури охолоджувальної рідини 50 °С у режимі прогрів зупиненого ТЗ у режимі х.х. Але робити висновок про найкращий варіант теплової підготовки двигуна ТЗ тільки за цими даними зарано. Потрібно оцінити прогрів ТЗ за параметрами часу теплової підготовки та наявності пробігу ТЗ у процесах прогріву в русі. Також, потрібно отримати результати в частині викидів шкідливих речовин ТЗ у відпрацьованих газах двигуна ТЗ. Останнє питання можливо буде вирішити тільки після використання розрахунково-аналітичного дослідження.

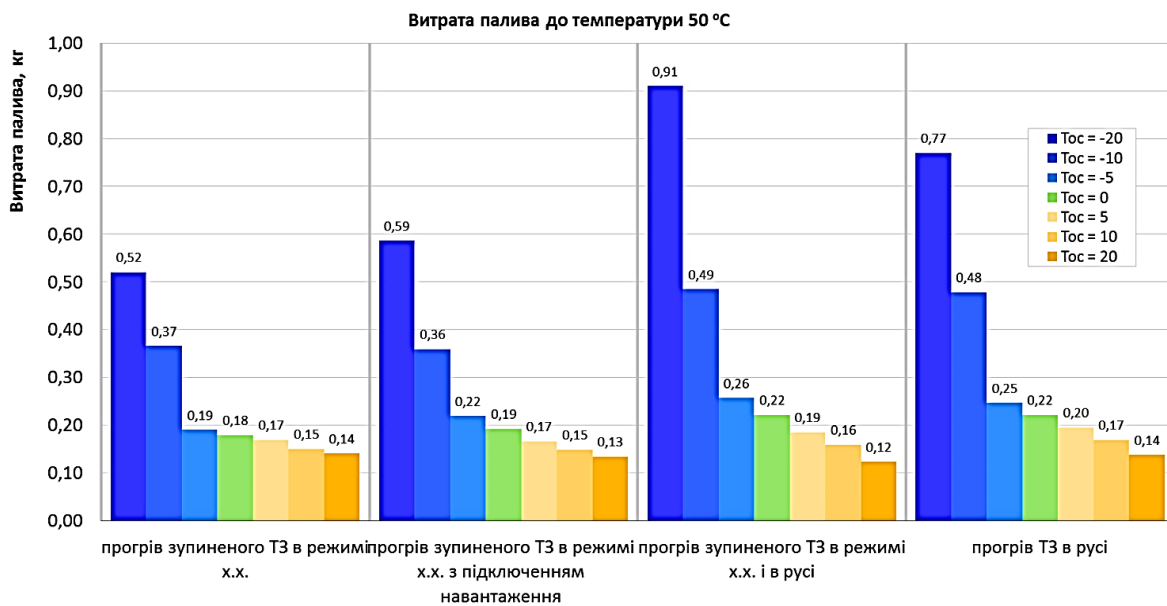


Рисунок 1 – Результати зміни витрати палива (бензин) від значень температури ОС до температури системи охолодження 50 °С залежно від режиму теплової підготовки двигуна ТЗ

Система моніторингу [3], здатна показувати значення викидів шкідливих речовин тільки в процесах руху ТЗ. При зупиненому ТЗ отримати ці значення неможливо. Результати зміни витрати палива (бензин–газ) від температури охолоджувальної рідини в системі охолодження в діапазоні від 50 °С до 85 °С, продемонстрували що найменша витрата палива, як і в попередньому випадку для всіх температур діапазону -20...+20 °С, спостерігається для прогріву ТЗ у діапазоні температури охолоджувальної рідини від 50 °С до 85 °С – у режимі теплової підготовки двигуна ТЗ, прогрів зупиненого ТЗ у режимі х.х. Підтверджується, що робити висновок про найкращий варіант теплової підготовки двигуна ТЗ зарано. Потрібно оцінити прогрів ТЗ за параметрами часу теплової підготовки, наявності пробігу ТЗ у процесах прогріву і викидах шкідливих речовин.

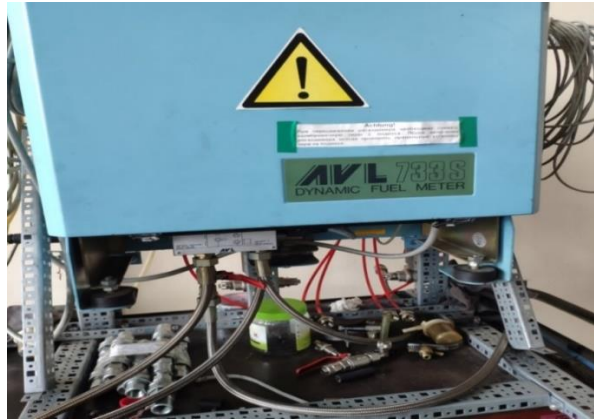
Методика проведення досліджень у частині визначення показників витрати палива, терміну прогріву двигуна ТЗ та викидів шкідливих речовин містить фіксацію процесів теплової підготовки двигуна ТЗ у змінних умовах експлуатації за варіантами режимів прогріву ТЗ вказана в [4]. Вимірювання температурних параметрів та параметрів технічного стану проводилося за допомогою розробленої СДМ [5]. На етапі експериментальних досліджень ставилося завдання визначення показників витрати палива (бензин, газ) та кількості шкідливих речовин у викидах ВГ в оточуюче середовище під час використання СТП на основі ТАФП.

Експериментальні дослідження проводились у випробувальному центрі колісних транспортних засобів ДП «ДержавтотрансНДІпроект» (у лабораторіях: «Лабораторія випробувань та діагностики дорожніх транспортних засобів», «Лабораторія дослідження використання палив та екології») і випробувальна лабораторія «Технічна служба з випробувань ДТЗ») рис. 2 і 3, згідно

New European Driving Cycle (NEDC), (URL: <https://www.transportpolicy.net/standard/eu-light-duty-new-european-driving-cycle>).



Установлений ТЗ на гальмівному стенді



Витратомір палива AVL мод. 733S.18



ONO SOKKI DF-311 (бензин)



FlexCOR CMF-EQ0B1AWCJ2100A (газ)



MEXA-7400DEGR



Вимірювальний комплекс «Bosch»

Рисунок 2 – Основне обладнання лабораторії ДП «ДержавтотрансНДІпроект» при проведенні досліджень

Дослідження проводили на ТЗ KIA Ceed 2.0 5МКПП із двигуном G4GC, обладнаним системою живлення на зрідженому газовому паливі та СТП із ТАФП. Стендові випробування автомобіля KIA Ceed 2.0 у ДП «ДержавтотрансНДІпроект» проводилися на роликівому стенді з імітацією режимів Європейського міського їздового циклу [5]. Для визначення екологічних показників прогріву ТЗ, переобладнаних для роботи на газовому паливі, оснащених СТП на основі ТАФП експериментальне дослідження виконувалося в режимі за змодельованим Європейським міським їздовим циклом у лабораторіях ДП «ДержавтотрансНДІпроект».

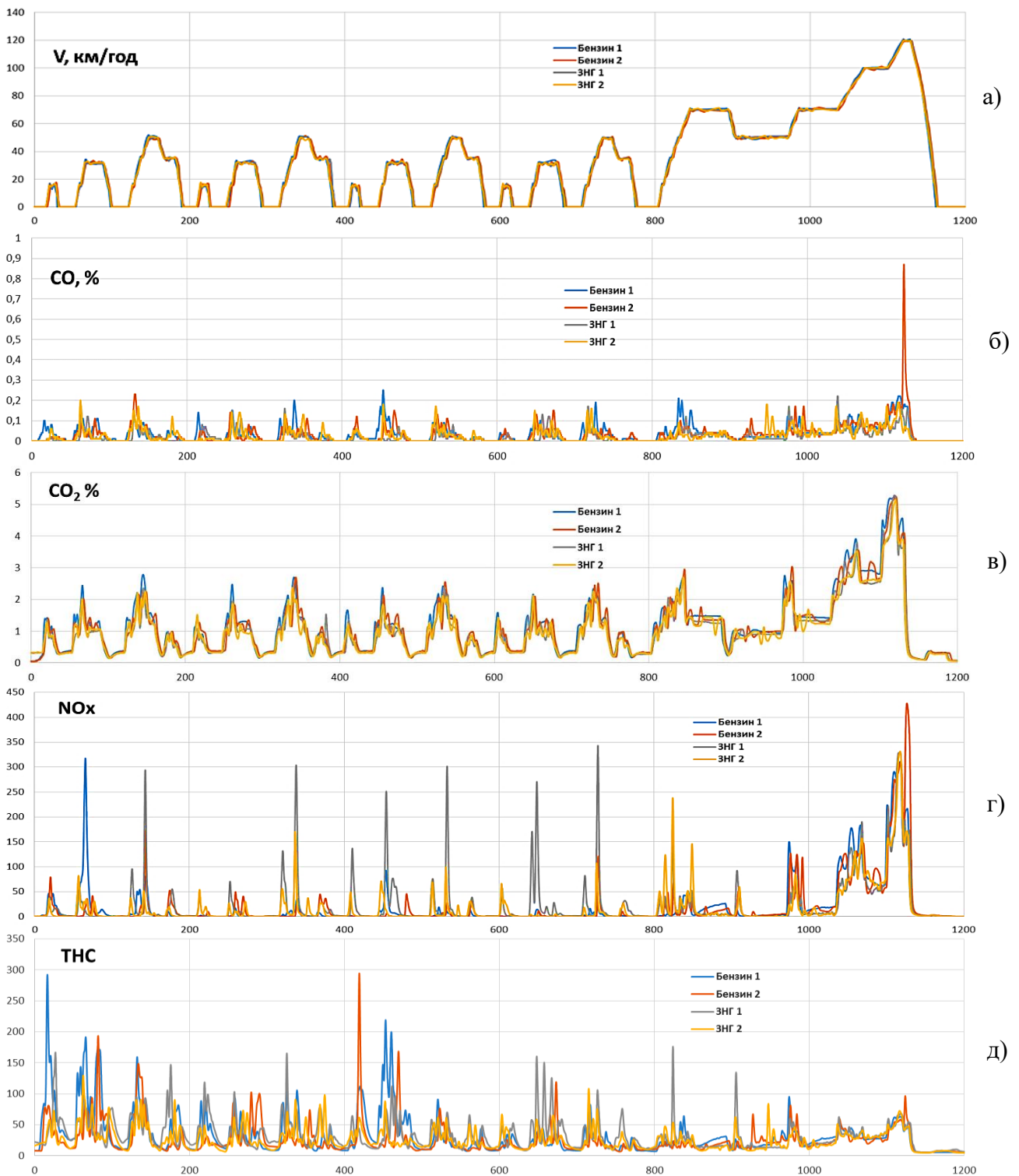


Рисунок 3 – Результати експериментального дослідження за змодельованим Європейським міським їздовим циклом ТЗ KIA CEE'D 2.0 5MT2, переобладнаним для роботи на газовому паливі, відповідно для значень: а) швидкість руху; б) викиди CO; в) викиди вуглекислого газу CO₂; г) викиди оксидів азоту; д) загальна кількість вуглеводнів

На рис. 3 показані деякі окремі результати експериментального дослідження, проведеного у випробувальному центрі колісних транспортних засобів ДП «ДержавтотрансНДІпроект», що були отримані за змодельованим Європейським міським їздовим циклом ТЗ для KIA CEE'D 2.0 5MT2 на бігових барабанах. Були отримані зміни значення в широкому діапазоні параметрів технічного стану ТЗ, на рис. 3 показані деякі з них, а саме зміна швидкості руху км/год, викиди CO, концентрація викидів вуглекислого газу CO₂, викиди оксидів азоту NO_x та загальна кількість вуглеводнів THC у викидах шкідливих речовин відпрацьованих газів двигуна ТЗ.

У процесі проведення досліджень у ДП «ДержавтотрансНДІпроект» були отримані на бігових барабанах експериментальним шляхом навантажувальні характеристики у широкому діапазоні частот обертання колінчастого вала двигуна ТЗ [5], які були використані для опису поліноміальних залежностей, що необхідні для визначення закономірностей зміни витрати палива та викидів шкідливих речовин при розрахунках на математичній моделі [5]. Деякі характеристики наведені на рис. 4 – 6.

На рис. 4 показані характеристики холостого ходу двигуна ТЗ, обладнаного СТП, що працює на рідкому паливі (бензин) та на газовому (пропан–бутан). З отриманих залежностей можна зробити висновок, що робота двигуна ТЗ із застосуванням СТП на газовому паливі значно зменшила концентрації оксиду вуглецю (CO), діоксиду вуглеводню (CO_2) та дещо збільшила викиди оксидів азоту (NO_x), але тільки на початку роботи двигуна ТЗ, потім вони зменшуються.

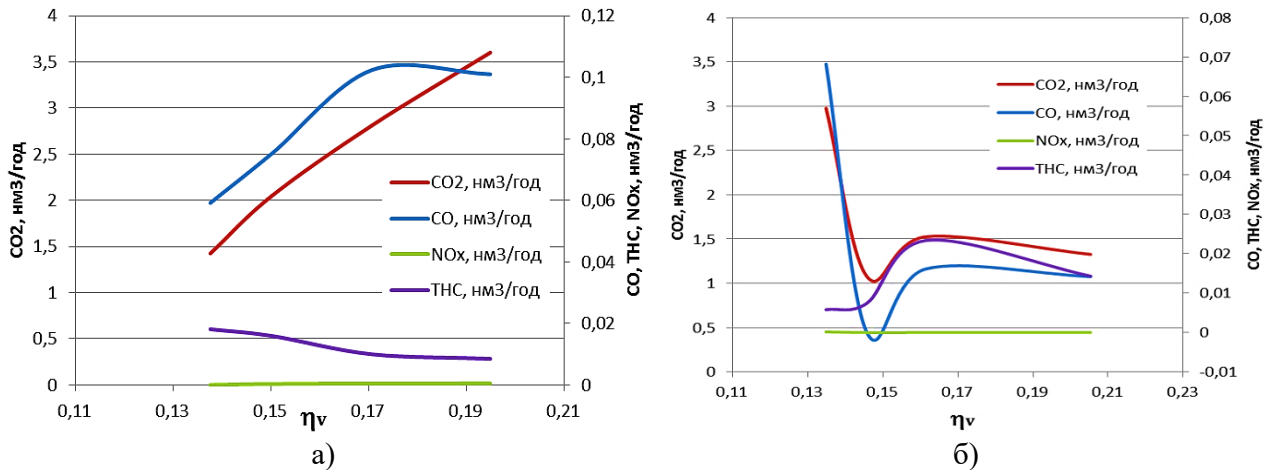


Рисунок 4 – Характеристика холостого ходу двигуна ТЗ, що працює на рідкому паливі (бензин) (а); газовому паливі (пропан–бутан) (б)

З навантажувальних характеристик, наведених на рис. 4 – 5, видно, що застосування системи теплової підготовки дозволило при роботі двигуна ТЗ на газовому паливі зменшити шкідливі викиди у ВГ, це підтверджується нижчими концентраціями вуглеводнів у відпрацьованих газах для малих навантажень. Як видно з представлених навантажувальних характеристик, показники двигуна ТЗ, переобладнаного для роботи на газовому паливі, при використанні СТП кращі (зменшилися витрата палива та концентрації шкідливих викидів). Особливість здійснення теплової підготовки двигуна ТЗ полягає в тому, що для усіх можливих варіантів достатньо забезпечити теплову підготовку всієї охолоджувальної рідини в блоці циліндрів двигуна ТЗ, контурі дросельної заслінки, пічці (теплообмінника) салону ТЗ і газовому редукторі-випарнику.

Такий підхід до забезпечення теплової підготовки формує рівномірний прогрів усіх елементів теплообміну й гарантовано після запуску двигуна переключення на подачу зрідженого газового палива. Це також гарантує економію бензину на прогрів двигуна [6]. В цілому, проведені експериментальні дослідження, виконані для різних температур ОС від $-20^{\circ}C$ до $20^{\circ}C$ показали можливості економії часу для виконання теплової підготовки у межах від 10,2% до 54,3% та зменшення витрати палива двигуна ТЗ на прогрів у межах від 33,1% до 62,8% в умовах експлуатації.

Досягнуті позитивні ефекти можна пояснити тим, що нагрівання охолоджувальної рідини перед запуском двигуна ТЗ здійснюється за допомогою СТП із тепловим акумулятором фазового переходу, встановленим у системі охолодження [6]. Завдяки використанню СТП з ТАФП на ТЗ, що працює на рідкому паливі, знижуються викиди шкідливих речовин: CO – 49%; CH – 35%; NO_x – 29%; CO_2 – 28% аналогічно на ТЗ, що працює на газовому паливі, знижуються викиди шкідливих речовин: CO – 9,7%; CH – 20%; NO_x – 7%; CO_2 – 18%. Зниження сумарних шкідливих викидів завдяки використанню системи теплової підготовки з ТАФП, зведених до рівня агресивності CO на рідкому паливі, складає 39%, а на газовому – 20% [6].

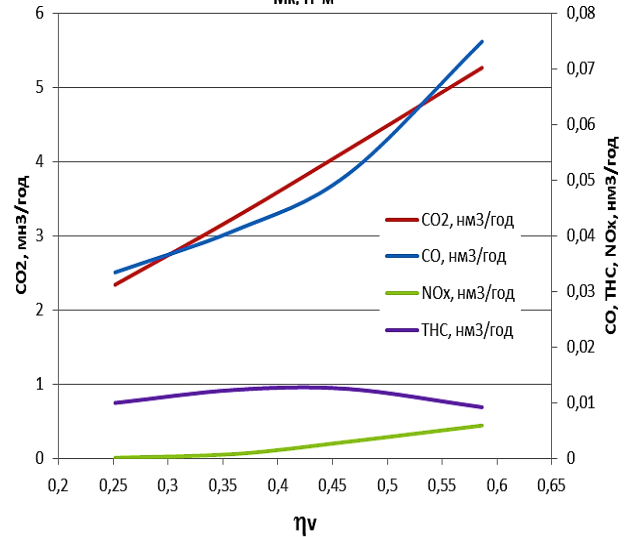
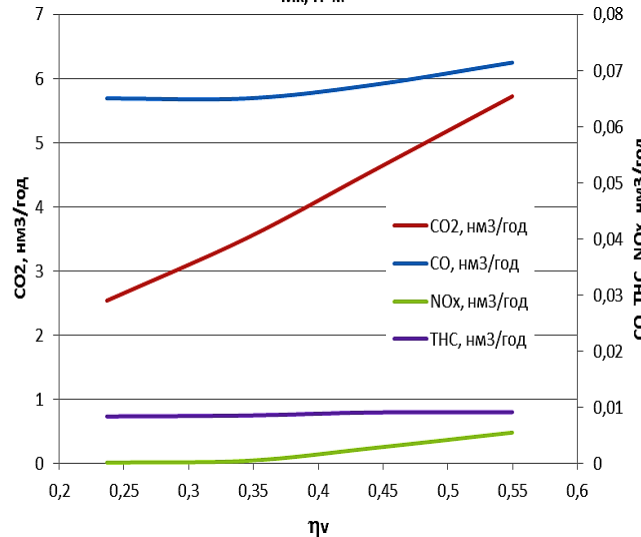
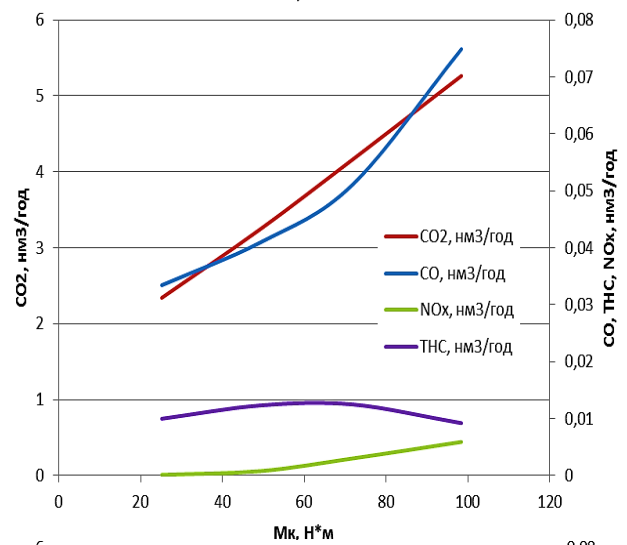
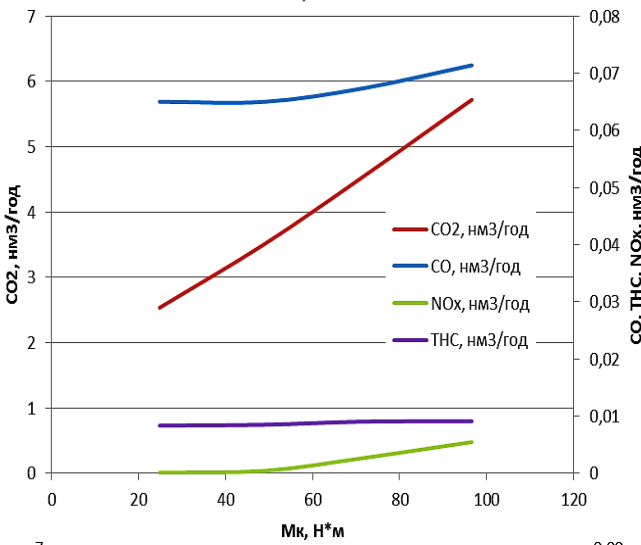
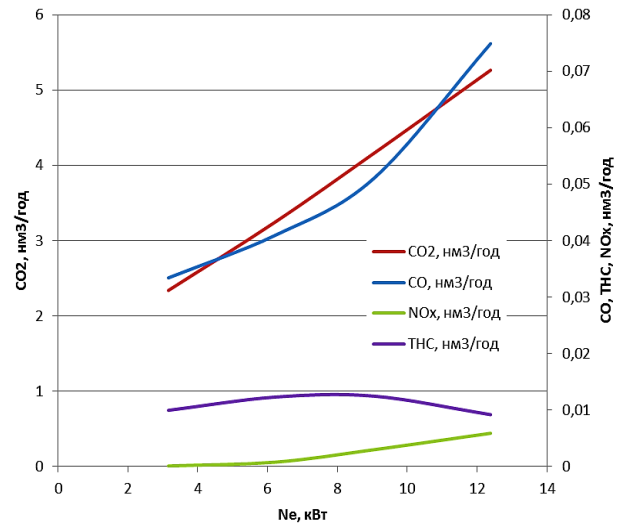
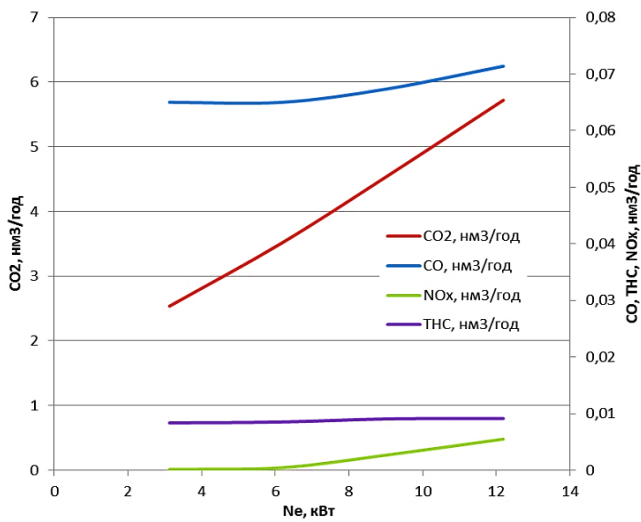


Рисунок 5 – Навантажувальні характеристики двигуна ТЗ, що працює на рідкому паливі (бензин) за $n_{дв} = 1200 \text{ хв}^{-1}$

Рисунок 6 – Навантажувальні характеристики двигуна ТЗ, що працює на газовому паливі (пропан-бутан) за $n_{дв} = 1200 \text{ хв}^{-1}$

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено вплив СТП із ТА фазового переходу ТЗ з двигуном, переобладнаним для роботи на газовому паливі, на показники паливної економічності та екологічні показники в процесах передпускової і післяпускової теплової підготовки (прогріву). Показано можливості для зменшення витрати

палива двигуна ТЗ у межах від 62,8 до 33,1 %, в умовах експлуатації та зниження сумарних шкідливих викидів, зведених до рівня агресивності CO, на рідкому паливі 39 %, а на газовому – 20 %.

Список використаних джерел

1. Волков В.П., Волкова Т.В., Грицук І.В., Погорлецький Д.С., Аппазов Е.С., Володарець М.В., Саравас В.Є. Особливості вимірювального комплексу для дослідження роботи газомоторного транспортного засобу з системою теплової підготовки в умовах експлуатації. Науковий журнал: Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - №13. Харків, 2018. С - 121-131.;
2. Погорлецький Д.С., Грицук І.В., Адров Д.А., Матейчик П.В., Черненко В.В. Дослідження роботи транспортного засобу, обладнаного газобалонною системою живлення 4-го покоління, в умовах експлуатації. Міжнародна науково-практична конференція. «Сучасні технології на автомобільному транспорті та в машинобудуванні» ХНАДУ, м. Харків 15 – 18 жовтня 2019 року. с. 84–87.;
3. Gritsuk, I., Pohorletskyi, D., Mateichyk, V., Symonenko, R. et al., “Improving the Processes of Thermal Preparation of an Automobile Engine with Petrol and Gas Supply Systems (Vehicle Engine with Petrol and LPG Supplying Systems),” SAE Technical Paper 2020-01-2031, 2020, doi:10.4271/2020-01-2031.;
4. Погорлецький Д.С. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS. Монографія /за наук. ред. проф. Грицука І.В. Херсон: ХДМА, 2019. – 442 с. ISBN: 978-966-2245-53-0. Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики.;
5. Науково-виробнича лабораторія енергетики та екології транспорту науково-дослідного центру – технічної служби з випробувань транспортних засобів. Перелік виробничих підрозділів ДП «Державтотранс НДІпроект» : вебсайт. URL : <https://www.insat.org.ua/phpfiles/otdel/>.;
6. Д.С. Погорлецький, І.В. Грицук, Д.С. Адров, А.В. Білай. Особливості визначення витрати палива та викидів шкідливих речовин двигунів транспортних засобів, що працюють на газовому паливі. Двигуни внутрішнього згоряння // Науково-технічний журнал. Харків: НТУ “ХПІ”. – 2021. – №1. С. 102.

Грицук Ігор Валерійович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Погорлецький Дмитро Сергійович – к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: dimon150582@gmail.com

Симоненко Роман Вікторович – д.т.н., доцент, кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет, e-mail: RSymonenko@insat.org.ua

Білай Антон Вікторович – директор Маріупольського будівельного фахового коледжу, e-mail: abelay1981@gmail.com

Hrytsuk Ihor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Pohorletsky Dmytro - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: dimon150582@gmail.com

Symonenko Roman - Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Department of Engines and Heat Engineering, National Transport University, e-mail: RSymonenko@insat.org.ua

Bilay Anton - Director of Mariupol Construction Professional College, e-mail: abelay1981@gmail.com

УДК 621.119

Захарчук В. І., д.т.н., проф.; Захарчук О. В., к.т.н., доц.

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ЗАСТОСУВАННЯМ БІОПАЛИВА

Експериментальним методом визначені характеристики дизеля під час його роботи на біодизельному паливі, нафтовому паливі та їх сумішах. Розрахунковим методом з використанням математичної моделі визначені показники вантажного автомобіля під час його руху за їздовим циклом і роботі його дизеля на різних паливах. Сумарні питомі зведені до оксиду вуглецю CO викиди шкідливих речовин є меншими в автомобіля, працюючого на біопаливі та його сумішах з нафтовим паливом, ніж при використанні нафтового палива.

The experimental method determined the characteristics of diesel during its operation on biodiesel, petroleum fuels and their mixtures. The calculation method using a mathematical model determines the performance of the truck during its driving cycle and the operation of its diesel on different fuels. The total specific emissions of carbon monoxide reduced by carbon monoxide are lower in a car running on biofuels and its mixtures with petroleum fuels than when using petroleum fuels.

Вступ. В даний час в нашій державі є великий парк колісних транспортних засобів (ТЗ) та мобільної сільськогосподарської техніки з дизелями, які працюють на дизельному паливі (ДП) нафтового походження. Однак, за даними численних джерел, запасів нафти, доступних для нашого ринку, може вистачити лише до 2025 року, тому вартість ДП буде весь час зростати. В такій ситуації використання альтернативних палив (АП) стає економічно виправданим. Крім того, автотракторна техніка є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища. Тому застосування АП дозволить помітно зменшити шкідливі викиди (ШВ) відпрацьованих газів (ВГ) дизелів і покращити екологічну ситуацію в містах і сільських населених пунктах [1].

Аналіз літературних джерел. Останнім часом все більш широке застосування знаходять альтернативні біопалива на основі рослинних олій. До таких палив належить біодизельне паливо (БДП), яке являє собою метилові та етилові ефіри рослинних олій, найбільш поширеною з яких є ріпакова олія. Дослідження палив, виготовлених з рослинних олій проводили відомі двигунобудівні фірми США, Великобританії, Німеччини, Швеції, Японії [2]. В даний час в Європі виробляється більше 18 млн. т біопалива. Ведуться роботи щодо застосування ефірів рослинних олій як ДП на теренах колишнього СРСР. Варто відзначити роботи МВТУ ім. Баумана [3], Московському державному аграрному університеті (МДАУ) ім. Горячкіна [4], Харківському політехнічному інституті (ХПІ) [5], Національному транспортному університеті (НТУ) [6] та ін. Зокрема, в МВТУ ім. Баумана під керівництвом проф. В.А. Маркова визначено фракційний склад, фізико-хімічні властивості БДП та підтверджена ефективність використання в дизелях біопалив, отримуваних шляхом етерифікації рослинних олій: ріпакової та соняшникової [3]. Подібні дослідження виконувались в МДАУ ім. Горячкіна під керівництвом проф. С.Н. Девяніна [4]. В ХПІ виконані дослідження фізико-фізичних властивостей БДП та показників дизеля під час роботи на етилових та метилових ефірах ріпакової олії [5]. В НТУ під керівництвом проф. Гутаревича Ю.Ф. та в Вінницькому НТУ виконані дослідження впливу метилового ефіру ріпакової олії на зміну паливо-економічних та екологічних показників ТЗ [6, 7].

Отже, було встановлено, що застосування БДП не вимагає змін в конструкції двигуна. Випробування показали збільшення витрати БДП до 10 %, що пояснюється меншою теплотою згорання. В той же час зменшуються викиди з ВГ деяких ШР.

Але традиційне БДП виробляється із застосуванням метилового спирту, який є високотоксичним та небезпечним для здоров'я людей. Це суттєвий негативний фактор з точки

зору екологічної безпеки при виробництві біопалива (особливо в умовах сільськогосподарського виробництва) та його використанні. БДП може виготовлятися також із застосуванням етилового спирту (ЕЕРО).

Метою роботи є покращення екологічних показників вантажного автомобіля під час роботи його дизеля на біопаливі та його сумішах з нафтовим ДП.

Методи досліджень. Порівняння паливо-економічних та екологічних показників дизеля при роботі на різних паливах проводилось за експериментальними навантажувальними та швидкісними характеристиками, які описувались поліноміальними моделями. Годинні витрати палива, повітря та вміст ШР у ВГ дизеля під час роботи в режимі самостійного холостого ходу задовільно описуються поліномами другої степені залежно від частоти обертання холостого ходу n_d . Показники дизеля в навантажувальних режимах описуються поліномами залежно від n_d та крутного моменту двигуна M_e . Масові викиди ШР визначались за витратами палива та повітря та концентраціями цих речовин у ВГ.

Наприклад, показники дизеля під час роботи на БДП та його сумішах з ДП (витрата повітря $G_{пов}$, витрата палива G_p , концентрації ШР у ВГ: оксиду вуглецю CO, вуглеводнів C_mH_n , оксидів азоту NO_x та димність D) описуються поліномами третього порядку:

$$G_n, G_{нов}, CO, C_mH_n, NO_x, D = A_0 - A_1 n_d M_e^2 - A_2 C_{бдп} M_e^2 - A_3 M_e^3 + A_4 M_e^2 - A_5 n_d C_{бдп} M_e + A_6 C_{бдп}^2 - A_7 C_{бдп} M_e + A_8 M_e - A_9 n_d M_e + A_{10} n_d^2 M_e + A_{11} n_d C_{бдп}^2 + A_{12} C_{бдп}^3 + A_{13} C_{бдп}^2 - A_{14} C_{бдп} - A_{15} n_d C_{бдп} + A_{16} n_d^2 C_{бдп} - A_{17} n_d + A_{18} n_d^2 - A_{19} n_d^3,$$

де $C_{бдп}$ – вміст БДП в сумішах з нафтовим паливом.

Уточнена математична модель руху ТЗ шляхом врахування конструктивних особливостей двигуна та трансмісії. За основу взята математична модель руху автомобіля за їздовим циклом, розроблена проф. Гутаревичем Ю.Ф.[10]. Математичні моделі руху ТЗ за їздовим циклом (ІЦ) це системи диференційних та алгебраїчних рівнянь, які описують режими руху ТЗ та відповідні їм режими роботи двигунів. Вхідними параметрами в математичних моделях є споряджена маса ТЗ, величина та швидкість переміщення органів керування паливоподачею, обрана передача, час переключення передач, швидкість руху, втрати в трансмісії, дорожні умови, завантаження транспортного засобу. Вихідними параметрами є витрата палива, витрата повітря та викиди ШР з ВГ двигунів ТЗ.

Основною величиною для розрахунку всіх режимів прийнято значення ефективного крутного моменту дизеля, який розраховується поліноміальною залежністю другого степеня від частоти обертання колінчастого вала і положення важеля керування паливоподачею.

Розгін ТЗ з блокуванням зчепленням, сповільнення описуються диференційними рівняннями, які розв'язуються за методом Рунге–Кутта. Шляхом розв'язання систем диференційних рівнянь, які описують режим роботи ТЗ, на кожній ділянці ІЦ визначаються середні значення параметрів, які визначають режим роботи двигуна.

Математична модель дозволяє розрахувати питому витрату палива та питомі масові викиди ШР ТЗ за концентраціями цих речовин у ВГ та витратами різних видів палива і повітря.

Результати досліджень. До деякого погіршення показників дизеля при роботі на БДП призводить більша їх в'язкість у порівнянні з ДП. Наслідком цього є дещо гірше розпилування цього палива форсунками. Тому деякі дослідники рекомендують використовувати БДП в сумішах з ДП.

Були проведені стендові випробування дизеля Д-243 при його роботі на БДП, ДП та сумішах цих палив, в результаті яких отримані навантажувальні характеристики (рис. 1) при різних частотах обертання з заміром викидів ШР.

Як, видно, з наведених характеристик, потужність N_e дизеля при роботі на цих паливах практично однакова. У випадку роботи дизеля на БДП має місце збільшення питомої витрати палива g_e в межах 4...6 % в результаті меншої теплоти згоряння та збільшення концентрації

оксидів азоту NO_x у ВГ до 10 % через більший вміст кисню в БДП та підвищення температури робочого тіла в циліндрах дизеля. Димність ВГ є меншою при роботі на біопаливі на всіх навантажувальних та швидкісних режимах, при навантаженнях близьких до максимальних зменшення димності ВГ становить до 40 %. Це говорить про більш повне вигорання сажі в циліндрах дизеля. Відхилення величин решти порівнюваних показників знаходиться в межах можливої точності їх вимірювання. Концентрація продуктів неповного згоряння при низьких навантаженнях вища при роботі на БДП, але при високих навантаженнях ситуація протилежна. Наведені результати отримані без зміни регулювань дизеля.

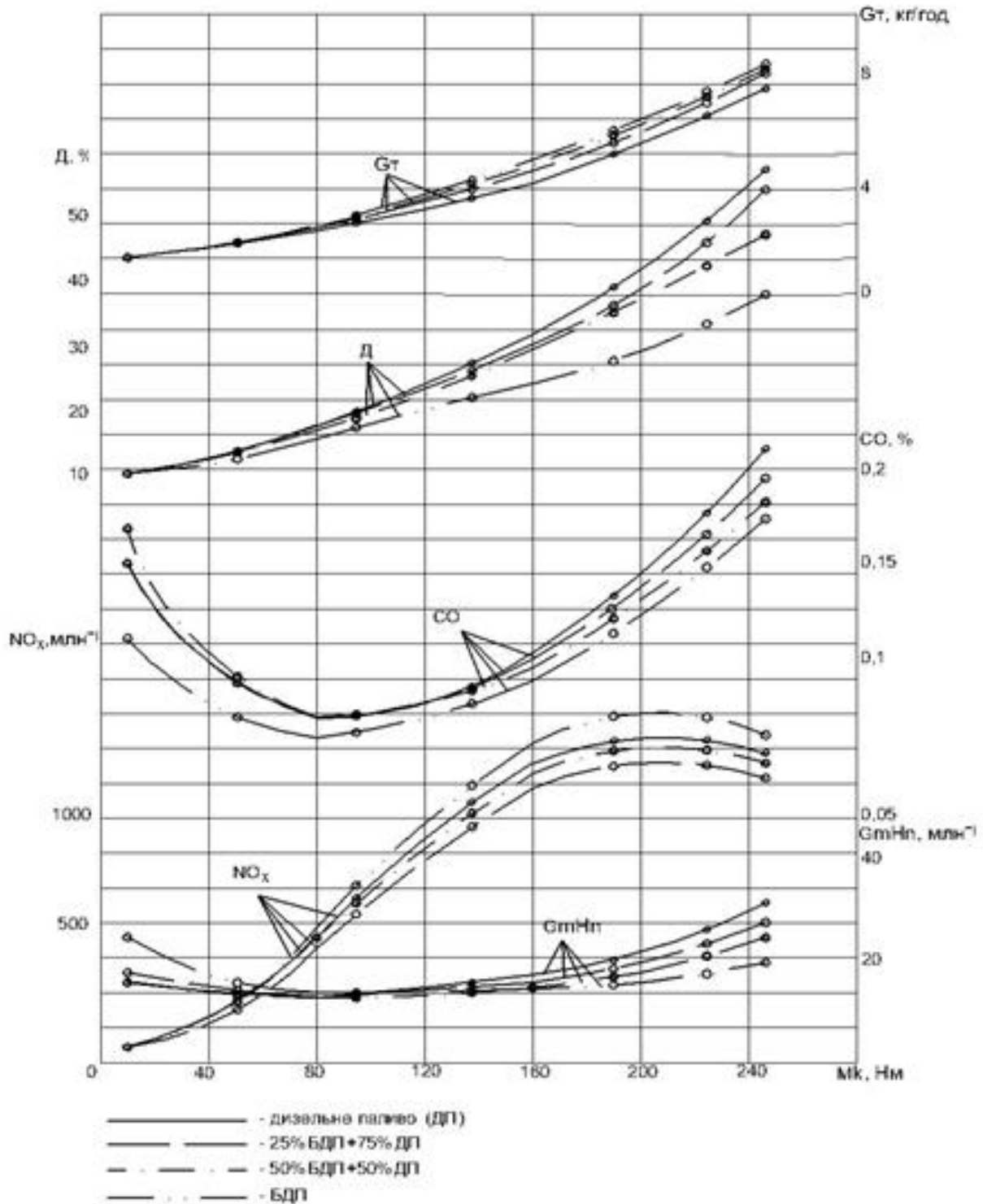


Рисунок 1 – Навантажувальні характеристики з заміром токсичності ВГ дизеля Д-243 ($n = 1400 \text{ хв}^{-1}$) при його роботі на БДП, ДП та їх сумішах

Для опису показників двигунів використовувались різні види поліноміальних моделей. Коефіцієнти поліноміальних моделей визначались за експериментальними характеристиками. За планом симетричного повного факторного експерименту [10] визначались значення параметрів в точках плану, за якими, з використанням методу найменших квадратів та з використанням спеціальних комп'ютерних програм, визначались коефіцієнти поліноміальних моделей. Перевірка адекватності поліноміальних моделей проводилась за F - критерієм Фішера.

В даний час БДП часто використовують в суміші з ДП. Досліджено вплив вмісту БДП в суміші з ДП на показники автомобіля ГАЗ-3309. З результатів видно, що із збільшенням вмісту біопалива зменшується витрата палива в енергетичних одиницях та зменшуються викиди дисперсних частинок. Мінімальні викиди вуглеводнів C_mH_n та оксиду вуглецю CO мають місце при вмісті біопалива 50 %, а мінімальні викиди оксидів азоту NO_x та мінімальні сумарні викиди, зведені до оксиду вуглецю CO, при вмісті біопалива 25 %.

Перевірка, виконана за літературними джерелами, показала, що токсичні та економічні показники під час роботи на нафтовому паливі визначались на дизелі Д-243, який має ці показники в межах, характерних для даної моделі. Має місце покращення екологічних показників дизеля під час його роботи на БДП. Це особливо важливо для вантажного автомобіля, використовуваного в якості розвізного ТЗ торгівельної мережі, який багато часу працює в міських умовах.

Показники дизеля за роботи на сумішевих паливах мають проміжні значення між показниками при роботі на нафтовому паливі та біопаливі. Температура ВГ дизеля при роботі на порівнюваних паливах практично однакова у всьому діапазоні навантажувальних режимів.

Висновки. Розроблено метод оцінки екологічних показників ТЗ під час роботи його дизеля на біопаливах. За допомогою уточненої математичної моделі розраховані питомі масові викиди окремих ШР, сумарні шляхові викиди ШР та витрату палива автомобіля при його русі за ІЦ на ДП, БДП та його сумішах з нафтовим паливом. Витрата БДП збільшується в межах 12 % в порівнянні з ДП. Сумарні питомі зведені до оксиду вуглецю CO викиди ШР є більшими в автомобіля, працюючого на нафтовому ДП, ніж при використанні БДП.

Список використаних джерел

1. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК / В.М. Кюрчев, В.А. Дідур, Л.І. Грачова. – К.: Аграрна освіта, 2019. – 416 с.
2. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. –Х.: Новое слово, 2008. – 452 с.
3. Марков В.А. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях / В.А. Марков, Н.А. Иващенко, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов //Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение» – 2012. – С. 74–80.
4. Использование альтернативных топлив в самоходной технике. Научно-информационный материал. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2010. – 95 с.
5. Бородін Д.Ю. Використання рослинних олій у якості біопалива для дизельних двигунів / Д.Ю. Бородін, В.Г. Семенов, В.В. Семенова-Куліш, В.В. Герасименко // Науковий вісник будівництва. – 2019. – №2(96). – С. 341–346.
6. Гутаревич Ю.Ф. Дослідження впливу біодизельного палива на паливно-економічні та екологічні показники вантажного автомобіля / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, О.О. Левківський // Вісник СевНТУ. – 2012. – Випуск 134. – С. 32–35.
7. Поляков А.П. Методика визначення показників автомобіля з дизельним двигуном при використанні системи живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив / А.П. Поляков, О.О. Галушак, Д.О. Галушак // Вісник НТУ «ХП». – 2015. – №10. – С. 59–67.

8. Zaharchuk V. Estimation of biodiesel fuel on the basis of rape oil and isopropyl alcohol / V. Zaharchuk, V. Tkachuk, O. Zaharchuk // Polish academy of sciences, branch in Lublin. – 2011. – volume XI. – P. 450–456.

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

10. Бродский В.В. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание) / В.В. Бродский, Л.И. Бродский, Т.И. Голикова. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.

11. Zaharchuk, V. The Choice of a Rational Type of Fuel for Technological Vehicles / Zaharchuk, V., Gritsuk, I., Zaharchuk, O., Golovan, A. et al., // SAE Technical Paper 2018-01-1759, 2018, <https://doi.org/10.4271/2018-01-1759>

Захарчук Віктор Іванович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет

Захарчук Олег Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

Zakharchuk Viktor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

Zakharchuk Oleh - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

УДК 656.11

Кашиканов А. А., д.т.н., проф.; Пальчевський О. В.

ОБГРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ МІСТ УКРАЇНИ У РЕОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ

Проведено загальний аналіз проблеми перенасичення транспортних мереж міст України. Здійснено критеріальне оцінення стану питання на прикладі міста Київ.

The general analysis of the problem of transport networks oversaturation of Ukrainian cities is carried out. A criterion assessment of the state of the issue was carried out on the example of the city of Kyiv.

Вступ. Щорічний приріст кількості автомобілів в Україні є чи не найголовнішою проблемою, яка безпосередньо впливає на кожного мешканця міста. Наслідками цієї тенденції є поступове збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і значне зростання рівня завантаженості доріг, що унеможливорює ефективне пересування містом та збільшує обсяги шкідливих викидів до атмосфери. Водії, долаючи ту саму відстань, змушені свідомо витрачати додатковий час та кошти, які могли би бути заощаджені, при запровадженні сучасних підходів із організації транспортного руху. Саме тому спеціалісти та науковці все частіше прикладають свої зусилля на вивчення та розробку дієвих підходів, що в значній мірі допомогли б оптимізувати роботу транспортної системи.

Власне, проведення оцінки критичних показників функціонування транспортних систем є фундаментом для подальшого визначення цілей та шляхів вирішення пріоритетних задач, що задає вектор усьому процесу дослідження.

Результати дослідження. Під час проведення аналізу проблеми перенасичення транспортних мереж в Україні, було виявлено ряд критеріїв [1], що вказують на необхідність застосування заходів із реорганізації транспортної системи більшості міст. Серед досліджуваних критеріїв було вирішено зосередитись на розгляді таких, що в достатній мірі описують стан досліджуваної проблеми – це кількість дорожньо-транспортних пригод, рівень завантаженості доріг та показники кількості шкідливих речовин, які виділяють автомобілі. Для найбільшої об'єктивності аналізу було вирішено розглядати показники на основі зібраних даних у місті Київ, що обумовлено найбільшою кількістю та точністю наявної інформації.

Аналіз аварійності на дорогах України за статистичними даними Патрульної поліції [2] у 2014-2021 роках вказує на повільне зростання кількості ДТП (рис.1).

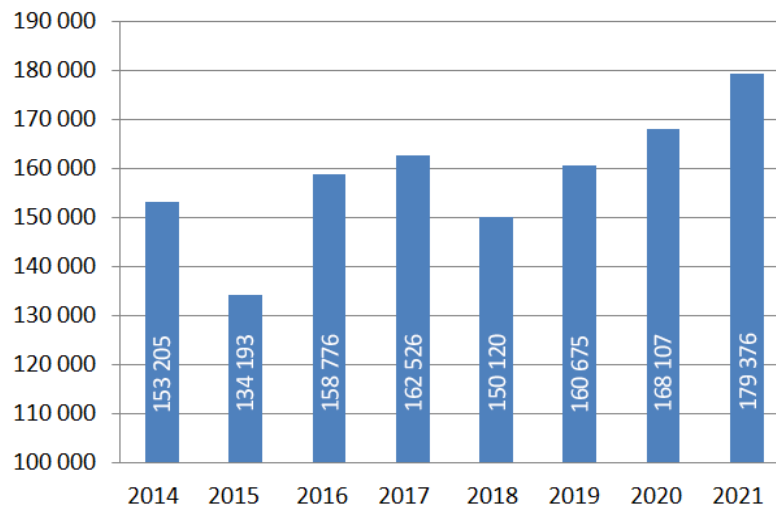


Рисунок 1 – Загальна кількість ДТП в Україні

Як видно із графіку (рис. 1), мінімальна кількість ДТП, за останні 8 років, спостерігалась у 2015 році, а максимальна – у 2021 році. Крім того, загальна аварійність із плином часу тільки збільшується. Основною причиною цього є збільшення кількості транспортних засобів на дорогах, що, в свою чергу, призводить до виникнення низки інших проблем. Наприклад, виникнення великої кількості заторів призводить до марної витрати палива та часу учасників дорожнього руху, підвищеної загазованості окремих ділянок доріг.

Негативною тенденцією останніх років є поступове зростання кількості часу, необхідного на подолання одного і того ж маршруту. Ця тенденція на перший погляд може здатись несуттєвою, проте, якщо порахувати яку частку складає простій у пробках від загального часу поїздки, одразу виникає розуміння того, що це є свідченням неефективного функціонування транспортної мережі міст і ситуація потребує вирішення та корегування під сучасні умови.

Для прикладу розглянемо стан проблеми у місті Київ, ситуація в якому найкращим чином відображає тенденцію прогресування у менших містах України, в яких, хоч і не в такій мірі, але вже стає відчутним це явище.

За даними моніторингового сервісу TomTom [3], мешканці Києва через затори, у 2021 році, в середньому витрачали на 56% більше часу у поїздки, ніж вони б витрачали за їх відсутності. Тобто, для проїзду по маршруту, розрахованого на 30 хвилин, потрібно витратити 17 додаткових хвилин на подолання заторів. У зібраних сервісом даних за останні 5 років (рис. 2), найменший рівень завантаженості становив 44% у 2017 році, а найвищий – 56% у 2021 році.

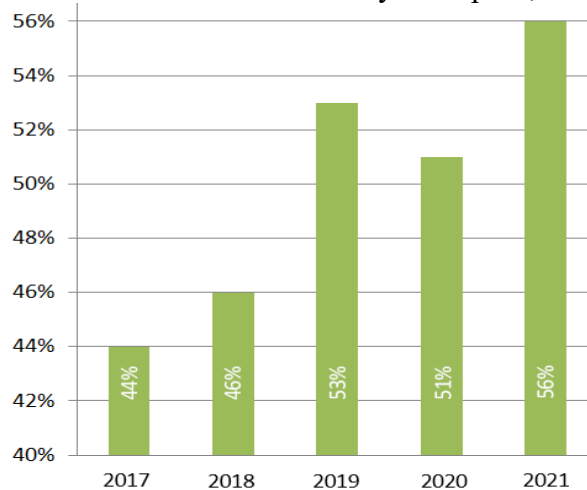


Рисунок 2 – Середня завантаженість доріг у місті Київ

Як і у випадку із загальною аварійністю, цей показник завантаженості доріг вказує на нездатність існуючої транспортної мережі міста справлятися із постійним зростанням кількості учасників дорожнього руху.

Супутньою до попередніх двох факторів є проблема негативного впливу заторів на екологічну ситуацію. Процеси пуску двигуна та активного зниження швидкості автомобіля продукують інтенсивніше вивільнення шкідливих викидів, ніж їзда у належному режимі – зі сталою швидкістю. Ці викиди, як усім відомо, є доволі шкідливими, та становлять біля 55% від усього обсягу, що потрапляють у навколишнє середовище.

За даними дослідження [4], було виявлено, що за 1 км шляху одним середньостатистичним автомобілем виділяється 30 г чадного газу, який утилізується дуже повільно, 4 г оксидів азоту і 2 г отруйних 13 вуглеводнів. Разом із тим, через часту зміну режиму руху (тобто – «холостий хід», прискорення, гальмування) виникає додаткове зношування і руйнування деталей, вузлів та агрегатів, що призводить до потреби у ремонті та обслуговуванні транспортного засобу.

Один із результатів збору статистичних даних групою дослідників про кількість автомобілів у місті Київ [4], та рівень викидів, що вони виділяють, відображено нижче (табл. 1).

Таблиця 1 - Рівень забруднення навколишнього середовища у м. Київ за 2009-2018 р.

Рік	Викиди від заторів в м. Київ, т							Кількість АТЗ в м. Київ, тис. шт.
	Оксид вуглецю	Вуглеводні	Оксиди азоту	Ангідрид сірчаної кислоти	Альдегіди	Сажа	Сви-нець	
2009	6064	340	407	117	22	71	7	906
2010	6312	354	424	122	23	74	7	936
2011	6569	369	441	127	23	77	7	951
2012	6838	384	459	132	24	80	8	1026
2013	7117	399	478	138	25	84	8	1064
2014	7407	415	497	143	26	87	8	1055
2015	7709	432	518	149	28	91	9	1048
2016	8024	450	539	155	29	94	9	1051
2017	8352	468	561	161	30	98	9	1052
2018	8692	488	584	168	31	102	10	1060

Дана таблиця ілюструє закономірність зростання кількості шкідливих речовин, що потрапляють у навколишнє середовище до загальної кількості автомобілів по місту. Дослідниками було визначено, що збільшення викидів в заторах залежить на 82 % від зростання автопарку в Києві.

Таким чином, щільний взаємозв'язок цих окремо взятих проблем, який прослідковується у зібраних даних, вказує на нездатність коректного функціонування транспортної системи в умовах сучасної насиченості трафіку. Усі ці фактори впливають на побут не тільки учасників руху, а й усього населення, держави загалом, що має вираження не тільки у часі, який люди витрачають на дорогу, чи кількості ДТП, або ж екологічній ситуації, наслідки нехтування якою змусять колись звернутися до цього питання першочергово, - це виражається ще і в економічному плані. Комплексний ефект від накладання однієї проблеми на іншу, призводять до економічних втрат. Відсутність дієвих підходів у коригуванні та виправленні цих проблем у найближчі 10 років призведе до досить суттєвих наслідків, які буде ще складніше вирішувати, коли вони стануть критичними.

Для вирішення цих питань недостатньо окремих напівзаходів. Щоб виправити ситуацію потрібен фундаментальний перегляд існуючих принципів організації та безпеки учасників транспортного руху у містах.

Список використаних джерел

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Офіційний сайт патрульної поліції України. URL: <http://patrol.police.gov.ua>
3. Kyiv in Traffic index 2021. URL: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/
4. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers OICA is the voice speaking on automotive issues in world forums. URL: <http://www.oica.net>

Кашканов Андрій Альбертович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

Пальчевський Олег Вадимович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницький національний технічний університет, e-mail: palchevskiyi.o@gmail.com

Kashkanov Andriy – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

Palchevskiy Oleh – post-graduate student, Faculty of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: palchevskiyi.o@gmail.com

УДК 656.11

Каишканов В. А., к.т.н., доц.; Осьмірко С. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТА

В публікації розглядається методи дослідження дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста. Визначено показники та закономірності руху транспортного потоку у містах. Встановлено чинники, які зменшують інтенсивність руху транспортного потоку та погіршують пропускну здатність елементів вулично-дорожньої мережі міста.

The publication considers the methods of traffic research on the street and road network of the city. Indicators and patterns of traffic flow in cities are determined. Factors that reduce the intensity of traffic flow and worsen the capacity of the elements of the street and road network of the city are identified.

Вступ. На вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст виникають проблеми, які пов'язані з великим скупченням автомобілів на окремих ділянках мережі та з перенасиченням руху, внаслідок чого переваги від використання автомобільного транспорту значно зменшуються [1]. Одні проблеми полягають в зменшенні швидкості руху, утворенні заторових ситуацій, що в свою чергу підвищує собівартість перевезень, знижує продуктивність автомобільного транспорту, а також веде до зниження рівня безпеки руху. Інші в невідповідності існуючої вулично-дорожньої мережі сучасним транспортним потокам, в недосконалості організації дорожнього руху на окремих ділянках доріг та перехресть [2-5].

У вітчизняній і зарубіжній практиці досліджень дорожнього руху відомо багато методів, починаючи від найпростіших, виконання яких доступно одній людині без спеціального оснащення, і закінчуючи складними і трудомісткими, вимагають застосування сучасної електронної апаратури і рухливих лабораторій [3, 4]. Різноманіття методів пояснюється, з одного боку, великим числом завдань, що вирішуються за допомогою організації руху, та умов, а з іншого - постійним вдосконаленням апаратури, яка застосовується для отримання первинних даних та їх обробки.

На рис. 1 представлена класифікація найбільш поширених методів дослідження характеристик та умов дорожнього руху, в основу якої покладено спосіб отримання необхідної інформації.

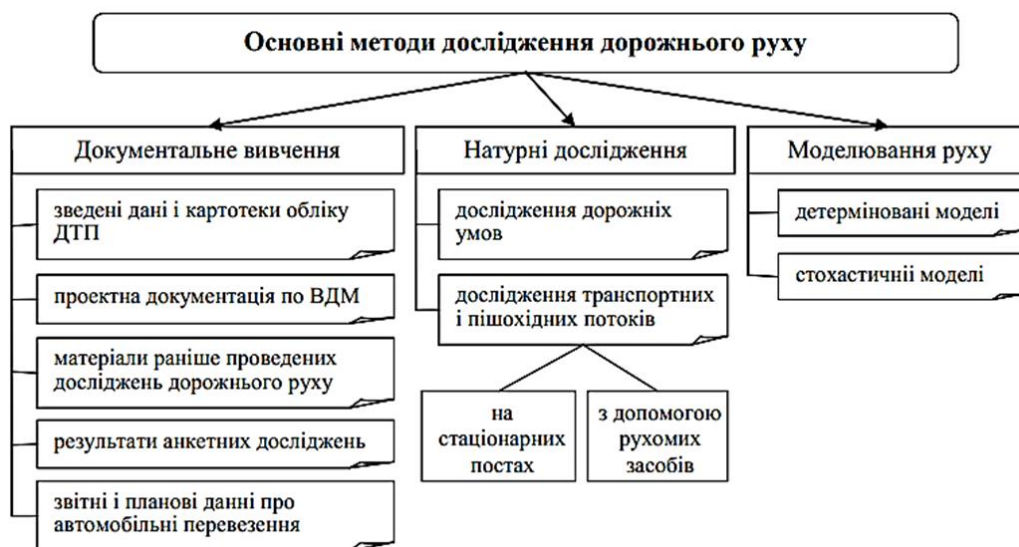


Рисунок 1 – Класифікація методів дослідження дорожнього руху [3, 5]

Для дослідження інтенсивності транспортного потоку слід використовувати натурний метод, який дозволяє чітко визначити інтенсивність руху транспортних засобів у години пік та порахувати кількість пішоходів у різну пору доби. Цей метод є найпростіший і водночас найпоширеніший.

Даним видом досліджень користуються у більшості країн Європи, для розвитку системи мобільності та подальшого використання даних у транспортній моделі міста. Натурні обстеження можна отримати за допомогою засобів автоматичної реєстрації, а також за допомогою обліковців на постах.

Результати досліджень. На автомобільних дорогах одночасно здійснюється рух багатьох однотипних автомобілів, що відрізняються технічним станом та їхньою завантаженістю. Цими автомобілями керують водії різного віку, різної кваліфікації, яким притаманні певні індивідуальні особливості керування автомобілем, причому автомобілі керуються більш чи менш вільним бажанням водія, маневри кожного із автомобілів можуть розглядатися як вірогідні події. Однак, у випадках, що відбуваються на вулицях великих міст або на швидкісній дорозі, дуже часто можна спостерігати велику кількість автомобілів, що рухаються в групі, підкоряючись необхідним вимогам, встановленим конкретними умовами, характерними для певної сукупності транспортних засобів, які рухаються по визначеній ділянці дороги руху. Сукупність автомобілів, які рухаються на дорогах, створюють транспортні потоки.

Транспортний потік, що рухається по вулично-дорожній мережі, складається з багатьох автомобілів, які мають різні початкові та кінцеві пункти руху.

У кожному транспортному потоці відбувається взаємодія між автомобілями [5]:

- встановлюються інтервали між автомобілями, величина яких залежить від швидкості руху, індивідуальних особливостей водія і дорожніх умов;
- виконуються обгони транспортних засобів, які їдуть з меншою швидкістю, транспортними засобами, що рухаються з більшою швидкістю;
- здійснюється гальмування автомобілів і їхня зупинка при виникненні на дорозі заторів.

Усе це (встановлення інтервалів, обгони, гальмування) створює перешкоди руху, знижує пропускну здатність, збільшує час, який необхідний для здійснення запланованого рейсу, підвищує витрати пального і т. п.

Проведений аналіз характеристик руху [4] дає можливість встановити, що за нормальних дорожніх умов основним показником, який визначає час та інші характеристики транспортного потоку, є пропускну здатність дороги.

Пропускна здатність автомобільних доріг є складною і неоднозначною характеристикою дороги. На величину пропускну здатності впливає багато факторів, серед яких можна виділити: дорожні умови, характеристики транспортного потоку, психофізіологічні особливості водія, рівень кваліфікації водіїв, технічний стан транспортних засобів, погодні умови, час доби, соціальні фактори і т.д.

Усі ці фактори тісно пов'язані між собою. Величина пропускну здатності визначається співвідношенням тих чи інших факторів, які мають випадковий характер. Оскільки зміна всіх перерахованих факторів приводить до зміни швидкості руху й щільності потоку автомобілів, ці два показники впливають на величину пропускну здатності автомобільної дороги.

Пропускна здатність дороги характеризується максимальною інтенсивністю у частково пов'язаному режимі з деякими зниженнями швидкості порівняно зі швидкістю поодинокого автомобіля.

Найважливішим показником транспортного потоку є середня швидкість руху, яка визначає ефективність транспортної мережі.

Середня швидкість транспортного потоку визначається за такою формулою [3]

$$v = \frac{n \cdot L}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{L}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} = \frac{L}{t_c}, \quad (1)$$

де n - кількість автомобілів в потоці; L - довжина ділянки дороги, км; t_i - час проїзду ділянки 1-м автомобілем з урахуванням всіх затримок, год; t_c - середній час проїзду ділянки дороги, год.

З використанням отриманих даних про середні швидкості сполучення можна передбачити передзаторовий стан потоку на певній ділянці дороги або вільний режим руху.

Важливим значенням швидкості при визначенні показників, що характеризують ефективність організації дорожнього руху є швидкість сполучення v_c , яка є вимірником часу доставки вантажів і пасажирів. Швидкість сполучення визначається як відношення відстані між точками сполучення до часу перебування в дорозі (часу сполучення). Цей же показник застосовується для характеристики швидкості по окремих ділянках доріг.

Темп руху є показником, зворотним швидкості сполучення, і вимірюється часом в секундах, що витрачається на подолання одиниці довжини шляху в кілометрах.

Графічно рівномірний рух транспортного потоку можна представити у вигляді діаграми, як показано на рис. 2.

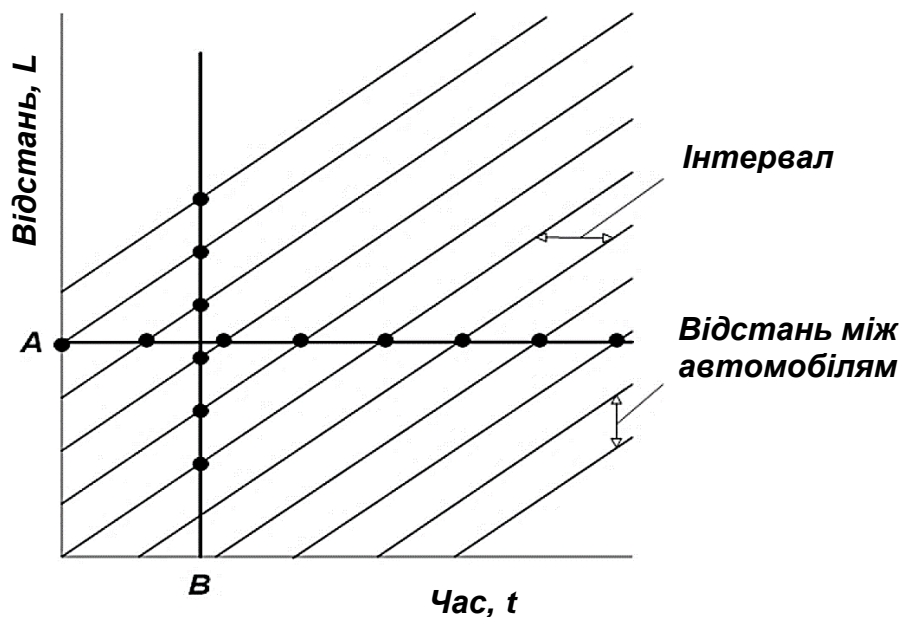


Рисунок 2 – Рівномірний транспортний потік

На діаграмі рух окремого автомобіля представлено прямою лінією - траєкторією руху, тому що прийнято, що швидкість руху постійна, тоді нахил лінії відповідає швидкості руху $v = dl/dt$.

Сукупність траєкторій руху окремих автомобілів утворює транспортний потік. Точки на діаграмі відповідають положенню окремих автомобілів в відповідний момент часу.

Горизонтальна лінія A , перетинаючись з траєкторіями руху автомобілів, представляє інтервали часу, через які вони проїжджають певний перетин дороги (стаціонарно розташованого спостерігача). Кількість перетинів за одиницю часу визначає інтенсивність транспортного потоку - кількість транспортних засобів, що проходять за одиницю часу в одному напрямку на певній ділянці дороги.

Вертикальна лінія B , перетинаючись з траєкторіями руху окремих автомобілів, представляє відстані між ними. Кількість перетинів відповідає числу автомобілів, що знаходяться на певному відрізку дороги - щільності транспортного потоку.

Між швидкістю руху v_a , щільністю q_a та інтенсивністю N_a існує співвідношення, яке називається фундаментальним виразом транспортного потоку [3]:

$$N_a = v_a \cdot q_a \quad (2)$$

Всі три величини в цьому виразі знаходяться в складній взаємозалежності, тому не можна аналізувати його, фіксуючи одну з них і довільно змінюючи значення іншої. Підвищення швидкості руху знижує щільність потоку, тому інтенсивність руху може зростати, залишатися постійною або знижуватися в залежності від відносної величини цих двох протидіючих чинників.

Транспортна інфраструктура міста має суттєвий вплив на умови руху. Основна причина виникнення заторів на вулицях - обмеження пропускної здатності на перехрестях і наявність перешкод руху на перегонах (припарковані автомобілі, громадський транспорт, що зупинився на проїжджій частині і т. п.).

Висновки. Найбільші втрати часу і, отже, виражена нерівномірність руху, спостерігається на ділянках ВДМ, де є вуличні парковки, зупинки громадського транспорту і пішохідні переходи. Тобто, перш за все, необхідно вживати заходів щодо забезпечення рівномірності пропускної здатності вулиці, з урахуванням типу перетинів і регулювання руху на них.

Як в часі, так і по відстані інтервали між автомобілями є характеристиками, від яких залежить пропускна здатність смуги руху. На величину інтервалів між автомобілями впливають швидкість та інтенсивність руху, тому істотний перерозподіл інтервалів між автомобілями спостерігається при появі в потоці вантажних автомобілів або автобусів, які мають низькі швидкості руху.

Список використаних джерел

1. Кашканов В. А., Лужанський Д. М. Необхідність покращення ефективності організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міст. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 25-27 жовтня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 95-97.

2. Кашканов В. А., Каспрук В. О. Напрямки підвищення рівня обслуговування дорожнього руху. Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 107-111. URL: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2021.pdf>

3. В. М. Першаков, А. О. Белятинський, О. В. Степанчук, Р. В. Кротов. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: Монографія. К. : НАУ, 2015. 177 с.

4. Донченко В. В., Кунин Ю. И., Мехоношин В. В., Казьмин Д. М. Транспортное моделирование: Методологические основы, программные средства и практические рекомендации. М.: Автополис-плюс, 2008. 112 с.

5. Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / за заг. ред Є. Ю. Форнальчика. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 236 с.

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Осьмірко Сергій Олександрович – студент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: sergiyosmirko@gmail.com

Kashkanov Vitaliy - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash_2004@ukr.net

Osmirko Serhiy - student, Vinnytsia National Technical University, e-mail: sergiyosmirko@gmail.com

УДК 656.13

Кищун В. А., к.е.н., доц.

ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА У СФЕРІ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Зроблений короткий огляд постанов і рішень КМ України у царині підвищення рівня безпеки дорожнього руху протягом 2010–2020 років, наведені причини, що впливають на зниження останнього. Розглянуті очікувані показники аварійності закладені у державних стратегіях і програмах та розраховані фактичні показники за статистикою останніх років.

A brief overview of the resolutions and decisions of the Cabinet of Ministers of Ukraine in the field of improving road safety during 2010-2020, the reasons influencing the reduction of the latter. The considered expected indicators of accident are laid down in state strategies and programs and the actual indicators are calculated according to the statistics of recent years.

Вступ. За статистикою серед техногенних надзвичайних ситуацій найбільше смертельних випадків та травмувань виникає внаслідок аварій та катастроф на автомобільному транспорті. Він є найбільш аварійним не лише в Україні, але й в усьому світі. Складність ситуації цієї галузі пов'язана з великою кількістю загибелі людей через: аварійність шляхів сполучення; зношеність технічних засобів пересування та транспортування; недотриманням безпеки на дорогах.

Смертність внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Україні є достатньо високою у європейському регіоні, а рівень організації безпеки дорожнього руху (БДР) залишається вкрай низьким, на що неодноразово наголошували у своїх звітах експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я, Світового банку та інших міжнародних інституцій. За останні п'ять років (2017–2021 рр.) в Україні зареєстровано 832,17 тис. ДТП із них 128,23 тис. пригод відбулося з постраждалими, у яких загинуло 17015 та травмовано майже 160 тис. осіб [1].

Велика кількість ДТП та постраждалих у них впливає також на економіку держави і сферу охорони здоров'я України. За інформацією Міністерства інфраструктури в Україні соціально-економічні втрати через дорожньо-транспортні пригоди та смерті складають майже 70 мільярдів гривень щороку [2]. Тому сфера забезпечення безпеки дорожнього руху не залишалася поза увагою держави продовж років незалежності, а особливо останні десять років. Було схвалено ряд стратегій та затверджено кілька Державних програм, виконання яких забезпечило б досягнення конкретних очікуваних результатів.

Метою роботи є короткий огляд і аналіз участі держави у сфері підвищення рівня безпеки дорожнього руху

Аналіз існуючих рішень. 20 жовтня 2010 року КМ України була схвалена «Транспортна стратегія України на період до 2020 року», метою якої стало визначення концептуальних засад формування та реалізації державної політики щодо забезпечення стабільного та ефективного функціонування галузі транспорту, створення умов для соціально-економічного розвитку країни, підвищення конкурентоспроможності національної економіки і рівня життя населення [3].

У документі зазначалося, що пріоритетами розвитку, зокрема, автомобільного транспорту є підвищення безпеки дорожнього руху та енергоефективності шляхом затвердження та виконання Державної цільової програми підвищення рівня БДР. Метою програми передбачалося зниження рівня аварійності та важкості наслідків дорожньо-транспортних пригод, створення безпечних і комфортних умов руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі, а також удосконалення системи державного управління безпекою дорожнього руху на період до 2016 рік [4].

Виконання передбачених Програмою заходів у повному обсязі мало наблизити стан

безпеки дорожнього руху до середньоєвропейського рівня шляхом зниження показників аварійності щодо соціального ризику (зменшення кількості загиблих унаслідок ДТП з 11,1 до 7,5 на 100 тис. населення), транспортного ризику (зменшення кількості загиблих унаслідок ДТП з 35 до 18 на 100 тис. транспортних засобів) і зниження тяжкості наслідків ДТП (кількість загиблих унаслідок дорожньо-транспортних пригод на 100 постраждалих) з 15,3 до 13,4 [1, 4].

У 2017 році на виконання положень «Транспортної стратегії України на період до 2020 року» був запропонований до обговорення проект Стратегії з підвищення рівня безпеки дорожнього руху. Метою Стратегії стало зниження рівня смертності внаслідок ДТП щонайменше на 30% до 2020 року, ступеня тяжкості наслідків ДТП для учасників дорожнього руху та зменшення соціально-економічних втрат України від дорожньо-транспортного травматизму, а також запровадження ефективної системи управління безпекою дорожнього руху для забезпечення захисту життя та здоров'я населення. 14 червня 2017 р. розпорядженням КМ України N 481-р Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року була схвалена [5].

Пізніше, Постановою КМ України від 25 квітня 2018 р. № 435 була затверджена чергова Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року [6]. Метою Програми передбачалося зниження в Україні рівня аварійності та ступеня тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод, насамперед соціально-економічних, відповідно до цілей, визначених Стратегією підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року та Генеральною Асамблеєю ООН у рамках Десятиліття дій з безпеки дорожнього руху 2011–2020 років. Зокрема, зниження на 30% рівня смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод, а також створення безпечних і комфортних умов руху транспортних засобів, пішоходів та інших учасників дорожнього руху на вулично-дорожній мережі.

Проблему підвищення рівня безпеки дорожнього руху планувалося розв'язати шляхом:

- удосконалення державного управління у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху;
- удосконалення ведення обліку та проведення аналізу даних стосовно дорожньо-транспортних пригод;
- підвищення рівня безпечності доріг та дорожньої інфраструктури;
- підвищення рівня безпечності транспортних засобів;
- покращення медичного забезпечення у сфері безпеки дорожнього руху та підготовки водіїв;
- підвищення рівня безпеки перевезення пасажирів та вантажів комерційним автомобільним транспортом;
- забезпечення дотримання правил дорожнього руху тощо.

Натомість, світові тенденції розвитку транспортних систем свідчать про необхідність стрімкого об'єднання транспортних технологій та регіональних проектів мобільності. Транспорт стає все більш енергозберігаючим та «зеленим», безпечним і дружнім до споживача та навколишнього природного середовища. Багато країн світу планують до 2030 року замінити більшу частину легкових автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння на електромобілі. Зростання швидкості, економічності та екологічності транспортних засобів є основною тенденцією на всіх видах транспорту.

Відповідно, в Україні була розроблена та схвалена Кабінетом Міністрів розпорядженням № 430-р від 30 травня 2018 року Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [7]. Стратегія визначає пріоритети комплексного формування транспортної політики та ефективного державного управління, основні напрями розвитку транспортної галузі на період до 2030 року. Вона є основним документом; інші програмні документи у транспортній галузі та дорожнього господарства повинні відповідати положенням даного документа.

Метою Стратегії є створення інтегрованого до світової транспортної мережі безпечно функціонуючого та ефективного транспортного комплексу України, задоволення потреб населення у перевезеннях та покращення умов ведення бізнесу для забезпечення конкурентоспроможності та ефективності національної економіки.

Окремий розділ Стратегії-2030 під назвою «Безпечний для суспільства, екологічно чистий та енергоефективний транспорт» відведений проблемам, що потребують розв'язання у царині безпеки на автомобільному транспорті. Зазначалося, що рівень безпеки перевезень, обсяг споживання енергії та вплив на навколишнє природне середовище в Україні не відповідають сучасним вимогам. Протягом останніх років спостерігається стрімке збільшення кількості транспортних засобів та підвищення інтенсивності руху, що призводить до збільшення кількості транспортних подій та їх негативних наслідків.

У Стратегії наводиться перелік завдань, що необхідно виконати для розв'язання проблеми:

а) удосконалення державної системи управління безпекою на транспорті відповідно до міжнародних стандартів та зміцнення інституціональної спроможності органів виконавчої влади, що прямо або опосередковано здійснюють регулювання ринку транспортних послуг та заходи державного нагляду (контролю) за безпекою на транспорті;

б) приведення нормативно-правових актів у сфері безпеки у відповідність з регламентами та директивами ЄС стосовно врахування вимог щодо безпечної експлуатації інфраструктури та рухомого складу;

в) впровадження СМАРТ-тахографів на вантажних автомобілях та автобусах;

г) захист від актів несанкціонованого втручання у діяльність транспорту;

д) підвищення рівня безпеки на транспорті;

е) підвищення рівня безпеки дорожнього руху;

є) підвищення рівня екологічної безпеки на транспорті.

Як наслідок, очікуються такі результати:

1) зменшення рівня смертності внаслідок транспортних нещасних випадків дорожньо-транспортних пригод на 100 000 населення – на 50% до 2030 року;

2) зменшення кількості отриманих тяжких травм внаслідок транспортних нещасних випадків дорожньо-транспортних пригод на 100 000 населення – на 50% до 2030 року;

3) створення міжвідомчого органу управління безпекою дорожнього руху;

4) запровадження механізму запобігання несанкціонованому втручання у роботу транспорту;

5) функціонування системи електронного моніторингу за трафіком, управління ризиками на транспорті, геоінформаційних систем;

6) скорочення макроекономічних втрат суспільства від аварій на транспорті на 50% до 2030 року;

7) забезпечення ефективної та прозорої діяльності органу з безпеки та органу з розслідування транспортних подій;

8) запровадження системи обов'язкових та добровільних сповіщень та створення електронної бази даних;

9) забезпечення належного рівня безпеки під час перевезення небезпечних вантажів;

10) удосконалення системи сертифікації та ліцензування;

11) запровадження та забезпечення ефективного функціонування системи управління безпекою на транспорті з урахуванням європейських стандартів та впровадження системи управління ризиками на транспорті;

12) запровадження програми раннього навчання правилам безпеки поведінки на транспорті та вивчення правил дорожнього руху та інші.

Результати дослідження. Основним міжнародним документом у галузі безпеки дорожнього руху, стала політична заява, прийнята Організацією Об'єднаних Націй 10 жовтня 2019 р. щодо концентрації дій та досягнень в галузі безпеки дорожнього руху у рамках наступного десятиліття до 2030 року та скорочення смертності на дорогах на 50 відсотків.

В Україні у 2019 році було зареєстровано 160675 дорожньо-транспортних пригод, з них 26052 із загиблими та/або травмованими особами (загинуло 3454 особи і травмувалося 32736 осіб). Понад 33% загиблих та/або травмованих у ДТП є пішоходами (1261 особа загинула і 8005 осіб травмовані). За відносними показниками аварійності та наслідками дорожньо-

транспортних пригод Україна також є одним з лідерів серед європейських держав. Так, у середньому в державах – членах ЄС на 100 тис. жителів припадає 5 загиблих у дорожньо-транспортних пригодах, тоді як в Україні такий показник становить (за даними 2019 року) 8,24 осіб [1, 8].

Причинами загострення ситуації стали відсутність:

- обґрунтованої економічної оцінки вартості життя, здоров'я та завданої економіці шкоди від дорожньо-транспортних пригод;
- сучасної системи збору інформації про дорожньо-транспортні пригоди за всіма необхідними ключовими показниками;
- ефективної системи сповіщення про дорожньо-транспортні пригоди та екстреної допомоги постраждалим внаслідок ДТП;
- належної інформаційної взаємодії та залучення уповноважених органів містобудування та архітектури до прийнятих системних рішень щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху, зокрема під час розроблення та внесення змін до містобудівної документації місцевого рівня;
- бачення пріоритетів інтересів видів транспорту під час прийняття рішень у сфері організації та безпеки дорожнього руху в частині забезпечення принципів сталого розвитку населених пунктів;
- механізму здійснення ефективного контролю за діяльністю автошкіл;
- виховання суспільства у сфері безпеки дорожнього руху, власної відповідальності та дотримання Правил дорожнього руху (ПДР);
- заходів з профілактики дитячого дорожньо-транспортного травматизму;

Окрім того на зниження рівня безпеки впливають:

- загальна застарілість парку автотранспорту, що не дає змоги повністю використовувати переваги від систем активної та пасивної безпеки, які пропонуються в останніх моделях транспортних засобів;
- інтенсивність транспортного та пішохідного руху, що значно перевищує пропускну здатність вулично-дорожньої мережі;
- невідповідність стандартів безпеки дорожнього руху сучасним вимогам; недоступність транспортної інфраструктури для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення;
- недосконалість правового механізму та нормативно-правового регулювання у сфері безпеки дорожнього руху; системи управління та міжвідомчої взаємодії безпосередньо на місці виникнення масштабних аварій та інших небезпечних подій;
- низький рівень – підготовки водіїв; запровадження та практичного застосування новітніх технологій і технічних засобів організації дорожнього руху, автоматизованих засобів контролю та регулювання дорожнього руху; впровадження сучасних технологій проектування та будівництва об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури.

Як наслідок, розпорядженням КМ України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р було схвалено «Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року» [9]. Метою цієї Стратегії стало зниження рівня смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод щонайменше на 30% до 2024 року, зниження ступеня тяжкості наслідків ДТП для учасників дорожнього руху та зменшення соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортного травматизму, а також запровадження ефективної системи управління БДР для забезпечення захисту життя та здоров'я населення.

Стратегія була спрямована на визначення пріоритетів у сфері безпеки дорожнього руху, формування напрямів і способів їх досягнення, а також формування в усіх учасників правових відносин, розуміння важливості проблеми смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод, перспектив і орієнтирів для забезпечення належного стану безпеки дорожнього руху в Україні.

Здійснювати Стратегію-2024 планувалося за 9-ма основними напрямками, а саме:

- удосконалення державного управління у сфері забезпечення БДР;
- ведення обліку та проведення аналізу даних стосовно ДТП;

- безпека на дорогах та безпека дорожньої інфраструктури;
- безпечність транспортних засобів;
- медичне забезпечення безпеки дорожнього руху;
- безпека перевезення пасажирів та вантажів комерційним автомобільним транспортом;
- безпечна поведінка учасників дорожнього руху;
- здійснення заходів реагування та управління наслідками дорожньо-транспортних пригод;

- забезпечення дотримання Правил дорожнього руху.

Кожний з цих напрямів передбачав конкретний перелік (від 6 до 20 позицій) способів їх досягнення.

Реалізація Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року дозволить:

- зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками, кількість загиблих та травмованих внаслідок дорожньо-транспортних пригод, знизити ступінь тяжкості дорожньо-транспортних пригод та їх негативні наслідки;

- зменшити соціальні та економічні втрати та збитки від ДТП;

- зменшити час прибуття аварійно-рятувальних підрозділів екстреної допомоги населенню до місця дорожньо-транспортної пригод, підвищити ефективність надання допомоги постраждалим, посилити міжвідомчу взаємодію і злагодженість дій служб, які залучаються до реагування на дорожньо-транспортні пригоди;

- посилити інституціональну спроможність для формування та реалізації державної політики у сфері безпеки дорожнього руху;

- забезпечити дотримання зобов'язань України за міжнародними договорами у сфері безпеки дорожнього руху та директивами ЄС;

- поліпшити стан вулично-дорожньої мережі та дорожньої інфраструктури;

- зменшити негативний вплив транспортних засобів на навколишнє природне середовище насамперед у населених пунктах;

- підвищити рівень обізнаності населення щодо БДР та знання ПДР;

- підвищити рівень дотримання ПДР його учасниками;

- підвищити інвестиційну привабливість України та її статус як транзитної держави;

- підвищити рівень правової свідомості та відповідальності учасників дорожнього руху;

- зберегти здоров'я та потенціал нації.

З метою виконання Стратегії-2024 постановою Кабінету Міністрів України № 1287 була затверджена «Державна Програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року» де були перераховані завдання і заходи для її виконання [10]. Залежно від заходу відповідальними виконавцями призначалися МВС, Мінінфраструктури (Укрінфрапроект), МОЗ, МОН, МВС, Національна поліція, Укравтодор, Укртрансбезпека, Мінрегіон, Міністерство культури та інформаційної політики, Мінфін, Мінекономіки, Мінсоцполітики, Мінцифри, ДСНС, Укрінфрапроект інші, зацікавлені центральні і місцеві органи виконавчої влади.

У таблиці 1 наведений перелік документів прийнятих в Україні у 2010–2020 роках стосовно підвищення рівня безпеки дорожнього руху. Кожний, з перерахованих документів, закінчувався, як правило, очікуваними результатами його виконання.

Не стали виключенням Стратегія-2024 і Державна Програма підвищення рівня БДР в Україні на період до 2023 року. З урахуванням основної мети Стратегії та за умови виконання у повному обсязі передбачених завдань прогнозується зменшення кількості загиблих і тяжко травмованих осіб внаслідок дорожньо-транспортних пригод до 2030 року на 50% порівняно з 2019 роком, а також наближення національних показників БДР до середньоєвропейського рівня, зокрема щодо кількості загиблих внаслідок дорожньо-транспортних пригод на 100 тис. населення – зниження показника з восьми осіб (у 2019 році) до чотирьох осіб (у 2030 році).

Очікувані результати виконання державних Стратегій і Програм підвищення рівня БДР прийнятих (затверджених) у 2010–2020 роках (див. табл. 1) з перспективою до 2030 року

зведені у спільну таблицю 2. Поруч з такими абсолютними показниками, як загальна кількість дорожніх пригод, кількість у них загиблих і травмованих, для оцінки рівня БДР використовуються ще відносні показники зведені у три групи:

- 1) зниження рівня соціального ризику;
- 2) зниження рівня транспортного ризику;
- 3) зменшення рівня тяжкості наслідків ДТП (див. табл. 2).

Таблиця 1 – Перелік документів спрямованих на підвищення рівня БДР

Дата прийняття	Назва документа
Жовтень 2010 р.	Транспортна стратегія України на період до 2020 року
Жовтень 2010 р.	Державна цільова програма підвищення рівня БДР до 2016 року
Червень 2017 р.	Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року
Квітень 2018 р.	Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року
Травень 2018 р.	Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року
Травень 2018 р.	План заходів на 2018-2020 роки з реалізації Національної транспортної стратегії на період до 2030 року
Жовтень 2020 р.	Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху до 2024 року
Грудень 2020 р.	Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року

Слід також зауважити, що деякі показники у таблиці 2 не вказані, оскільки вони не розглядалися до 2017 року, інші – до 2021-го. Очікувані показники за 2017 рік були отримані шляхом побудови лінійних трендів за даними 2013–2016 років наведених у Державній програмі підвищення рівня БДР на період до 2016 року.

Таблиця 2 – Очікувані результати виконання державних Стратегій і програм підвищення рівня БДР прийнятих у 2010–2020 роках [4, 6, 10]

Найменування завдання	Найменування показників виконання завдання	Значення очікуваного показника										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2030
1. Зниження рівня соціального ризику	Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 тис. населення	8,7	7,5	6,4	6,5	5,0	4,0	11,3	10,1	8,8	5,8	4,0
	Кількість травмованих внаслідок ДТП на 100 тис. населення	-	-	-	69,4	64,7	60,0	119,3	106,1	92,8	54,7	39,0
2. Зниження рівня транспортного ризику	Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 тис. транспортних засобів	24,0	18,0	14,0	19,9	18,8	18,2	34,1	30,3	26,5	18,1	13,0
3. Зменшення рівня тяжкості наслідків ДТП	Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 постраждалих	14,4	13,4	12,5	9,8	9,6	9,3	7,8	6,9	6,1	6,7	5,0
	Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 ДТП	-	-	-	-	-	-	3,1	2,7	2,4	1,5	1,1
	Кількість травмованих внаслідок ДТП на 100 ДТП	-	-	-	-	-	-	31,9	28,4	24,9	14,3	10,2

У таблиці 3 показані фактичні відносні показники ДТП за 2019 рік (принагідно і за 2021 р.), а очікувані показники для 2024-го і 2030-го років були визначені у відсотках (відповідно,

30% і 50%) до фактичних даних за 2019 рік (див. табл. 2).

Таблиця 3 – Фактичні результати відносних показників ДТП за 2019 і 2021 роки

Показник аварійності	2019	2021
Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 тис. населення	8,24	7,86
Кількість травмованих внаслідок ДТП на 100 тис. населення	78,12	72,16
Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 тис. транспортних засобів	25,9	24,9
Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 постраждалих	9,54	9,81
Кількість загиблих внаслідок ДТП на 100 ДТП	2,15	1,69
Кількість травмованих внаслідок ДТП на 100 ДТП	20,37	17,69

Висновки. За останні десять років в Україні було прийнято безліч документів стосовно підвищення рівня безпеки дорожнього руху. З таблиці 3 можна припустити, що за усіма показниками спостерігається позитивна динаміка, окрім кількості загиблих внаслідок ДТП на 100 постраждалих. Аналогічні дослідження були проведені у роботі автора за 2015–2020 роки [11]. Це дозволило, на той час, робити більш реалістичні, однак не такі оптимістичні висновки. Натомість, збереження позитивної динаміки зниження показників аварійності на наступні роки може забезпечити досягнення очікуваних результатів наведених у державних Стратегії і програмі підвищення рівня БДР прийнятих у 2020 році.

Список використаних джерел

1. Статистика ДТП в Україні. URL : <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.
2. Україна через ДТП в рік втрачає 70 млрд. грн. – МІУ. URL : <https://prm.ua/ukrayina-cherez-dtp-v-rik-vtrachaye-70-mlrd-grn-miu/>.
3. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. *Офіційний вісник України*. 2010 р. № 92. С. 3280.
4. Державна цільова програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху. *Урядовий кур'єр*. 2013. 08 трав. (№ 82).
5. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.06.2017 р. №481-р. *Офіційний вісник України*. 2017 р. № 59. С. 1808.
6. Постанова від 25 квітня 2018 р. № 435 «Про затвердження Державної програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/435-2018-%D0%BF>.
7. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>.
8. Рейтинг стран по уровню смертности в ДТП. URL : <https://nonews.co/directory/lists/countries/mortality-road-traffic>.
9. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. *Урядовий кур'єр* від 04.11.2020 – № 214.
10. Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2023 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1287-2020-%D0%BF#Text>.
11. Кишун В. А. Аварійність на дорогах України: очікування, що не справдилися. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал*. Луцьк: Луцький НТУ. 2021. №1(16). С. 66–73.

Кишун Володимир Андрійович – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: kyschun52@ukr.net

Kyshchun Volodymyr - Ph. D. (Econ), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University, e-mail: kyschun52@ukr.net

УДК 629.3: 621.436.12

Ковбасенко С. В., к.т.н., доц.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ДИЗЕЛЯМИ ЗАСТОСУВАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ

Одним з шляхів підвищення екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями є повне або часткове заміщення дизельного палива альтернативними паливами. В подальшому важливою задачею є розробка методології оцінювання використання альтернативних палив, яка поєднуватиме комплекс функціональних та математичних моделей для визначення енергоефективності та екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями під час використання альтернативних палив як у чистому вигляді, так і у вигляді сумішевих палив.

One way to increase the environmental safety of diesel vehicles is to completely or partially replace diesel fuel with alternative fuels. Further important task is to develop a methodology for evaluating the use of alternative fuels, which will combine a set of functional and mathematical models to determine the energy efficiency and environmental safety of vehicles with diesels when using alternative fuels both pure and blended fuels.

Вступ. Охорона навколишнього середовища є однією з найактуальніших проблем сучасності, адже питання екологічної безпеки автомобільного транспорту є важливою складовою екологічної проблеми країни і її гострота зростає з кожним роком.

Одним з найбільших джерел викидів шкідливих речовин є автотранспортні засоби з двигунами внутрішнього згорання, які, незважаючи на постійне вдосконалення, суттєво забруднюють довкілля шкідливими речовинами.

Серед двигунів внутрішнього згорання важливе місце посідають дизелі, які встановлюються на переважній більшості сільськогосподарських, дорожніх та будівельних машин, а також на автомобільних транспортних засобах. Враховуючи світову тенденцію до зниження випуску автомобілів з дизелем, найближчим часом вони все ж збережуть широке використання.

Крім того, обмежені сировинні енергетичні ресурси та високий рівень забруднення навколишнього середовища потребує пошуку нових альтернативних джерел енергії. Частковою заміною паливам нафтового походження можуть бути альтернативні палива, в першу чергу з відновлюваної сировини.

Тому підвищення екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів шляхом застосування альтернативних палив зумовлює актуальність досліджень в цьому напрямку.

Метою роботи є визначення більш екологічно чистих, дешевих та менш дефіцитних палив для підвищення енергоефективності та екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів з дизелями.

Аналіз існуючих рішень. Екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційного моторного палива в двигунах автотранспортних засобів, актуальні для переважної більшості країн світу. В багатьох країнах впроваджують жорсткі вимоги щодо екологізації автотранспортних засобів [1].

Зараз велика частина моторних палив виготовляється з невідновлюваних джерел нафтового походження. На потреби автомобільного транспорту витрачається більше 50% від загальної кількості видобутої сировини. Серед усіх видів наземного та водного транспорту близько 64% моторних палив, що споживаються, припадає на легкові, вантажні автомобілі та автобуси [2]. Транспортні засоби з дизелями є доволі привабливим в плані споживання альтернативних моторних палив.

У зв'язку з цим, значно активізувалися науково-дослідні роботи у сфері використання енергетичних ресурсів на автомобільному транспорті, а також розробляються нові програми щодо розширення використання альтернативних видів палив.

Згідно з Законом України «Про альтернативні види палива» альтернативне паливо – це рідке та газове паливо, яке є альтернативою (заміною) відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

Паливо визначається альтернативним, якщо воно:

повністю виготовлене (видобуте) з нетрадиційних та поновлювальних джерел і видів енергетичної сировини (включаючи біомасу) або є сумішшю традиційного палива з альтернативним, вміст якого має відповідати технічним нормативам моторного палива;

виготовлене (видобуте) з нафтових, газових, нафтогазоконденсатних родовищ непромислового значення, вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти тощо і за своїми ознаками відрізняється від вимог до традиційного виду палива. Якщо таке паливо за своїми ознаками відповідає вимогам до традиційного виду палива, дія цього Закону поширюється тільки на його виробництво (видобуток) і не поширюється на споживачів палива;

нормативи екологічної безпеки і наслідки застосування альтернативних видів палива для довкілля і здоров'я людини відповідають вимогам, встановленим законодавством України для традиційних видів палива [3].

Основну увагу у питаннях підвищення екологічної безпеки транспортних засобів вчені роблять на повне або часткове заміщення дизельного палива альтернативними паливами. Альтернативні палива можуть бути нафтового та ненафтового походження. До альтернативних палив нафтового походження належать: зріджений нафтовий газ, стиснений природний газ та супутні гази, а ненафтового походження для дизелів є: дизельне біопаливо, спирти та ефіри, а також водень.

Проблему застосування альтернативних видів палива і нових джерел енергії слід розглядати в плані пошуку більш екологічно чистого, дешевого та менш дефіцитного палива.

Результати дослідження. Для вирішення зазначеної проблеми необхідно проаналізувати та визначити можливості підвищення екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів з дизелями при використанні різних альтернативних палив.

Газові палива. Найбільшого розповсюдження серед газових палив для дизелів автотранспортних засобів отримали природний газ, використання якого на транспорті можливе як в стисненому, так і в скрапленому видах, а також зріджені вуглеводневі гази (пропан-бутанові суміші), що отримуються при переробці супутнього нафтового газу.

Стиснений природний газ (CNG) та скраплений природний газ (LNG) є привабливим альтернативним паливом. Природний газ, що піддається чистому згорянню, є поширеним і більш дешевим, ніж дизельне паливо. Його ресурси в світі дуже значні.

Для організації робочого процесу дизелів на газових паливах використовуються наступні способи: займання робочої суміші за допомогою електричної іскри та використання запальної дози дизельного палива [4-5]. Найбільшого розповсюдження отримав, так званий, газодизельний процес – займання основної газоповітряної суміші від запальної дози дизельного палива. За роботи дизеля за газодизельним циклом дизельне паливо використовується в якості запальної дози, а потужність регулюється подачею газу до циліндрів двигуна. Цей спосіб відносно просто реалізувати в умовах експлуатації, переобладнавши дизель для роботи на газовому паливі без значної зміни конструкції двигуна. Конвертація дизеля в газодизель технологічно більш проста, при цьому зберігається можливість працювати лише на дизельному паливі [6].

Використання природного газу в дизелях має багато переваг: зменшення використання дизельного палива на 50-85%, нижча вартість, поліпшення екологічних показників (зниження викидів твердих частинок та зменшення димності відпрацьованих газів (ВГ)), значне зниження сумарних викидів шкідливих речовин та зменшення рівня шуму роботи дизеля тощо.

Недоліки використання природного газу: висока температура самозаймання, яка ускладнює використання газових палив в дизелях та підвищення вимог відносно вибухо- та пожежобезпеки.

Дослідження вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д 245.7 з експериментальною газодизельною системою живлення, проведені в Національному транспортному університеті, засвідчили, що сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, за роботи дизеля за газодизельним циклом у всьому діапазоні навантаження менші, ніж за роботи дизеля за дизельним циклом (рис.1). Витрата палива в тепловому еквіваленті за роботи дизеля за дизельним і газодизельним циклом дещо більша за роботи дизеля за газодизельним циклом.

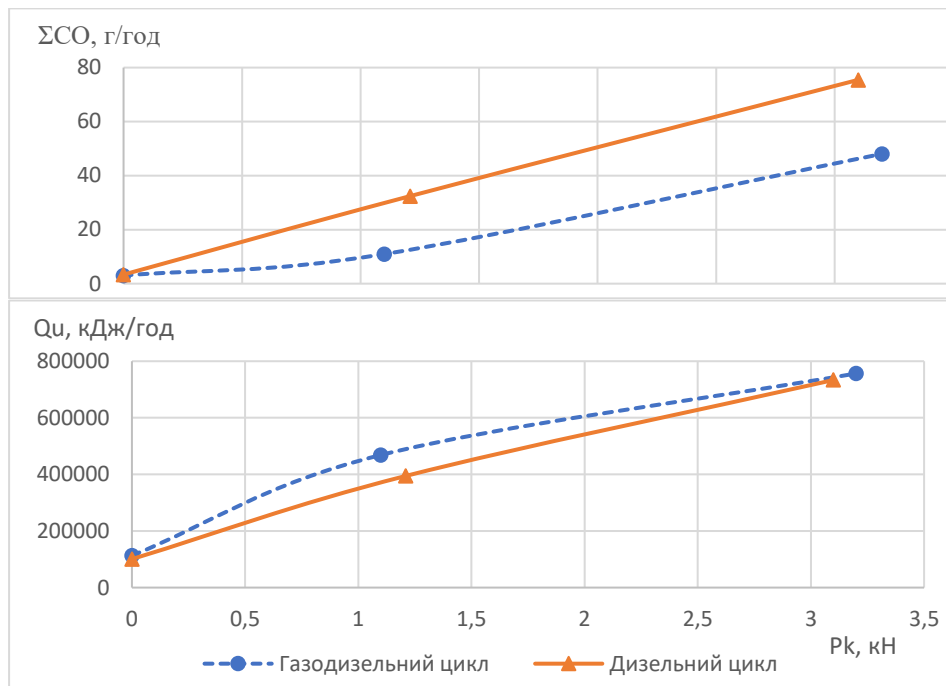


Рисунок 1 – Сумарні масові викиди ШР, приведені до викидів CO, та витрата палива в тепловому еквіваленті вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д 245.7 за частоти обертання КВ $n_0 = 1600 \text{ хв}^{-1}$

Олії рослинних культур. Враховуючи собівартість та доступність, широкого розповсюдження серед жирів набули олії рослинних культур, які мають низку позитивних якостей. Олія ріпаку характеризується високим цетановим числом, відсутністю поліциклічних ароматичних вуглеводнів тощо. При спалюванні рослинних олій в навколишнє середовище викидається тільки та кількість CO_2 , яка поглиналася рослинами в процесі фотосинтезу, і, таким чином, зберігається баланс «парникового» газу в атмосфері. Використання рослинних олій в якості палива для автомобільних дизелів ускладнюється в зв'язку з неоднорідністю хімічного складу та значним вмістом домішок і води в неочищеній сировині.

Дизельне біопаливо. Одним з ключових напрямів вирішення проблеми енергозабезпечення автотранспортних засобів з дизелями є використання олій різних культур для виробництва дизельного біопалива. Сировинна база для виробництва дизельного біопалива в Україні досить різноманітна: соняшник, ріпак, соя, коноплі тощо. Вирощування цих культур в рази більше, ніж потрібно для забезпечення вітчизняних споживачів олією та самих сільгоспвиробників дизельним біопаливом. За інформацією джерела [7] в Україні виробництво ріпаку складає близько 3,5 млн. т, переважна більшість якого експортується за межі держави. Метиллові ефіри жирних кислот для дизельних двигунів – дизельне біопаливо, складниками якого є суміші метилових ефірів жирних кислот, що їх виробляють із рослинних олій та тваринних жирів. Враховуючи сприятливі аграрні умови в Україні та особливості

процесу виробництва дизельного біопалива, найчастіше виробляють та використовують метилові ефіри ріпакової олії (МЕРО).

За інформацією US Department of agriculture виробництво дизельного біопалива в світі у 2022 році прогнозується на рівні 41 млн. л., а найбільшими виробниками будуть країни ЄС – 55%, США – 15%, Бразилія – 8%, Таїланд та Аргентина – 3% (рис.2).

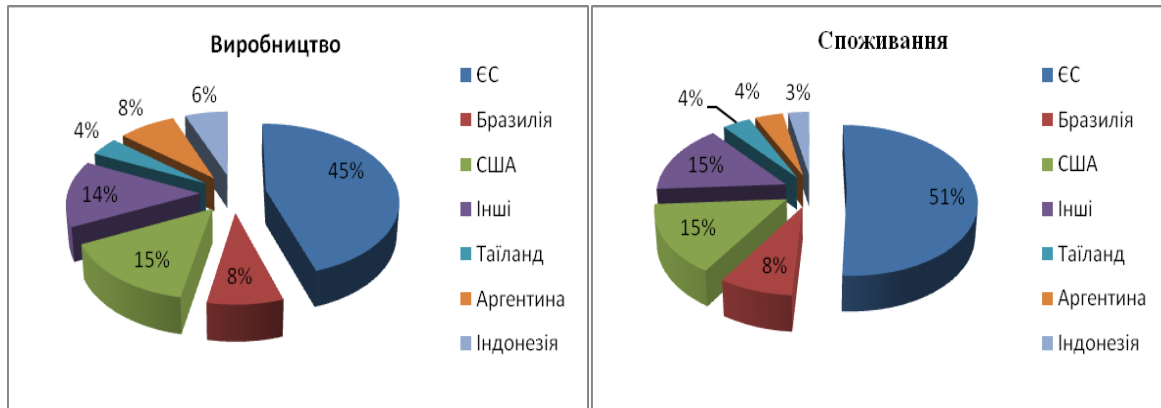


Рисунок 2 – Прогноз світового виробництва та споживання дизельного біопалива на 2022 рік

Можливі декілька напрямів розширення сировинної бази дизельного біопалива: цілеспрямоване вирощування технічних культур для отримання сировини і подальшого виробництва біопалива та раціональна утилізація (повторне використання) відходів виробництв, побутових відходів тощо.

Перший напрям доцільно використовувати у тому разі, якщо це не є перепорою у вирощуванні продуктів харчування, і в багатьох країнах вирощування технічних культур на землях сільськогосподарського призначення вважають неприйнятним.

В Національному транспортному університеті проведено експериментальні дослідження дизеля 4С11,0/12,5 (Д-241), що працює на традиційному нафтовому паливі та метиловому ефірі ріпакової олії (МЕРО). В результаті проведених випробувань та аналізу отриманих характеристик встановлено, що при використанні МЕРО спостерігається поліпшення екологічних показників роботи дизелів при деякому зростанні витрати палива. Враховуючи фізико-хімічні властивості біопалив та схожий характер знятих характеристик, можна стверджувати можливість використання МЕРО як самостійного палива, зменшуючи при цьому споживання палив нафтового походження [8]. Витрата дизельного біопалива зростає, в середньому, на 11...16%, димність ВГ знижується на 35...42%, а сумарна токсичність ВГ зменшується до 7 %, в порівнянні з роботою на традиційному дизельному паливі.

Інший напрям може бути більш привабливим завдяки низці переваг: запобігає забрудненню довкілля, розширює сировинну базу для виробництва моторних палив, зменшує собівартість дизельного біопалива, підвищує енергетичну ефективність використання дизельного біопалива.

Тому найбільш привабливим та рентабельним напрямком вважають використання дизельного біопалива, отриманого з олій рослинних культур та жирів, які повністю виконали свої продовольчі функції, підлягають подальшій утилізації та можуть бути альтернативною сировиною для виробництва дизельного біопалива. В якості сировини для виробництва може бути технічний курячий жир (ТКЖ), отриманий з жиромістких відходів птахопереробних підприємств (ЖВП) [8-9]. Вартість такої сировини для виготовлення дизельного біопалива втричі нижча у порівнянні з оліями рослинного походження. ТКЖ добувають з пір'я, крові, субпродуктів, м'ясо-жирових відходів, що за лишаються після розділення тушок і виробництва м'ясо-кісткового борошна [10-11].

В Національному транспортному університеті та лабораторії ДП «ДержавтотрансНДІпроект» проведено випробування автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z, що працює на дизельному паливі та сумішевому дизельному

біопаливі. Результати досліджень показали, що при переведенні дизеля на роботу на сумішевому дизельному біопаливі (80% дизельне паливо + 20 % метилові ефіри жирних кислот (МЕЖК)) сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, за роботи дизеля на дизельному біопаливі в середньому менші на 4% (рис. 3). При цьому спостерігається збільшення витрати палива від 5 до 11% (рис.4).

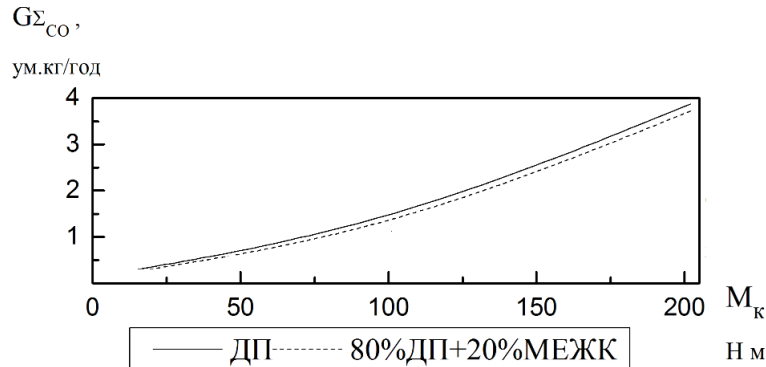


Рисунок 3 – Сумарні масові викиди ШР, приведені до викидів CO, автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z за частоти обертання КВ $n_d=2000 \text{ хв}^{-1}$

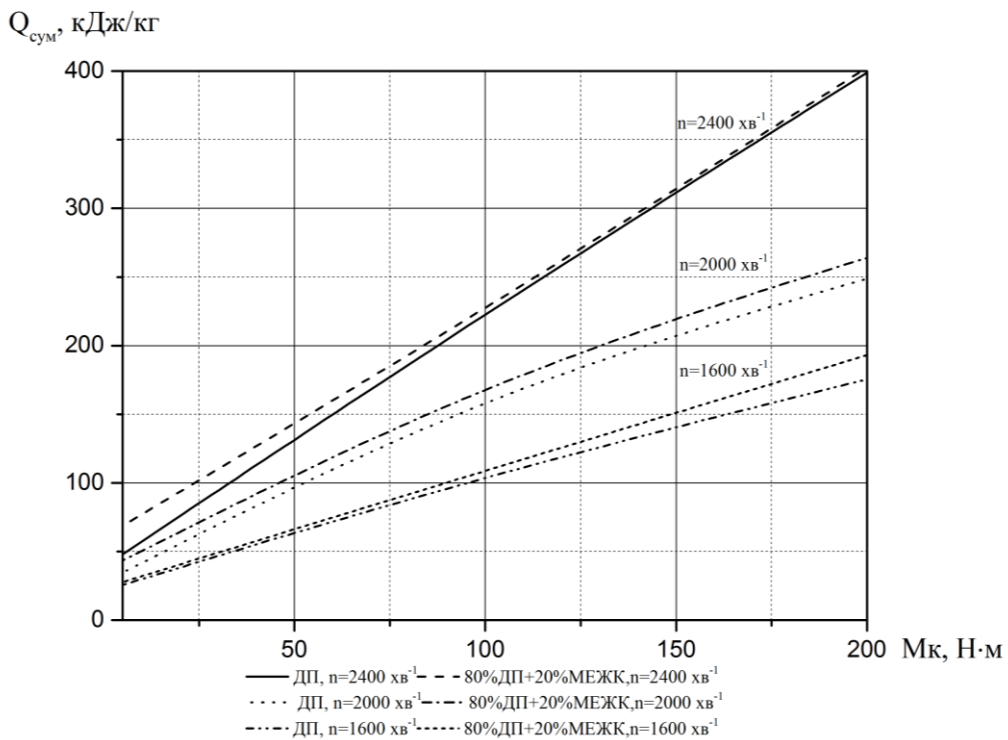


Рисунок 4 – Витрата палива в тепловому еквіваленті автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z

Наведені дослідження та аналіз літературних джерел показали, що дизельне біопаливо має низку переваг в порівнянні з традиційним дизельним паливом: є відновлюваним джерелом енергії; майже не містить сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів; при використанні такого палива знижується загальний вихід шкідливих речовин з ВГ та зменшується гострота проблем, пов'язаних з парниковим ефектом, оскільки в процесі згоряння палив рослинного походження вивільнюється та кількість теплоти, яка була поглинена рослинами в процесі зростання.

Активний розвиток галузі виробництва та споживання дизельного біопалива в світі підтверджує те, що найбільшим споживачем дизельного біопалива в країнах ЄС є автомобільний транспорт, де близько половини виробленого палива використовують на

автотранспортних засобах для вантажних та пасажирських перевезень, а іншу частину застосовують у якості добавки до нафтового дизельного палива для легкових автомобілів та у фермерських господарствах.

Однак потрібно враховувати, що дизельне біопаливо виробляється з олійних культур, які є також цінними харчовими продуктами, що робить неможливим перевести всі автотранспортні засоби для роботи на дизельному біопаливі.

Спиртові палива. Для дизелів автотранспортних засобів імовірним паливом можуть бути продукти переробки мінеральної або органічної сировини – спирти, а саме метанол, етанол, бутанол тощо. Перевагами використання спиртів в дизелях є широка сировинна база, можливість виробництва з відновлюваних ресурсів та можливість зниження викидів шкідливих речовин з ВГ.

Проте, значна відмінність фізико-хімічних властивостей спиртів і дизельного палива ускладнює організацію робочого процесу дизеля на спиртах. Тому використання спиртів в дизелях обмежується через низьке цетанове число, високу температуру самозаймання та погані мастильні властивості, що призводить до зношення паливної апаратури та циліндро-поршневої групи. Спиртові палива мають низку істотних недоліків, серед яких слід відзначити їх токсичність, корозійну активність та агресивність по відношенню до алюмінієвих сплавів, гуми та інших конструкційних матеріалів, а також низьку енергомісткість, що призводить до збільшення питомої витрати палива.

Ефіри. Перспективними паливами для дизелів вважаються прості та складні ефіри мінерального або органічного походження, які утворюються в результаті взаємодії неорганічних кислот і спиртів. Ефіри належать до продуктів, до складу яких входить кисень. Фізико-хімічні властивості простих ефірів дозволяють використовувати їх в якості палива для автомобільних дизелів. Широкого поширення, в якості палива для автомобільних дизелів, отримав диметиловий ефір (ДМЕ) – як домішка до дизельного палива або його повний заміник. Крім того, можливо використовувати диетиловий ефір, дибутиловий ефір та інші.

Ефіри мають високе цетанове число та добрі екологічні властивості. У більшості з них відсутній основний недолік спиртів як дизельного палива – низьке цетанове число. Висока випаровуваність ДМЕ, його добра спалахуваність призводять до кращого сумішоутворення, м'якої динаміки згорання та кращих пускових якостей дизеля. Однак, недоліком ДМЕ є його висока ціна, а також зростання годинної витрати палива та необхідність переобладнання системи живлення (більшість простих ефірів знаходяться в газоподібному стані).

Водень. З точки зору енергомісткості та емісії токсичних речовин у ВГ водень є одним з найкращих з усіх можливих палив [12]. Водень має значну сировинну базу, оскільки його переважно отримують в результаті піролізу на базі природного газу та нафтопродуктів або електролізу на базі води. Використання водню дозволяє практично виключити викиди твердих частинок, оксиду вуглецю та вуглеводневих сполук з ВГ через відсутність в цьому паливі вуглецю. Однак, збільшення тиску, а отже і температури в камері згорання дизеля при використанні водню, призводить до збільшення викидів оксидів азоту.

Складність використання водню в дизелі пов'язана з тим, що він має високу температуру самозаймання (низьке цетанове число), тому його можна використовувати тільки в газодизельному варіанті (із запальною дозою дизельного палива). При цьому стійка робота дизеля на водні можлива тільки у вузькому діапазоні сумішей, обмеженому пропусками займання та детонацією. Проблеми використання водню в якості автомобільного палива не пов'язані з ефективністю або емісією токсичних компонентів ВГ, а з поширенням, зберіганням, а також із безпекою.

Висновки. Розширити паливну базу автотранспортних засобів з дизелями можна за рахунок використання альтернативних, більш екологічно чистих, моторних палив, таких як стиснений природний газ, дизельне біопаливо рослинного чи тваринного походження тощо. В залежності від потреби і наявної сировинної бази дизель, після відповідного переобладнання, може працювати як на перелічених альтернативних паливах, так і на їх сумішах з дизельним паливом. При подальших дослідженнях необхідно здійснити розробку методології оцінки

використання альтернативних палив, яка дозволить визначити рівень екологічної безпеки та поєднуватиме комплекс функціональних та математичних моделей для визначення енергоефективності та екологічності двигунів та автотранспортних засобів під час використання альтернативних палив як у чистому вигляді, так і у якості добавок (сумішеві палива). Крім того, враховуючи, що перехід на екологічно чисті види палива є вимогою часу, важливим є техніко-економічне обґрунтування застосування систем живлення альтернативними та сумішевими паливами з врахуванням соціально-економічних витрат.

Список використаних джерел

1. Mateychuk V.P. Do otsinky zabrudnennya dovkilliya transportnymy zasobamy na okremykh etapakh zhyttyevoho tsyклу / V.P. Mateychuk, R.V. Symonenko, S.V. Kolomiyets', N. M. Horid'ko. // Visnyk NTU. – 2010. – No21. Ch. 2 – S. 33 –37;
2. Десянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н.Десянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Х: Новое слово, 2007. – 452 с. – ISBN 978-966-2046-05-2.
3. Закон України «Про альтернативні види палива» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
4. Ковбасенко С. Перспективи використання природного газу двигунами транспортних засобів в Україні/ С. Ковбасенко, М. Назаренко, В. Петренко, А. Голик // Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia / pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy Monografia nr 7; Seria: Transport; Politechnika Rzeszywska im. Ignacego Łukasiewicza. –Rzeszów : 2016. – С. 159–164.
5. Mikulski Maciej, Wierzbicki Sławomir, Ambrosewicz-Walacik Marta, Duda Kamil and Piętak Andrzej. Combustion of Gaseous Alternative Fuels in Compression Ignition Engines [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.5772/61663/>.
6. Ковбасенко С. Переобладнання дизеля в газодизель, як можливість розширення паливної бази автомобільного транспорту / С. Ковбасенко, В. Петренко, С. Гутаревич, А. Голик // Вісник. Науково-технічний збірник. – No1 (37). – Київ : НТУ, 2017. – С. 154–160. – (Серія “Технічні науки).
7. Агробізнес України // BusinessViews. Casual business insights. 2020. <https://agribusinessinukraine.com/the-infographics-report-ukrainian-agribusiness-2020/>.
8. Ковбасенко С.В. Поліпшення показників транспортних засобів використанням дизельних біопалив з рослинної та утилізованої тваринної сировини/С.В. Ковбасенко, В.В. Сімоненко, О.В. Бугрик /Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник. – Національний транспортний університет. – К.-№ 106. – 2019. – с. 40-45.
9. Бугрик О.В. Перспективи використання біодизельних палив, отримуваних утилізацією відходів харчової промисловості в двигунах колісних транспортних засобів // Вісник НТУ. – 2017. – №1(37). – с.35 – 41.
10. Калетнік Г.М., Токарчук Д.М., Скорук О.П. Організація і економіка використання біоресурсів: підручник: 2-ге видання. – Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. – 372 с.
11. Муштрук М. М. Перспективи виробництва дизельного біопалива з технічних тваринних жирів в Україні / М. М. Муштрук Ю.Г. Сухенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - К.: НУБіП, 2011. - № 62(ч. 2). - С. 315-318.
12. Локомотивні експлуатаційні матеріали: навч. посіб. Ч. 1. Паливо /Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін, В. Г. Пузир, О. О. Анацький; за заг. ред. проф. С. Г. Жалкіна.– Харків:УкрДУЗТ, 2021.– 106 с.

Ковбасенко С. В. – к.т.н., доцент, професор кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Національний транспортний університет, e-mail: s.kovbasenko@ntu.edu.ua

Kovbasenko S. - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of Engineering Engineering in Transport Construction, National Transport University, e-mail: s.kovbasenko@ntu.edu.ua

УДК 629.331:620.18:004.94

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ДЕЯКІ МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛЕЙ І СПЛАВІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДІВНИХ ГАЛУЗЕЙ. ЧАСТИНА 4. ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються механічної обробки сталей та сплавів. В четвертій частині продовжено наведення матеріалів, що мають відношення до застосування CAD/CAM/CAE систем.

The analysis, generalization and systematization of data related to machining of steels and alloys continued. In the fourth part, the guidance of materials related to the use of CAD / CAM / CAE systems is continued.

Механічна обробка сталей та сплавів є важливою складовою багатьох технологічних процесів зокрема при створенні та ремонті автомобільних деталей [1 - 5]. Зараз відбувається поступовий перехід до нового технологічного напрямку в промисловості, що отримав назву «Індустрія 4.0 (анг. Industry 4.0)» [6 -10]. Розвиток науки та технологій зокрема в галузі прикладного матеріалознавства, спонукають до застосування нових методів досліджень, що включають комп'ютерне моделювання.

Для моделювання технологічних процесів механічної обробки використовують цілий ряд комп'ютерних пакетів програм. Серед яких, безумовно, можна виділити: CAE-системи Deform 2D(3D) та ABAQUS [5, 11, 12]. Які можна використовувати зокрема і за студентською ліцензією для не комерційних розрахунків.

Відомо, що, наприклад, в автомобілебудуванні, використовують, для виготовлення різних деталей, різні види сплавів (рис. 1) [13].

Також вищезгадані програми використовують для розрахунків деталей та матеріалів, що мають застосування в енергомашинобудуванні, наприклад, вали турбогенераторів (рис. 2) [14].

Згідно з сучасними науковими уявленнями визначені експериментально та теоретично граничні діаграми формоутворення (Forming Limit Diagrams - FLD) та граничні діаграми напруг формоутворення (Forming Limit Stress diagrams - FLSD) – це критерії руйнування, сформульовані за принциповими деформаціями або напруженнями, які визначають руйнування при виконанні зазначеного критерію. Останні три десятиліття мікромеханічне моделювання розвивалося з урахуванням розуміння макроскопічного процесу руйнації. З мікроскопічної точки зору, в'язке пошкодження, що виникає в результаті локалізації великих пластичних деформацій металевих матеріалів, розвивається в три основні стадії: (I) зародження мікропустот навколо вже наявних включень, або других фаз, (II) зростання мікропустот та (III) коалесценція мікропустот, що призводить до зародження тріщин, що макроскопічно спостерігаються. Щоб показати поступове ослаблення, викликане згаданими порожнечами та мікротріщинами, найчастіше використовуються дві пов'язані загальні моделі пошкоджень: фізично мотивовані моделі пористості (моделі типу Гурсона) та феноменологічно мотивовані моделі на основі механіки пошкоджень континууму (continuum damage mechanics based models - CDM) [14].

Надійна модель зв'язку поведінки з пошкодженням, придатна для чисельної реалізації, має бути достатньо сильною, щоб передбачити не лише поведінку зміцнення, але й початок руйнування та макроскопічне поширення тріщини за широкого діапазону шляхів навантаження. Це все враховують при проведенні розрахунків властивостей матеріалів та

деталей зокрема застосовуючи CAE-системи з використанням додаткових плагінів, розроблених з використанням різних мов програмування, зокрема Python.

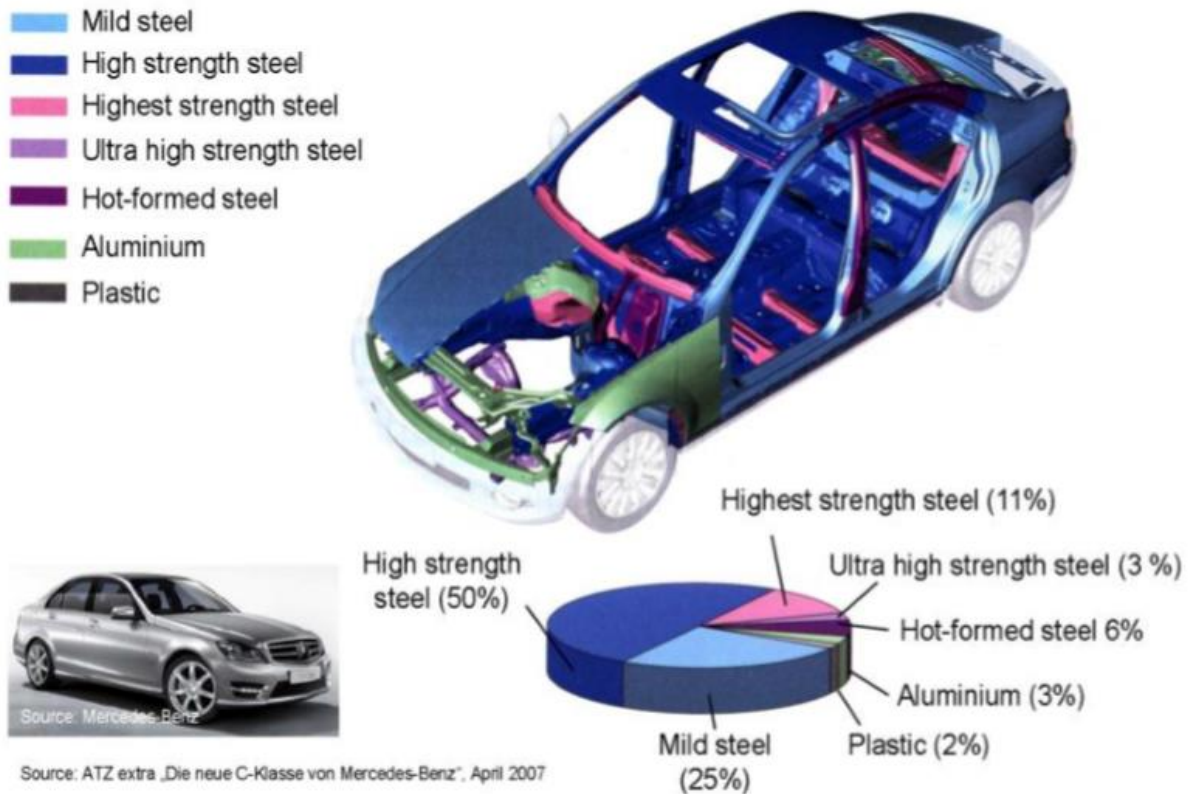


Рисунок 1 – Контур матеріалів, що використовуються в конструкції кузова сучасних автомобілів [13]

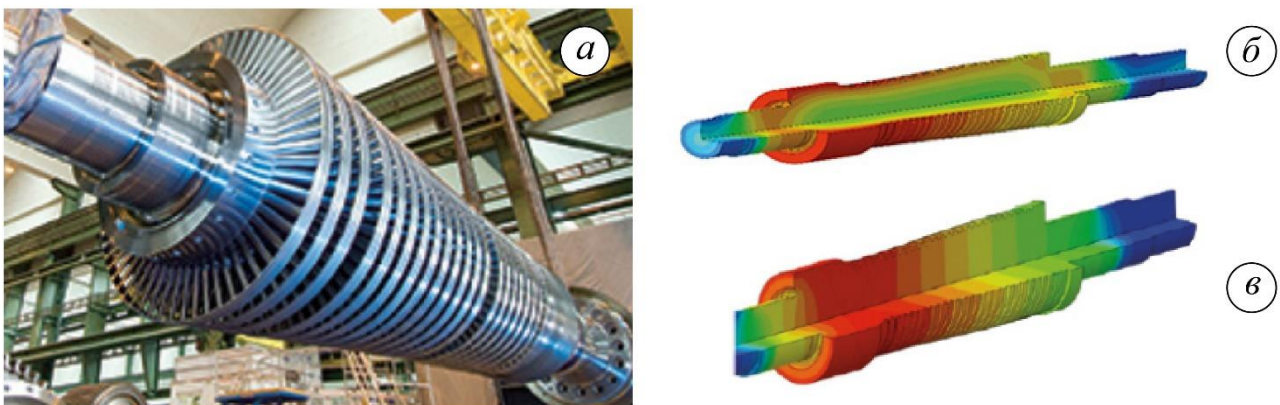


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд вала ротора турбогенератора (а). Нестационарний температурний профіль ротора через 60 хвилин після запуску (б). Модель ротора зі стаціонарним температурним профілем при базовому навантаженні (зображення надано компанією Alstom) (в) [14]

Більшість деталей як в автомобільній промисловості, так і в енергомашинобудуванні, можуть підлягати механічній обробці, як в процесі виготовлення, так і в процесі ремонтів.

Комп'ютерні пакети Deform (2D, 3D), Abaqus, LS Dyna, ANSYS та ін. дозволяють здійснювати комп'ютерне моделювання механічної обробки та стружкоутворення та багатьох інших процесів, що стосуються проведення формоутворення «заготовки» або деталі [15]. В

цих пакетах, наприклад, може бути застосоване та використане рівняння Джонсона-Кука, як найбільш ефективно з точки зору співвідношення «похибка»/«швидкість розрахунку» [16 -18]:

$$\sigma_s = (A + B\varepsilon^n) \cdot \left(1 + C \ln \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\dot{\varepsilon}_0} \right) \right) \cdot \left[1 - \left(\frac{T - T_r}{T_m - T_r} \right)^m \right]$$

де А – межа текучості матеріалу при кімнатній температурі; В – коефіцієнт чутливості до деформації; С – коефіцієнт чутливості до інтенсивності деформації; n – параметр, що відповідає за деформаційне зміцнення; m – параметр, що характеризує температурний відпуск. T_m – температура плавлення металу (сплаву).

Рівняння Джонсона-Кука (по суті еластов'язкопластичний закон стану матеріалу при великих деформаціях) враховує адіабатичні зсувні явища, що викликані значними градієнтами температур та великими пластичними деформаціями. Отже, цей закон встановлює залежність напруження σ_s від величини відносного зсуву ε (%) і швидкості деформації $\dot{\varepsilon}$, а також температури T .

Перший множник відповідає за явище наклепу матеріалу, другий описує динамічні процеси, а третій відповідає за явище теплового відпуску.

В САЕ-системі (Deform 2D/3D) попередньо перед проведенням комп'ютерного моделювання задаються: параметри механічної обробки матеріалу (шаг подачі, кількість обертів, довжина та діаметр «заготовки»), вид та параметрів «ріжучого» інструменту, параметри текучості матеріалу «заготовки». В залежності від обчислювальних можливостей комп'ютеру можна ускладнювати та підбирати сітку для різця та поверхні оброблюваного зразка та інструменту.

Наведемо приклад, візуалізації при проведення комп'ютерного моделювання в пакетах Deform 2D (рис. 3) та Deform 3D (рис. 4).

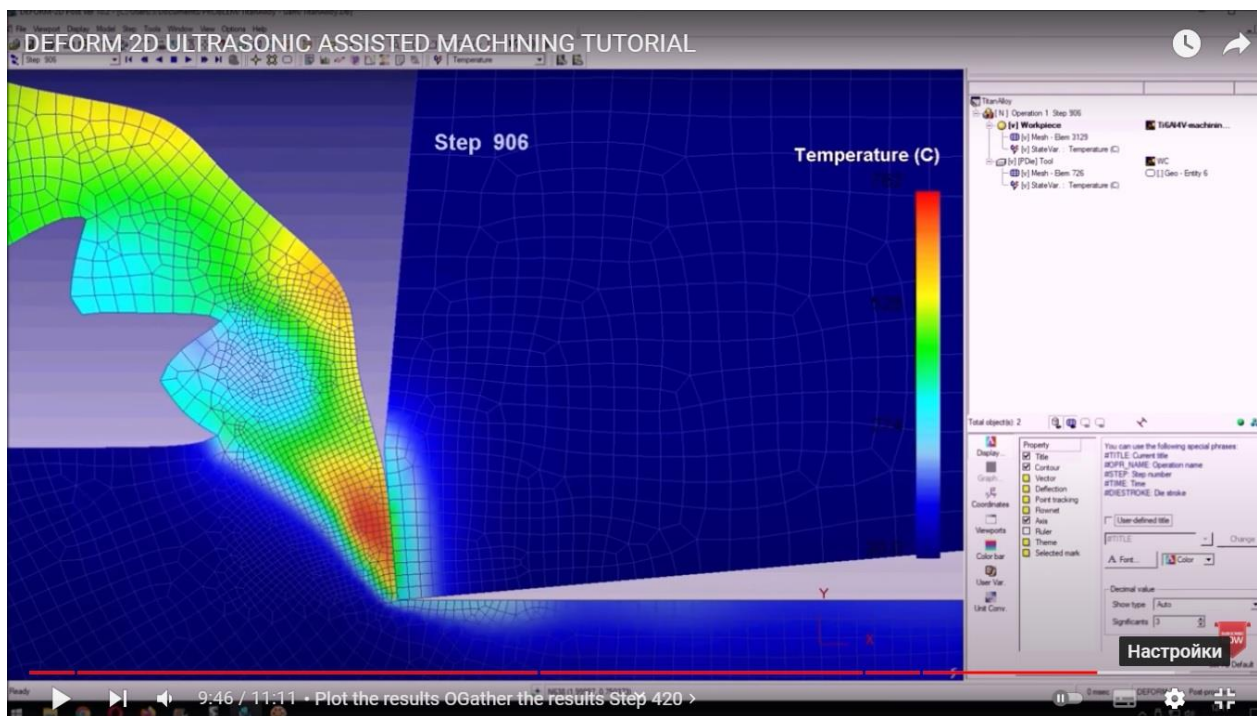


Рисунок 3 – Принт скрин зображення при комп'ютерному моделюванні в САЕ-системі Deform 2D. Визначення температури: 906 крок ітерації [19].

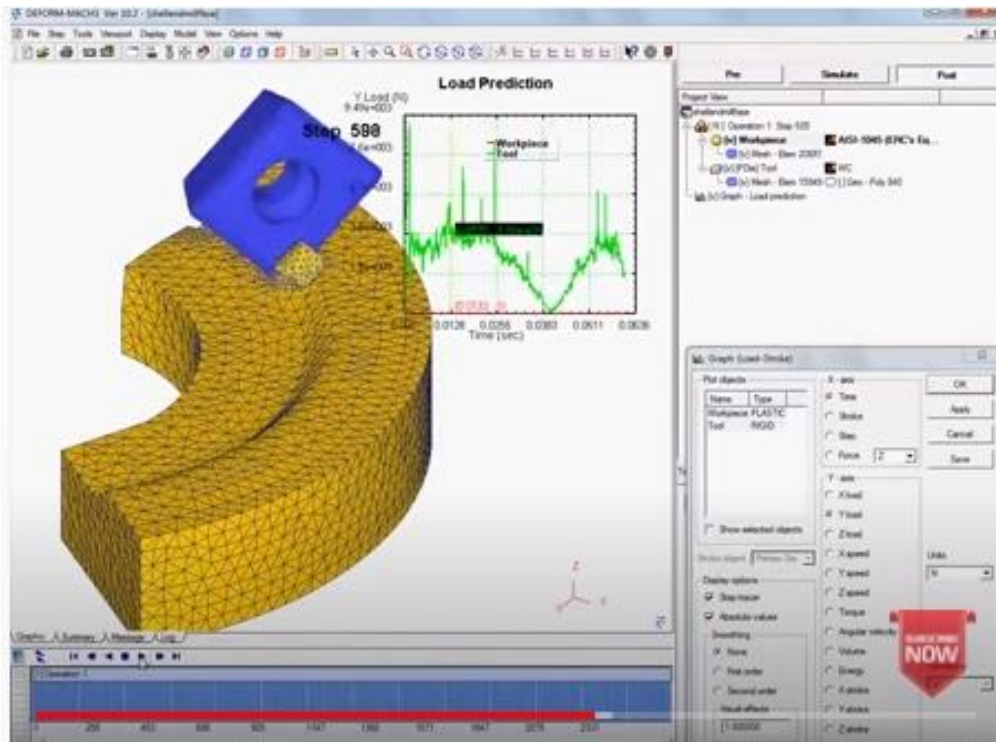


Рисунок 4 – Принт скрин зображення при комп’ютерному моделюванні в САЕ-системі Deform 3D. Визначення навантаження (Load Prediction): 508 крок ітерації [20]

Наведемо приклад, візуалізації при проведенні комп’ютерного моделювання в пакеті Abaqus (рис. 5).

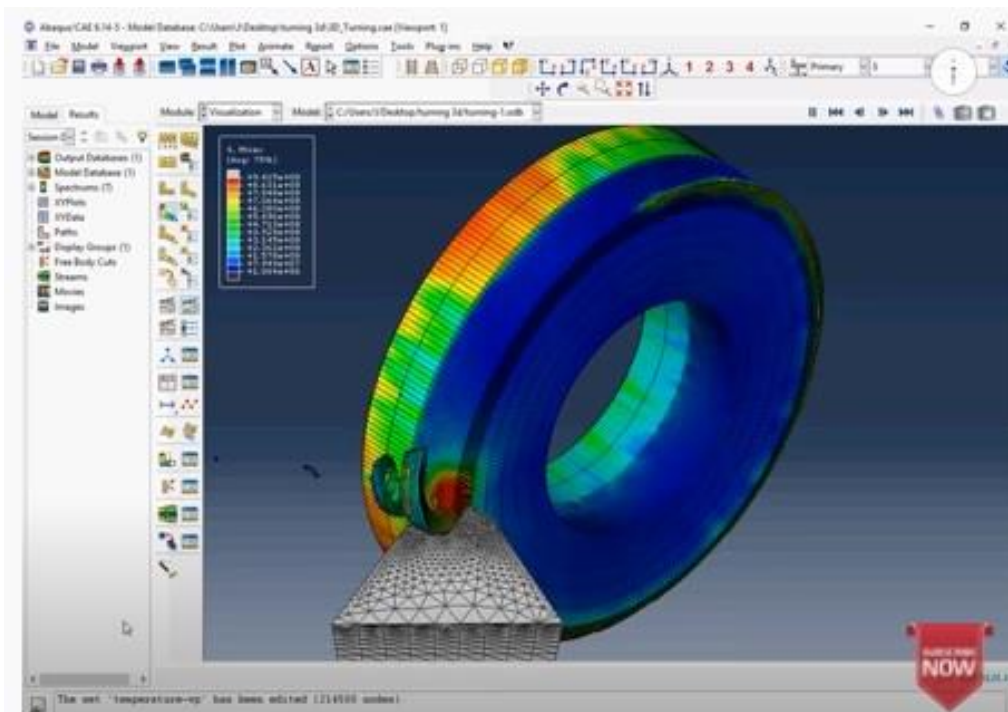


Рисунок 5 – Принт скрин зображення при комп’ютерному моделюванні (3D) в САЕ-системі Abaqus 6.14. 3D [22]

Методи комп’ютерного моделювання механічної обробки матеріалів постійно вдосконалюються, цей розвиток йде пліч-о-пліч зі знаннями, що отримуються в галузі прикладного матеріалознавства та суміжних галузей [23 - 25] в т.ч. і транспортної галузі та енергомашинобудування.

Список використаних джерел

1. Колесников В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 72 – 83.
2. Колесников В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2. Матеріали VI-ї Міжн. Наук.-техн. інтернет-конф. "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту" 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 131 – 143. ISBN 978-966-641-793-3.
3. Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. частина 3. Застосування комп'ютерного моделювання Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 120 – 126. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).
4. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 84 – 90.
5. Приклад ремонту автомобіля ВАЗ з застосуванням висвердлювання / Шматко О. Е., Кошовий І. А., Момот В. О., Рознатовська Є. Ю., Колесніков В. О. Матеріали VI-ї Міжн. Наук.-техн. інтернет-конф. "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 139 – 150.
6. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 90 - 94.
7. Kolberg D., Zühlke D.: Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies IFAC Conference, 38-3 1870-1875 (2015).
8. Sipsas, K., Alexopoulos, K., Xanthakis, V., Chryssolouris G.: Collaborative maintenance in flow-line manufacturing environments: An Industry 4.0 approach 5th CIRP Global Web Conference Research and Innovation for Future Production, Procedia CIRP, 55, pp. 236-241 (2016).
9. Landherr M., Schneider U., Bauernhansl T.: The Application Centre Industrie 4.0 - Industry-driven manufacturing, research and development, 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016) Procedia CIRP, 57, 26-31 (2016).
10. Kipper, L.M, Furstenuau, L.B, Hoppe, D., Frozza, R., Iepsen S.: Scopus scientific mapping production in industry 4.0 (2011–2018): a bibliometric analysis, International Journal of Production Research, 58:6, 1605–1627 (2020).
11. Оцінка впливу структурно-фазового стану на механічну оброблюваність сплавів з застосуванням методів комп'ютерного моделювання для отримання більш якісної продукції для енергомашинобудування // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 92 - 95.
12. К. Абрамек, Я. Элиаш, А.И. Балицкий, В.А. Колесников. Инновационные исследования в вычислительном материаловедении // 2nd International scientific-practical conference «Entrepreneurship and trade: theoretical approaches and practical aspects of development», November 26-27, 2020, in Starobilsk, Ukraine. (Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 26–27 листопада 2020 року)). С 218 - 219. ISBN 978-617-7879-49-6.

13. Zhenming Yue. Ductile Damage Prediction in Sheet Metal Forming Processes. Thèse en cotutelle avec Technische Universität Dortmund. Spécialité: Systèmes Mécaniques et Matériaux. le 8 septembre 2014. – 239 p. URL: <https://www.theses.fr/2014TROY0025.pdf>.
14. Alstom Power utilizes ABAQUS FEA to improve steam turbine efficiency. URL: <https://www.4realsim.com/alstom-power-abaqus-fea>.
15. Design Environment for Forming. URL: <https://www.deform.com/products/deformd>.
16. V. Stupnytskyu, I. Hrytsay, “Simulation Study of Cutting-Induced Residual Stress”. In: Ivanov V. et al. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham), (2020), DOI: 10.1007/978-3-030-22365-6_34.
17. Johnson, G.R. and Cook, W.H. (1983) “A Constitutive Model and Data for Metals Subjected to Large Strains, High Strain Rates, and High Temperatures”. *Proceedings 7th International Symposium on Ballistics*, The Hague, 19-21 April (1983), 541-547.
18. Криворучко Д. В. “Моделирование процессов резания методом конечных элементов: методологические основы” / Д.В.Криворучко, В.А.Залогова. – Сумы: Университетская книга, 2012.- 435 с.
19. Deform 2D ultrasonic assisted machining tutorial. URL: https://www.youtube.com/watch?v=h5UuYC5tgSU&t=274s&ab_channel=S.B.
20. . Deform 2D and 3D machining tutorials. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCbPwpMtr3oBx9uR2GO-Rerw>.
21. Finite element simulation, orthogonal cutting of INCONEL 718. URL: https://www.youtube.com/watch?v=-HR9mh5BHgI&list=PLzzqBYg7CbNpykcOVQflhjmN1RGyLmsKT&index=5&ab_channel=S.B.
22. 3D Turning tutorial with Simulia Abaqus 6.14 CAE. URL: https://www.youtube.com/watch?v=V9lvQ_s4qog&list=PLzzqBYg7CbNpykcOVQflhjmN1RGyLmsKT&index=1&ab_channel=S.B.
23. Пронін Олександр, Калашнік Андрій, Колесніков Валерій. Приклад вирішення однієї з прикладних матеріалознавчих проблем в енергомашинобудуванні. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 146 – 148. ISBN 978-617-95067-7-2.
24. Застосування комп’ютерно інтегрованого підходу для оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні для підвищення безпеки життєдіяльності // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Я. Хмель, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 98- 100.
25. Концепція враховування структурно-фазового стану експлуатованих матеріалів в енергомашинобудуванні при проведенні ремонтів з застосуванням механічної обробки. Колесніков В.О., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Ревякіна О.О. II-га Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021»: Збірник тез. – Вінниця: ВНТУ. – 2021. – с. 310 -312.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 629.331:620.91

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

РОЛЬ ЗЕЛЕНОГО ВОДНЮ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження водневих технологій в транспортній галузі. Наголошено на впровадженні технологій пов'язаних з «зеленим» воднем.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of hydrogen technologies in the transport sector continued. Emphasis is placed on the introduction of technologies related to "green" hydrogen.

Використання водню як енергоносія дозволить як суттєво скоротити споживання викопних вуглеводневих палив, так і значно просунути у розв'язанні екологічної проблеми забруднення атмосфери міст шкідливими для здоров'я людини складовими вихлопних газів автомобілів та теплотягів [1].

У квітні 2021 року для розробки Водневої стратегії України за співпраці підрозділів Європейської економічної комісії (ЄЕК) ООН та Уряду України, зокрема Міненергетики України, було створено два проекти Дорожньої карти (з виробництва та використання водню в Україні та використання водню в Україні в автомобільному транспорті) та проект звіту про масштабну дію згідно з процедурою Стратегічної екологічної оцінки Дорожньої карти [2 - 5].

Водневий транспорт - це різні транспортні засоби, які використовують як паливо водень. Це можуть бути транспортні засоби як із двигунами внутрішнього згоряння, з газотурбінними двигунами, так і з водневими паливними елементами. Ще у 1806 році Франсуа Ісаак де Ріваз (1752-1828) створив перший двигун внутрішнього згоряння, що працює на водні. Водень вироблявся за допомогою електролізу води. Зараз відбувається, досить широке впровадження водневих технологій у різні види транспорту [6 -15].

Як приклад, реалізації водневих технологій на транспорті, можна навести фотографії наступних водневих автомобілів (рис. 1).



а



б

Рисунок 1 – Хонда FCX Міжнародне мото шоу в Куала Лумпур 2006 (а); BMW 7 Серії Hydrogen (б) [6]

Зараз існує наступна умовна класифікація водню [16, 17]:

- «коричневий» або «чорний» водень, який одержують шляхом газифікації вугілля, та у процесі виробництва якого виділяється вуглекислий газ;
- «сірий» і «блакитний» водень є продуктом "риформінгу" (конверсії вуглецю за допомогою водяної пари) природного газу. Тоді як виробництво «сірого» водню передбачає викиди вуглекислого газу, при виробництві «блакитного» водню використовують системи уловлювання вуглекислого газу, які дозволяють збирати його та використовувати у подальших промислових цілях;

- водень є «зеленим», якщо він виробляється методом електролізу води, причому енергія, використовувана електролізером, надходить із відновлюваного джерела, що робить процес виробництва повністю екологічно чистим.

Також необхідно зазначити, що для всебічного та сталого переходу до водневих джерел енергії необхідно створення та побудова необхідної інфраструктури [18, 19].

Розглядаючи потенційно можливу трансформацію вуглецевої економіки до водневої з використанням «зеленого» водню, представляється можливим виділити наступні фактори впливу: технологічні; політичні; економічні; природні-кліматичні; соціальні. Всі вони так чи інакше зрештою будуть впливати як на вартість «зеленого» водню, так і на структуру виробничих витрат. Для виділення факторів, що впливають на вартість «зеленого» водню, на рівні виробничого циклу, розглянемо основні елементи, що входять у виробничу структуру отримання зеленого водню [20]:

- сонячна або вітроенергетика, яка генерує «чисту» електроенергію;
- електролізер, основне технологічне обладнання, що використовується для отримання водню методом електролізу;
- водний ресурс, який використовується для виділення водню з води;
- земельний ресурс для розміщення виробничих потужностей і допоміжних об'єктів;
- робочий персонал, що обслуговує процес виробництва.

Одним із перспективних напрямків є виробництво водню з використанням електрики з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), а саме вітрової та сонячної [21].

За даними ПрАТ “НЕК “Укренерго”, встановлена потужність ВДЕ лише за рік зросла у два рази. З 2,9 ГВт у червні 2019 року до 5,8 ГВт у червні 2020 року. І вже на кінець листопада 2020 року перевищила 6,3 ГВт. Водночас енергетична система України не може без наслідків прийняти таку кількість енергії з відновлюваних джерел.

Крім того, ВДЕ не виробляють енергію стабільно. Це пов'язано з природними умовами: у темний час доби немає сонця, а швидкість вітру не завжди достатня для вироблення електроенергії. Рівень споживання електроенергії також не є постійним. Піковий – вдень і низький – уночі. Тож у періоди “пікового” виробництва, але при цьому слабкому споживанні, електроенергію від ВДЕ можна використовувати для електролізу “зеленого” водню. Водночас той же самий водень електростанції можуть в пікові години використовувати для виробництва електроенергії. Такий собі взаємозамінний цикл.

Проте для того, щоб він запрацював, Уряду необхідно стимулювати власників вітрових і сонячних станцій, а також включати в будівництво електролізери та паливні елементи.

Також, згідно “Атласу енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії України” річний потенціал виробництва водню в Україні в еквіваленті енергетичних одиниць може складати від 340 млрд кВт-год при базовому сценарії та до 500 млрд кВт-год – при оптимістичному. Особливо якщо зауважити, що річний рівень споживання природного газу в Україні становить приблизно 300 млрд кВт-год, то навіть при базовому сценарії водень може його замінити.

Атомні електростанції як джерело енергії для гідролізу водню. В Україні наразі діють 4 атомних електростанцій: Південно-Українська, Запорізька, Рівненська і Хмельницька [22]. Всі вони мають функціонувати у стабільному режимі, тобто з певним базовим навантаженням – коли треба виробити певну сталу кількість енергії. А при цьому так як із енергією від ВДЕ у певні періоди відбувається перевиробництво енергії і утворюється її надлишок, який можна направити на гідроліз водню.

Добування водню. Ще у березні 2019 року вийшла наукова монографія “Обґрунтування пошукової технології водневих скупчень і геодинамічних явищ (нафтогазоносні регіони, шахтні поля)” [23], у якій зокрема описується створена вченими за даними геолого-структурних-термоатмогеохімічних та аерокосмічних досліджень нова схема нафто-газо-гідро-геологічного районування України, яка дозволила визначити аномально-високі точки концентрації водню, як поновлюваного енергетичного джерела. При цьому водень, в якості

головного складового елементу, у пошуковій практиці використовувався вперше. Звичайно, не чистий водень, а його аномальні концентрації у суміші з природним газом.

Виявляється, що перспективними для видобутку водню є діючі та закриті шахти Донбасу і Львівсько-Волинського басейну. Так, на об'єктах досліджень: Томашевська площа, Лисичанські купола у Донецькому басейні, шахта “Степова”, “Лісова” у Львівсько-Волинському басейні значення водню на 2-3 порядки перевищували значення того ж метану.

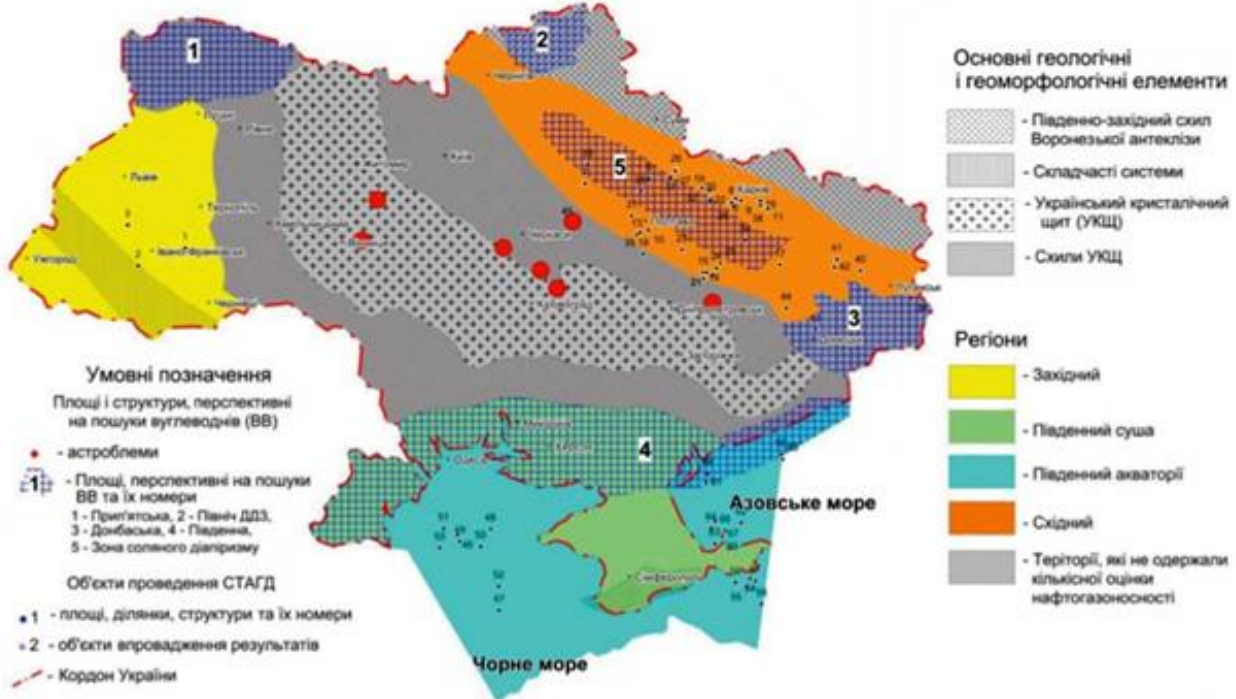


Рисунок 2 – Перспективні площі за даними геолого-структурних-термо-атмогеохімічних та аерокосмічних досліджень для впровадження в виробництво за технологією СТАГД [21].

Перспективними для видобутку водню вважають Дніпровсько-Донецьку западину, площі у межах Причерчеського шельфу і континентального схилу Східно-Чорноморської западини.

Крім того, в Україні є окремі водневі дегазаційні структури з великим потенціалом. Вчені Національної академії наук України пов'язують можливі родовища водню з базальтовими структурами Рівненської області.

Однією з основних проблем водневої енергетики є транспортування і зберігання водню. Адже він відрізняється підвищеною проникністю і легко вступає у реакції. Наприклад, водень здатен зробити металевий сплав крихким за 10-20-річний проміжок часу. Тому, дослідження впливу водню та водневої стійкості матеріалів також є актуальним науковим напрямком [24 - 28].

Список використаних джерел

1. Канило П. М., Костенко К. В. Перспективы становления водородной энергетики и транспорта Архивная копия от 30 мая 2019 на Wayback Machine // Автомобильный транспорт (Харьков). - 2008. - № 23. - С. 107-113.

2. Перспектива водневої енергетики в Україні. URL: <https://mcl.kiev.ua/uk/perspektiva-vodorodnoj-jenergetiki-v-ukraine>.

3. Проект Дорожньої карти для виробництва та використання водню в Україні. URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/Hydrogen%20Roadmap%20Draft%20Report_UKR%20March%202021.pdf.

4. Проект Дорожньої карти використання водню в Україні у сфері дорожнього транспорту. URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/Hydrogen%20Roadmap%20Draft%20Report_UKR%20March%202021.pdf.

5. Звіт про обсяг SEO для проєкту «Дорожньої карти виробництва та використання водню в Україні». URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-03/SEA_scoping_report_final_UKR.pdf.
6. Водневе авто. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>.
7. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., Вінниця. - С. 28-38.
8. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту". – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 144 – 157. ISBN 978-966-641-793-3.
9. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту". – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158 – 165. ISBN 978-966-641-793-3.
10. Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 31 - 36.
11. Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 168 – 172.
12. Застосування водневих технологій для забезпечення європейських стандартів експлуатації автотранспорту // Козик Василь Васильович, Мрихіна Олександра Борисівна, Данилович Тарас Богданович, Стеців Ірина Семенівна, Гавриляк Анатолій Степанович, Мельник Володимир Мирославович. International Scientific Journal "Internauka". Series: "Economic Sciences" <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2021-11> <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/16375967331424.pdf>.
13. Водневий вектор розвитку автомобільного транспорту // О.І. Балицький, В.О. Колесніков, О.О. Ревякіна, К.Ф. Абрамек, Л.М. Іваськевич, М.Р. Гаврилюк, Є.Б. Колеснікова // XIV Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Присвячено дню працівників автомобільного транспорту і дорожнього господарства, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 25-27 жовтня 2021 року. С. 22 – 25.
14. Іщенко Б.М., Крива Є.М., Фірсов О.І., Колесніков В.О. Приклади впровадження водневих технологій. І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 125 – 127.
15. Риб'янець С. Р., Колесніков В. О. Розвиток та впровадження водневих технологій на автомобільному транспорті. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. ІХ-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 223 – 226. ISBN 978-966-641-851-0.
16. Відновлювана енергетика та клімат: нас врятує «зелений водень»? (Возобновляемая энергетика и климат: нас спасет «зеленый водород»?). Автор: Марина Рабинович. Иллюстрации: Катя Березовская. URL: <https://www.prostranstvo.media/vozobnovlyаемая-energetika-i-klimat-nas-spaset-zelenyj-vodorod>.
17. Як водень може допомогти кардинально знизити рівень викидів. Как водород может помочь кардинально снизить уровень выбросов. URL: https://www.ey.com/ru_ru/strategy/how-hydrogen-can-spark-the-next-zero-emissions-revolution.

18. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 23 – 30. ISBN 978-966-641-793-3.

19. Балицький О.І., Колесніков В.О., Іщенко Б.М. Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 31 – 45. ISBN 978-966-641-793-3.

20. Ташеев Ю.В. Виділення факторів, що впливають на вартість «зеленого» водню. X Міжнародна науково-практична конференція «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики». 10 вересня 2021 року. Одеса. URL: https://www.researchgate.net/publication/354722975_VIDILENNA_FAKTORIV_SO_VPLIVAVT_NA_VARTIST_ZELENOGO_VODNU.

21. Які вектори водневої енергетики? Результати аналізу експертів НАДПУ. URL: <http://neiau.org/yaki-vektory-vodnevoyi-energetyky-rezultaty-analizu-ekspertiv-nadpu>.

22. Усі АЕС на карті України. URL: https://www.energoatom.com.ua/ua/npp_on_map.

23. Обґрунтування пошукової технології водневих скупчень і геодинамічних явищ (нафтогазоносні регіони, шахтні поля) // Ігор Багрій; академік НАН України Петро Гожик; академік НАН України Мирослав Павлюк; професор, член-кореспондент НАН України Юрій Забулонов; професор Георгій Рудько; кандидат технічних наук Ігор Мальчевський; президент “Українського Водневої Ради” Олександр Репкін і гірничий інженер Святослав Кузьменко.// Київ : Фоліант. Монографія. – 96 с. ISBN: 978-617-7399-21-5. URL: <http://geojournal.igs-nas.org.ua/article/view/169931>.

24. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32- 37. DOI: 10.18372/0370-2197.58.3615.

25. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ściernie i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16.

26. Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // Myroslav Kindrachuk, Dmytro Volchenko, Alexander Balitskii, Karol F. Abramek, Mykola Volchenko, Olexiy Balitskii, Vasyl Skrypnyk, Dmytro Zhuravlev, Alina Yurchuk and Valerii Kolesnikov // Energies 2021, 14(16), 4801. <https://doi.org/10.3390/en14164801>.

27. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Elias J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.

28. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. Energies 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 629.331:621.3

*Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Васецька Л. О., к.т.н., доц.; Ревякіна О. О., к.т.н., доц.;
Колеснікова Є. Б.*

ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ. ЧАСТИНА 2. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ABAQUS

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Наведено приклади застосування програмного комплексу ABAQUS.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of new technologies in the transport sector and energy engineering continued. Examples of application of the ABAQUS software package are given.

В техніці за необхідністю виконуються розрахунки в тому числі з використанням різного програмного забезпечення [1 – 21]. Ці напрацювання можуть широко використовуватись в навчальному процесі [22 – 32].

Серед найбільш відомих програмних комплексів, що використовуються в інженерній практиці можна виділити пакет ABAQUS [33].

Abaqus FEA (раніше ABAQUS) являє собою набір програмного забезпечення для аналізу скінченних елементів і систем автоматизованого проектування. Назва і логотип даного програмного забезпечення створені на основі розрахункового інструменту Abaqus. Також, пакет Abaqus складається з п'яти основних програмних продуктів, а саме:

1. Abaqus/CAE, або "Complete Abaqus Environment". Це такий програмний додаток, що використовується як для моделювання та аналізу механічних вузлів і агрегатів (з попередньою обробкою) і візуалізацією результатів аналізу методом скінченних елементів. Підмножина Abaqus/CAE включає тільки модуль подальшої обробки, яка може бути запущена незалежно одна від одної в продукті, наприклад Abaqus/Viewer.

2. Abaqus/Standard, аналізатор скінченних елементів загального призначення, який використовує неявну схему інтеграції (і він є традиційний).

3. Abaqus/Explicit, скінченних елементів спеціального призначення, який використовує явну схему інтегрування для вирішення нелінійних систем з багатьма складними даними при перехідних навантаженнях.

4. Abaqus/CFD, обчислювальна гідродинаміка прикладного програмного забезпечення, яка забезпечує розширену обчислювальну гідродинаміку та можливість з великою підтримкою попередньої обробки представленої в Abaqus/CAE.

5. Abaqus/Electromagnetic, програмний додаток обчислювального електромагнетизму, який вирішує обчислювальні електромагнітні проблеми.

Продукти Abaqus використовуються з відкритим вихідним кодом мови програмування Python для різних сценаріїв. А також Abaqus/CAE використовує крос-платформну бібліотеку інструментів для розробки графічного інтерфейсу користувача.

Аналіз методом кінцевих елементів (FEA) став тенденцією у віртуальному проектуванні протягом останнього десятиліття. Прогностичні можливості FEA дозволяють інженерам повністю зрозуміти події у віртуальному середовищі, тим самим обмежуючи кількість фізичних випробувань, які необхідно провести, а отже, знижуючи витрати [34].

Для забезпечення більшої продуктивності користувачі Abaqus/CAE можуть створювати геометрію, імпортувати CAD-моделі для створення сіток або інтегрувати сітки на основі геометрії, які не мають пов'язаної CAD-геометрії.

Асоціативні інтерфейси для CATIA V5, SolidWorks та Pro/ENGINEER забезпечують синхронізацію збірок CAD та CAE і дозволяють швидко оновлювати моделі без втрати функцій аналізу. Відкритий набір інструментів налаштування Abaqus/CAE забезпечує потужне рішення для автоматизації процесів, дозволяючи фахівцям впроваджувати перевірені робочі процеси в рамках усього інженерного підприємства. Abaqus/CAE також пропонує широкі можливості візуалізації, які дозволяють користувачам інтерпретувати та передавати результати будь-якого аналізу Abaqus [35].

Наприклад, в різних варіантах [36 - 39] відбувалась реалізація симуляція та аналіз pick-up truck model [36]. Модель автомобіля, використана в роботі [38], була пікапом Chevrolet C1500 1994 року випуску. Ця модель була використана через схожість з автомобілем, використаним для повномасштабного краш-тесту. Simulia отримала геометрію моделі, зв'язок елементів та данні про властивості з публічного архіву кінцево-елементних моделей Національного центру аналізу дорожньо-транспортних пригод при університеті Джорджа Вашингтона.

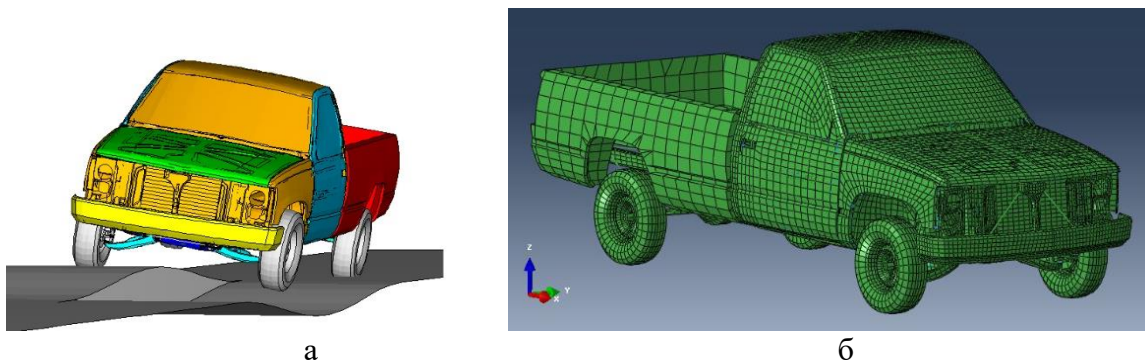


Рисунок 1 – Модель автомобіля пікап Chevrolet C1500 1994 року випуску (а, б). Модель вантажівки з підструктурою, що проходить через антисиметричні нерівності [36] (а). Модель, що для імпорту в Abaqus/CAE (б) [38]

Для комп'ютерного моделювання в Abaqus застосовують нодну систему. Як приклад можна навести публікації [41 - 43]. На рис. 2 наведено розподіл кабіни, згідно з яким відбувались розрахунки окремих частин.

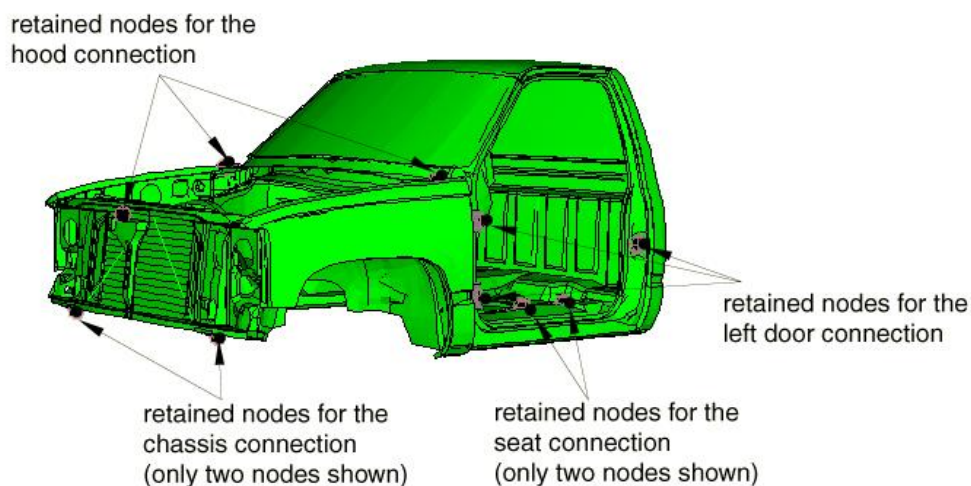


Рисунок 2 – Сітка підконструкцій для кабіни

Також комп'ютерне моделювання з наступними розрахунками можливе як для групи механізмів (рис. 3а) так і для окремих деталей (рис. 3б).

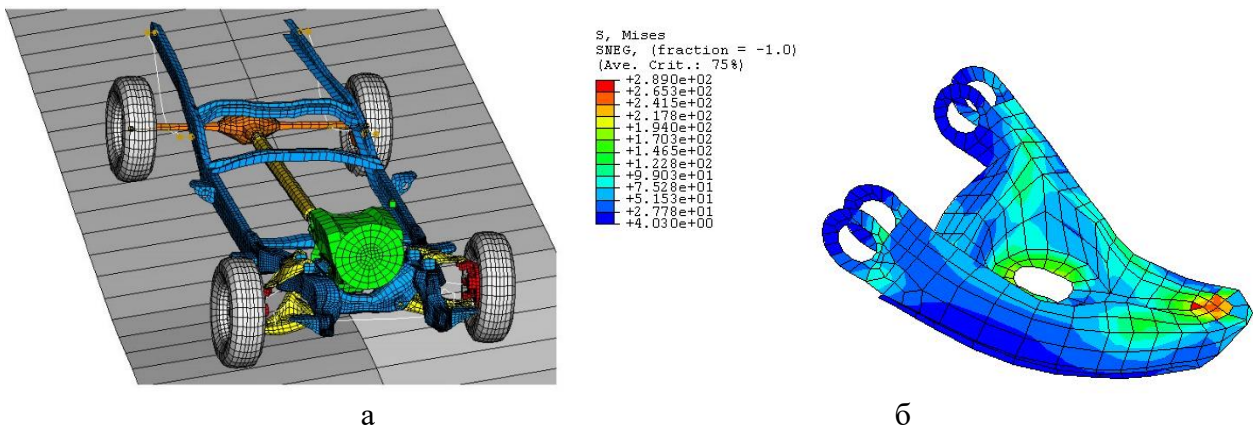


Рисунок 3 – Деталі шасі, підвіски та силового агрегату (а). Відновлені напруги в нижньому лівому А-подібному плечі (б) [36].

Також широке поширення має комп'ютерне моделювання пов'язане з розрахунком двигунів та деталей, що їх складають [44, 45]. Для початку необхідно мати модель, яку можна змодельовати, наприклад в програмному комплексі Solid Works [46], а потім імпортувати в Abaqus. На рис. 4 наведено візуалізацію комп'ютерного моделювання.

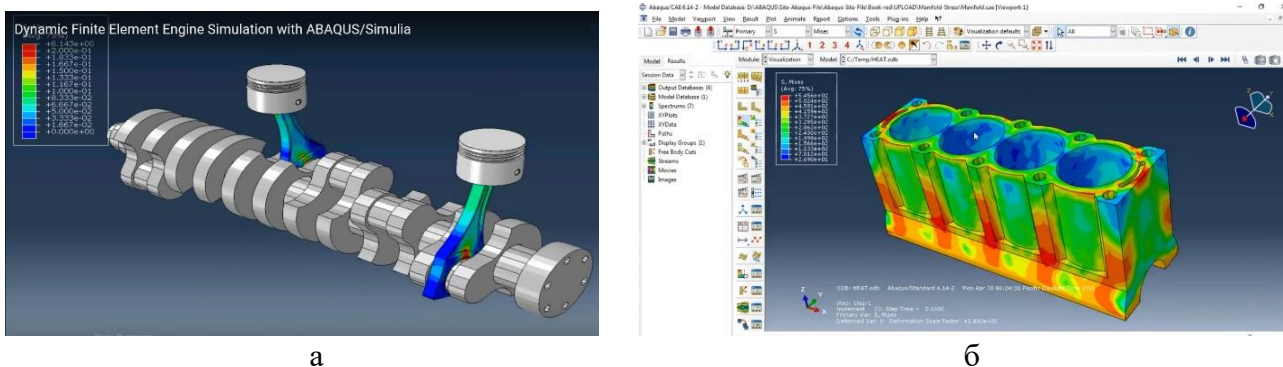


Рисунок 4 – Динамічне моделювання колінчастого вала двигуна методом кінцевих елементів за допомогою ABAQUS/Simulia [44] (а). Імітаційний аналіз пари температура-напруження блоку двигуна в Abaqus [45].

При моделюванні та комп'ютерному аналізі деталей, також можна враховувати зміни властивостей матеріалів та вплив зовнішніх середовищ, наприклад, як в умовах виготовлення деталі, так і під час експлуатації [46 - 49].

Список використаних джерел

1. Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 100 - 109.

2. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.

3. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. // Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., м. Херсон. - С. 312 – 316.
4. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Кузнецов В.В. Краткий обзор новых достижений в области вычислительной химии и материаловедения, как инструмента экологической безопасности // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 2 (173) 2012 – с. 279 – 284.
5. Колесников В.А., Девяткин Ю.С., Косогова Я.А. Перспективы развития виртуальной инженерии в нашем регионе // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009 – С. 10 – 12.
6. Панайотов К.К., Колесников В.А., Подинский Е.С. Алгоритм имитационного моделирования управления обслуживанием технологического маршрута // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 32 -35.
7. Аптекарь М.Д., Колесніков В.О., Кузнецов В.В. Аналіз нових досягнень в області обчислювальної хімії і матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 40 - 42.
8. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.
9. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2. – С.170-175.
10. К. Абрамек, Я. Элиаш, А.И. Балицкий, В.А. Колесников. Инновационные исследования в вычислительном материаловедении // 2nd International scientific-practical conference «Entrepreneurship and trade: theoretical approaches and practical aspects of development», November 26-27, 2020, in Starobilsk, Ukraine. (Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 26–27 листопада 2020 року)). С 218 - 219. ISBN 978-617-7879-49-6
11. Верительник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.
12. Тупельняк О. Л., Колесников В.А., Савченко Е. А., Курьлєв В. О. Краткий обзор возможностей компьютерного атомно-кристаллического моделирования материалов // Тези доповідей. Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. – С. 78. – 80.
13. Колесников В.А. Концепция компьютерной обработки изображений частичек износа // Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. С. – 112 -114.
14. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63.

15. Колесников В.А. Концепция компьютерной обработки изображений частичек износа // Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. С. – 112 -114.

16. Свідоцтво про реєстрацію авторського права та твір № 101853. Комп'ютерна програма «Обробка зображень поверхні продуктів зношування, різання високоміцних сталей та сплавів». Колесніков Валерій Олександрович, Балицький Олександр Іванович, Гаврилюк Марія Романівна, Іваськевич Любомир Михайлович. Дата реєстрації 15 січня 2021 року.

17. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // Зб. Наук. Праць СХУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.

18. Застосування комп'ютерно інтегрованого підходу для оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні для підвищення безпеки життєдіяльності // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Я. Хмель, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 98- 100.

19. Оцінка впливу структурно-фазового стану на механічну оброблюваність сплавів з застосуванням методів комп'ютерного моделювання для отримання більш якісної продукції для енергомашинобудування // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 92 - 95.

20. Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Балицький О.І. Застосування методів комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів зношування та різання в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 131 – 134. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

21. Абрамек Кароль, Колесніков Валерій, Балицький Олександр. Деякі підходи щодо комп'ютерного моделювання механічної обробки матеріалів з урахуванням параметрів мікроструктури досліджуваних сплавів. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 208 - 210. ISBN 978-617-95067-7-2.

22. Колесников В.А. Использование ресурсов Internet и программ компас 3D и Компас – График при изложении курса дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» // Збірник праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля вид-во СХУ ім. В.Даля, 2007. – С.163-165.

23. Колесников В.А., Харий И.С, Макухин А.Г., Девяткин Ю.С., Бова А.Р., Малков И.В. Изложение курсов дисциплин «инженерная и компьютерная графика» с применением ресурсов internet и программ компас 3D и Компас – График // Прогресивні технології в науці, освіті та економіці. Збірник студентських наукових робіт. – Луганськ: ИТС, 2008. – 35 –38 с.

24. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // Зб. Наук. Праць СХУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.

25. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.

26. Колесников В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта

// Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 18-22.

27. Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 95 - 99.

28. Колесніков Валерій, Колеснікова Єлизавета. Перспективи застосування технологій віртуальної та доповненої реальності при викладанні дисциплін пов'язаних з транспортною галуззю. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 37 – 39. ISBN 978-617-95067-7-2.

29. Колеснікова Єлизавета. Сучасні тенденції при викладанні нових дисциплін // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2021. С. 39 – 41. ISBN 978-617-95067-7-2.

30. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30 - 34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

31. Колесніков В. О. Деякі приклади застосування комп'ютерних програм для дизайну та рестайлінгу автомобілів. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 127 – 130. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

32. Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 135 – 138. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

33. Abaqus. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Abaqus>.

34. Finite Element Simulation of Crash Test and Crashworthiness with LS-Dyna, Abaqus and PAM-CRASH. URL: <https://enteknograte.com/finite-element-simulation-fea-crash-test-crashworthiness/>.

35. SIMULIA Abaqus. World-Leading Technology for Realistic Simulations. URL: <https://scanscot.com/products/simulia/abaqus>.

36. Substructure analysis of a pick-up truck model. URL: <http://dsk-016-1.fsid.cvut.cz:2080/v6.12/books/exa/default.htm?startat=ch03s02aex98.html#sxmtruck-antiphase-mesh>.

37. Frik, S., G. Leister, and W. Schwartz, "Simulation of the IAVSD Road Vehicle Benchmark Bombardier Iltis with FASIM, MEDYNA, NEWEUL, and SIMPACK," in Multibody Computer Codes in Vehicle System Dynamics, Ed. W. Kortum and R. S. Sharp, February 1993.

38. Daly Oğmaia & Sebastian Elias Tasel. Simulation of vehicle crash into bridge parapet using Abaqus/Explicit. Degree project, in division of structural engineering and, second level bridges Stockholm, Sweden. 2015 URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:820978/FULLTEXT02.pdf>.

39. Roger P. Bligh, William F. Williams, and Wanda L. Menges. NCHRP REPORT 350 TEST 3-11 OF THE MODIFIED T8 BRIDGE RAIL. Technical report, Texas Transportation Institute, <http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/0-5210-6.pdf>, 2009.

40. Finite Element Simulation of Crash Test and Crashworthiness with LS-Dyna, Abaqus and PAM-CRASH. URL: <https://enteknograte.com/finite-element-simulation-fea-crash-test-crashworthiness/>.
41. TrendingMechVideos. How to Create Node Set in Abaqus. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ApFqZNhEiWE&ab_channel=TrendingMechVideos.
42. CAE Master. ABAQUS. How to extract all nodes displacement on any cross section. URL: https://www.youtube.com/watch?v=S2gYvTKW718&ab_channel=CAEMaster.
43. How to get node labels labels in ABAQUS. URL: https://www.youtube.com/watch?v=J3mzux9sQus&ab_channel=10Minuters.
44. Dynamic Finite Element Engine Simulation with ABAQUS/Simulia. URL: https://www.youtube.com/watch?v=BwiFXY_NcWw.
45. Simulation couple temperature- stress analysis of engine block in Abaqus. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=wjffQXSUn2g>.
46. How to make Crankshaft in Solidworks. URL: https://www.youtube.com/watch?v=474D5dIj5c8&ab_channel=MRlearn ing.
47. Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // Myroslav Kindrachuk, Dmytro Volchenko, Alexander Balitskii, Karol F. Abramek, Mykola Volchenko, Olexiy Balitskii, Vasyl Skrypnyk, Dmytro Zhuravlev, Alina Yurchuk and Valerii Kolesnikov // Energies 2021, 14(16), 4801. <https://doi.org/10.3390/en14164801>.
48. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Elias J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.
49. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. Energies 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», Науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Васецька Лариса Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Ревякіна Ольга Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр Український Католицький Університет, викладач СЗШ № 84 ім. Б.Й. Гордашевської, м. Львів

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Vasetska Larysa - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education of the Taras Shevchenko Luhansk National University

Revyakina Olga - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University

Kolesnikova Elizaveta - Master of Ukrainian Catholic University, teacher of SZSh № 84 them. B. J. Gordashevsk, Lviv

УДК 629.331:621.3

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Гаврилюк М. Р., к.т.н.; Бикадорова Н. О., к.т.н., доц.;
Колеснікова Є. Б.

ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ. ЧАСТИНА 1. ЗМАЩУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Наведено приклади застосування змащувальних матеріалів Krytox, що мають широкий діапазон впровадження у різних сферах.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of new technologies in the transport industry and energy engineering continued. Examples of application of Krytox lubricants with a wide range of applications in various fields are given.

В техніці для запобігання зношуванню контактуючих поверхонь в трибоспряженнях, а також для попередження протікання та поширення корозійних процесів використовують змащувальні матеріали.

Використовують такі поняття та терміни: масти́ло [1], а також оли́ва [2] — жирова речовина (нафтова, синтетична тощо) для змащування поверхонь тертя механізмів і деталей машин [3 - 5].

За ДСТУ 3447-96 у цьому ж розумінні [6]:

Мастило — матеріал, який підводять (наносять) до поверхні тертя для зменшення сили тертя і (чи) зносу.

Розрізняють:

рідкі мастила, що не містять згущувачів або містять їх у незначних кількостях, які належать до олив: моторні, трансмісійні, індустріальні та ін.;

структуровані мастила або *просто мастила* (містять згущувачі у суттєвих кількостях): мильні, органічні, неорганічні, консерваційні, ущільнювальні, технологічні, консистентні, пластичні тощо.

В останньому (вужчому) розумінні за ДСТУ 3437-96:

Мастило — пластичний матеріал, який являє собою структуровану загусником оливу, застосовувану для зменшення тертя, консервації виробів та герметизації ущільнень [7].

Характеристиками мастил, які використовують у промисловості, є температура спалаху та температура застигання. Температурою спалаху називають мінімальну температуру за якої спалахує пара мастила від зіткнення з полум'ям. Для різних мастил температура випаровування нижча за температуру спалаху на 65 – 85 °С. Температура спалахування — температура, за якої починається горіння тіла. Температура, при якій захолоде мастило втрачає текучість і вже не в змозі стікати під дією власної ваги, є температурою застигання [5].

Мастило густе — мастило на основі цинку, що застосовується для змащення і захисту різьї бурильних труб перед їх використанням.

Мастило консистентне, (англ. grease, lubricant; нім. Konsistenzschmiermittel n) — органічні речовини (переважно похідні жирних кислот), що вводяться в бурові розчини як емульгатори. Вступають у реакцію з іонами кальцію і магнію, які наявні в системі.

Мильні мастила

Літол — суміш літєвого мила і мінеральних олив

Солідол — суміш кальцієвих мил і мінеральних індустріальних масел

До *органічних* мастил відносять сало.

Мінеральні мастила: мінеральні оливи; дьогті; вазелін; парафіни; церезин; озокерит.

Також використовують синтетичні оливи.

У разі необхідності для нанесення мастила на деталі використовують спеціальні посудини – мастильніци або малярки.

Серед відомих торгових марок можемо визначити Krytox™ - яка постачає високоефективні синтетичні мастильні матеріали, що використовуються для різних сфер застосування [8]. Серед яких можна виділити:

- авіацію та аерокосмічну промисловість;
- автомобільну галузь;
- хімічну обробку та нафтохімію;
- електроніку/напівпровідники;
- енергетику;
- металообробку;
- нафтогазову промисловість;
- легку промисловість.

Мастильні матеріали Krytox для автомобільної промисловості допомагають клієнтам випереджати конкурентів, пропонуючи індивідуальні та інноваційні рішення в умовах зростання конкуренції в автомобільній промисловості.

Автовиробники прагнуть розширених гарантій, чекаючи більш тривалих інтервалів між відвідуваннями станцій технічного обслуговування і дуже обмежених операцій з мастилом. Мастильні матеріали Krytox забезпечують найсучасніші характеристики механічних систем, таких як: коробки передач, підшипники, ланцюги, ущільнення, приводи, клапани та інші компоненти. Мастильні матеріали Krytox не окислюються, забезпечують відмінну змащувальну здатність та високий індекс в'язкості у широкому діапазоні класів в'язкості. Більшість сфер застосування, де вказані мастильні матеріали Krytox, розглядаються виробниками як мастильні матеріали, розраховані на очікуваний термін служби автомобіля.

Олії та мастила Krytox засновані на перфторполіефірних (ПФПЕ) оліях з повним діапазоном в'язкості. Ці синтетичні фторовані мастильні матеріали ефективні при температурі від - 75 °С до понад 400 °С (від - 103 до > 752 °F), залежно від умов експлуатації та марки продукту.

Мастильні матеріали Krytox Performance для боротьби з автомобільним шумом, вібрацією та жорсткістю.

У салоні автомобіля є кілька місць, де різні матеріали стикаються один з одним. Як приклад можна навести: метал по пластиці, шкіру по шкірі. Рух між цими поверхнями часто призводить до появи низки шумів, що описуються як «скрип», «свербіж» або «деренчання». Мастильні матеріали Krytox можуть назавжди усунути ці шуми. Вони легко наносяться, мають низьку летючість і можуть залишатися на місці протягом усього терміну служби автомобіля. Крім того, мастила Krytox сумісні з широким спектром матеріалів і мають фрикційні та довговічні характеристики, які роблять їх ідеальними мастильними матеріалами для цих застосувань.

Krytox Performance Lubricants для автомобільних «підкапотних» засобів.

Термостатичне керована муфта вентилятора зазвичай приводить в дію вентилятор охолодження. Підшипники, які підтримують карданний вал цього зчеплення, регулярно відчувають високі температури. Якщо ці підшипники зношуються і починають виходити з ладу, вентилятор охолодження працює менш ефективно. Коли це відбувається, двигун може перегрітися, і будь-який опір при обертанні муфти вентилятора може витягнути «цінну» потужність з приводного валу двигуна, ще більше знижуючи загальну продуктивність. Мастила Krytox мають низьку летючість та високий індекс в'язкості, забезпечуючи тривалий термін служби та відмінне змащування підшипника муфти вентилятора за цих високих температур.

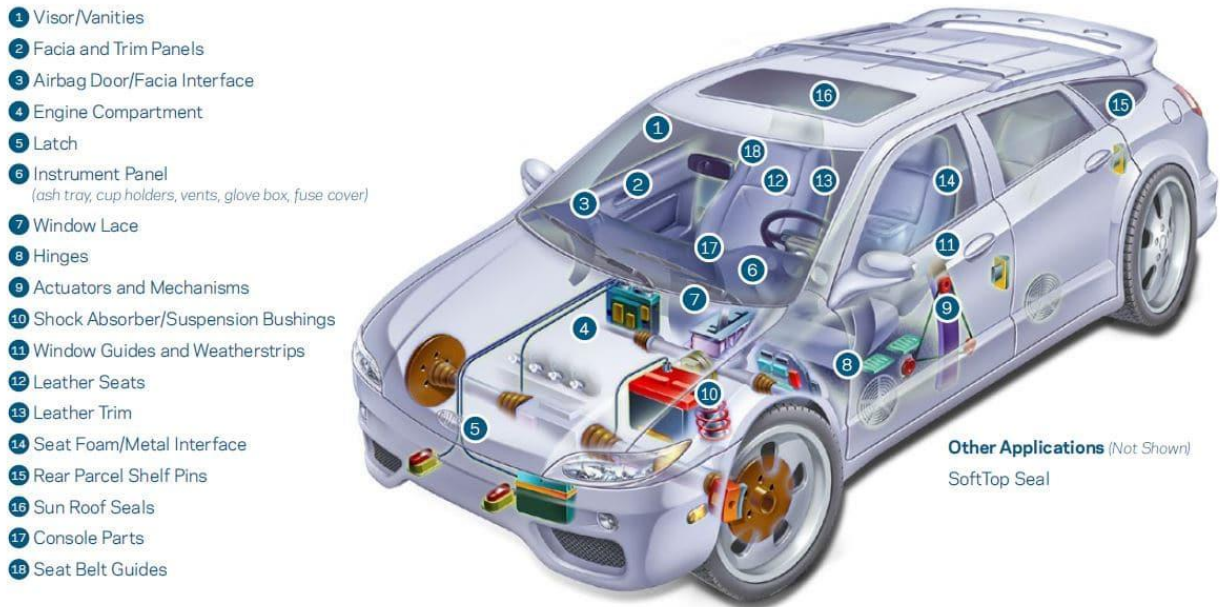


Рисунок 1 – Місця застосування мастильних матеріалів Krytox Performance для усунення шуму, вібрації та жорсткості в автомобілі [9].

Спеціальні кільця ефективно ущільнюють багато інтерфейсів в автомобілі. Для утримання ущільнень на місці під час збирання та забезпечення можливості їх збирання без пошкоджень часто застосовується мастило. Вибір мастила має вирішальне значення: якщо використовувати неправильне мастило для даного матеріалу ущільнення, ущільнення може зруйнуватися, передчасно спричинивши серйозні пошкодження. Мастильні матеріали Krytox є дуже добрим вибором, оскільки вони сумісні з усіма ущільненнями. Крім того, мастильні матеріали Krytox не сприяють деградації ущільнень, оскільки вони не окислюються і мають більшу температурну стабільність, ніж ущільнення.

Генератор змінного струму зазвичай приводиться в дію ременем від двигуна і забезпечує електроенергією в автомобілі (фари, радіо та ін.) одночасно заряджаючи акумулятор автомобіля. У процесі вироблення електроенергії генератори змінного струму, отже, і підшипники, сильно нагріваються. Стандартні мастильні матеріали випаровуються в умовах екстремально високої температури генератора, що призводить до виходу з ладу підшипників генератора.

З часом при зношуванні та виході з ладу підшипники можуть збільшити опір обертання генератора. Це знижує продуктивність генератора та позбавляє продуктивності решти вузлів автомобіля.

Також, важливішим є те, що якщо підшипники генератора вийдуть з ладу, то генератор вийде з ладу й автомобіль перестане працювати. Високопродуктивні генератори змінного струму, що використовуються в сучасних автомобілях, виділяють величезну кількість тепла, вимагаючи передових, надійних характеристик та термостійкості мастильних матеріалів Krytox.

Клапан рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) знижує утворення оксидів азоту (NOx) шляхом рециркуляції частини газів, що відпрацювали, назад в циліндри двигуна. Це знижує пікові температури усередині циліндра; таким чином, знижується швидкість утворення NOx. Якщо клапан відкривається недостатньо, відбувається недостатня рециркуляція та утворюється надмірне забруднення. Якщо клапан залишається відкритим, температура всередині циліндра може знизитися занадто сильно, що призведе до зниження продуктивності двигуна і зменшення пробігу на паливі. Мастильні матеріали Krytox є гарним вибором,

оскільки вони витримують високі температури та вихлопні гази, з якими стикається клапан EGR.

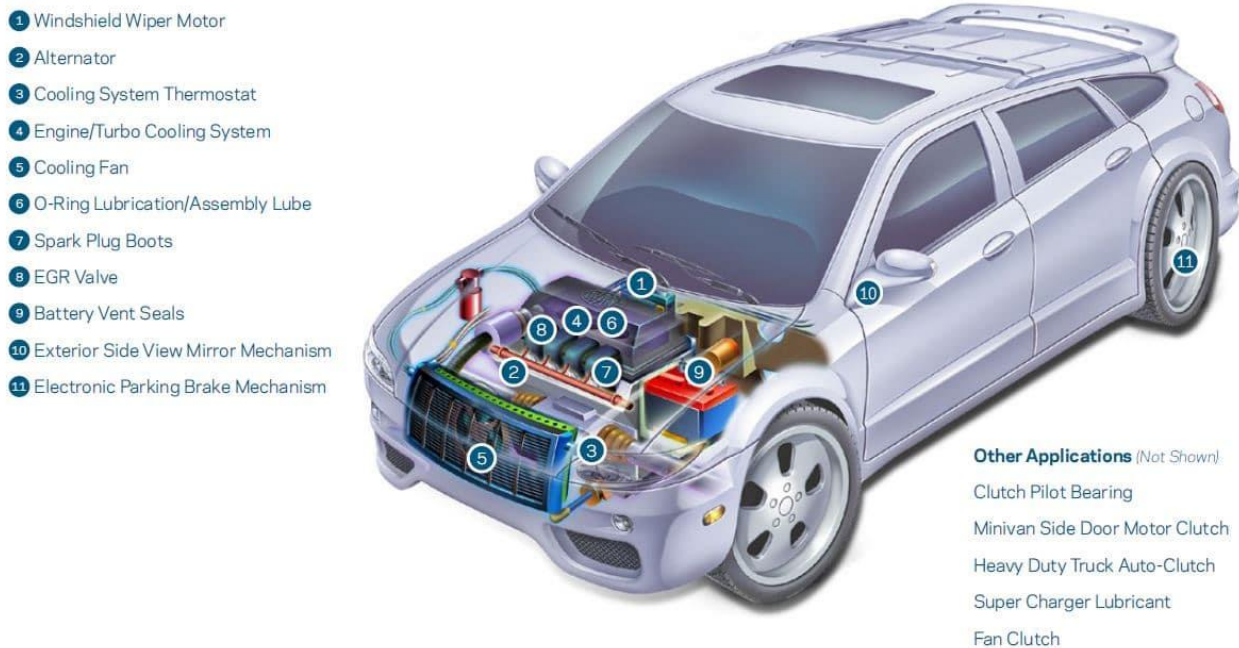


Рисунок 2 – Місця застосування мастильних матеріалів Krytox Performance Lubricants для «підкапотного» простору автомобілів [9].

«Чобіток» свічки запалювання захищає свічку запалення від атмосферних впливів та запобігає ненавмисному заземленню енергії іскри. «Чобіт» виготовлений з силіконової гуми, яка з часом може з'єднатися з кремнієвою керамікою свічки запалювання, сплавивши чобіт і свічку запалювання разом. Коли це станеться, зняти «черевик» можна буде лише силою, що може призвести до пошкоджень, які потребують заміни всього вузла. Мастильні матеріали Krytox можуть запобігти такому зрощенню. Мастильні матеріали Krytox добре підходять для цих цілей, оскільки вони стабільні, неактивні та довговічні. Вони також можуть витримувати високі температури та енергію, характерні для свічок запалювання.

Також слід додати, що змащувальні охолоджувальні рідини можуть застосовуватись для механічної обробки матеріалів [10 – 52]. До їх складу можуть входити соняшникова або ріпакова олії [12 – 14, 17 – 21], що значно підвищує «екологічні показники» для цих олій, а також впливає на робочі характеристики.

Список використаних джерел

1. Мастило. // Словник української мови : у 20 т. — К. : Наукова думка, 2010—2020. URL: <https://services.ulif.org.ua/expl/Entry/index?wordid=50043&page=1580>.
2. Олива. // Словник української мови: у 20 т. — К. : Наукова думка, 2010—2020. URL: <https://services.ulif.org.ua/expl/Entry/index?wordid=66105&page=2088>.
3. Словник української мови: Том четвертий І-М / Редкол. І. К. Білодід та ін., редактори тому: А. А. Бурячок, Г. М. Гнатюк- К.: "Наукова думка", 1973.
4. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2007. — Т. 2 : Л — Р. — 670 с. — ISBN 57740-0828-2.
5. Мастило. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
6. ДСТУ 3447-96. Системи та пристрої змащувальні. Терміни та визначення.
7. ДСТУ 3437-96 Нафтопродукти. Терміни та визначення.

8. Krytox™ High Performance Synthetic Lubricants for Long-Lasting Value. URL: <https://dge-europe.com/brands/krytox-high-performance-synthetic-lubricants/>.
9. Krytox Lubricants for the Automotive Industry. URL: <https://dge-europe.com/krytox-lubricants-automotive-industry-nvh>.
10. Коротков В.И., Колесников В.А., Балицкий А.И. Машиноведение: Учебное пособие. – Луганск: Издательство ВНУ им. Владимира Даля, 2013. – 151с. Номер электронного сертификата 2918.
11. Гідравліка і гідравлічні машини: навч. посіб. для студ. за напрямами підготовки «Технологічна освіта» і «Професійна освіта» всіх форм навчання / О.В. Чесноков, О.В. Калайдо, В.О. Колесніков; держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 170 с.
12. Балицький О.І., М.Р. Гаврилюк, Колесніков В.О., Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 28-29 травня, 2015 року. - С. 80 – 81.
13. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkoła Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176.
14. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Mechanik. – 2015. – N 8-9.–S.722 (168-176).DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.424.
15. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.
16. Балицький О.І., Колесніков В.О., Хмель Я., Лопаткін І.О., Черняхів П.І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 60-64.
17. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73.
18. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № у 2015 12667; Заявлено 21.12.2015.
19. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarujaco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
20. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarujaco-chłodzących // Mechanik. – 2016. – N 10. – S. 1412-1413. <http://dx.doi.org/10.17814/mechanik.2016.10.387>.
21. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального

проекування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18.

22. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112.

23. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій / Я. Еліаш, О. Балицький, М.Гаврилюк, В.Колесніков, В.Балицька. Монографія Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів. Київ, 2017. С. 418-422.

24. Balitskii O., Kolesnikow W., Owsyannikow A., Lizunow S.,Eliasz J. Data science approaches to diagnostics of metal stress-strain state using semiconductor sensor suitable for system design // Badania Nieniszczące i Diagnostyka (Non-destructive testing and diagnostics). – 2018. – Vol. 4. – P. 38-41.

25. Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 190 - 197.

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

27. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2018". 5 - 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 - 331.

28. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р. Вплив змащувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107.

29. Колесніков В.О. Дослідження механічної оброблюваності та пошкоджуваності Ni-Co сплавів // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 44 – 46.

30. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО. Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 84 – 90.

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

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

33. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 84 – 90.

34. Приклад ремонту автомобіля ВАЗ з застосуванням висвердлювання / Шматко О. Е., Кошовий І. А., Момот В. О., Рознатовська Є. Ю., Колесніков В. О. Матеріали VII-ї

Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 139 – 150.

35. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 6-8.

36. Колесніков В. Дослідження механічної обробки аустенітної високонікелевої сталі (EP33, 10X11H23T3MP) // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 157 - 159.

37. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. - С. 206 – 208.

38. Balyts'kyi O. I., Kolesnikov V. O., Havrylyuk M. R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel // Materials Science. - 2019. – Vol. 54. N 5. – P. 722 – 727.

39. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607 <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>.

40. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 131 – 143. ISBN 978-966-641-793-3.

41. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”. 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166 – 178. ISBN 978-966-641-793-3.

42. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Мастильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”. 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179 – 189. ISBN 978-966-641-793-3.

43. Колесніков В.О. Дослідження впливу змашувально-охолоджувальних рідин на робочі та експлуатаційні властивості корозійнотривких сталей. Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2020". XV Міжнар. конф. Матеріали. 15-16 жовтня. 2020 р., Львів. 2020. С. 378 – 382.

44. Balyts'kyi O.I, Kolesnikov V.O., Havrylyuk M.R. Influence of modification of 38KhN3MFA steel on the structural-phase state and cutting products under variable technological conditions // Materials Science (Springer). - 2020. – Vol.55, N 6. – P. 915-920.

45. Kolesnikov V. Research of influence of lubricants on working and operating properties of corrosion-steel steels. // XV International Conference “Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials“ (Corrosion-2020). October 15-16, 2020, Lviv, Ukraine: Book of Abstract / Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine; S. Korniy, M.-O. Danyliak, Yu. Maksishko (Eds.). – Lviv, 2020. – P. 114.

46. O.A. Balitskii, V.O. Kolesnikov, A.I. Balitskii, J.J. Eliaz, M.R. Havrylyuk, Hydrogen effect on the high-nickel surface steel properties during machining and wear with lubricants, Archives of Materials Science and Engineering 104/2 (2020) 49-57. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4894>.

47. Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. частина 3. Застосування комп'ютерного моделювання Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту. IX-а Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. Матеріали. 14-15 квітня 2021 р., м. Вінниця, 2021. С. 120 – 126. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

48. Колесніков В.О. Концепція врахування впливу водню на зміну властивостей та руйнування високоміцних важкооброблюваних сталей та сплавів в умовах тертя ковзання, кочення та за механічної обробки. В.О.Колесніков, О.І. Балицький, М.Р. Гаврилюк, О.О. Ревякіна, Л.М. Іваськевич. 15-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові, Львів, 20 – 21 травня 2021 р. Матеріали симпозиуму. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2021. С. 6 – 7.

49. Концепція врахування структурно-фазового стану експлуатованих матеріалів в енергомашинобудуванні при проведенні ремонтів з застосуванням механічної обробки. Колесніков В.О., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Ревякіна О.О. II-га Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021»: Збірник тез [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ. – 2021. – с. 310 -312.

50. Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // Myroslav Kindrachuk, Dmytro Volchenko, Alexander Balitskii, Karol F. Abramek, Mykola Volchenko, Olexiy Balitskii, Vasyly Skrypnyk, Dmytro Zhuravlev, Alina Yurchuk and Valerii Kolesnikov // Energies 2021, 14(16), 4801. <https://doi.org/10.3390/en14164801>.

51. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Elias J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.

52. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. Energies 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

Гаврилюк Марія Романівна – к.т.н., науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України

Букадорова Наталія Олексіївна – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр Український Католицький Університет, викладач СЗШ № 84 ім. Б.Й. Гордашевської, м. Львів

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Gavrilyuk Maria - Ph. D. (Eng.), Research Fellow, Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Institute of Physics and Mechanics them. G. V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine

Bykadorova Natalia - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Kolesnikova Elizaveta - Master of Ukrainian Catholic University, teacher of SZSh № 84 them. B. J. Gordashevsk, Lviv

УДК 629.331:621.386

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Гаврилюк М. Р., к.т.н.; Колеснікова Є. Б.

ДІАГНОСТИКА ТА КОНТРОЛЬ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕХАНІЗМІВ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження нових технологій в транспортній галузі та енергомашинобудуванні. Вказано, що на забезпечення надійної експлуатації машин і механізмів можуть впливати властивості змащувальне охолоджувальних рідин, а також контроль, як продуктів зношування, так і поверхневих та підповерхневих шарів триботехнічних сполучень.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of new technologies in the transport sector and energy engineering continued. It is indicated that the properties of lubricating coolants, as well as the control of both wear products and surface and subsurface layers of tribotechnical compounds can affect the reliable operation of machines and mechanisms.

Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації техніки. Необхідно проводити своєчасні діагностичні заходи. В сучасній техніці існує багато різних триботехнічних вузлів.

Пошкодження деталі – це часткова втрата нею службових властивостей. Руйнування - це всякий процес, що протікає в матеріалі або на його поверхні, що приводить до неможливості виконання деталлю заданих функцій. До шкідливих процесів відносяться: зношування робочих поверхонь деталей внаслідок тертя, руйнування пошкодження деталей під дією різних навантажень (пластичне деформування, злам, втома металу, теплове та електроерозійне руйнування), під дією хімічно активних середовищ (хімічна та електрохімічна корозія; втрата повідомлених деталей службових властивостей) повністю ліквідувати шкідливі процеси не можна. Уповільнити їх протікання можна шляхом проведення технічного обслуговування та поточних ремонтів [1].

Наприклад, щоб визначити роботоздатність та якість мастильних матеріалів [2] пропонується наступний спосіб [3] де за допомогою пристрою визначається якість мастильного матеріалу за декількома критеріям: в'язкість, щільність, місткість, корозійна активність, наявність механічних домішок, повітровиділення. З допомогою пробовідбірника з картера двигуна через фільтр відбирається невелика кількість мастильного матеріалу. За допомогою нагрівача ємність-пробовідбірник нагрівається до потрібної температури, потім з допомогою пружини створюється тиск, в результаті у вимірювальну місткість надходить мастильний матеріал. За часом закінчення мастильного матеріалу з пробовідбірника в вимірювальній місткості визначають зміну в'язкості працюючого мастильного матеріалу.

За кількістю частинок, що осіли на фільтрі, а також щодо часу заповнення пробовідбірника через фільтр до часу закінчення мастильного матеріалу судять про ступінь забруднення мастильного матеріалу механічними домішками. Щільність визначається за допомогою густонаміру. Для визначення корозійної активності використовують мідну платівку. Електрична місткість визначається спеціальним датчиком.

Повітровиділення визначається шляхом пропускання повітря через мастильний матеріал та вимірювання часу, за який мастильний матеріал відновлює початкову густину. Також визначаються в'язкісно-температурний та відносний в'язкісно-температурні показники. Технічним результатом винаходу є можливість визначення якості мастильного матеріалу, дефектів у системах охолодження, запалення, очищення повітря від пилу, паливної апаратури [3].

Властивості змащувальних охолоджувальних рідин можуть визначати вибір застосування в залежності від умов експлуатації, що впливає на надійність та довговічність триботехнічних вузлів машин та механізмів [4 -6].

Однією з можливостей для аналізу частинок зношування є застосування методів комп'ютерного зору [7-10]. Нами розроблена комп'ютерна програма, що дозволяє проводити аналіз частинок зношування [11, 12].

Застосування методів комп'ютерного зору, разом з методами математичної статистики дозволяє проводити оцінку та прогнозування експлуатаційної стійкості та довговічності вузлів машин та механізмів, що працюють в умовах тертя [13].

Розширення технологій систем зв'язку 5G та 6G дозволить в режимі он-лайн відстежувати пошкодження зношуваних поверхневих та підповерхневих шарів, що дозволить заздалегідь уникати та запобігати катастрофічним наслідкам можливих аварій [14 - 18]. Це також відкриває «великий простір можливостей» для страхових компаній при проведенні оцінювальних робіт пов'язаних зі з'ясуванням наслідків у разі виникнення аварійних ситуацій. Цей досвід може бути використаний, наприклад, для ДТП за участю автомобілів та інших транспортних засобів [19].

Наші подальші дослідження передбачають удосконалення розробленої системи комп'ютерного зору з використанням мови програмування Python, застосування нейронних мереж [20], відкритих бібліотек та баз даних.

Список використаних джерел

1. Причини зносу деталей автомобіля. URL: <https://autodoc24.ru/tekhnicheskoe-obsluzhivanie/transmissiya-avtomobilya/prichiny-iznosa-detalej-avtomobilya-avtomashiny>.
2. Масильний матеріал. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
3. Method and device for determining performance and quality lubricants. // Nihatullin R.H., Nihatullin V.R., Nihatullin I.R., Kostenkov D.M., Pelets'kyu S.S., Khafizova O.H. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/dd/7d/66/ba343df9c03b1e/RU2470285C2.pdf>.
4. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій / Я. Еліаш, О. Балицький, М.Гаврилюк, В.Колесніков, В.Балицька. Монографія Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-масильних матеріалів. Київ, 2017. С. 418-422.
5. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Масильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 166 – 178. ISBN 978-966-641-793-3..
6. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилюк М.Р. Масильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”. 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179 – 189. ISBN 978-966-641-793-3.
7. Колесников В.А. Концепция компьютерной обработки изображений частичек износа // Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. С. – 112 -114.
8. Погорелов О.А., Колесников В.А., Балицкий А.И. Обработка изображений частиц износа методами компьютерного зрения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 11(165) Частина 2. – с. 187 - 192.
9. Колесников В.А., Балицкий А.И., Погорелов О.А. Классификация частиц износа сталей (по морфологии), образовавшихся в условиях трения качения // Наукові вісті Далівського університету // Електронний журнал СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 4.
10. Хмель, А.И. Балицкий, В.А. Колесников, Е.Б. Колесникова. Инновации в прикладном материаловедении // Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 26–27 листопада 2020 року) С. 254 – 256.
11. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Е.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.
12. Свідоцтво про реєстрацію авторського права та твір № 101853. Комп'ютерна програма «Обробка зображень поверхні продуктів зношування, різання високоміцних сталей та сплавів».

Колесніков Валерій Олександрович, Балицький Олександр Іванович, Гаврилюк Марія Романівна, Іваськевич Любомир Михайлович. Дата реєстрації 15 січня 2021 року.

13. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. X-та Міжнар. Наук.-практ. Конф. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (Modern information and innovation technologies in transport - MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., Херсон: Херсонська державна морська академія, 2018. С. 312 - 316.

14. Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилюк М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191.

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

16. Колесніков В.А. Продукты износа в двигателях автомобилей // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодон. С. 362 -365.

17. Колесніков В. О. Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 79 - 89.

18. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27.

19. Go-CaRD -- Generic, Optical Car Part Recognition and Detection: Collection, Insights, and Applications // Lukas Stappen, Xinchun Du, Vincent Karas, Stefan Müller, Björn W. Schuller // submitted to IEEE MMSP 2020. Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV); Multimedia (cs.MM) // <https://arxiv.org/abs/2006.08521>.

20. Balitskii O., Kolesnikow W., Owsyannikow A., Lizunow S., Elias J. Data science approaches to diagnostics of metal stress-strain state using semiconductor sensor suitable for system design // Badania Nieniszczące i Diagnostyka (Non-destructive testing and diagnostics). – 2018. – Vol. 4. – P. 38-41.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com.

Гаврилюк Марія Романівна – к.т.н., науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр Український Католицький Університет, викладач СЗШ № 84 ім. Б.Й. Гордашевської, м. Львів

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Gavrilyuk Maria - Ph. D. (Eng.), Research Fellow, Department of Strength of Materials and Structures in Hydrogen-Containing Environments, Institute of Physics and Mechanics them. G. V. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine

Kolesnikova Elizaveta - Master of Ukrainian Catholic University, teacher of SZSh № 84 them. B. J. Gordashevskva, Lviv

УДК 629.331:658.5

Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О., к.т.н., доц.

РОЗГЛЯД ДИЗАЙНЕРСЬКИХ НАПРЯМКІВ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ. СУЧАСНІ АВТОМОБІЛІ В КЛАСИЧНОМУ СТИЛІ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються наповнення континентом дисциплін пов'язаних автомобільним транспортом.

The analysis, generalization and systematization of data related to the content of the continent related to road transport continued.

При викладанні дисциплін, що мають відношення до автомобільного транспорту приділяється увага до наповнення їх необхідним контентом та за можливістю застосування сучасних досягнень в навчальному процесі [1 - 27].

Дизайн автомобілів — художньо-технічна проектна діяльність орієнтована на створення оригінальної, функціональної та стійкої до впливів часу форми автомобіля. Вперше до послуг автомобільного дизайну звернулись в США наприкінці 20-х років ХХ століття [28].

Багато автолюбителів стикалися з тим самим явищем: чим старше ми стаємо, тим менш дивовижним здаються нові моделі. Звичайно, вони можуть мати модні технології й футуристичний дизайн, але чогось не вистачає. Ось чому багато хто з нас повертається до вічної класики, яка притягувала наші погляди з юних років [29].

Якщо деякі сучасні автомобілі «рясніють» дешевим пластиком, низькою якістю складання та забутим дизайном, то багато автомобілів минулого – повна протилежність. Багато хто вважає класичні автомобілі більш простими, але водночас сміливішими й стильнішими [29].

Зазвичай ми сказали б, що автомобілі Porsche не надто змінилися за всю свою довгу історію. Хоча кузов загалом новий, більшість дизайнерських рішень та задум творців залишилися незмінними. Щоб побачити, як ця інженерна філософія втілюється в реальному світі, можна звернути увагу на Singer Porsche 911 DLS (рис. 1).



Рисунок 1 – Автомобіль Singer Porsche 911 DLS (1992 р.в.) [29]

Здається, що старі 911 дуже схожі на нові, але це не зовсім так. Завдяки повністю переробленому інтер'єру, екстер'єру, механічним компонентам та багато іншому, Singer Porsche 911 легко може зійти за модель 2020 року, а не за версію 1970-х/90-х років [29].

Компанія Singer Vehicle Design з Лос-Анджелеса зробила собі ім'я на реставрації та серйозному доопрацюванні класичних спорткарів Porsche 911. Взяті за основу машини серії 964 початку дев'яностих після повномасштабної реконструкції стають схожими на ранні «дев'ятсот одинадцяті» [30].

Всі кузовні панелі купе Singer DLS нові, вони виготовлені з вуглепластику (рис. 2), а їх форма оптимізована для поліпшення аеродинаміки. Класичний «качиний хвіст» спойлера - як у купе Porsche 911 Carrera RS 1972 року. У задні вікна врізані додаткові повітрязабірники для охолодження двигуна, збільшено притискну силу на задній осі, а нові повітряні канали дозволили зменшити підймальну силу на передній осі [30].



Рисунок 2 – Всі кузовні панелі купе Singer DLS нові, вони виготовлені з вуглепластику [30]

Двигун Singer Porsche 911 DLS об'ємом 4000 см³ розвиває потужність 507 кінських сил, що дозволяє автомобілю розганятися до 100 кілометрів на годину за 4 секунди та розвивати максимальну швидкість 300 км/год. Ціна Singer Porsche 911 DLS - 800 000 \$ [31].

У 1998 році Audi A.G. придбала Lamborghini Automobili - додавши її до списку автовиробників, що постійно розширюються. Тоді ентузіасти турбувалися про те, що це може означати для італійського виробника суперкарів. Першим автомобілем Lamborghini, випущеним компанією, контролюваною Audi, був Murciélago: один із найагресивніших V12 від Lamborghini на сьогоднішній день. Будь-хто, хто думав, що Lamborghini втратить свою «дику сторону», був швидко відкинутий після випуску Murciélago. Його гучний, швидкий V12, незграбний зовнішній вигляд і естетика, що нагадує Бетмобіль, визначили майбутнє модельного ряду Lamborghini. Але найголовніше, що Lamborghini Murciélago став останньою моделлю з V12, оснащеною справжньою механічною коробкою передач (рис. 3) [29].



Рисунок 3 – Автомобіль Lamborghini Murciélago (2001 р.в.) [29]

Lamborghini Murciélago LP 640 - модифікація, офіційно представлена у 2006 році на 76-му автосалоні в Женеві. Основними відмінностями від базової версії Murciélago, є двигун V12, обсяг якого був збільшений з 6,2 л. до 6,5 л. Завдяки збільшенню обсягу двигуна стався приріст потужності на 60 к.с., зі стандартних 580 к.с. до 640 к.с. Максимальна швидкість також зросла на 10 км/год і досягла 340 км/год (211 миль) замість 330 км/год. Розгін 0-100 км/год скоротився з 3,8 с до 3,4 с. Автомобіль з'явився в продажі у 2001 році за ціною близько 205 000 доларів і став однією з найуспішніших моделей марки в історії [32].

Розглянемо суперкар (рис. 4), який дійсно заслуговує на назву, ціни й місця в широкому модельному ряду Ferrari. Звичайно ж, йдеться про Ferrari Enzo 2000 року, названий на честь засновника компанії Енцо Феррарі.



Рисунок 4 – Автомобіль Ferrari Enzo [29]

Для дизайну двадцятирічної давності Enzo виглядає напрочуд по-новому. Кутаста лінія від лобового скла до ґрат радіатора, «двері-метелики» (рис. 5) і сучасна (на той момент) коробка передач flarry-paddle були чимось з області автомобільної фантастики!

Enzo Ferrari — суперкар італійського автовиробника Ferrari, який замінив собою Ferrari F50 і був виготовлений в кількості 400 машин у 2002—2004 роках.

Автомобіль був протестований на італійському овалному треку в Нардо, де він досягнув швидкості 355 км/год, що становить на 5 км/год вище, ніж повідомив виробник. Таким чином Enzo став п'ятим після Bugatti Veyron 16.4 (407 км/год), Koenigsegg CCR (388 км/год), McLaren F1 (386,7 км/год) та Brabus Rocket S (360,5 км/год) найшвидшим автомобілем, які тестувалися на цьому треку.

На рис. 5 наведено фото автомобілів Lamborghini Murciélago та Ferrari Enzo з відкритими дверима



Рисунок 5 – Автомобілі Lamborghini Murciélago [33] (а) та Ferrari Enzo (б) з відкритими дверима [35]

Двигун Ferrari Enzo - бензиновий V-подібний 12 циліндровий, атмосферний, об'ємом 5998 см³, встановлений подовжньою перед задньою віссю. Кут розвалу між циліндрами 65 градусів. Має 4 клапани на кожен циліндр. Діаметр поршня 92 мм, хід поршня 75,2 мм, ступінь стиску 11.2:1. Потужність двигуна 660 к.с. (492,2 кВт) при 7800 об/хв., крутний момент 657,57 Нм при 5500 об/хв. Червона зона тахометра починається з 8200 об/хв [35].

Наведено деякі відомості, що стосуються дизайну легкових автомобілів в контексті подальшого наповнення дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом цифровим контентом.

Список використаних джерел

1. Колеснікова Є. Б., Колесніков В.О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту». 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203. ISBN 978-966-641-793-3.
2. Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 135 – 138. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).
3. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Научно-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // 36. Наук. Праць СНУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.
4. Верительник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.
5. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Кузнецов В.В. Краткий обзор новых достижений в области вычислительной химии и материаловедения, как инструмента экологической безопасности // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 2 (173) 2012 – с. 279 – 284.
6. Колеснікова Єлизавета. Сучасні тенденції при викладанні нових дисциплін // Сучасна наука та освіта: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 року). Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2021. С. 39 – 41. ISBN 978-617-95067-7-2.
7. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Балицкий А.И. Технология металлов и материаловедение. Часть 1.: Учебн. пособ. – К.: Краснодар. ВГУ им. В. Даля, 2012. – 151 с. Номер электронного сертификата 2845.
8. Коротков В.И., Колесников В.А., Балицкий А.И. Методология инженерной и изобретательской деятельности: Учебн. пособ. – К.: Краснодар. ВГУ им. В. Даля, 2013. – 110 с. Номер электронного сертификата 2917.
9. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.
10. Коротков В.И., Колесников В.А., Балицкий А.И. Машиноведение: Учебное пособие. – Луганск: Издательство ВГУ им. Владимира Даля, 2013. – 151с. Номер электронного сертификата 2918.
11. Гідравліка і гідравлічні машини : навч. посіб. для студ. за напрямками підготовки «Технологічна освіта» і «Професійна освіта» всіх форм навчання / О.В. Чесноков, О.В. Калайдо, В.О. Колесніков; держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 170 с.
12. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей //

Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.

13. Колесников В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 18-22.

14. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Є.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.

15. Я. Хмель, А.И. Балицкий, В.А. Колесников, Е.Б. Колесникова. Инновации в прикладном материаловедении // 2nd International scientific-practical conference «Entrepreneurship and trade: theoretical approaches and practical aspects of development», November 26-27, 2020, in Starobilsk, Ukraine. С. 254 - 256. ISBN 978-617-7879-49-6.

16. К. Абрамек, Я. Элиаш, А.И. Балицкий, В.А. Колесников. Инновационные исследования в вычислительном материаловедении // Підприємництво, торгівля: теоретичні підходи та практичні аспекти розвитку. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 26–27 листопада 2020 року. С 218 - 219. ISBN 978-617-7879-49-6.

17. Колесніков Валерій, Колеснікова Єлизавета. Перспективи застосування технологій віртуальної та доповненої реальності при викладанні дисциплін пов'язаних з транспортною галуззю. «Сучасна наука та освіта». Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2021 р. С. 37 – 39. ISBN 978-617-95067-7-2.

18. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30 - 34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).

19. Водневий вектор розвитку автомобільного транспорту // О.І. Балицький, В.О. Колесніков, О.О. Ревякіна, К.Ф. Абрамек, Л.М. Іваськевич, М.Р. Гаврилюк, Є.Б. Колеснікова // XIV Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Присвячено дню працівників автомобільного транспорту і дорожнього господарства, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 25-27 жовтня 2021 року. С. 22 – 25.

20. Оцінка впливу структурно-фазового стану на механічну оброблюваність сплавів з застосуванням методів комп'ютерного моделювання для отримання більш якісної продукції для енергомашинобудування // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 92 - 95.

21. Застосування комплексного підходу при оцінці стану деградованого матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Є.Б. Колеснікова, О.О. Ревякіна // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С.96 - 98.

22. Застосування комп'ютерно інтегрованого підходу для оцінки якості стану матеріалу деталей та вузлів в енергомашинобудуванні для підвищення безпеки життєдіяльності // В.О. Колесніков, К.Ф. Абрамек, Я. Хмель, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 98- 100.

23. Застосування методів комп'ютерного зору при оцінці стану руйнування деталей в трибоз'єднаннях для прогнозування експлуатаційної стійкості та довговічності вузлів машин та механізмів // В.О. Колесніков, Я. Хмель, М.Р. Гаврилук, Є.Б. Колеснікова // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 102 - 104.

24. Колесніков В.А., Харий І.С, Макухин А.Г., Девяткин Ю.С., Бова А.Р., Малков И.В. Изложение курсов дисциплин «инженерная и компьютерная графика» с применением ресурсов internet и программ компас 3D и Компас – График // Прогресивні технології в науці, освіті та економіці. Збірник студентських наукових робіт. – Луганськ: ИТС, 2008. – 35 –38 с.

25. Wear Resistance of Spark Ignition Engine Piston Rings in Hydrogen-Containing Environments // Myroslav Kindrachuk, Dmytro Volchenko, Alexander Balitskii, Karol F. Abramek, Mykola Volchenko, Olexiy Balitskii, Vasyi Skrypnyk, Dmytro Zhuravlev, Alina Yurchuk and Valerii Kolesnikov // Energies 2021, 14(16), 4801. <https://doi.org/10.3390/en14164801>.

26. Balitskii A, Kolesnikov V, Abramek KF, Balitskii O, Eliasz J, Havrylyuk M, Ivaskevych L, Kolesnikova I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. Energies. 2021; 14(22):7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.

27. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. Energies 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.

28. Дизайн автомобіля. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

29. James Jacobs. These Classic Sports Cars Look Brand-New. Published Nov 09, 2020. URL: <https://www.hotcars.com/these-classic-sports-cars-look-brand-new>.

30. Ігор Володимирський. Singer DLS: найдосконаліший Porsche 911 з повітряником. URL: <https://autoreview.com/news/singer-dls-samyi-sovershennyi-porsche-911-s-vozdushnikom>.

31. Singer Porsche 911 DLS 2018. URL: https://www.seoworm.com/super/car/porsche_911_dls-2398.

32. Lamborghini Murciélago. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

33. A yellow Lamborghini Murciélago. Taken at the 29th annual Palo Alto Concours d'Elegance at Stanford. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lamborghini_Murci%C3%A9lago_Concours.jpg#/media/File:Lamborghini_Murci%C3%A9lago_Concours.jpg

34. Wallpaper. Ferrari Enzo. URL: <https://wall.alphacoders.com>.

35. Ferrari Enzo Ferrari. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр Український Католицький Університет, викладач СЗШ № 84 ім. Б.Й. Гордашевської, м. Львів

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Kolesnikova Elizaveta - Master of Ukrainian Catholic University, teacher of SZSh № 84 them. B. J. Gordashevskya, Lviv

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 621.43, УДК 629.113

Колодницька Р. В.; Шумляківський В. П., к.т.н., доц.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗЕЛЕНОГО ВОДНЮ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ З ПАЛИВНИМИ КОМІРКАМИ В УКРАЇНІ

Показана перспектива виготовлення зеленого водню в Україні для потреб Європейського Союзу, що може бути використано як паливо для автомобілів з паливними комітками. Показано можливість проектування гібридного автомобіля на бензиновому паливі, використовуючи програмне забезпечення Advisor. В Україні перспективним автомобільним транспортом можуть бути автобуси з використанням водню. Проектування автобуса на водні у програмі Advisor Matlab потребує додаткових програмних модулів і може бути темою наступних досліджень.

The prospect of production of green hydrogen in Ukraine for the needs of the European Union, which can be used as fuel for cars with fuel cells, is shown. The possibility of designing a hybrid car on gasoline fuel using Advisor software is shown. In Ukraine, buses with the use of hydrogen can be a promising road transport. Designing a hydrogen bus in Advisor Matlab requires additional software modules and may be the subject of further research.

Вступ. Одна з основних проблем сьогодення, яка потребує негайного вирішення – це зменшення залежності світової економіки від нафтових палив, а також від російської нафти і газу. Наприклад, у США біля 90% перевезень залежить від палива на нафтовій основі: бензину і дизельного палива [1]. Хоча альтернативні види палив для автомобілів з ДВЗ та використання електромобілів мають великі перспективи для скорочення споживання нафти в усьому світі, паливо на нафтовій основі все ще займає значну долю в автомобільному транспорті.

Одним із перспективних напрямків розвитку автомобільного транспорту є використання водню як палива для автомобільного транспорту. Найбільш екологічними методами добування водню є виготовлення водню з відходів і біомаси, та з використанням вітрових та сонячних станцій. До останнього часу Європа не розглядала зелений водень з України, як перспективний сценарій розвитку водневої економіки. Саме використання зеленого водню з України може бути переломним моментом для водневої стратегії Європи, для того щоб максимально обмежити водень, який виготовляється з газу. 6 квітня, 2022 року Міністр закордонних справ України, Дмитро Кулеба, обговорював можливість транспортування зеленого водню та біогазу до Європейського Союзу з Віце президентом Європейського Союзу.

13 квітня 2022 року прошов Вебінар «Вітроенергетика та виробництво зеленого водню в Україні», в якому приймали участь 665 учасників з усього світу. Марина Грицишина (колишній керівник енергетичної практики Sayenko Kharenko, Київ) та Олександр Репкін (Президент Української водневої ради) розповіли про потенціал виробництва водню в Україні.

Згідно доповіді Репкіна, загальний потенціал середньорічного виробництва зеленого водню в Україні складає $505\,132 \text{ хв Нм}^3$ (44 957 тис. тонн). В тому числі на морських вітрових станціях може вироблятися $218\,742 \text{ хв Нм}^3$ (19 489 тис. тонн) зеленого водню. Наземні вітрові та сонячні електростанції можуть виробляти $286\,390 \text{ хв Нм}^3$ (25 489 тис. тонн) зеленого водню.

В Україні вже було встановлено 699 вітрових станцій (турбін) з середньою потужністю 3.5 МВт, але на жаль деякі з цих вітрових станцій вже зруйновані за час війни. Логістика транспортування зеленого водню з України все ще знаходиться на стадії обговорення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Транспортні засоби на паливних комітках (Fuel-cell electric vehicles FCEVs) з використанням водню відносяться до транспортних засобів з нульовими викидами. Ще недавно автомобілі, що працюють на водні, були нездійсненою мрією. В 2007 році компанія Toyota випустила перший гібридний автомобіль, що працює на паливних комітках Toyota Mirai. В роботах [2-5] описано автомобілі на водневих паливних

комірках, які були спроектовані за допомогою програмного забезпечення Advisor Matlab. Оскільки технології з використанням водню все ще достатньо дорогі, в даній роботі розглянутий гібридний автомобіль, який може працювати на бензині, який спроектовано за допомогою тієї ж програми Advisor.

Метою роботи є аналіз перспектив використання автомобільного транспорту на водні в Україні.

Результати дослідження.

Проектування гібридного автомобіля в програмі Advisor. Характеристики гібридного автомобіля Toyota Prius, що також може працювати на бензині, показані в таблиці 1. Розрахунки автомобіля середньої розмірності (модуль VENmidSizeCar), використовуючи програму Advisor, показані на рис 1.

Таблиця 1 – Характеристики автомобіля Toyota Prius

Автомобіль	Середньорозмірний гібридний (VENmidSizeCar)
Максимальна потужність, кВт	43
Батарея	Нікель-метал-гібридна (nimh)
Запалювання	іскрове (IS)
Батарея	Літій-іонна (Li)
Трансмсія	планетарна безступінчаста (pgcvt)
Привідні колеса	Передні

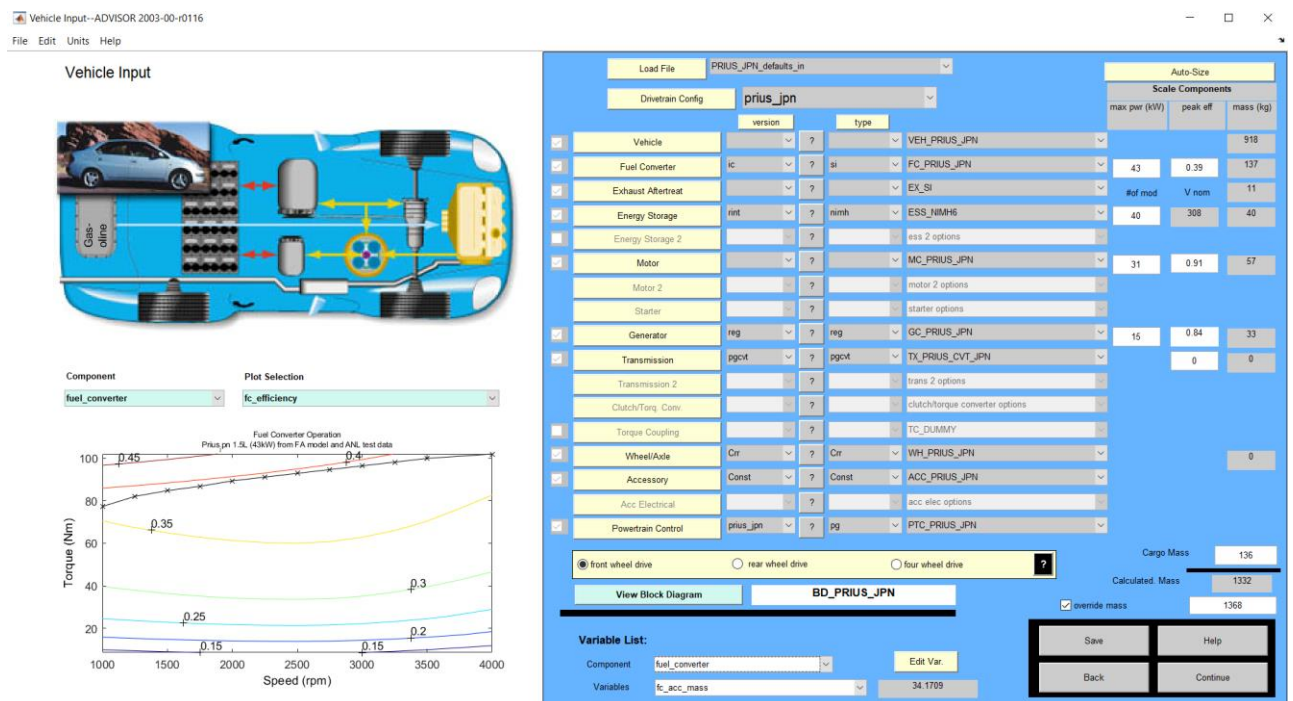


Рисунок 1 – Параметри автомобіля Toyota Prius

Випробування автомобіля Toyota Prius за міським циклом (CYC_UDDS) з ухилом дороги 1,5% (кількість циклів 3) без додаткових навантажень на електромережу показано на рис. 2. Характеристики циклу: час циклу: 1369 с; дистанція: 12 км; максимальні швидкість і прискорення 91 км/год та +1,48 м/с², відповідно; середня швидкість: 31,5 км/год.

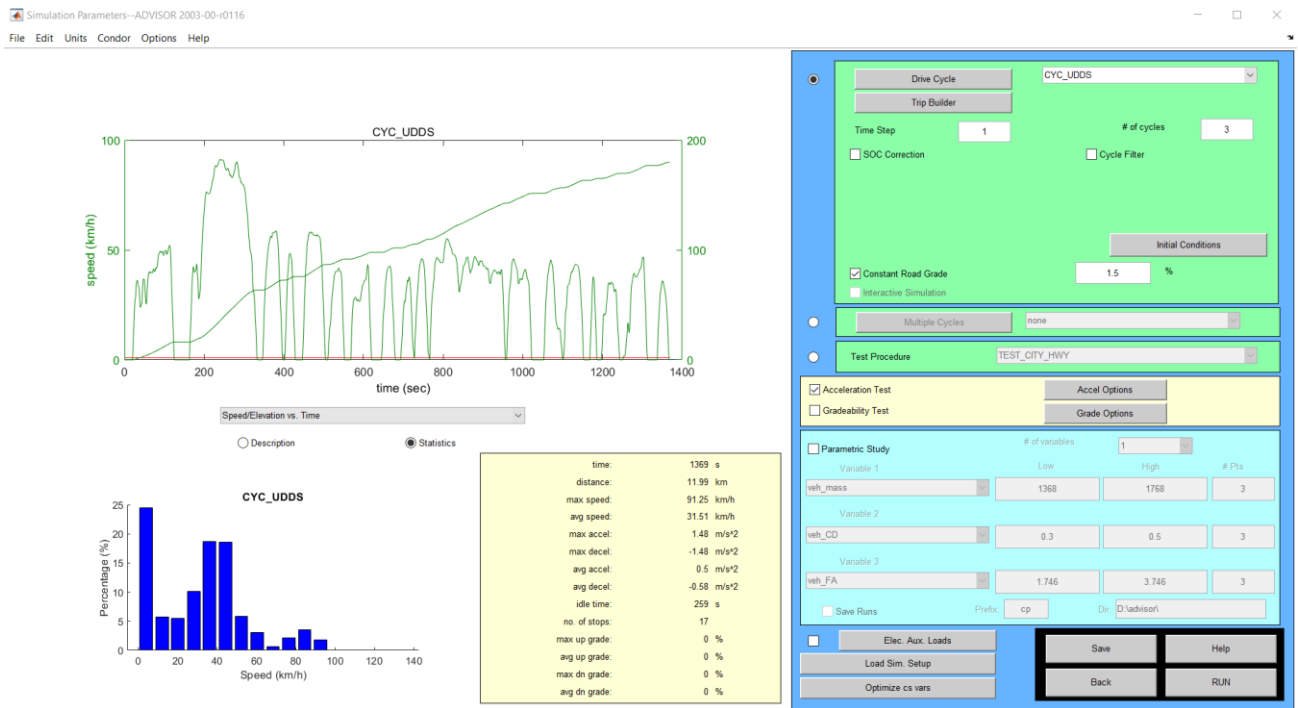


Рисунок 2 – Тестування автомобіля Toyota Prius за міським циклом

В програмі Advisor також можна виконати експериментальне дослідження прискорення автомобілю. На рис. 3 показані вхідні параметри за трьома варіантами: 1) швидкість розгону автомобіля від 0 до 100 [км/год]; 2) від 60 до 100 [км/год]; 3) від 0 до 130 [км/год] з максимальною швидкістю і максимальним прискоренням.

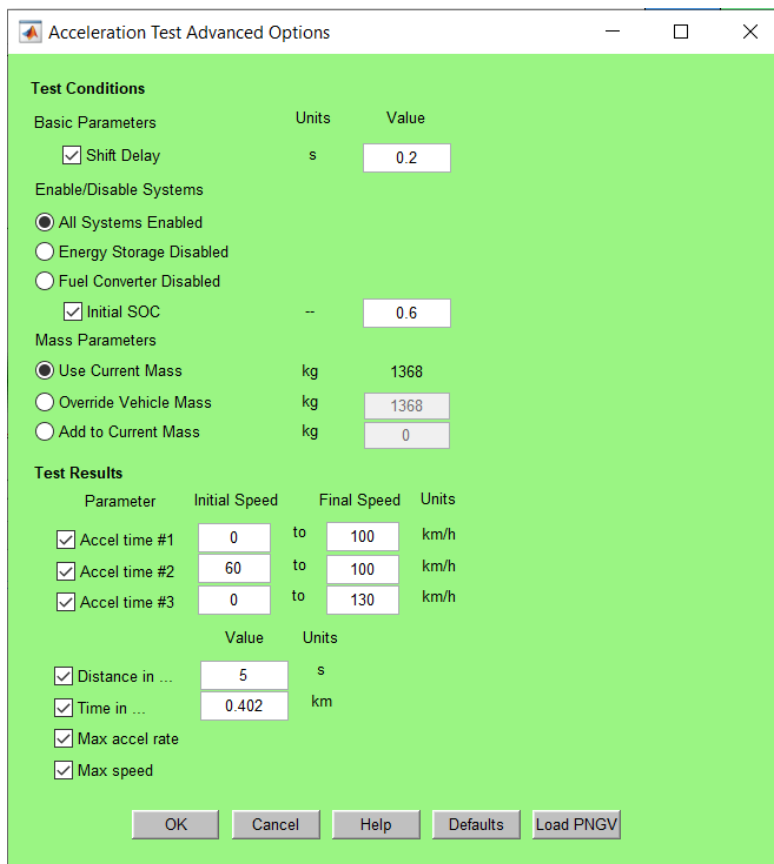


Рисунок 3 – Тести прискорення автомобілю Toyota Prius

Результати розрахунків показані на рис. 4.



Рисунок 4 – Результати розрахунків автомобілю Toyota Prius

На верхньому графіку рис. 4 показана швидкість автомобіля під час усього тесту. На середньому графіку зображено стан заряду батареї. Як показує цей графік, батарея спочатку «просідає» до половини заряду, а вже потім її заряд починає підтримуватися двигуном. Це говорить про те, що перших приблизно 7 км автомобіль рухався тільки завдяки електричній тязі.

На нижньому графіку зображено викиди автомобіля. Спочатку, близько 1.5 км, спостерігається сплеск рівня викидів. Швидше всього це пов'язано з прогрівом ДВЗ. Каталітичний нейтралізатор, як і робочі рідини автомобіля, ще не вийшли на свої робочі температури, отже працюють в ненормальному для себе режимі. Але, як видно з останнього графіка, що вказує на температури всередині двигуна, після проходження відмітки в 50°C викиди різко зменшуються до своєї норми і не підвищуються до кінця поїздки.

В програмі Advisor також можна підрахувати викиди від автомобілю. На рис. 5 показані викиди від автомобілю Toyota Prius на дистанції 36 км (3 цикли).

Emissions (grams/km)				Standards
HC	CO	NOx	PM	
0.37	0.434	0.147	0	

Рисунок 5 – Рівень викидів автомобілю Toyota Prius на дистанції 36 км (3 цикли)

Рівень викидів, коли кількість циклів збільшилася з 3 до 50 (відстань від 36 км до 480 км), показаний на рисунку 6.

Emissions (grams/km)			Standards
HC	CO	NOx	PM
0.208	0.232	0.122	0

Рисунок 6 – Рівень викидів від роботи гібридного автомобілю Toyota Prius на дистанції 480 км (50 циклів)

Можна зробити висновок, що холодний двигун генерує підвищену кількість шкідливих речовин, яка на коротких дистанціях не може задовільнити норми викидів.

Розрахунки Toyota Prius за допомогою програми Advisor також показали, що витрата палива для автомобіля складає 6.8 літрів/100 км і викиди оксидів азоту – 0.122 г/км.

Прискорення автомобіля Toyota Prius показані на рис.7.

Acceleration Test	
0-100 km/h (s): 16.2	Max. Accel. (m/s ²): 3.4
60-100 km/h (s): 8.7	Distance in 5s (m): 35.4
0-130 km/h (s): 26.9	Time in 0.4km (s): 20.7
	Max. Speed (kmph): 163.4
Gradeability:	n/a %

Рисунок 7 – Показники прискорень

Порівняння витрати палива гібридного автомобілю Toyota і автомобілю на водневих паливних комірках показало, що для легкових автомобілів в економічному плані вигідніше використовувати гібридний автомобіль, ніж автомобіль на водні. Хоча, як ми бачимо з рис. 5 та 6, що гібридний автомобіль показує шкідливі викиди, на відміну від автомобіля з використанням водню, який викидає тільки воду, що показано в нашій роботі [3].

Автобуси на паливних комірках. Водневі паливні комірки преспективно використовувати для автобусів та вантажівок. Польська компанія Solaris запустить автобуси на паливних комірках в другій половині 2022 року (вже є замовлення на 5 автобусів Майорки). Цей польський завод по будівництву автобусів одержав контракт на 4 млн євро. Буде випущено 12 автобусів на паливних комірках потужністю 70 кВт. В автобусах цієї компанії водень зберігається в газоподібному вигляді в п'яти паливних баках, що встановлені на даху автобуса, які мають загальну місткість 1560 л.

Німецька компанія Anleg також займається виробництвом частин для автобусів, що працюють на водні. Як приклад, нижче приводиться рішення для автобусних баків з компанії Anleg за двома варіантами [6]:

Варіант 1. Бак об'ємом 157 л, номінальний тиск H₂ - 350 бар.

Бакова система 157 л = 3,7484 кг H₂ Gas @ 15 °C => 8 резервуарів, необхідних для 30 кг.

Варіант 2: Бак об'ємом 177 л, номінальний тиск H₂ - 350 бар.

Бакова система 177 л = 42258 кг H₂ Gas @ 15 °C => 7 резервуарів, необхідних для 30 кг.

Як показав наш аналіз, проектування автобуса на водні у програмі Advisor Matlab потребує додаткових програмних модулів і може бути темою наступних досліджень.

Висновки. Показана перспектива виготовлення зеленого водню в Україні для потреб Європейського Союзу, що може бути використано як паливо для автомобілів з паливними

комірками. Показано можливість проектування гібридного автомобілю на бензиновому паливі, використовуючи програмне забезпечення Advisor. В Україні перспективним автомобільним транспортом можуть бути автобуси з використанням водню. Проектування автобуса на водні у програмі Advisor Matlab потребує додаткових програмних модулів і може бути темою наступних досліджень.

Список використаних джерел

1. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/fuel-effects-advacombustion>
2. Kolodnytska R., Kravchenko A.P., Ilchenko A.V., Vasylyev O. Fuel cell vehicles. In Ukrainian perspective. //International Conference on Sustainable Materials and Energy Technologies – ICSMET 2019 12th - 13th of September 2019, P30. Coventry, UK.
3. Колодницька Р.В., Шумляківський В.П. Автомобілі на водневих паливних комірках. Мрія чи реальність для України? Тези XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 26-28 жовтня 2020 року. С. 34 -36.
4. Колодницька Р.В., Бегерський Д.Б., Шумляківський В.П. Автомобілі з паливними комірками на водні. Матеріали VII міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Автомобіль і електроніка. Сучасні технології", 23 - 24 листопада 2020 року. Харків : ХНАДУ, 2020. С. 66-68.
5. Колодницька Р.В. Автомобілі з паливними комірками. Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні" 15-18 жовтня. Харків. 2019 р. С. 346 -347.
6. <http://www.anleg-gmbh.de/>

Колодницька Руслана Віталіївна – викладач кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка, e-mail: ruslanakolod2017@gmail.com

Шумляківський Володимир Перович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри, Державний університет «Житомирська політехніка, e-mail: Shumliakivskyiv@gmail.com

Kolodnytska Ruslana - Lecturer of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: ruslanakolod2017@gmail.com

Shumlyakivsky Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: Shumliakivskyiv@gmail.com

УДК 629.331:621.791

Король А. О.; Нічик С. Ю.; Маслійов С. В., .д.с-г.н., проф.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Наведено деякі відомості щодо застосування зварювальних технологій для ремонту легкових автомобілів. Звернуто увагу, що вибір зварювальної технології залежить не стільки від апарату і витратних матеріалів, скільки від місця пошкодження. Зроблено перелік робіт, що входять до технологічного процесу зварювання кузова легкового автомобіля.

Here is some information on the use of welding technology for car repairs. Attention is drawn to the fact that the choice of welding technology depends not so much on the device and consumables, but on the location of the damage. The list of works included in the technological process of welding the car body is made.

Термін служби сучасних автомобільних кузовів довгим не назвеш. У вітчизняних машин він становить максимум років десять. Кузови сучасних іномарок живуть трохи довше — років п'ятнадцять. Після закінчення цього терміну автовласник неминуче почне помічати ознаки руйнування, з якими потрібно буде щось робити. Крім того, кузов можна пошкодити й під час ДТП. Якою б не була причина, вихід майже завжди один: зварювання. Якщо ви впевнені у своїх силах, можна спробувати зробити зварювання кузова автомобіля своїми руками [1].

Вибір зварювальної технології залежить не стільки від апарату і витратних матеріалів, скільки від місця пошкодження.

Переважає більшість автовласників і співробітників автомобільних сервісів вважають за краще використовувати саме напівавтомати. Головна причина їх популярності — зручність. Напівавтоматом можна варити навіть найдрібніші пошкодження, розташовані в самих незручних місцях автомобільного кузова.

Технічно ця технологія майже не відрізняється від традиційного зварювання: напівавтомату теж потрібен перетворювач струму. Різниця лише в витратних матеріалах. Для цього типу зварювання потрібні не електроди, а спеціальний дріт з мідним покриттям, діаметр якої може варіюватися від 0,3 до 3 мм. А ще напівавтомату для роботи необхідний вуглекислий газ.

Мідь на дроті забезпечує надійний електричний контакт і працює як зварювальний флюс. А вуглекислий газ, безперервно подається на зварювальну дугу, не дозволяє кисню з повітря вступати в реакцію зі зварюваним металом. У напівавтомата є три важливих переваги:

- швидкість подачі дроту в напівавтоматі можна регулювати;
- шви, виконані напівавтоматом, акуратні й дуже тонкі;
- використовувати напівавтомат можна і без вуглекислого газу, але в цьому випадку доведеться використовувати особливий зварювальний дріт, всередині якого міститься флюс.

Є в напівавтоматичному методі й мінуси:

- знайти в продажу вищевказані електроди з флюсом не так-то просто, та й коштують вони як мінімум удвічі дорожче звичайних;
- при використанні вуглекислого газу мало роздобути сам балон. Ще буде потрібно редуктор для зниження тиску, який треба буде дуже точно налаштувати, щоб отримати якісні шви.

Інвертор — це все той же зварювальний апарат, тільки частота перетворення струму в ньому не 50 Гц, а 30 - 50 кГц. Завдяки підвищеній частоті інвертор має кілька переваг:

- розміри інверторного зварювального апарату дуже компактні;
- інвертори нечутливі до зниженої напруги мережі;
- в інверторів немає ніяких проблем з розпалюванням зварювальної дуги;
- користуватися інвертором може навіть зварювальник-новачок.

Також, є і мінуси:

- в процесі зварювання використовуються товсті електроди діаметром 3 - 5 мм, а не дріт;
- при інверторному зварюванні краю, він дуже сильно нагрівається, що може стати причиною термічної деформації;

- шов завжди виходить товщій, ніж при зварюванні напівавтоматом.

Незалежно від того, який метод зварювання був обраний, необхідно провести ряд підготовчих операцій:

- перед початком роботи зварник повинен переконатися в тому, що направляє канал у зварювальному пальнику який відповідає діаметру використовуваного дроту;
- діаметр дроту обов'язково слід враховувати й при виборі зварювального наконечника;
- сопло апарату оглядається на предмет металевих бризок. Якщо вони є, їх необхідно видалити наждачним папером, в іншому випадку сопло швидко вийде з ладу.

Всі зварювальні роботи проводяться тільки в сухому спецодязі з негорючих матеріалів, в рукавицях і захисній масці. Якщо зварювання здійснюється в приміщенні з металевою підлогою, обов'язковим є використання або гумових калош або прогумованого килимка;

- зварювальний апарат, незалежно від його типу, завжди повинен бути заземлений;
- при інверторному зварюванні слід особливу увагу приділити якості;

електродотримача: хороші електродотримачі витримують до 7000 затискачів електродів без пошкодження ізоляції;

- незалежно від типу зварювального апарату на ньому завжди повинні використовуватися автоматичні вимикачі, що самостійно розривають електричний ланцюг при виникненні струму холостого ходу;

- приміщення, в якому проводиться зварювання, має добре вентилюватися. Це дозволить уникнути скупчення газів, що виділяються в процесі зварювання і становлять особливу небезпеку для системи дихання людини [1].

Деякі відомості, щодо зварювальних та споріднених технологій, необхідного обладнання та ремонтних робіт можна з наступних джерел [2 -6].

Технологічний процес зварювання кузова легкового автомобіля [7].

Основними складальними одиницями кузова автомобіля середнього класу є:

1) основа (підлога з передньою частиною, панеллю задньої частини й кронштейном підвіски);

2) права і ліва «боковини» в зборі з задніми панелями;

3) дах в зборі з прорізами переднього і заднього вікон;

4) праве і ліве передні крила у зборі;

5) праве і ліве передні двері у зборі;

6) праве і ліве задні двері у зборі;

7) капот в зборі;

8) кришка багажника в зборі.

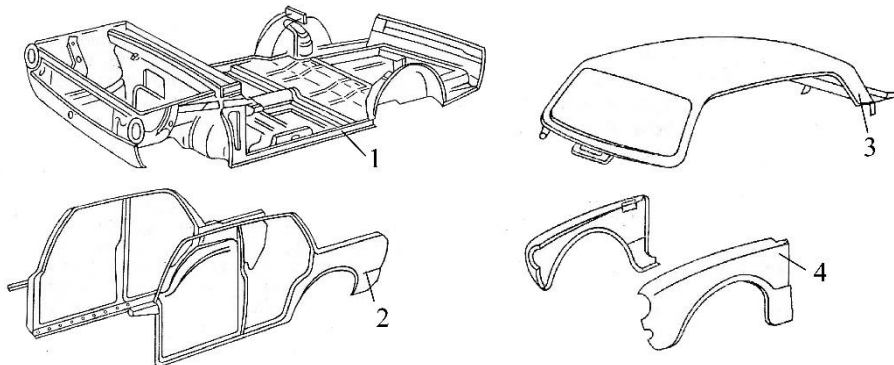


Рисунок 1 – Складальні одиниці кузова автомобіля ВАЗ:
1 – основа; 2 – «боковини»; 3 – дах; 4 – передні крила [7]

Зі складальних одиниць на головній лінії зварюють кузов. Складальні одиниці є навісними, їх з'єднують з кузовом за допомогою кріпильних деталей. При виготовленні кузовів переважає точкове зварювання, яке виконують на однокоткових стаціонарних і підвісних машинах, на багатоточкових і автоматичних лініях, на зварювальних пресах рельєфного зварювання, на шовних і стикових машинах. Крім того, застосовують ацетилено-кисневе й електродугове зварювання в середовищі вуглекислого газу. Нероз'ємні з'єднання також одержують склеюванням, штампуванням, клепаанням і лютуванням.

Таблиця 1 – Число зварювальних точок на складальних одиницях кузова ВАЗ [7]

№ з/п	Складальна одиниця	Число зварювальних точок	№ з/п	Складальна одиниця	Число зварювальних точок
1	Кузов у зборі	480	6	Праве і ліве передні задні двері	По 104
2	Права і ліва «боковини»	По 367	7	Праве і ліве задні двері	По 101
3	Дах	222	8	Капот в зборі	58
4	Шасі	1526	9	Праве і ліве передні крила	По 40
5	Кришка багажника	20	10	Усього	7817

Технологічний процес складання-зварювання кузова включає такі етапи:

- 1) складання-зварювання дрібних деталей і складальних одиниць на стаціонарних точкових машинах;
- 2) проколювання отворів, обрізання, гнуття штампованих деталей для середніх і великих складальних одиниць;
- 3) зварювання середніх і великих складальних одиниць на багатопозиційних поворотних пристроях чи карусельних конвеєрах за допомогою підвісних зварювальних або окремих багатоточкових машин;
- 4) зварювання великих складальних одиниць на автоматичних лініях;
- 5) складання-зварювання кузова на головній складальній лінії;
- 6) кінцеве зварювання, рихтування й укомплектовування кузова.

Основним елементом автомобіля є його кузов, який може бути пошкоджений в процесі експлуатації в результаті дрібних і великих ДТП. Крім цього на нього негативно впливають погодні умови та різні реагенти, якими посипають дороги в зимову пору року. Від корозії страждає не тільки кузов, але і такі елементи як вихлопна система. Зварювальні роботи дозволяють усунути подібні дефекти шляхом видалення пошкоджених елементів і приварювання нових частин. Зварювальні роботи дозволяють дати нове життя окремим частинам і всьому автомобілю в цілому.

Зварювальні роботи по автомобілю вимагають як мінімум наявності спеціального зварювального устаткування. Адже за допомогою звичайного електродного зварювання не вийде досягти ідеального шва, який не буде виділятися на автомобілі.



Рисунок 2 – Зварювальні роботи під час виготовлення автомобіля [8]



Рисунок 3 – Приклад проведення зварювальних робіт на СТО: зварювання кузова (а); зварювання випускної системи (б) [8]

У зварювальних роботах по автомобілю використовуються напівавтоматичні зварювальні апарати й апарати точкового зварювання. Крім цього у зварювальних роботах важливий і професіоналізм самого майстра, від роботи якого і залежить якість зварювання. Тому доцільно звертатися за зварювальними роботами на СТО. Треба шукати СТО, що надає зварювальні роботи для автомобілів вже далеко не перший рік і професіоналізм в даному питанні лише підкріплюється безліччю позитивних відгуків від клієнтів.

На кафедрі технологій виробництва та професійної освіти впродовж багатьох років ведуться наукові дослідження пов'язані з напрацюванням наукової бази, що охоплює питання пов'язані з педагогікою, професійною освітою, матеріалознавством та іншими напрямками [9 - 19].

Спільні дослідження з Фізико-механічним інститутом НАН України дозволили напрацювати наступний науковий матеріал у галуззі зварювального матеріалознавства, споріднених технологій та транспортною галуззю [20 -26].

Планується проводити подальші науково-педагогічні дослідження в цих напрямках.

Список використаних джерел

1. Зварювання кузова автомобіля: як правильно зробити її своїми руками. Автомобільний портал міста Кропивницький. URL: <https://avtoin.kirovograd.ua/281-svarka-kuzova-avtomobilja-jak-pravilno-zrobiti-ii.html>.

2. В.І. Кальченко, В.В. Кальченко, В.І. Венжега. Відновлення деталей автомобілів: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧНТУ, 2013. – 192с.; ISBN 966-311-003-1.
3. Чередніков О.М. Технологічні основи ремонту машин і відновлення деталей: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2008. – 212с.
4. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища школа, 2007. – 527 с.
5. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2004 – 478с.
6. Зварювальні апарати та обладнання. URL: <https://storgom.ua/ua/svarochnoe-oborudovanie.html>.
7. Технологічний процес зварювання кузова легкового автомобіля. URL: <https://studfile.net/preview/7328752/page:5>.
8. Як робиться зварювання та ремонт кузова в умовах автосервісу чи гаража. URL: <http://krasimauto.com/kuzovnie-raboty/svarka-kuzova-avto.html>.
9. Masliiov S., Korzhova N., Yarchuk I., Duginov M. Types of main tillage and their influence on the yield of spring barley in the conditions of the luhansk oblast (2020) Scientific Horizons, 23 (10), pp. 17 – 24.
10. Tkalic Y., Tkalic I., Tsyliuryk O., Masliiov S. Reserves for increasing the yield of sunflower seeds in the Ukrainian Steppe (2019) Agriculture and Forestry, 65 (3), pp. 105 – 114.
11. Колесніков В.О. Ідентифікація продуктів зношування та корозії як індикаторів експлуатаційної стійкості деталей та вузлів автомобілів // XIV Між. Наук-практ конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», Вінниця, 25-27 жовтня 2021 року. С. 113 – 114.
12. Застосування методів комп'ютерного зору для оцінки стану поверхневих та підповерхневих шарів заготовок під час механічної обробки з метою отримання більш якісної та безпечної продукції для енергомашинобудування // В.О. Колесніков, Я. Еліаш, М.Р. Гаврилюк, О.О. Ревякіна // II Міжнародна науково-практична конференція. «Актуальні питання експертної та оціночної діяльності», 25–26 листопада 2021 року в м. Полтава, Україна. С. 100 - 102.
13. Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті // Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет- конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. С.30 - 34. ISBN 978-966-641-851-0 (PDF).
14. Бурдун В. В. Реалізація завдань учителів трудового навчання в умовах становлення нової української школи / Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи : тези доп. IX міжнар. наук.-практ. конференції (м. Хмельницький, 9-10 листоп. 2017 р.) / ред. кол.: Н. Г. Ничкало, М. Є. Скиба, В. О. Радкевич. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – С. 126–127.
15. Valentyna Dibrova, Svitlana Sovhira, Yuliia Liakhovska, Victor Burdun, Nelia Boichuk, Liliia Saikivska. Comparative characteristics of information technologies and technologies of distance learning of higher education institutions. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 2021 V.21 No.5, May. P. 69 –72. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.5.12>.
16. Татарінов В.Р., Бердус А.Ю., Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні матеріали для автомобілебудування // Матеріали регіональної науково-практичної конференції професійна освіта на Луганщині: теорія та практика 15–17 квітня 2014 року. м. Луганськ. - С. 218 – 223.
17. Концепція врахування впливу водню на зміну властивостей та руйнування високоміцних важкооброблюваних сталей та сплавів в умовах тертя ковзання, кочення та за механічної обробки. В.О.Колесніков, О.І. Балицький, М.Р. Гаврилюк, О.О. Ревякіна, Л.М. Іваськевич. 15-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові, Львів, 20 – 21 травня 2021 р. Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2021. С. 6 – 7.

18. Balitskii, A.; Kolesnikov, V.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Elias, J.; Havrylyuk, M.; Ivaskevych, L.; Kolesnikova, I. Influence of Hydrogen-Containing Fuels and Environmentally Friendly Lubricating Coolant on Nitrogen Steels' Wear Resistance for Spark Ignition Engine Pistons and Rings Kit Gasket Set. *Energies* 2021, 14, 7583. <https://doi.org/10.3390/en14227583>.

19. Колієв Максим, Шиховцов Олександр, Сухорєбров Сергій, Якуба Віталій. Приклади виконання шумоізоляції в автомобілях // Матеріали II Всеукраїнської наукової інтернет-конференції студентів та молодих вчених, м. Старобільськ, 16 квітня 2021 року. ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». С. 43 – 45

20. Балицький О. І., Костюк І. Ф., Колесніков В. О., Кохманський П. Підвищення корозійно-механічної стійкості зварних з'єднань високо марганцевих азотистих сталей // Вісник СХУ ім. В. Даля – 2003.- №11. – С. 41 - 46.

21. Балицький О., Костюк І., Кохманський П., Остаф В., Колесніков В. Неоднорідність механічних та електрохімічних характеристик зварних зєднань хромомарганцевих сплавів. // 6-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. – Львівська Політехніка. – 2003. – с. 134 -135.

22. Balitskii A.I., Kostyuk I, Kochmanski P., Kolesnikov V., Onystchak Y., Ostaf V. Corrosion resistance of Cr – Mn austenitic alloys and its welded joints // Фізико-хімічна механіка матеріалів. - 2004.–Спецвипуск № 4.–Т. 1.– С. 133 – 136.

23. Balitskii A., Diener M., Harzenmoser M., Kostyuk I, Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. Crack resistance of high-nitrogen Cr–Mn Austenitic steels welded joints // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій / Під заг. ред. В. В. Панасюка. – Львів: Фізико–механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України. - 2004. – С. 647 – 652.

24. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikow V., Ostaf V. // Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels // Physicochemical mechanics of materials. – Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.

25. Balitskii, A.; Kindrachuk, M.; Volchenko, D.; Abramek, K.F.; Balitskii, O.; Skrypnyk, V.; Zhuravlev, D.; Bekish, I.; Ostashuk, M.; Kolesnikov, V. Hydrogen Containing Nanofluids in the Spark Engine's Cylinder Head Cooling System. *Energies* 2022, 15, 59. <https://doi.org/10.3390/en15010059>.

26. Підйомно-транспортні машини: підручник / Ю. Г. Козуб, С. В. Маслійов ; ДЗ "Луган. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка". - Старобільськ; Харків: Панов А. М., 2018. - 277 с.- ISBN 978-617-7722-39-6.

Король Андрій Олегович – студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Нічук Сергій Юрійович – магістр кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Маслійов Сергій Володимирович – д.с-г.н., професор, професор кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Korol Andriy - student of the Department of Production Technologies and Vocational Education of Taras Shevchenko Luhansk National University

Nichuk Serhii - Master of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University

Masliyov Serhiy - Dr. Sc. (Agricuilt), Professor, Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education of the Taras Shevchenko Luhansk National University

УДК 656.132

Костьян Н. Л., к.т.н., доц.; Матейчик В. П., д.т.н., проф.; Смешек М., д.н., проф.

ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ ПАСАЖИРОПОТОКУ

Досліджено динаміку зміни витрати палива дизельного автобуса із врахуванням режимів роботи на заданому міському маршруті. Побудовано математичну модель для оцінювання питомої витрати палива залежно від середньодобової завантаженості автобуса з точністю до 0.57 %. Адекватність відповідної моделі підтверджено шляхом визначення добових витрати палива з урахуванням транспортних робіт, виконаних на перегонах досліджуваного маршруту.

The dynamics of change of fuel consumption of a diesel bus taking into account the modes of operation on a given city route is studied. A mathematical model for estimating the specific fuel consumption depending on the average daily load of the bus with an accuracy of 0.57% was built. The adequacy of the corresponding model was confirmed by determining the daily fuel consumption taking into account the transport work performed during the race of the studied route.

Постановка проблеми. Розвиток світової економіки та зростання кількості населення невідмінно призводять до збільшення обсягів вантажних та пасажирських перевезень. Потреби в мобільності населення зростають з кожним роком. Все це спричиняє зайві витрати енергії під час руху транспортних засобів у щільному потоці або очікуванні в заторах. З іншого боку, спостерігається світова тенденція підвищення цін на енергоресурси. Обидва фактори вимагають проведення оптимізації систем керування рухом пасажирського транспорту в великих містах та виявлення енергетичних резервів в процесі його експлуатації. В розвинутих країнах здійснюється перехід транспорту на енергоефективні види палива та створення відповідної інфраструктури, що потребує значних фінансових вкладень. Тому важливим є визначення та впровадження альтернативних способів зниження витрат енергії шляхом забезпечення енергоефективного руху транспортних засобів в умовах міської мобільності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [1] систематизовано характеристики транспортної системи міських автомобільних перевезень, що впливають на її енергоефективність та продуктивність. Суттєвими визнано групи характеристик, що описують окремі транспортні засоби, транспортний потік загалом та засоби керування його рухом, а також дорожні, кліматичні та часові умови руху. На основі експертних оцінок для кожної характеристики визначено діапазони значень та варіанти реалізації. Запропоновано критерії оцінювання енергоефективності та продуктивності як цільові функції від 22 параметрів системи. Робота має теоретичний характер, експериментальні дослідження не проводились. Продовження даної роботи знайшло відображення в дослідженні [2], авторами якого на основі статистичних критеріїв зменшено множини параметрів системи до базового набору з 10 параметрів. Вихідним параметром системи є рівень енергоефективності, який розраховано як відношення енергії, що необхідна для руху транспортного засобу в заданому режимі по горизонтальній дорозі на вищій передачі при помірних погодних умовах, до фактично витраченої енергії. При цьому застосовано коригуючі коефіцієнти, що враховують умови руху. Проте коригуючі коефіцієнти мають похибки, що залежать від досвіду експертів та нечіткого представлення даних спостережень. Тому відкритим залишається питання визначення величини енерговитрат в заданому діапазоні точності. Результати експериментального дослідження різних станів транспортної системи надали можливість отримати математичну модель у вигляді рівняння лінійної множинної регресії для оцінювання енергоефективності транспорту в умовах міської мобільності. Авторами [3] досліджено залежність сумарних витрат палива за категоріями транспорту від інтенсивності руху протягом середнього робочого дня. На споживання палива окремим транспортним засобом

впливає миттєва швидкість і прискорення, габарити, сигнальний план перехрестя, час зупинок та пробіг. В роботі представлено графічні залежності та узагальнені висновки щодо витрат палива лише легкових та вантажних автомобілів. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання щодо енерговитрат автобусів відсутній. Крім того, бракує аналітичних представлень отриманих результатів. В роботах [4, 5] представлено нелінійні моделі у вигляді експоненціальної та логарифмічної функцій для визначення поточних витрат палива на основі значень швидкості та прискорення транспортних засобів. Проте, модель підтримувалася із застереженням, що її не слід використовувати для даних поза межами області типового транспортного засобу. В [4] також використано мікроскопічне моделювання для кількісної оцінки залежності витрат палива транспорту від попиту на транспортні потоки із врахуванням конфігурації транспортної мережі. Дослідження виконано на прикладі транспортних мереж США.

Незважаючи на велику кількість наукових досліджень щодо енергоефективності транспортних засобів, актуальним залишається розробка моделей для комплексного оцінювання та прогнозування енерговитрат транспортного засобу.

Метою даного дослідження є оцінювання енерговитрат міського пасажирського транспорту за заданих умов руху.

Результати дослідження. Вирішення завдань підвищення продуктивності та ефективності використання громадського транспорту неможливо без моніторингу та оцінювання експлуатаційних характеристик транспортних засобів, таких як швидкість, прискорення за різних режимів руху, обсяги витрат палива із врахуванням пройденої дистанції та параметрів пасажиропотоку, які змінюються протягом доби. В межах дослідження проведено вимірювання зазначених показників на автобусному маршруті м. Жешув, Польща, з 35 зупинками в прямому та 38 зупинками в зворотному напрямках. Спостереження проводилось протягом 25 робочих днів. Статистичний аналіз 70705 значень швидкості та прискорень руху виявив, що середнє значення швидкості руху автобуса складає 23.31 км/год., а середнє значення швидкості на маршруті із врахуванням часу зупинок транспорту на зупинних пунктах та затримок в транспортному потоці дорівнює 14.14 км/год. За умови вилучення з розгляду зупинок транспорту на зупинних пунктах та в пробках найбільш ймовірне значення швидкості складає 32.5 км/год. Побудований розподіл прискорення руху свідчить про те, що основна частина його значень знаходиться в інтервалі від -1 до 1 м/с^2 . Доведено наближення даного розподілу до нормального, що спрощує подальшу оцінку параметрів генеральної сукупності за оцінками статистик вибірки.

Крім того, було опрацьовано дані щодо потужності пасажиропотоку на окремих перегонах маршруту протягом робочого дня та добові витрати палива автобусу. Усереднені значення, що використано для подальшого моделювання представлено в таблиці 1. Аналіз динаміки пасажиропотоку протягом доби здійснено для типового робочого дня, який обрано за обсягом перевезень пасажирів, що належить до класового інтервалу від 650 до 750 пасажирів на добу з найвищою відносною частотою розподілу 0.4. Робочий день було поділено на шість часових інтервалів з врахуванням годин «пік». Визначено, що характер змін потужності пасажиропотоку на фіксованій послідовності перегонів в різні часи доби є схожим та повторює динаміку сумарної добової потужності на даних перегонах. Тому в подальшому для оцінювання коливань витрат палива на окремих перегонах розглядався часовий інтервал з 6:30 до 9:30 ранкового піку.

Значення витрат автобусу в розрахунку на 100 км були розподілені на 6 класових інтервали, відповідно до формули Стерджеса. Розподіли згрупованих диференціальних $f(q)$ та інтегральних частот $F(q)$ наведено в таблиці 2. Необхідний обсяг вибірки забезпечується при точності обчислень 2% та довірчій ймовірності 0.9. Середнє значення витрат дорівнює 43.9 л/100 км. Стандартне відхилення $\sigma=2.7$. Прогнозоване наймовірніше значення витрат палива складає 43 л/100 км. Витрати на 100 км кожного дня досліджуваного періоду не перевищують 50 л.

Побудовано аналітичні залежності витрат палива від кількості перевезених пасажирів та виконаної транспортної роботи в перерахунку на 100 км. Результати кореляційного аналізу

отриманих залежностей свідчать про неможливість оцінки характеру безпосереднього впливу параметрів транспортної роботи на абсолютні показники енерговитрат через недостатню кореляцію. Виходячи з цього запропоновано оцінювати енерговитрати опосередковано через питомі витрати палива на 1 пасажиро-кілометр.

Таблиця 1 – Вихідний масив даних за весь період спостереження

День періоду спостереження	Добовий пробіг L , км	Добові витрати палива Q , л	Приведені витрати палива q , л/100 км	Середня потужність пасажиропотоку на перегоні $H_{сер}$, пас.	Добовий обсяг перевезень P , пас.
1	220	117.14	39.0467	4.6979	275
2	300	129.82	43.5638	9.0225	638
3	298	125.68	42.1745	9.0690	605
4	298	131.85	44.0970	6.1097	412
5	299	115.18	38.7811	9.1994	686
6	297	138.42	46.2943	3.4122	157
7	299	124.83	42.3153	8.6184	556
8	295	124.55	41.7953	7.0500	470
9	298	106.45	45.6867	9.6289	547
10	233	110.55	47.8571	10.3648	687
11	231	95.02	41.1342	10.5299	631
12	231	105.57	47.1295	7.8736	446
13	224	92.64	42.8889	9.7107	589
14	216	112.62	48.5431	11.6303	636
15	232	100.61	43.5541	10.1807	651
16	231	105.68	46.7611	10.2188	593
17	226	100.1	43.1466	12.6611	762
18	232	97.79	42.5174	10.6059	655
19	230	101.08	43.5690	10.8716	658
20	232	96.22	41.2961	10.4274	603
21	233	112.16	48.3448	10.0484	611
22	232	103.77	44.7284	10.6421	666
23	232	94.05	40.7143	13.0821	734
24	231	103.64	44.8658	10.7011	689
25	231	107.73	46.6364	11.7254	696

Таблиця 2 – Згрупований розподіл витрат палива автобуса на 100 км

Діапазони значень витрат палива q , л/100 км				Частоти розподілу			
				диференціальні		інтегральні	
				абсолютні	відносні	абсолютні	відносні
i	$q_{поч}$	$<q_i \leq$	$q_{кінц}$	m_i	f_i	m_i^*	F_i
1	38	$<q_1 \leq$	40	2	0.08	2	0.08
2	40	$<q_2 \leq$	42	4	0.16	6	0.24
3	42	$<q_3 \leq$	44	8	0.32	14	0.56
4	44	$<q_4 \leq$	46	4	0.16	18	0.72
5	46	$<q_5 \leq$	48	5	0.2	23	0.92
6	48	$<q_6 \leq$	50	2	0.08	25	1
Сума				25	1		

Виконано апроксимацію експериментальних даних та отримано математичні моделі, що виражають залежність питомих витрат від середньої добової потужності пасажиропотоку на маршруті. Серед апроксимуючих функцій обрано гіперболічну, яка дає найменшу суму квадратів відхилень модельних значень питомих витрат від експериментальних. При цьому, відносно

середньоквадратичне відхилення складає 0.57 %. Побудована математична модель надає можливість достатньо точно визначати питомі витрати палива на 1 пасажиро-кілометр та на їх основі розраховувати абсолютні значення витрати палива на i -му перегоні:

$$Q_i = \left(\frac{0.457}{H_{сер}} - 0.00075 \right) \cdot A_i, \quad (1)$$

де Q_i – витрата палива на перегоні, л; $H_{сер}$ – середня за добу потужність пасажиропотоку, пас.; A_i – виконана на i -му перегоні транспортна робота, пасажиро-кілометр.

Апробацію моделі виконано за даними трьох днів періоду спостереження, які було обрано таким чином, щоб перекрити діапазони середньодобової потужності пасажиропотоку. На величину помилки моделювання (до 10 %) впливають з одного боку розсіювання статистичних даних витрат палива в окремі дні, з іншого відстані технічних пробігів автобусу без пасажирів та його режими руху на цих ділянках. За невеликої величини технічного пробігу в 6.593 км відносна похибка розрахункових значень витрат палива складає 0.45 %.

Реалізацію моделі на окремих перегонах транспортної мережі здійснено на ділянці прямого маршруту в період ранкового піку. Розраховані витрати палива на перегонах знаходяться в діапазоні від 0.08 до 0.48 літрів, а сумарна витрата палива на ділянці маршруту складає 7.257 л. Висока витрата палива на окремих перегонах пояснюється їх найбільшою довжиною порівняно з іншими перегонами на маршруті.

Висновки. Результати моніторингу експлуатаційних характеристик дизельного автобусу на міському маршруті забезпечили процедури аналізу їх динаміки протягом періоду спостереження, а також розробку та реалізацію адекватної моделі питомих витрат палива на одиницю транспортної роботи із врахуванням умов руху. Застосування отриманої моделі надає можливість розраховувати добові витрати палива, витрати на перегонах та ділянці маршруту автобусу. Визначено, що поточні витрати палива залежать як від заповнення автобусу, так і від довжини перегонів.

Список використаних джерел

1. Костьян Н.Л. До визначення продуктивності та енергоефективності транспортних засобів в умовах міської мобільності / Н.Л. Костьян, Мірослав СМЕШЕК // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2021. – Вип. 3(50). – С. 192-202.
2. Śmieszek, M., Kostian, N., Mateichyk, V., Mościszewski, J., Tarandushka, L. Determination of the model basis for assessing the vehicle energy efficiency in urban traffic. *Energies*. 2021, 14(24), 8538.
3. Veronika Harantová, Ambróz Hájnik, Alica Kalašová and Tomasz Figlus. The Effect of the COVID-19 Pandemic on Traffic Flow Characteristics, Emissions Production and Fuel Consumption at a Selected Intersection in Slovakia. *Energies*. 2022, 15(6), 2020.
4. Du, J.; et al. COVID-19 pandemic impacts on traffic system delay, fuel consumption and emissions. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2021, 10(2). p. 184-196.
5. Ahn, K., Rakha, H., Trani, A., Van Aerde, M. Estimating vehicle fuel consumption and emissions based on instantaneous speed and acceleration levels. *Journal of Transportation Engineering*. 2002, 128(2), p. 182-190.

Костьян Наталія Леонідівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет, e-mail: 438knl@gmail.com

Матейчик Василь Петрович – д.т.н., професор, декан автомеханічного факультету, Національний транспортний університет, e-mail: wmate@ukr.net

Смешек Мірослав – доктор наук, професор, професор кафедри інженерії технічних систем, Жешувська політехніка, Польща e-mail: msmieszek@prz.edu.pl

Kostyan Natalia - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technical University, e-mail: 438knl@gmail.com

Mateichyk Vasyly - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty of Automotive Engineering, National Transport University, e-mail: wmate@ukr.net

Smeszek Mirosław - Dr. Sc., Professor, Professor of Engineering Systems Engineering, Rzeszow Polytechnic, Poland e-mail: msmieszek@prz.edu.pl

УДК 656.137

Котенко В. І.

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

У дослідженні розглянуто досвід застосування алгоритмів машинного навчання для моделювання транспортних процесів. Запропоновано використовувати інструмент штучних нейронних мереж для моделювання процесу транспортування сільськогосподарської продукції у ланцюгах постачання.

The study examines the experience of using machine learning algorithms for modeling transport processes. It is proposed to use the tool of artificial neural networks to model the process of transportation of agricultural products in supply chains.

Вступ. Розвиток аграрної галузі України та підвищення попиту на продукцію сільського господарства не може не вплинути на підприємства, що функціонують у даній сфері. Перед учасниками ланцюга постачання сільськогосподарських вантажів виникає проблема ефективної організації вантажопотоків на внутрішньому та міжнародних ринках. Одним із методів вирішення цієї проблеми є впровадження систем підтримки прийняття рішень для кожного суб'єкта ланцюга постачання. Варто зауважити, що такі системи досить поширені для агрохолдингів, в той час як малі та середні фермерські господарства приймають такі рішення, використовуючи власний досвід. Тож виникає потреба формування моделі, яка стане основою для системи прийняття рішень. Поряд з цим у світовій практиці все частіше набуває популярності ведення сільського господарства на основі концепції «Сільське господарство 4.0», що базується на чотирьох принципах: підвищення продуктивності, ефективний розподіл ресурсів, адаптація до змін клімату, а також зниження харчових відходів. «Сільське господарство 4.0» передбачає використання великих даних, алгоритмів машинного навчання, штучного інтелекту, хмарних також розрахунків через формування розумних систем [1]. Для забезпечення високої конкурентної позиції нашої аграрної галузі у світі варто використати ключові ідеї цього підходу, щоб допомогти фермерським господарствам прийняти відповідні рішення та отримати вищі прибутки.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні доцільності застосування штучної нейронної мережі як інструменту машинного навчання для моделювання процесу транспортування в ланцюгах постачання сільськогосподарських вантажів.

Аналіз основних досягнень і літератури. Доцільність використання алгоритмів машинного навчання як інструменту для моделювання логістичної та транспортної системи проаналізував О. Горяїнов [2]. Серед переваг застосування машинного навчання автор виокремив підвищення точності прогнозування, зменшення транспортних витрат, підвищення ефективності доставки вантажів, зниження ризиків, пошук ключових факторів ефективності тощо.

Дослідження частоти використання машинних алгоритмів у ланцюгах постачання сільськогосподарської продукції [3] дозволило встановити, що найбільш вживаним інструментом є штучні нейронні мережі (ШНМ). При цьому досить часто у процесах транспортування вантажів використовують моделі, що поєднують двоє і більше алгоритмів машинного навчання, серед яких: штучні нейронні мережі та метод опорних векторів або штучні нейронні мережі та глибоке навчання.

Н. Celik [4] одним із перших розглянув моделювання транспортної системи з використанням штучних нейронних мереж. Результати цього дослідження свідчать про те, що регресійна модель та ШНМ може успішно об'єднати послідовний моделюючий підхід до транспортування вантажів. При цьому автор зазначив, що ШНМ з використанням теоретично

релевантних змінних як вхідних даних є дуже перспективним інструментом для короткострокового прогнозування міжрегіонального розподілу вантажопотоків.

Деякі дослідники [5] зазначають, що оптимальний маршрут для транспортних засобів належить до важливих питань у логістичних ланцюгах постачання для своєчасної доставки продукції, оскільки у більшості випадків маршрутизація не під силу людському мозку. На їхню думку, алгоритми машинного навчання такі, як ШНМ можуть створювати кращі маршрути доставки, об'єктивно та вчасно досліджувати модель транспортування, поведінку споживачів, інфраструктуру та транспортні засоби.

C. Liu та ін. [6] розробили модель сірих нейронних мереж, яка застосовується для прогнозування даних у зв'язку з порушенням процесу транспортування вантажів. Результати прогнозування можуть надати наукові докази для прогнозування попиту, управління запасами та виробництвом у ланцюзі постачання.

Вітчизняні науковці [7] за допомогою нейронної мережі у вигляді багатошарового перцептрона вирішують завдання підбору найбільш оптимального транспортного засобу в процесі транспортування сільськогосподарських вантажів за умови досягнення мінімальних витрат на транспортування вантажу під впливом зовнішнього середовища.

Результати дослідження. Під поняттям «штучної нейронної мережі» розуміють математичну модель, а також її програмне або апаратне втілення, побудоване за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. ШНМ виникла під час вивчення процесів, які протікають в мозку при спробі змодельовати ці процеси [8].

Важливою ознакою здійснення моделювання на основі штучних нейронних мереж є їх широка сфера застосування. Варто відзначити (Таблиця 1) й інші переваги застосування цього підходу для створення моделі транспортних процесів.

Таблиця 1 - Переваги застосування ШНМ для моделювання транспортного процесу постачання сільськогосподарських продуктів

Проблеми транспортного процесу постачання сільськогосподарських продуктів	Можливості вирішення проблеми
Вплив великої кількості факторів на транспортний процес	Можливість обробки великої кількості даних, виявленні складних залежностей між вхідними та вихідними даними, а також здатність виконувати узагальнення
Вплив факторів, які неможливо оцінити лінійно	Можливість апроксимації функції
Очікування суб'єктами транспортного процесу реалізації одночасно декількох цілей (максимізація прибутку, мінімізація втрат продукту, виконання операцій «точно в термін»)	Можливість застосування алгоритму оптимізації, тобто пошуку рішення, яке задовольняє системі обмежень і максимізує чи мінімізує цільову функцію
Вплив факторів, які мають погану визначеність (погодно-кліматичні умови, цінові показники)	Застосування прогнозування, тобто передбачення значення в наступний період часу
Неповнота або «зашумленість» даних	Здатність до навчання дозволяє отримати правильний результат навіть за часткової відсутності даних

Недоліками моделювання процесу штучних нейронних мереж є необхідність великої кількості даних, статистичних спостережень. Саме тут виникає проблема збору, впорядкування та доступності таких даних для проведення моделювання. Крім того, застосування такого інструменту вимагає спеціалізованих знань від дослідника. Ще одним недоліком мереж є їхня недетермінованість, тобто навчена модель являє собою «чорний

ящик», і виникає складність встановлення причинно-наслідкових зв'язків між складовими моделі [9].

Висновки. 1. Використання інструментів машинного навчання широко застосовується у світовій практиці моделювання процесів у ланцюгах постачання.

2. На основі вже існуючих досліджень проаналізовано доцільність, а також встановлено переваги та недоліки застосування підходу штучних нейронних мереж для моделювання транспортних систем.

3. Застосування штучних нейронних мереж може бути використано для моделювання транспортних процесів у постачанні сільськогосподарської продукції.

Список літературних джерел

1. Zhai, Z.; Martínez, J.F.; Beltran, V.; Martínez, N.L. Decision Support Systems for Agriculture 4.0: Survey and Challenges. *Comput.Electron. Agric.* 2020, 170, 105256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>

2. Горяинов А. Н. Машинное обучение в логистических и транспортных системах [Электронный ресурс] // Україна – ЄС: проблеми наукової та галузевої інтеграції : Матер V Всеукр. заоч. наук.-пр. конф. «Україна – ЄС: проблеми наукової та галузевої інтеграції» (м. Харків, 31 січня – 01 лютого 2020 року) / Наукове партнерство «Центр наукових технологій». – Харків: НП «ЦНТ», 2020. – С. 34-42.

3. Santoso, Imam & Purnomo, M & Sulianto, Akhmad & Choirun, A. (2021). Machine learning application for sustainable agri-food supply chain performance: a review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 924. 012059. 10.1088/1755-1315/924/1/012059. URL: https://www.researchgate.net/publication/356882651_Machine_learning_application_for_sustainable_agri-food_supply_chain_performance_a_review.

4. Çelik, H.M. (2004). Modeling freight distribution using artificial neural networks. *Journal of Transport Geography*, 12, 141-148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.003>.

5. Erfan Babae Tirkolae, Saeid Sadeghi, Farzaneh Mansoori Mooseloo, Hadi Rezaei Vandchali, Samira Aeni, "Application of Machine Learning in Supply Chain Management: A Comprehensive Overview of the Main Areas", *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2021, Article ID 1476043, 14 pages, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/1476043>.

6. C. Liu et al., An improved grey neural network model for predicting transportation disruptions, *Expert Systems With Applications.* 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.09.052>.

7. Тимочко В. О. Ідентифікація транспортних засобів у проектах сільськогосподарського виробництва / В. О. Тимочко, Р. І. Падюка, І. М. Городецький // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 1 (1277). – С. 75-79. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/35245>.

8. Павленко О.В. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних процесів». Спеціальність 275 «Транспортні технології на автомобільному транспорті», 234 с. URL: https://dl.khadi.kharkov.ua/pluginfile.php/88130/mod_resource/content/1/%D0%9B%D0%B5%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%9C%D0%A2%D0%9F.pdf (дата звернення 12.04.22).

9. Прогнозування за допомогою нейронних мереж. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/Прогнозування_за_допомогою_нейронних_мереж

Котенко Вікторія Ігорівна – аспірантка кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: mialkovska.viktoria@gmail.com

Kotenko Victoria - graduate student of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: mialkovska.viktoria@gmail.com

УДК629.3+504

Крайник Л. В., д.т.н., проф.; Кіхтан А. В.

ГІБРИДНИЙ ПРИВІД АВТОМОБІЛЯ ДЛЯ БЕЗДОРІЖЖЯ

Формування гібридного приводу повнопривідних автомобілів для бездоріжжя (на відміну від уже серійних кросове рів) здійснюється з урахуванням додаткових вимог, що обумовлені специфікою потенційної сфери використання. Це обумовлює і схему приводу і підвищені вимоги щодо потужності тягового двигуна та ємності батарей, наявності двоступеневої роздавальної коробки та захисту при переборенні водних перешкод.

The formation of a hybrid drive of all-wheel drive vehicles for off-road (in contrast to the already serial cross-ditch) is carried out taking into account additional requirements due to the specifics of the potential field of use. This determines the drive scheme and increased requirements for traction motor power and battery capacity, the presence of a two-stage junction box and protection when overcoming water obstacles.

Вступ. Гібридний (зрештою як і батарейний електричний) привід у військовій та лісо- і сільськогосподарській повнопривідній автотехніці підвищеної прохідності, що призначена і для бездоріжжя, поки ще не набув такого розповсюдження, як у авто загального призначення. Разом з тим відомо, що і нове покоління легких тактичних автомобілів США – Oshkosh L-ATV (наступник масових HMWV) та інші моделі нової генерації передбачають і модифікації власне з гібридним приводом [1]. Звично, що основним мотиваційним чинником такого ускладнення і подорожчання конструкцій не є екологія довкілля, а власне різке зниження рівня локації машини у інфрачервоному та звуковому спектрах при переході на рух тільки на електротязі при вимкненому двигуні внутрішнього згоряння. (Застосуванню з цих умов батарейного електроприводу BEV перешкоджає як проблемність зарядної інфраструктури у польових умовах, так і балістична вразливість великого блоку батарей). Відповідно сформовано концептуальні засади структури і базових характеристик гібридного малотонажного автомобіля схеми 4x4 категорії NG1.

Результати досліджень. Проведений аналіз відомих 3-х варіантів структури гібридного приводу автомобілів та нещодавніх уже серійних машин з гібридним приводом для бездоріжжя [1-3] щодо умов і вимог забезпечення певних, відчутно більших у порівнянні до існуючих серійних легкових моделей з гібридним приводом, прохідності та запасу ходу на електротязі в умовах бездоріжжя дозволяє констатувати:

- типові для автомобілів категорій M1/N1 схеми паралельного чи паралельно – послідовного гібридного приводу з існуючою агрегатною базою не забезпечують необхідну мобільність руху тільки на електроприводі в умовах заболоченого бездоріжжя насамперед з-за обмеженої потужності тягових електродвигунів (що тільки доповнюють базовий двигун внутрішнього згоряння);

- послідовна схема з базовим тяговим електродвигуном і використанням дизельного чи бензинового двигуна відчутно меншої потужності тільки у ролі приводу генератора зарядки батарей – живлення тягового приводу, що реалізована на більшості сучасних моделей міських автобусів з гібридним приводом, потенційно здатна забезпечити вимоги прохідності власне при відключеному двигуні внутрішнього згоряння.

Враховуючи невеликі потенційні обсяги збуту автотехніки високої прохідності власне з гібридним приводом (у т.ч. військових баггі, рис.) раціональним є максимальне використання як уже існуючих серійних шасі цієї категорії, так і відповідних агрегатів та систем з формуванням «гібридних» моделей [4,5].

Проблемним при цьому залишається забезпечення достатньо великого (в умовах високої енергозатратності руху власне заболоченим бездоріжжям) запасу автономного ходу на електротязі, що змінює звичні підходи і методики розрахунку-підбору як потужності та

кінематики приводу, так і необхідної ємності батарей. На підставі аналізу та розвитку відомих досліджень моделювання руху асфальтобетонними дорогами легкових автомобілів з гібридним приводом паралельної схеми [4,5], руху бездоріжжям повно-привідних автомобілів [6] та міських автобусів з приводом послідовної схеми [7] опрацьовано імітаційне комп'ютерне моделювання руху у програмному середовищі «MATLAB Simulink», що дозволяє оцінити як прохідність, так і енергозатратність руху з гібридним приводом послідовної схеми (Plug-in Hybrid) в умовах того чи іншого бездоріжжя.



Рисунок 1 – Баггі Крапус з гібридним приводом [2]

Висновки. Умови руху бездоріжжям формують специфічні обмеження швидкісних режимів повнопривідних автомобілів – для заболочених місцевостей з домінуванням швидкостей руху у діапазоні 12-40 км/год (власне з умов переборення великого опору рухові – прохідності) та для сухого бездоріжжя – у діапазоні 60-80 км/год (з умов обмежень втомі екіпажу від віброколивних навантажень). Підвищення швидкостей руху сухим бездоріжжям з цих умов реальне за рахунок суттєвого збільшення амплітуди ходів підвіски і мінімізації відриву коліс від контакту з опорною поверхнею та пробою підвіски -використання спеціально спроектованих так зв. довгоходових незалежних підвісок з амплітудою ходу «стиск-відбій» понад 400-430 мм.

Розмежування домінантних діапазонів швидкостей руху обумовлює обов'язкову наявність двоступеневої роздавальної коробки з понижувальною передачею та блокуванням міжосьового диференціала.

Максимальна потужність тягового електродвигуна повнопривідного автомобіля для бездоріжжя з умов забезпечення необхідної мобільності руху зростає у 1,7-2,2 рази у порівнянні до аналогічних за номінальною масою автомобілів загального призначення для автодоріг з твердим покриттям. Еквівалент зростання ємності батарей для співставимого запасу автономного ходу на електротязі є відчутно більшим – у 3,5-4 рази, що обумовлено відповідним ростом енергозатратності руху бездоріжжям.

Список використаних джерел

1. Giesbrecht J. Feasibility of Hybrid Diesel-Electric Powertrains for Light Tactical Vehicles /Defence Research and Development Canada, DRDC-RDDC-2018-D049, June 2018. – 21p.
2. В Литве представили гибридный багги Krampus с запасом хода 1000 км /08.09.2021 //https://focus.ua >492315-v-litve-predstavili-...

3. Гібридні автомобілі / О.В.Бажинов, О.П.Смирнов, С.А.Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков, під ред.. О.В.Бажинова – Харків, ХНАДУ, 2008 – 327с.
4. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний / О.В.Бажинов,В.Я. Дзадженко, М.В. Хакін – Харків, ХНАДУ, 2014. – 160 с.
5. Матейчик В.П. Особливості конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль/ В.П. Матейчик,М.П.Цюман, В.В.Яновський, Д.Є. Руденко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки», Київ, НТУ, 2017.Вип.3 (39).-С.87 -96
6. Грубель М.Г. Імітаційне моделювання руху колісної військової автомобільної техніки бездоріжжям та оцінка його адекватності / М.Г.Грубель, Л.В. Крайник, В.В.Хома// Автошляховик України, Київ, 2020, № 2 – С.21-28.
7. Крайник Ю.Л. Моделювання динаміки та енергетики циклічного руху міського автобуса з різними типами приводу/ Ю.Л. Крайник, О. І. Гула. // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. Віник НУ «Львівська політехніка», Львів, 2015. _ С.177-180.

Крайник Любомир Васильович – д.т.н., професор, голова правління АТ «Укравтобуспром», м. Львів, e-mail : L.Kraynyk@gmail.com

Кіхтан Андрій Володимирович – інженер, АТ«Укравтобуспром», м. Львів, e-mail: kwest@ukr.net

Krainyk Lubomyr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Chairman of the Board JSC "Ukravtobusprom", Lviv, e-mail: L.Kraynyk@gmail.com

Kikhtan Andrii - Engineer, JSC Ukravtobusprom, Lviv, e-mail: kwest@ukr.net

УДК 631.173:629

Крайник Л. В., д.т.н., проф.; Худавердян Г. А.

КОНЦЕПЦІЯ ТА ФОРМУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ ТИПУ АВТОТРАК/УНІМОГ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ТА КОМУНАЛЬНИХ ГОСПОДАРСТВ

Проблема малотонажних колісних машин для малих фермерських та комунальних господарств є очевидною і забезпечується за рахунок імпорту такої техніки. З досвіду післявоєнного розвитку країн Західної Європи і сучасної ситуації опрацьовано концепцію універсальної колісної машини категорії N1/T1/T4.3 типу Автотрак/Унімог, що поєднує в собі функції невеликого трактора з тяговим зусиллям 0,6 т та повнопривідної вантажівки для руху у т.ч. і бездоріжжям.

The problem of low-capacity wheeled machines for small farms and utilities is obvious and is provided by the import of such equipment. From the experience of post-war development of Western Europe and the current situation, the concept of a universal wheeled vehicle category N1 / T1 / T4.3 type Autotrak / Unimog, which combines the functions of a small tractor with a traction force of 0.6 tons and all-wheel drive truck in t. h and off-road.

Вступ. Розвиток машин фермерських господарств та комунальної сфери ОТГ обумовлює потребу у малотонажній колісній техніці з шасі універсального призначення, що дозволяє виконувати не тільки вантажні перевезення, у т.ч. бездоріжжям, але і за рахунок навісного/причіпного обладнання і ряд певних технологічних операцій. Машини такого типу, що забезпечують функції вантажівки підвищеної прохідності і колісного трактора знайшли своє розповсюдження у післявоєнній Європі – MB Unimog [1] (ФРН) та інші виробники в Італії [2], Австрії, зрештою віднедавна і у РФ та КНР.

Результати досліджень. Фермерські та приватні господарства в Україні, на відмінну від великих аграрних холдингів, не забезпечені відповідною малогабаритною і недорогою технікою. Імпорт переважно з КНР невеликих колісних тракторів не вирішує проблем транспортування сільськогосподарської продукції до міських ринків/оптових баз збуту у найближчих містах. Імпортна, здебільшого вживана з ЄС, автомобільна техніка категорії N1 (з умов масовості посвідчень водія власне категорії B) не передбачена для експлуатації бездоріжжям чи ґрунтовими та провінційними дорогами. З цих умов випливає очевидна реальність створення і організації виробництва в Україні універсальної колісної повнопривідної машини типу Унімог/Автотрак категорії N1, T1, T4.3 що поєднувала б як функції автомобіля вантажністю 1-1,5 т та колісного трактора класу тяги 0,6 т що дозволяє здійснювати обробіток відносно невеликих земельних угідь фермерських і особистих селянських господарств. Як приклад можна навести (серед пострадянських країн) появу у РФ такої універсальної машини Сілант 2868 (рис. 1) [3] [4] та аналогічного класу машини в Італії, Австрії, Швейцарії (рис. 2).

Концептуально дана машина вирізняється насамперед 3-х діапазонною роздавальною коробкою передач, де дві понижені передачі сформовані власне під технологічні операції по обробітку ґрунту (тяговий режим у діапазоні швидкостей руху 3-15 км/год) [5] та транспортні операції в умовах бездоріжжя/ґрунтових доріг (до 40 км/год) [6]. В основу розробки накладено використання дизельного двигуна робочим об'ємом 2.0 л, виробництво якого заплановано проекту «Слобожанський дизель» (модель 4ДТНА) у м. Харкові, паралельно опрацьовується варіант електричного батарейного приводу (BEV) на базі модифікації (схема так зв. Слов'янка) серійних тягових електродвигунів харківського заводу «Електроважмаш» та інверторів ДІАДА (м. Київ) що дозволило б зменшити залежність від імпорту нафтопродуктів та логістики сільських господарств від віддалених АЗС.



Рисунок 1 – Сілант 2868 - базове шасі



Рисунок 2 – Caron Series CTM 77.V (Італія)

Проблеми у цьому плані є, однак залежність від імпорту літій-іонних батарей, виробництво яких (на відміну від можливостей виробництва інших вузлів і агрегатів у тому числі і дизельного приводу реально існуючим промисловими потужностями) відсутнє в Україні попри наявність найбільших в Європі родовищ літію.

Висновки. Об'єктивна потреба у універсальних колісних машинах категорії N1/T1 при відповідній пільговій кредитній підтримці з боку держави зумовлює залежність проекту «Автотрак» з домінантною локалізацією виробництва впродовж 2-3 років.

Список використаних джерел

1. Hochgeländegängiger Unimog - Mercedes-Benz Trucks - Trucks you can trust. URL: https://www.mercedes-benz-trucks.com/de_DE/models/unimog-off-road.html (дата звернення: 22.03.2022).
2. CARON Agricultural tractors manufacturer. URL: <https://www.caron.it/eng/> (дата звернення: 25.03.2022).
3. А. А. Ипатов, Т. Д. Дзоценидзе, Создание новых средств развития транспортной инфраструктуры. Проблемы и решения. -М. :Металлургиздат, 2008. – 272с.
4. Дзоценидзе Т.Д. Создание малогабаритных транспортных средств для сельского хозяйства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ № 1'2009. С. 54-58.
5. Ксеневиц, И.П. Сельскохозяйственные тракторы нетрадиционных компоновок: справочное пособие / И.П. Ксеневиц, А.П. Парфенов, С.Е. Либчис; под ред. И.П. Ксеневица. — Минск, 2003. — 210 с
6. Войнаш А.С., Войнаш С.А. Автотрактор для фермерских хозяйств // Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – С.19-23.

Крайник Любомир Васильович – д.т.н., професор, голова правління ВАТ «Укравтобуспром», м. Львів, e-mail: l.kraynyk@gmail.com

Худавердян Георгій Ашотович – аспірант Львівського національного університету природокористування, м. Дубляни, e-mail: georgiu.kh@gmail.com

Krainyk Lubomyr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Chairman of the Board JSC "Ukravtobusprom", Lviv, e-mail: L.Kraynyk@gmail.com

Khudaverdyan Heorhiy - graduate student of Lviv National University of Nature Management, Dublyany, e-mail: georgiu.kh@gmail.com

УДК 62-531.6

Красноштан О. М., к.т.н., доц.

ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ВИСОКОЇ ТА НАДВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Застосування безаналогового структурного та параметричного синтезу є одним із перспективних методів синтезу інноваційних транспортних систем, що дозволяє створити структури новітніх транспортних систем високої та надвисокої продуктивності.

The use of analog-free structural and parametric synthesis is one of the promising methods for the synthesis of innovative transport systems, which allows to create structures of the latest transport systems of high and ultra-high productivity.

Вступ. На сьогоднішній день широко використовуються методи аналогового синтезу, який часто не дозволяє досягти проривних рішень у вирішенні поставлених завдань. Суть традиційного методу полягає у поетапному (ступінчастому) удосконаленні певних існуючих структур, їх окремих параметрів, що в принципі дозволяє досягти підвищення параметрів системи в цілому.

В основу існуючих методів проектування інноваційних транспортних систем покладено поєднання евристичного і розрахункового підходів. Вони передбачають початкове формування концепції інноваційних транспортних систем, визначення їх структурних композицій на основі інтуїтивно-рефлекторних процедур і подальше розрахункове визначення техніко-економічних показників всіх елементів інноваційних транспортних систем. Відмінною рисою існуючих методів є недостатня формалізація першої фази проектування, і, внаслідок цього, недостатня передбачуваність отримання необхідних рішень, відсутність гарантій вирішення завдань загалом. Зазначена особливість разом із потребою автоматизації інженерної праці та гармонізації відносин в системі «природа – техніка – людина» породжує необхідність пошуку інших методів проектування, які забезпечували б більш ефективні процедури та результати синтезу.

Поточна ситуація в Україні і світі вимагають реалізації проривних і нестандартних підходів до розвитку транспортної системи України, суміжних держав, а також систем забезпечення інтеграбельності.

Поточні реалії вимагають від транспортних систем володіння наступними показниками та реалізаціями відповідних функцій:

- Оптимальна продуктивність з можливістю швидкого (хвилеподібного) зростання продуктивності у відповідності до потреб;
- Економічна сталість та ефективності;
- Гнучкість
- Здатність до перенастроювання.

Зазначені характеристики містять у собі певні протилежності. Так, збільшення гнучкості (номенклатурності та типів вантажів, вантажних операцій) неодмінно призводить до зниження продуктивності. Або утримання надлишку продуктивності неодмінно тягне за собою погіршення фінансово-економічних показників функціонування

Сформована практика проектування складних об'єктів містить у собі два зустрічних домінуючі процеси. Процес макропроектування, тобто визначення основних параметрів головних підсистем об'єкта на ранніх етапах його проектування. Рушійним принципом цього процесу є принцип головного конструктора, метою - вибір конкурентоздатних комплексів технічних засобів, що забезпечують досяжність цілей об'єкта, і визначення основних параметрів головних підсистем об'єкта. Результати вирішення завдань цього процесу визначають простір припустимих проектних рішень завдань проектування підсистем об'єкта.

Будь-яка транспортна система при проектуванні розраховується на певний розвиток і протидію чинникам, що виникають в середині самої ТС та впливають на неї з середовища. При цьому враховується можливість розширенням цільової або допоміжних функцій системи, а також зростання її першої похідної по часу - продуктивності, та можливість вжиття управлінських дій, здатних підтримувати систему в динамічному гомеостазі. Саме ці положення створюють смислову основу для виділення, систематики і класифікації ТС та чинників, що на них впливають, з точки зору процесів розвитку.

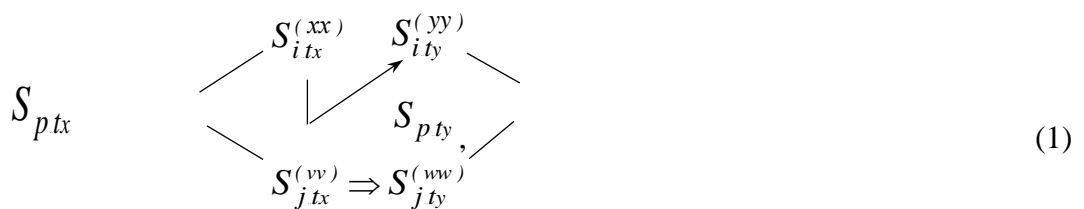
Враховуючи, що до цього часу на рівні категорій надзагального і загального не визначене чітке поняття розвитку [1,2], для транспортних систем можна під розвитком розуміти зростання їх технічного рівня (Yp). Тоді, керуючись характеристиками зміни Yp, доцільно виділити наступні види та підвиди ТС в цілому по ознакам розвитку (таблиця 1).

Таблиця 1 - Види та підвиди транспортних систем по ознакам розвитку

Клас ТС	Найменування виду системи	Умова належності до підвиду
1	ТС, що розвиваються	$dYp/dt > 0$:
1.1	ТС, що розвиваються прискорено	$dYp/dt > 0$:
1.2	ТС, що мають сталий розвиток	$dYp/dt > 0$:
1.3	ТС, що мають сповільнений розвиток	$dYp/dt > 0$:
2	Консервативні ТС	$dYp/dt = 0$:
3	ТС, що деградують	$dYp/dt < 0$:
3.1	ТС, що деградують сповільнено	$dYp/dt < 0$:
3.2	ТС, що деградують з сталою швидкістю	$dYp/dt < 0$:
3.3	ТС, що деградують прискорено	$dYp/dt < 0$:

Для подальшої побудови ієрархії класифікацій необхідне знання структурної побудови ТС, з якої витікають види і типи можливих чинників, та закономірності взаємодії чинників тих видів, що сприяють і протидіють розвиткові системи узгоджено з відповідними управлінськими діями. Це можна здійснити шляхом розгляду універсального моделюючого блоку [5].

Універсальний моделюючий блок відображає цільові та вимушені перетворення в системі з урахуванням впливу середовища:



де $S_{\xi tm}^{(kk)}$, $\xi \in \{i, j\}$ - ξ -а система (підсистема) в момент часу tm , $t \in \{x, y\}$, стан якої відповідає верхньому індексу (kk), $kk \in \{xx, yy, vv, ww\}$, S_p - середовище; подвійною горизонтальною стрілкою позначено цільове перетворення, а одинарною ламаною - вимушене, яке виникає внаслідок зміни ресурсу перетворюючої системи S_i при її дії на систему S_j , що перетворюється; одинарні похилі прямі відображають взаємодію системи (підсистеми) із середовищем. Залежність (1) відображає загальну структуру взаємодіючих систем (підсистем) протягом двох фаз: початкової (індекси підсистем xx та vv), та кінцевої (індекси підсистем yy та ww). Для ТС в цілому ця залежність отримана шляхом підстановки у відповідність кожній функції свого елемента, який її реалізує, з врахуванням знаходження у середовищі, виходячи із визначення системи. Виходячи з третього визначення поняття системи [6] можна встановити можливість її застосування також для надсистеми і підсистем ТС.

Усі елементи системи (надсистеми, підсистем), що входять до моделі (1), є породжувачами або носіями чинників, які можуть по-різному проявлятися у процесі розвитку як зміни системи в часі. Через це однією з класифікаційних ознак чинників повинна бути можливість прогнозування часу їх появи. Другою ознакою є належність чинника до системи чи її середовища. Третя ознака може відображати головну субстанцію, яку несе або змінює чинник. Ці ознаки є універсальними, відповідаючими усім ієрархічним рівням ТС.

Враховуючи вказане та приймаючи до уваги спрямованість дії, можна створити загальну множинну класифікацію видів чинників розвитку ТС (таблиця 2).

Таблиця 2 - Загальна множинна класифікація видів та підвидів чинників розвитку транспортних систем

Ознака виду чинника	Клас виду	Характеристика чинника	Підклас-підвид
Спрямованість дії	1	Прискорює розвиток	1.1
		Нейтральний до процесу розвитку	1.2
		Сповільнює розвиток	1.3
Прогнозованість прояви в часі	2	Систематичний (регулярний)	2.1
		Стохастичний	2.2
Належність до суб'єктів системи	3	Внутрішній	3.1
		Зовнішній	3.2
Вид основної (цільової) субстанції, що змінює чинник	4	Речовина	4.1
		Енергія	4.2
		Інформація	4.3.
		Речовина і енергія	4.4
		Речовина і інформація	4.5
		Енергія і інформація	4.6.
		Речовина, енергія і інформація	4.7

Подальша класифікація чинників вимагає виділення їх типів. Це можна виконати, розподіливши суб'єкти (підсистеми) ТС на складові. Для ТС такими складовими у загальному виді є люди (фахівці і пасажери) та технічні засоби, що належать до підсистем $S_{\xi tm}^{(kk)}$, $\xi \in \{i, j\}$, формуючих відповідні типи чинників.

У найбільш загальному вигляді можна виділити три типи чинників по критерію впливу на характеристики зміни Y_r : прискорюючі розвиток, нейтральні та сповільнюючі розвиток.

Прискорюючі чинники надають ТС речовинні, енергетичні, інформаційні або комплексні ресурси відповідно до 4-го виду (таблиця 2) основних субстанцій розвитку. Ці чинники є цільовими і, як правило, плановими.

Нейтральні чинники реалізують допоміжні функції ТС і, за визначенням, на зміну Y_r не впливають.

Чинники, що сповільнюють розвиток, можуть протидіяти (гальмувати, зменшувати можливості виконувати цільову функцію) розвиткові ТС. Це не детерміновані і не планові чинники, вони можуть мати систематичну і стохастичну природу. Поява останніх в часі не прогнозована.

Реальні ТС на початку розвитку знаходяться під впливом систематичних і стохастичних стримуючих чинників. Систематичні чинники поступово детермінуються, а їх сповільнюючі дія компенсується чи нейтралізується. Для зменшення або повної ліквідації негативного впливу чинників стохастичної природи вживаються оперативні управлінські дії, що забезпечують адаптацію ТС до нових умов функціонування.

Проектування системи виконується таким чином, щоб в ній був певний запас ресурсів, якими і нейтралізуються (компенсуються) чинники, що сповільнюють розвиток. Разом з тим, при подальшому розвитку ТС, рано чи пізно, проявляться так звані «вузькі місця» внаслідок того, що при проектуванні система розраховувалась на нижчі, ніж стали в процесі розвитку, показники. Це вимагає «розшивки» цих місць.

Після «розшивки вузьких місць», внаслідок зменшення її ресурсу та підходу до межі дії природних (фізичних, хімічних, біологічних) чи соціальних обмежень, подальший розвиток системи стає неможливим. Необхідна перебудова ТС для виконання нових завдань.

У таблиці 3. наведена класифікація чинників протидії розвитку, заходів, що їх нейтралізують або компенсують, та ієрархічні рівні і види підсистем, що протидіють.

Таблиця 3 - Класифікація чинників протидії розвитку та заходів, що їх нейтралізують або компенсують.

Клас чинника	Чинники протидії розвитку ТС	Заходи протидії	Ієрархічний рівень і вид підсистеми, що протидіють
1	Систематичні не детерміновані чинники	Детермінація і компенсація ресурсами ТС	Підсистема управління ТС
2	Чинники стохастичної природи	Адаптація ТС	Підсистема управління ТС
3	«Вузькі місця»	Реконструкція (модернізація) ТС для «розшивки вузьких місць»	Надсистема або підсистема управління ТС
4	Фізичні (хімічні, біологічні) або соціальні обмеження	Перебудова ТС	Надсистема або підсистема управління ТС

Як видно з наведених даних, негативний вплив не детермінованих систематичних чинників та чинників стохастичної природи компенсує сама система за рахунок внутрішніх резервів на основі рішення підсистеми управління. Для «розшивки вузьких місць» внутрішніх ресурсів системи, як правило, недостатньо. Через це потрібна дія надсистеми. При достатній кількості ресурсів рішення про модернізацію ТС може прийняти її підсистема управління. Рішення про перебудову системи при підході її до межі природних або соціальних обмежень приймає сама система або надсистема.

Список використаних джерел

1. Тернюк Н.Э., Авдеенко Е.В. Особенности современного состояния комплексов научных и учебных дисциплин «Техноведение». / Новый коллегіум. (Научный информационный журнал Проблемы высшего образования). - 2006, №2, с. 18 - 23.
2. Попкова Н.В. Философия техносферы. - М.: Издательство ЛКИ. 2008,. – 544 с.

Красноштан Олександр Михайлович – к.т.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com

Krasnoshtan Oleksandr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com

УДК 629.083+62-843.3

Кривошапов С. І., к.т.н., доц.; Серебряков В. О., Бражник В. О.

РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ГАЗОБАЛОННОМУ ЛЕГКОВОМУ АВТОМОБІЛІ НА ПРИКЛАДІ ВАЗ-1118

Доопрацьована математична модель визначення витрати палива для автомобілів, які обладнані газовою паливною системою. Досліджено вплив фізико-хімічних властивостей палива на витрату. Отримані графічні залежності витрати палива для автомобіля ВАЗ-1118, який працює на бензині та скрапленому газі. Розширено математичну модель визначення викидів шкідливих речовин для автомобілів, що працюють на газовому паливі. Отримані порівняльні експлуатаційні характеристики викидів CO, NO і CH на прикладі автомобіля ВАЗ-1118.

The mathematical model for determining fuel consumption for vehicles equipped with a gas fuel system has been improved. Studies have been carried out on the influence of the physicochemical properties of fuel on its consumption. Graphical dependences of fuel consumption for the VAZ-1118 car, which runs on liquefied petroleum gas, have been obtained. The mathematical model for determining emissions of harmful substances for vehicles with gas-cylinder equipment has been expanded. Comparative performance characteristics of CO, NO and CH emissions were obtained using the example of a VAZ-1118 passenger car.

Кількість автомобілів постійно зростає і, як слідство, буде зростати забруднення навколишнього середовища. виправити ситуацію можна тільки за рахунок якісних заходів, спрямованих на зниження викидів кожного автомобіля.

Знизити забруднення навколишнього середовища можна за рахунок переходу на альтернативні види палива, включаючи ЗНГ і СПГ.

На величину викидів шкідливих речовин значно впливає витрата палива. Методика проф. Говоруценко М.Я. [1] передбачає розрахунок витрати палива для автомобілів з карбюраторною та дизельною паливною системою. Адаптуємо цю методику для розрахунку витрати палива автомобілів, які використовують газове паливо.

Основна формула для розрахунку витрати палива в л/100 км [1]:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \cdot \left[A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2) \right]. \quad (1)$$

де V_a - швидкість автомобіля, км/год.; A , B , C - постійні коефіцієнти; η_i - індикаторний коефіцієнт корисної дії; i_k - середньозважене передаточне число коробки зміни передач; ψ - коефіцієнт сумарного дорожнього опору руху автомобіля; k - фактор обтічності, Н·с²/м²; G_a - вага автомобіля, Н.

Зважаючи на кращу гомогенізацію паливо-повітряної суміші і найкращий розподіл по циліндру двигуна приймаємо індикаторний ККД газового палива трохи вище ніж бензинового.

Використовуватимемо наступну залежність:

$$\eta_i \approx 0.35 \cdot \alpha. \quad (2)$$

Коефіцієнт надлишку повітря α залежить від режиму навантаження двигуна.

Цю залежність апроксимуємо кусочно-лінійною регресивною моделлю у вигляді:

$$\alpha = a_1 + b_1 \cdot N_1. \quad (3)$$

Приймаємо наступні значення коефіцієнтів a_1 і b_1 для газового двигуна:

- для діапазону $N_1 < 20$: $a_1 = 0.8$ і $b_1 = 0.1$;
- для діапазону $20 < N_1 < 80$: $a_1 = 0$ і $b_1 = 1$;

- для діапазону $N_1 > 80$: $a_1 = -0.007$ і $b_1 = 1,57$.

У формулу витрати палива (1) включені коефіцієнти А, В, С, які залежать від якості застосовуваного палива, а саме: H_n - нижчої теплоти згоряння (кДж/кг) та ρ_T - щільності палива (кг/м³).

Хімічний склад пропану [11]: частка вуглецю - 0.817, частка водню - 0.182. Нижча теплота згоряння пропану - $H_n = 46,47$ МДж/кг, щільність палива рідкої фази - 0,542 кг/м³. Хімічний склад бутану: частка вуглецю - 0.545, частка водню - 0.455.

Природний газ складається з метану (СН₄) - 95 % та етану (С₂Н₆) - 5 %. Нижча теплота згоряння становитиме $H_n = 49,74$ МДж/кг.

Основна формула для розрахунку викидів шкідливих речовин в г/км [2]:

$$Q' = 0.0548 \cdot M_{\text{ев}} \cdot \rho_m \cdot (A_2 + B_2 \cdot N_1 + C_2 \cdot N_1^2) \cdot Q \cdot \alpha, \quad (2)$$

де M_x - молекулярна маса шкідливої речовини, г/моль; ρ_T - густина палива, г/см³; A_2, B_2, C_2 - постійні коефіцієнти, що залежать від типу встановленого на автомобілі двигуна й виду шкідливої речовини; N_1 - відсоток використання потужності, %; Q - витрата палива, л/100 км; α - коефіцієнт надлишку повітря.

В таблиці 2.3 наведено значення коефіцієнтів A_2, B_2, C_2 для автомобілів, які в якості палива використовує газ. Коефіцієнти отримані після обробки результатів експерименту та посилок [4, 5]. Результати експерименту були оброблені методом найменших квадратів, та отримані коефіцієнти регресійної моделі полінома другого ступеня.

Таблиця 2.3 - Значення молекулярної маси і коефіцієнтів A_2, B_2, C_2 у різних видів шкідливих речовин для автомобіля ВАЗ 1118, якій працює на газовій суміші

Шкідлива речовина	Значення коефіцієнтів			
	M_x	A_2	B_2	C_2
СО	28	2.88	-0.0697	$0.438 \cdot 10^{-3}$
NO _x	30	$6.52 \cdot 10^{-3}$	$2.38 \cdot 10^{-3}$	$-1.7 \cdot 10^{-6}$
C _n H _m	86	0.046	$-0.46 \cdot 10^{-3}$	$2.79 \cdot 10^{-6}$

На рис. 1 зображена графічна залежність витрати газової суміші (л/100 км) для автомобіля ВАЗ 1118. На рис. 2 – 4 зображені графічні залежності змісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах для автомобіля ВАЗ 1118, на якому встановлено газобалонне обладнання.

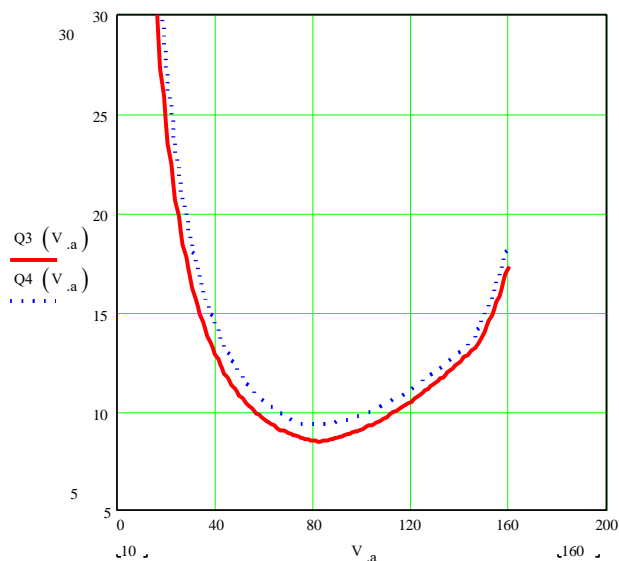


Рисунок 1 – Витрата газу на автомобілі ВАЗ-1118 від швидкості руху

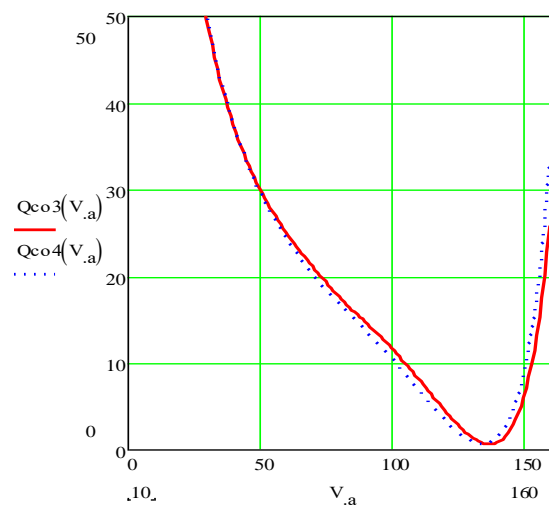


Рисунок 2 – Зміст оксиду вуглецю (CO) у відпрацьованих газах автомобіля ВАЗ-1118, якій працює на газовій суміші

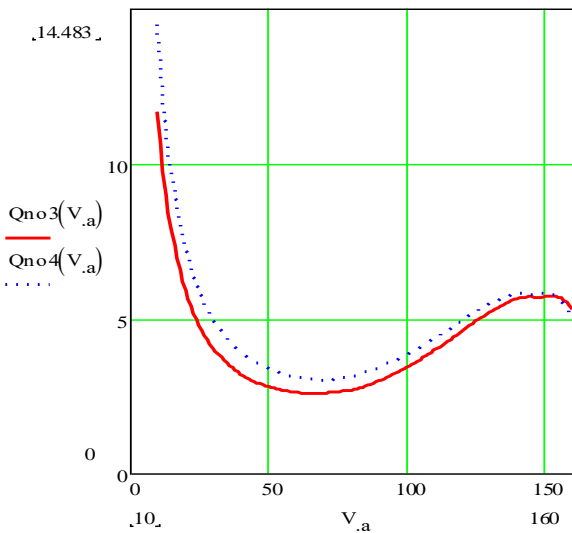


Рисунок 3 - Зміст оксиду азоту (NO) у відпрацьованих газах автомобіля VAZ-1118, якій працює на газовій суміші

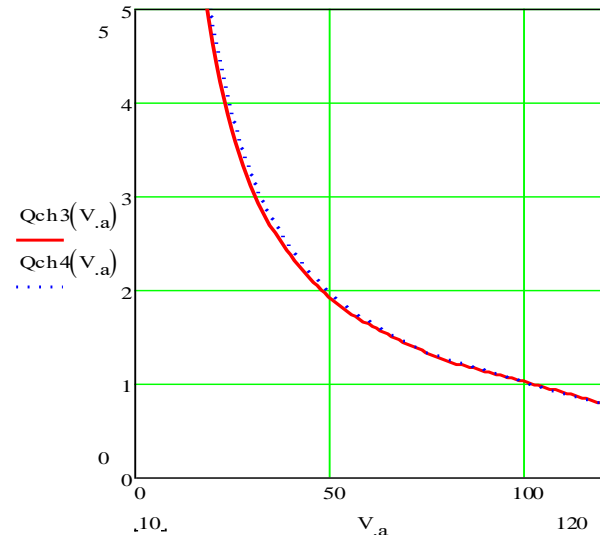


Рисунок 4 - Зміст вуглеводню (CH) у відпрацьованих газах автомобіля VAZ-1118, якій працює на газовій суміші

За наведеним алгоритмом можливо оцінити паливну економічність та екологічну безпеку інших транспортних засобів, які експлуатуються за газовому паливі.

Список використаних джерел

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 474 с.
2. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1990. - 135 с..
3. Энергетика: история, настоящее и будущее. Т. I : От огня и воды к электричеству : в 4 т. / В. И. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. И. Н. Карп [и др.]. - Киев : [б.и.], 2005. - 304 с.
4. Ковальчук Л.И., Мишачков И.В. Сравнительная оценка выбросов оксида углерода с ОГ двигателем с принудительным зажиганием при работе на бензине и топливном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. - №5 (53). - С. 40-45..
5. Смоленская Н.М., Смоленский В.В. Токсичность отработавших газов в бензиновых двигателях при работе на сжатом природном газе и бензине // Вестник ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. – 2018. - № 4. - С. 47-65.

Кривошанов Сергій Іванович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua

Серебряков Владислав Олександрович – магістрант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: dragonfromskyrin@gmail.com

Бразник Вадим Олександрович – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: vadimka.br22@gmail.com

Krivoshapov Sergey– Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Operation and Service of Cars, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua

Serebryakov Vladislav – master, Kharkov National Automobile and Road University, e-mail: dragonfromskyrin@gmail.com

Braznik Vadim – student, Kharkov National Automobile and Road University, e-mail: vadimka.br22@gmail.com

УДК 629.113

Кужель В. П., к.т.н., доц.; Буда А. Г., к.т.н., доц.; Гладій В. А.

КЛАСИФІКАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЧАСНИХ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛЕЙ

Розглядається сучасна класифікація і характеристики моделей легкових автомобілів з врахуванням маркетингових принципів для створення в подальшому унікальної комерційної пропозиції.

The modern classification and characteristics of car models are considered, taking into account marketing principles to create a unique commercial offer in the future.

Зазначимо, що на сьогоднішній день зовнішній дизайн транспортного засобу [1, 2] здебільшого залежить від того, до якого класу він відноситься. Зусилля автовиробників спрямовані до забезпечення переваг [3, 4], які що враховують сучасні технологічні аспекти (зовнішні форми та функціональні можливості). В свою чергу, зі зміною нових форм авто, для виробників постає задача пошуку нових технологічних прийомів та нових матеріалів [5-7].

У всьому світі єдиної класифікації моделей не існує. Кожна країна, залежно від географічних особливостей вводить свою. Європейські країни, Франція та Іспанія, поділяє на підвиди, які залежать від умовної податкової потужності двигуна. У східних країнах, Японія та Китай, класифікація досить спрощена, враховує три підвиди і заснована на об'ємі двигуна і розмірах кузова. Для США – їх класифікація залежить від внутрішнього розміру авто та від розміру колісної бази. У нашій же країні легкові автомобілі класифікують за європейською таблицею. Це зручно і достатньо просто – всього лише 10 варіантів – 6 класів (перші літери латинського алфавіту) і 4 види типу кузова.

Клас «А» – це досить компактний, можливо не досить зручний, проте економічний автомобіль (рис. 1). Розмір його салону розрахований всього максимум на 2-х чоловік і невеликий багаж. Цей автомобіль більш поширений для використання в містах. До представників цього класу можна віднести такі автомобілі, як Renault Twingo і Peugeot 106, а також Daewoo Matiz.

Клас «В» – більше за попередній і є компактним автомобілем (рис. 2), крім того має передній привід. Більш придатний для недалеких подорожей, за кількістю місць 2. Користується попитом серед водіїв-чоловіків Європи, хоча у країнах СНД, такі авто більше відносять до жіночої моделі: Skoda Felicia, FIAT Punto і Peugeot 206.



Рисунок 1 – Моделі автомобіля класу «А»



Рисунок 2 – Моделі автомобіля класу «Б»

Клас «С» – ще одна назва «гольф-клас» (рис. 3), відноситься до найпоширенішого варіанту у Європі. Крім того, відсоток продажів складає близько 30% всього ринку індустрії. До цього підвиду можна спокійно відносять вітчизняні моделі ВАЗ-у. Автомобілі досить

компактні, але в той же час і дуже місткі (розраховані на 4-5 осіб). До них відносять: Honda Civic, Opel Astra, Kia Rio, Suzuki Baleno, Peugeot 306, Toyota Corolla, Ford Escort, Mazda 323.

Клас «D» – середніх розмірів або сімейний клас (рис. 4). Автомобіль хорошої місткості та має високі споживчі характеристики. У свою чергу, їх розділяють на звичайні сімейні авто і на елітні моделі. Звичайні моделі досить популярні із-за помірної ціни: Hyundai Elantra, Honda Accord, Nissan Primera, Renault Laguna, Skoda Octavia, Peugeot 406, Mitsubishi Carisma. Елітні, такі як Audi A4 і BMW серії 3 зустрічаються в меншому числі.

Клас «E» – в Європі ця модель вважається вищим середнім класом (рис. 5). Такі машини зазвичай купуються для ділових людей. Їх вважають найбільш зручними, просторими і місткими. Однак, останнім часом відсоток їх продажу дещо впав. Цінова політика залежить від комплектації, марки і типу кузова, до них відносять Opel Omega, Audi A6, Toyota Camry.

Клас «F» – невиправдано дорогі автомобілі представницького класу (рис. 6). Ці машини практично не купуються звичайними людьми. До цього класу можна віднести такі моделі як Audi A8, BMW серії 7, Jaguar XJ8.



Рисунок 3 – Моделі автомобіля класу «C»



Рисунок 4 – Моделі автомобіля класу «D»



Рисунок 5 – Моделі автомобіля класу «E»



Рисунок 6 – Моделі автомобіля класу «F»

«Мінівен» – досить поширена модель в країнах Європи, а також і в США (рис. 7). У більшості випадків, використовується як сімейна машина, але нерідко і для робочих справ. Відмінна модель для подорожей на великі відстані. Розрахована на 6-9 осіб, включаючи водія. Може також використовуватися для вантажопасажирських перевезень. Наприклад, Ford Windstar, Hyundai H-1, Mitsubishi Space Gear.

«Позашляховик» – така машина більше популярна в США, хоча, з врахуванням доріг та клімату, може використовуватися і в Україні. Наявність місць від 4 до 9, включно з водієм. Такі машини, за їх розміром, можна поділити на малі, середні і великі позашляховики. А також на швидкохідні, для їзди як по хороших дорогах так і в будь-якій місцевості. За ціною для звичайного обивателя це досить дорогий варіант – Suzuki Jimny, Lexus RX300, Chevrolet Tahoe або Range Rover.



Рисунок 7 – Моделі автомобіля «Мінівен»

Рисунок 8 – Моделі автомобіля «Позашляховик»

«Купе» – на вигляд гарна машина (рис. 9), але не досить зручна, оскільки існують обмеження за площею. Крім цього, всі дорожні вади передаються на кузов і сидіння. Представники цього класу: FIAT Coupe, Ford Cougar, а також Porsche 911 і Jaguar XK8 Coupe.

«Кабріолет» – не зовсім практичний автомобіль (рис. 10). Більше для любителя сонця і свіжого повітря. Є звичайно моделі з відкидним верхом. Правда в нашій країні таких любителів небагато. Відсоток вільних продажів досить малий, до них відносять: BMW M Roadster і Mercedes-Benz SLK 230K.



Рисунок 9 – Моделі автомобіля «Купе»

Рисунок 10 – Моделі автомобіля «Кабріолет»

Розглянуті різновиди сучасних авто в цілому, в першу чергу, відповідають своїм смакам і побажанням споживача. Зовнішні форми авто підтверджують прихильність водія до певного стилю та бажанням створити яскравий стиль.

Список використаних джерел

1. Weingroff, Richard F. The Genie in the Bottle: The Interstate System and Urban Problems, 1939–1957 (англ.) // Public Roads : journal. – Washington, DC: Federal Highway Administration, 2000. – September–October (vol. 64, no. 2). – ISSN 0033-3735. (англ.)
2. L. Morello, Lorenzo Rosti Rossini, Giuseppe Pia, Andrea Tonoli. Historical Evolution // The Automotive Body. – Springer Science & Business Media, 2011. – Vol. I: Components Design. – P. 3–32. – 668 p. – ISBN 978-94-007-0512-8. – doi:10.1007/978-94-007-0513-5. (англ.)
3. Буда А. Г. Графічні моделі конструювання форм кузова автомобіля / Буда А. Г, Кужель В. П., Юров А. Р. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - Випуск №1(5). – С. 32-37.
4. Кужель В. П. Варіанти моделювання зовнішніх форм автомобіля застосуванням сучасних технологій 3D графіки / Буда А. Г., Кужель В. П., Юров А. Р. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. - Випуск №1(10). – С. 38-43.
5. Буда А. Г. Моделювання зовнішніх поверхонь легкового автомобіля в тривимірному просторі за допомогою сплайнів / Буда А. Г, Кужель В. П., Юров А. Р. // Вісник Машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. – С. 26 – 34.

6. Буда А.Г. Аналіз аеродинамічних властивостей кузовів сучасних автомобілів / А.Г. Буда, В.П. Кужель, В.А. Гладій //Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 27 - 29.

7. Кужель В. П. Сучасні підходи до моделювання зовнішніх форм легкового автомобіля в 3D середовищі / Буда А. Г., Кужель В. П., Юров А. Р. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. №2 (82), 2018. – С. 74 – 82.

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет. e-mail: kuzhel2017@gmail.com, kuzhel_v@vntu.edu.ua

Буда Антоніна Героніївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри опору матеріалів, теоретичної механіки та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: antbu@ukr.net

Гладій Владислав Андрійович – студент, Вінницький технічний коледж

Kuzhel Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University. e-mail: kuzhel2017@gmail.com, kuzhel_v@vntu.edu.ua

Buda Antonina - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Material Resistance, Theoretical Mechanics and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: antbu@ukr.net

Gladiy Vladislav - student, Vinnytsia Technical College

УДК 629.3.083

Кукурудзяк Ю. Ю., к.т.н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Застосування інтелектуальних методів обробки інформації дає можливість створити систему автоматизованого визначення умов експлуатації міських пасажирських автобусів з метою оптимізації прийняття рішень щодо експлуатації кожної окремої транспортної одиниці на основі оперативного врахування великої кількості факторів, що впливають на умови експлуатації.

The use of intelligent methods of information processing makes it possible to create a system of automated determination of operating conditions of urban passenger buses in order to optimize decision-making on the operation of each transport unit based on operational consideration of many factors influencing operating conditions.

Вступ. Ефективна експлуатація міських пасажирських автобусів є основою забезпечення потреб в перевезеннях пасажирів при мінімально можливих витратах із забезпеченням достатнього рівня безпеки та комфорту. Це можливо при високому рівні технічної готовності транспортних засобів.

Рівень технічної готовності міських пасажирських автобусів залежить від багатьох факторів, серед яких вагоме місце займає вчасне та якісне виконання робіт обслуговування і поточного ремонту. Ці роботи можуть виконуватися періодично "за ресурсом" як передбачає планово-попереджувальна система [1]. Інший підхід "за станом" ґрунтується на врахуванні індивідуальних особливостей, а також умов експлуатації кожної окремої транспортної одиниці. Умови експлуатації міських пасажирських автобусів залежать від маршрута на якому вони експлуатуються. На різних маршрутах ці умови різні і вони змінюються з часом. Отже, питання оперативної ідентифікації умов експлуатації автобусів на різних ділянках окремих маршрутів є досить актуальним.

Мета роботи. Дослідити основні принципи автоматизованої ідентифікації умов експлуатації міських пасажирських автобусів на основі методів інтелектуальної обробки інформації.

Аналіз існуючих рішень. Питання визначення та класифікації умов експлуатації автобусів міського пасажирського транспорту розглядалось у досить великій кількості наукових робіт [3, 4, 6]. Умови експлуатації автобусів на окремих міських маршрутах пасажирського транспорту можуть бути визначені базуючись на класифікації складності маршрутів [3, 4], де передбачено розподіл маршрутів на окремі категорії на основі дорожніх і транспортних умов. Однак, багато факторів, що впливають на ці умови є змінними і випадковими величинами. Це дає підстави констатувати те, що застосування алгоритмічних методів при визначенні умов експлуатації не завжди дає бажаний результат. При неоднозначності і випадковості вхідних даних більш доцільним є застосування методів інтелектуальної обробки інформації [7].

Результати дослідження. Ефективність експлуатації автобусів міського пасажирського транспорту характеризується певними показниками, які можна розділити на окремі групи: експлуатаційно-економічні, які враховують витрати та доходи під час експлуатації транспортних засобів; екологічні, які враховують фактори забруднення навколишнього середовища; соціальні, які враховують забезпечення потреб у перевезенні пасажирів.

Показники ефективності експлуатації міських пасажирських автобусів визначаються з метою прийняття рішень щодо можливості та доцільності експлуатації окремої транспортної одиниці на заданому маршруті руху. Показники ефективності експлуатації є змінними

величинами. Вони залежать від багатьох факторів, серед яких досить вагомими є технічний стан транспортних засобів та умови їх експлуатації. Постійне визначення показників ефективності експлуатації може здійснювались за допомогою системи автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу (АІЕМ) [2]. Дана система є системою допомоги прийняття рішень і призначена для пошуку оптимального оперативного рішення щодо експлуатації кожної окремої транспортної одиниці із врахуванням великих обсягів вхідної інформації різної природи.

Врахування умов експлуатації транспортних засобів під час моніторингу показників ефективності експлуатації є досить складною задачею. Це пояснюється тим, що окремі фактори умов експлуатації є змінними величинами, які можна вважати випадковими. З цього випливає, що врахування категорії складності маршрута є недостанім для ідентифікації умов експлуатації певного окремого типу автобусів на визначеній ділянці дороги або певній частині міського маршрута.

Умови експлуатації є об'єктом класифікації і залежать від транспортних та дорожніх умов. Частина факторів транспортних та дорожніх умов є постійними величинами, а інша частина – випадковими величинами. Необхідно розробити модель, що враховує вплив умов експлуатації на прийняття оперативних експлуатаційних рішень. При цьому вважається, що на даному проміжку часу враховується технічний стан транспортного засобу і він є визначеним для кожної окремої транспортної одиниці. Застосування математичних алгоритмічних методів для вирішення такої задачі не дасть бажаного результату. Це пояснюється великими обсягами вхідної інформації різної природи, яка представлена як в числовій так і в лінгвістичній формі. Більш доцільним є застосування методів інтелектуальної обробки інформації, які здатні вибирати оптимальні рішення на основі раціональної обробки всієї доступної інформації, а також врахування накопиченого досвіду. Найбільш поширеними інтелектуальними системами є штучні нейронні мережі, системи евристичного пошуку (генетичні алгоритми), системи основані на знаннях (експертні системи, системи логічних висновків). Такий підхід передбачає формування бази знань, яка містить правила за якими здійснюється пошук оптимального рішення.

Умови експлуатації для кожної окремої транспортної одиниці в системі автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу визначаються динамічно в автоматизованому режимі наступним чином. Ідентифікація умов експлуатації здійснюється на кожному перегоні маршрута по якому рухається автобус, враховуючи всі фактори, що відносяться до даної ділянки дороги. Врахування факторів умов експлуатації можна розділити на два напрямки – на основі чітких висновків і на основі нечітких висновків.

Формування системи нейро-нечітких логічних висновків передбачає об'єднання методів нечіткої логіки та методів штучних нейронних мереж. Такий підхід можна обґрунтувати наступним. Застосування методів нечіткої логіки дає можливість врахування факторів, які є змінними і випадковими величинами. До таких факторів можна віднести завантаженість транспортного засобу, швидкість руху на окремих ділянках дороги, ступінь і ймовірність заторів, умови початку руху від зупинок. Ці величини можна подати у вигляді лінгвістичних змінних. Застосування методів штучних нейронних мереж дає можливість використати їх основну перевагу – можливість накопичення інформації бази знань і самонавчання системи [7]. Таким чином реалізується принцип накопичення інформації щодо умов експлуатації транспортних засобів на будь-якій ділянці дороги (перегоні окремого маршрута) транспортної мережі міста.

Висновки. Врахування умов експлуатації транспортних засобів на маршрутах міського пасажирського транспорту необхідно здійснювати в автоматизованому режимі. Такий підхід забезпечується створенням системи, яка базується на методах інтелектуальної обробки інформації, що має змінний, випадковий характер і різну природу. Систематичне наповнення бази знань забезпечує самонавчання системи і підвищує достовірність результатів визначення умов експлуатації для будь-якої ділянки в залежності від часу доби, дня тижня та пори року.

Оперативна ідентифікація умов експлуатації автобусів є основою функціонування системи допомоги прийняття рішень щодо експлуатації кожної окремої транспортної одиниці.

Список використаних джерел

1. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
2. Кукурудзяк Ю.Ю. Система автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу технічного стану та експлуатаційних показників автомобілів / Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту : наук. журнал. – Луганськ : СНУ ім. Володимира Даля. – 2012. – № 9 (180), Ч. 1. – С. 136–140.
3. Максимов В.А. Научные основы повышения эффективности использования городских автобусов средствами инженерно-технической службы: Дис. ... док. техн. наук: 05.22.10. – М, 2000. – 435 с.
4. Прохоров В.Н. Научные основы управления эффективностью эксплуатации городских автобусов: Автореф. дис... д-ра. техн. наук. – Владимир: МАДИ, 2009. – 38 с.
5. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
6. Формальчик Є.Ю. Експлуатаційна надійність автобусів міського громадського транспорту / Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського: наук. журнал. – Львів : Національний університет "Львівська політехніка", 2016. – Випуск 1/2016 (96) – С. 91–96.
7. Штовба С.Д. Логічне виведення за ієрархічними гібридними нечіткими базами знань. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції "Обчислювальний інтелект", Черкаси, Україна, 14-17 травня 2013 р.

Кукурудзяк Юрій Юрійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: uk34@ukr.net

Kukurudziak Yurii - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: uk34@ukr.net

УДК 629.331

Ланець О. В., к.т.н., доц.; Манзяк М. О.

МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ КІНЕМАТИКИ НЕЗАЛЕЖНОЇ ДВОВАЖІЛЬНОЇ ДОВГОХОДОВОЇ ПІДВІСКИ ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Потреба підвищення мобільності автомобільної техніки в умовах сучасних гібридних військових конфліктів зумовила появу і поступовий перехід на незалежні, значно збільшеної амплітуди ходу, підвіски на новій генерації колісних машин. Відповідно це зумовило і актуальність оптимізації кінематики такого типу підвіски, на здвоєних поперечних важелях, в умовах бездоріжжя.

The need to increase the mobility of vehicles in modern hybrid military conflicts has led to the emergence and gradual transition to independent, significantly increased amplitude, suspension on the new generation of wheeled vehicles. Accordingly, this led to the relevance of optimizing the kinematics of this type of suspension, on double wishbones, off-road.

Вступ. Збільшення швидкостей руху та мобільності автомобілів бездоріжжям – реальне. Насамперед з умов мінімізації так зв. „пробоїв” підвіски на ході стиску та „вивішування” – втрати контакту шини з опорною поверхнею на ході відбою. Статистично, як свідчать результати досліджень мікропрофілю бездоріжжя, висоти нерівностей у 98-99% вписуються у 400мм [1], що і обумовило появу незалежних довгоходових підвісок типу Timoney, що вже реалізовані на новому поколінню військових автомобілів Oshkosh, Bushmaster (що вже є в ЗС України), нових КамАЗ-43502 та інші. [2-6].

Результати досліджень. Відповідну амплітуду ходів підвіски на двох поперечних важелях (що забезпечує кращий розподіл динамічних навантажень несучої основи шасі у порівнянні з іншими схемами підвісок) можна реалізувати тільки за рахунок видовження важелів підвіски та переходу від звичного досі кріплення верхніх кінців до рами автомобіля шляхом формування окремого, підрамного силового блоку – картера з фіксацією верхньої частини до рами (рис.1, колія 2030мм обрана з умов прохідності – однотипності колії для мало- і середньотонажних автомобілів [4].

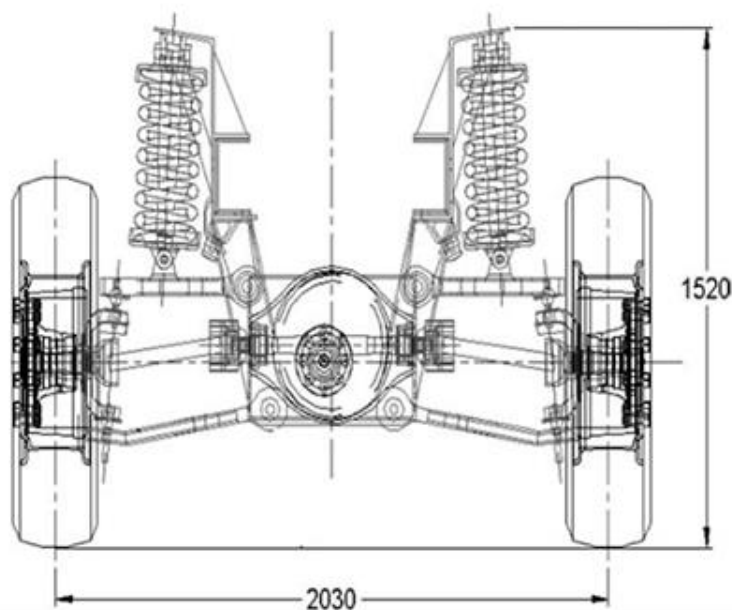


Рисунок 1 – Кінематична схема незалежної підвіски типу Timoney

Межі верхнього габариту визначаються діаметром і ходом пружин відповідно до статичного навантаження на вісь. Розміщення поперечних важелів такої підвіски формує висоти поздовжнього та поперечного кренів, а також кінематику повного ходу – амплітуди та зміни геометрії установки коліс (сходження, розвал) упродовж ходу підвіски. З урахуванням реалій макропрофілю потенційних місцевостей руху компютеризований синтез кінематики підвіски слід розпочинати на 2D-моделі еквівалентної схеми – як приклад для ведучої осі автомобіля на рис. 2. [7].

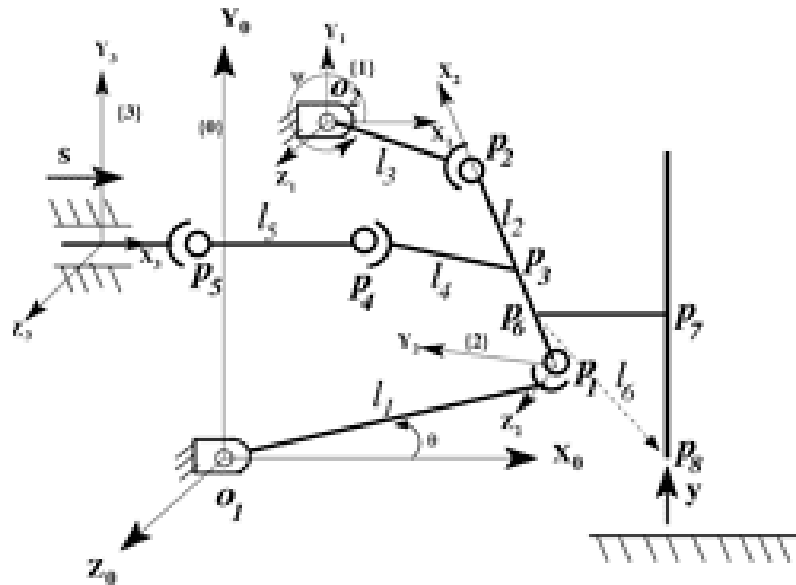


Рисунок 2 – Кінематична еквівалентна схема підвіски на двох поперечних важелях (DSW)

Звично, що тривісних автомобілів схеми бхб задні осі мають уже роздільні підвіски і схема класичної балансірної ресорної підвіски (типу Урал, КамАЗ, КрАЗ) уже відходить в історію щодо військової автомобільної техніки. (Роздільна підвіска для колісних схем бхб та 8х8 має і свої переваги з умов опорної прохідності). Ітераційну оптимізацію довжин і кутів установки важелів підвіски зручно здійснювати у програмному середовищі MSC ADAMS, однак на наступному етапі – з використанням уже 3D- еквівалентної моделі автомобіля з передньою та задньою підвісками (з урахуванням поздовжніх кренів кузова та еластичних вузлів підвіски) зручніше використовувати пакети Solidworks чи CATIA. Останні дозволяють провести у тій же базі даних і силовий розрахунок та оптимізацію металоконструкції підвіски.

Третім етапом робіт є оцінка ефективності конструкції є імітаційне моделювання руху автомобіля заданими типами бездоріжжя та оцінка ефективності підвіски з умов достатнього рівня комфортності (віброколивних навантажень екіпажу). Останні звично виконуються у програмному середовищі MATLAB Simulink, що уже достатньо опрацьовано і у вітчизняних дослідженнях [8].

Висновки. Очевидна актуальність і потреба в оновленні застарілого автопарку повнопривідних автомобілів України та організації власного виробництва мало- і середньотонажної техніки обумовлюють практичну значимість конструктивного синтезу підвісок даного типу, що здійснюються у співпраці з АТ „Укравтобуспром”.

Список використаних джерел

1. Дущенко В.В. Системи підресорювання військових гусеничних і колісних машин: розрахунок та синтез / Вид. ФОП Панов А.М., Харків, 2018. -341 с.
2. Timoney E.P., Timoney S.S., Timoney S.G. Heavy vehicle independent suspension / Proceedyng of the Mechanical Eng./ N9, 1988 – pp.125-133
3. Офіційний сайт PIERCEMFG.COM: TAK – 4 –Independent suspension brochure – Режим доступу: <https://www.piercemfg.com/tak-4-ils/>

4. Jagirdar V.V., Dadar M.S., Sulakhe V.P. Wishbone Structure for Front Independent Suspension of a Military Truck – Режим доступу: [https://www.academia.edu-wishbone_structure_for_front...](https://www.academia.edu/wishbone_structure_for_front...)

5. Манзяк М.О., Крайник Л.В., Грубель М.Г. Тенденції розвитку конструкцій підвісок військових автомобілів/ Системи озброєння і військової техніки, № 1 (65), 2021, Харків, ХНУПС - С.27-35

6. КАМАЗы со сверхспособностями: глубокая модернизации от компании Ротар. 17 декабря 2021г. – Режим доступу: <https://www.reis.zr.ru/>

7. Dixon J.C. Suspension geometry and computation / J.Wiley&Sons Ltd., 2009.-407p.

8. Грубель М.Г., Крайник Л.В., Хома В.В. Імітаційне моделювання руху колісної військової автомобільної техніки бездоріжжям та оцінка його адекватності/ Автошляховик України, №2 (262), 2020. – С. 21-28

Ланець Олена Валеріївна – к.т.н., доцент кафедри технічної механіки та динаміки машин Національного університету „Львівська політехніка”, e-mail: olena.v.lanets@lpnu.ua

Манзяк Михайло Олександрович – ад’юнкт Національної академії сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного, e-mail: manziakdoc@gmail.com

Lanets Olena - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Technical Mechanics and Dynamics of Machines, National University "Lviv Polytechnic", e-mail: olena.v.lanets@lpnu.ua

Manziak Mykhailo – Doctoral Student, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, e-mail: Manziakdoc@gmail.com

УДК 656.13

Лебідь І. Г., к.т.н., доц.; Ткаченко В. А., к.т.н.; Недельський К. О.

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЖИВИХ ТВАРИН

Проаналізовано процедуру транспортування живих тварин. Досліджено технологію застосування спеціалізованого рухомого складу, підготовки товаросупровідних документів та вивчено основні аспекти організації транспортного процесу. Запропоновано перелік основних вимог до перевезення забійних тварин.

The procedure of transportation of live animals is analyzed. The technology of application of specialized rolling stock, preparation of shipping documents and the main aspects of the organization of the transport process are studied. The list of the basic requirements to transportation of slaughter animals is offered.

Постановка проблеми. Суттєву роль у збереженні якості та запобіганні втрат м'ясної сировини відіграє ветеринарно-санітарний нагляд при транспортуванні та забою тварин, переробці м'яса і виробництві м'ясопродуктів. До категорії забійних тварин належать: велика рогата худоба, свині, вівці, кози, олені, коні, осли, мули, верблюди, кролі, нутрії, домашня птиця – кури, качки, індокачки, гуси, індики, цесарки, перепели та інші види, яких вирощують для забою на м'ясо. Так, стресовий вплив на тварин під час транспортування та перед забійного утримання суттєво впливає на якість м'яса та хід біохімічних процесів в ньому при зберіганні. При цьому досить важливим є врахування технологічних процесів доставки тварин та підготовки відповідних товаро-супровідних документів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процес виробництва м'ясної продукції розпочинається з приймання худоби в господарствах і включає в себе транспортування, передзабійне утримання, забій, переробку продуктів забою, власне виробництво і подальшу реалізацію готової продукції.

Зусилля багатьох вчених направлені на пошук більш досконалих методів транспортування усіх категорій забійних тварин та вибору найбільш ефективних термінів витримки їх перед забоем [1-3]. Особливо це стосується свиней, оскільки свині, на відміну від інших тварин, в більшій мірі піддаються стресу [4].

Свині відносяться до групи тварин, які дуже чутливі до транспортування. Відомо багато фактів довгострокового стресового впливу на свиней внаслідок недотримання правил перевезення цих тварин. У деяких свиней після перевезення можуть розвиватися різні захворювання на ґрунті стресу. Основне завдання транспортування – забезпечити доставку тварин на м'ясопереробні підприємства в оптимальний термін з мінімальними втратами живої маси та захистити їх в дорозі. Тому неухильне дотримання правил перевезення забійних тварин є обов'язковим [3].

Формулювання цілей. В Україні перевезення тварин автотранспортом є основним способом доставки їх на м'ясокомбінати, який становить близько 80 % загальних перевезень забійних тварин. Автомобільним транспортом можна перевозити усі види сільськогосподарських тварин і птиці. Перевозять автотранспортом тварин на відстань до 300 км [5]. Основна перевага транспортування тварин автотранспортом полягає в тому, що у 2 – 3 рази зменшується час перевезення тварин на м'ясопереробне підприємство порівняно з транспортуванням залізницею, значно знижується собівартість перевезення 1 ц живої маси худоби. Крім того, тварин можна доставляти на м'ясокомбінати невеликими партіями, що сприяє значній економії кормів, тому що відпадає потреба у годівлі тварин під час транспортувати [5].

Автомобільний транспорт ефективніше залізничного при перевезенні великої рогатої худоби на відстань до 200 км, дрібної рогатої худоби - до 300 км, свиней - до 500 км. При автомобільних перевезеннях худобу доставляють у 2-3 рази швидше в порівнянні з

залізничним транспортом. Тварин можна доставляти від відгодівельного пункту безпосередньо на м'ясокомбінат. Для перевезення тварин використовують спеціалізовані та пристосовані для цієї мети бортові вантажні автомобілі. З метою оптимізації процесу доставки забійних тварин необхідно застосовувати спеціалізовані автотранспортні засоби та виникає потреба у вивченні та удосконаленні технології виконання транспортного процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спеціалізовані автотранспортні засоби передбачені для транспортування великої та дрібної рогатої худоби, коней і свиней. Салон для тварин має дах, забезпечений трапами для навантаження і вивантаження. У спеціалізованих двовісних напівпричепках можна перевозити 12-16 голів великої рогатої худоби, або 30-50 голів молодняка, або 50-55 свиней з середньою масою однієї тварини 100 кг, або 80-90 овець.

Партії худоби та птиці слід підібрати так, щоб забезпечити повне завантаження транспорту. У тому випадку, якщо транспорт не завантажується одним видом тварин через відсутність достатньої його кількості, то скотовози можуть заповнюватися різними видами худоби, розміщеними в окремих секціях.

Пристосовані автомашини обладнають бортами, висота яких не менше 1 м. підлога кузова повинна бути гладкою, без щілин, закрита шаром підстилки з тирси, соломи або іншого м'якого матеріалу, стінки рівні і гладкі, без гострих предметів. При навантаженні тварин у неблагополучних кліматичних умовах (сильна спека, осінній і зимовий час) кузов машини закривають брезентом або іншим матеріалом. Великих тварин розміщують в автотранспортних засобах на короткій прив'язі, головою вперед. Молодняк великої рогатої худоби віком до двох років, свиней, овець і кіз перевозять без прив'язки. Однак з метою зниження травматизму молодняк великої рогатої худоби прив'язують.

При використанні спеціалізованого транспорту можлива відвантаження тварин великими партіями, що особливо важливо при транспортуванні свиней. Під час передзабійного утримання є можливість розміщувати всю партію тварин в одному загоні. На м'ясокомбінати тварин доставляють автомобільним, залізничним, водним транспортом та відгоном.

Перевезення автотранспортом з року в рік отримує все більше поширення завдяки зручностям і швидкості доставки худоби на забійні підприємства. При невеликих відстанях немає необхідності брати з собою корм, так як в дорозі тварин не годують і не напувають. При перевезенні худоби на автотранспортних засобах втрати живої маси незначні. Автомобільні перевезення більш економічні.

Дальність перевезень тварин на забійне підприємство складає: велика рогата худоба - до 200 км, свині - до 150 км, вівці - до 300 км. Для перевезення тварин автотранспортом використовують спеціальні автомобілі-скотовози, а також звичайні вантажівки з надбудованими бортами. Кузов автотранспортного засобу повинен бути чистим, гладким, без сторонніх предметів, які могли б травмувати тварин. При необхідності машини дезінфікують. Для оберігання тварин від переохолодження або перегріву кузов машини покривають брезентом.

Для навантаження великих тварин користуються причіпним містком або земляний насипом, а для дрібної рогатої худоби та свиней містками з суцільними стінками. Швидкість руху по асфальтованій дорозі повинна становити не більше 60 км/год, по щебеневій - до 45 км/год, по ґрунтовій – до 25 км/год. Через кожні 6 годин руху тварин необхідно годувати і напувати, а через кожні 10-12 годин потрібно надавати відпочинок з тригодинної зупинкою.

Кузов автотранспортного засобу повинен бути чистим, промитим, без сторонніх запахів, стінки його не повинні мати будь-яких гострих предметів (цвяхи, дріт), які можуть поранити тварин. Тварин, доставлених на м'ясокомбінат або бійню автомобільним транспортом, приймають негайно. Їх піддають попередньому ветеринарному огляду; перевіряють супровідні документи, бирки тварин і відповідність наявності тварин. Автотранспортні засоби після вивантаження з них тварин повинні бути ретельно очищені, промиті, а в разі потреби продезінфіковані.

На кожну партію тварин перед відправкою з господарства оформлюють товарно-транспортну накладну у чотирьох примірниках. Один примірник цього документа залишають в господарстві, другий на підприємстві промисловості і два додаються до подорожного листа автотранспортної організації. На кожній товарно-транспортній накладній, скріпленім печаткою господарства-постачальника, проставляють літер, який встановлений для даного господарства.

Транспортування тварин допускається тільки з дозволу і під контролем ветеринарної служби, при наявності необхідної (транспортної) документації: ветеринарного свідоцтва (форма № 1) і товарно-транспортної накладної.

Головний лікар ветеринарної медицини райадміністрації надає право ветеринарним лікарям населених пунктів видавати ветеринарні свідоцтва і довідки, їх прізвища повідомляють транспортним ветеринарно-санітарним ділянкам і м'ясопереробним підприємствам. Зазначені документи дійсні протягом трьох діб з дня видачі.

Товарно-транспортна накладна складається в трьох екземплярах, один з яких залишається в господарстві, другий видають супроводжуючому худобу персоналу. При цьому один з них передають м'ясопереробному підприємству в запечатаному конверті. При оформленні документів на велику рогату худобу, коней вказують на кожну тварину живу масу, стать, вік та категорію вгодованості. На свиней, овець і кролів дані живої маси вказують у цілому по групі з урахуванням категорії вгодованості, а на птицю - за видами і віковими групами. Молодняк великої рогатої худоби підвищеної маси записують окремо. Зважування тварин здійснюють не раніше ніж через 3 години після останньої годівлі та напування. Документ підписується особою, що прийняла худобу, керівником і бухгалтером господарства і підтверджується печаткою.

Маршрутний журнал видається при транспортуванні тварин по залізниці, на автомобільному транспорті, а також у міжнародному сполученні. У ньому вказують маршрут, кількість виданих кормів, інвентарю, станції водопою, пункти вивантаження гною тощо [6]. Залежно від відстані до м'ясопереробного підприємства, пори року, специфічності даної місцевості та інших факторів тварин доставляють автотранспортом, залізницею, водним транспортом і гоном.

Необхідні супровідні документи:

1. Ветеринарне свідоцтво, форма № 1. Синього кольору, складається із самого свідоцтва, дубліката ветеринарного свідоцтва і корінця ветеринарного свідоцтва. Видається при перевезенні живих тварин, птиці, риби, бджіл. При перевезенні у межах району видається ветеринарна довідка. Заповнюється лікарем ветеринарної медицини.

2. Товарно-транспортна накладна або гуртова відомість (вказується кількість живих тварин, їх жива маса, у великих тварин інвентарні номери або клички). Заповнюється власником.

3. Шляховий журнал. Заповнюється при тривалому транспортуванні (понад 12 годин). В журналі вказується маршрут транспортування забійних тварин, місця поповнення запасів кормами та водою.

4. Акти вибраковки. Складаються в господарстві під час відправлення на забій племінних, високопорідних або тварин у період другої половини вагітності [7].

Висновки. У виконаному дослідженні представлено процес перевезення великої рогатої худоби та свиней спеціалізованим автомобільним транспортом. Надано рекомендації щодо підготовки товаросупровідних документів та організації доставки забійних тварин.

Список використаних джерел

1. Маньковський А. Я. Технологія продуктів забою тварин : підручник / А. Я. Маньковський, Т. А. Антонюк. – К. : Агроосвіта, 2014. – 336 с
2. Ластовська І. О., Косіор Л. Т., Пірова Л. В. Транспортування молодняку великої рогатої худоби та стрес. 73-я Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю НУБіП України, Київ, 2019. С. 264-266.

3. Грабовський С. С. Стреси сільськогосподарських тварин та його наслідки. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького, 2012, Т. 14 № 3 (53), Ч. 2. С. 47–58.
4. ДСТУ 4718:2007 «Свині для забою. Технічні умови». Видання офіційне. Київ. Держспоживстандарт України. 2008. 7 с.
5. ПРАВИЛА транспортування тварин [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1402-2011-%D0%BF#Text>
6. Як правильно перевозити м'ясо і м'ясопродукти [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://trans-atlas.com.ua/ua/article/121>.
7. Експорт сільськогосподарської продукції [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.golovbukh.ua/article/7618-eksport-slskogospodarsko-produkts>

Лебідь Ірина Георгіївна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: i.h.lebed@gmail.com

Ткаченко Валентина Андріївна – к.т.н., доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет, e-mail: tva-ntu@ukr.net

Недільський Кирило Олегович – студент, Національний транспортний університет, e-mail: kirillnedelskii992000@gmail.com

Lebid Iryna - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: i.h.lebed@gmail.com

Tkachenko Valentina - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Transport Law and Logistics, National Transport University, e-mail: tva-ntu@ukr.net

Nedelsky Kyrylo - student, National Transport University, e-mail: kirillnedelskii992000@gmail.com

УДК 656.073.51

Лужанська Н. О., к.т.н.; Жуган Д. П.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИКОНАННЯ МИТНИХ ФОРМАЛЬНОСТЕЙ НА ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ

Дослідження технології виконання митних формальностей на водному транспорті забезпечує розробку чіткого алгоритму дій для суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності та митних органів. Оцінка ефективності роботи усіх учасників митно-логістичного процесу формується на основі вивчення всіх аспектів організаційного, технологічного та технічного забезпечення виконання митних формальностей.

The study of the technology of customs formalities on water transport provides the development of a clear algorithm of actions for foreign economic entities and customs authorities. Assessment of the effectiveness of all participants in the customs and logistics process is formed on the basis of studying all aspects of organizational, technological and technical support of customs formalities.

Вступ. Митний контроль за переміщенням суден і товарів, що знаходяться на них, провадиться в пунктах пропуску через державний кордон України, як правило, біля причалів, в акваторіях портів або на місці якірної стоянки на рейді за погодженням з органом охорони державного кордону. Під час провадження митних процедур на морському судні забороняється причалювання до нього інших плавучих засобів без дозволу митного органу. При здійсненні митних процедур на морському транспорті має бути присутнім представник адміністрації порту або морський агент – представник судовласника.

Виклад основного матеріалу дослідження. Судно закордонного плавання протягом усього часу стоянки в порту перебуває під митним контролем. Митне оформлення суден закордонного плавання здійснюється цілодобово у такій черговості: аварійні судна; пасажирські судна; вантажно-пасажирські судна; лінійні судна; танкерні судна; інші судна у порядку їх прибуття. Адміністрація порту надає митним органам інформацію стосовно всіх морських суден, які повинні зайти в порт.

Капітан судна або морський агент особисто чи за допомогою адміністрації порту не пізніше ніж за 4 год до прибуття (вибуття) судна повинен подати до митного органу заявку на здійснення митних процедур стосовно судна з наступним уточненням наданої інформації за годину до початку митного контролю.

Заявка подається в довільній формі й має містити дані щодо: назви судна, його типу, національної належності; дати й часу його прибуття (вибуття); місця стоянки судна; характеру й кількості товарів, що перевозяться на ньому; чисельності членів екіпажу й пасажирів (окремо має бути зазначена чисельність громадян України); останнього порту заходження судна, а також порту прямування; морського агента (за наявності).

Митні органи здійснюють митний контроль кораблів зарубіжного плавання і перевезених на них товарів шляхом: перевірки корабельних документів; перевірки документів, що відносяться до перевезеного на кораблі товару; огляду жилих і нежилых приміщень корабля, товарів (вантажів, багажу і ручної поклажі пасажирів); огляду особистих речей, що належать членам екіпажу корабля; огляду корабельного майна і припасів з метою запобігання ввезення і вивезення заборонених предметів, а також прихованому провезенню товарів, валюти і валютних цінностей.

Митні процедури морських суден, що прибули з-за кордону, здійснюються після проведення прикордонного контролю, а тих, що вибувають за кордон, — до початку прикордонного контролю. По прибутті на таке судно старший митного наряду виконує ті самі дії, що були розглянуті вище (встановлення радіозв'язку з митним органом і т. ін.). Утім для здійснення митного контролю й митного оформлення митному наряду адміністрацією судна подається необхідна кількість таких же документів, за винятком зобов'язання капітана

українського судна про те, що закуплені за кордоном суднові припаси не будуть винесені із борту. Додаються ж до них митні декларації або інші документи, які відповідно до законодавства України служать підставою для переміщення товарів через митний кордон України (або їх копії). У разі необхідності подаються також інші документи, передбачені вітчизняним законодавством [1].

Посадова особа митного органу, відповідальна за оформлення митних документів, перевіряє їх комплектність, звіряє дані взаємозв'язаних документів, про що робить належні відмітки в перевірених документах.

По завершенні перевірки вантажних документів, поданих адміністрацією судна, посадова особа митного органу проставляє на них відбиток штампа «Під митним контролем», на решті суднових документів – відбиток особистої номерної печатки, а старший митного наряду оголошує адміністрації судна про початок митного огляду морського судна.

При проведенні митного огляду судна посадові особи митного наряду перевіряють: відомості, заявлені в поданих адміністрацією судна документах; збереження накладеного митного забезпечення на опломбованих приміщеннях судна (якщо воно було); використання валюти із суднової каси іноземного судна; відповідність відомостей, заявлених у декларації про суднові припаси, фактичній їх наявності на борту судна.

У справах адміністрації морського судна, яке вибуває за межі митної території України, залишаються з відмітками митного органу: декларація про вантаж, вантажні документи, декларація про особисті речі членів суднового екіпажу, декларація про суднові припаси, Зобов'язання (про зворотне ввезення на митну територію України судна, яке плаває під Державним Прапором України).

Свою специфіку мають і митні формальності щодо товарів, які переміщуються за допомогою морського транспорту. Насамперед, слід розглянути здійснення вищезазначених процедур при ввезенні товарів на митну територію України морськими суднами з-за кордону. Вивантаження товарів із таких морських суден провадиться на підставі вантажних документів із дозволу й під контролем митного органу. На вантажних документах посадові особи митного органу мають право робити обов'язкові для виконання всіма особами, які беруть участь у процесі вивантаження, написи із застереженнями, що забороняють або скеровують процес вивантаження. Саме розвантаження товарів здійснюється в зоні митного контролю (наприклад, термінали, відкриті майданчики, причали тощо), розташовані на території морських пунктів пропуску порту, або на транспортні засоби, що перебувають у цих зонах.

Для здійснення митного контролю адміністрацією порту, іншими відповідальними за розвантаження судна особами митному органу подаються документи (талманська розписка тощо), які відображають наміри та/або результати вивантаження товарів у зону митного контролю або на транспортні засоби, які перебувають у ній. Вивезення товарів за межі зони митного контролю й порту дозволяється в разі: митного оформлення під відповідний митний режим; направлення під митним контролем у митний орган призначення. Не допускається перебування в зоні митного контролю товарів, митне оформлення яких завершено, крім окремих випадків, коли: таке перебування є наслідком функціональної й технологічної діяльності порту; митний орган одержав від інших контрольних органів інформацію про можливе порушення законодавства під час митного оформлення цих товарів або транспортних засобів.

При надходженні на територію порту товарів, які переміщуються під митним контролем, митним органом призначення провадиться підтвердження цього на підставі оформлених митним органом відправлення документів контролю доставки. До початку навантаження товарів на судно вантажовласник або уповноважена ним особа подає митному органу доручення на навантаження. Підставою для оформлення такого доручення є вантажна митна декларація або інший документ, який відповідно до вітчизняного законодавства є підставою для переміщення товарів через митний кордон нашої держави. У разі надходження товарів, які перебувають під митним контролем і були оформлені іншими митними органами, надаються також товаросупроводжувальні документи. У разі потреби й на вимогу митного органу

вантажовласник або уповноважена ним особа подає також список товарів (список доручень на навантаження), які плануються для навантаження на заявлене судно.

Після перевірки відповідності відомостей, зазначених у дорученні на навантаження, даним вищевказаних документів і за відсутності зауважень посадова особа митного органу проставляє на цьому дорученні відбиток особистої номерної печатки. Оформлене таким чином доручення є підставою для навантаження на судно зазначених у ньому товарів [2].

У виняткових випадках із метою запобігання простою транспортних засобів і для зменшення витрат на навантажувально-розвантажувальні операції за письмовим рішенням керівництва митного органу дозволяється оформлення доручення на навантаження на підставі товаросупроводжувальних документів за умови надання власником товарів або уповноваженою ним особою зобов'язання про подання вантажної митної декларації або іншого документа, який відповідно до українського законодавства є підставою для переміщення товарів через митний кордон України, до вибуття судна, а також про відшкодування збитків порту й судовласникові в разі простою судна через відсутність вантажної митної декларації або іншого передбаченого документа. Отже, для вивезення товарів за межі митної території нашої країни має бути належним чином оформлена митна декларація або інший документ, який відповідно до вітчизняного законодавства є підставою для переміщення товарів через митний кордон України.

Доручення на навантаження подається митному органу в п'яти примірниках, один із яких залишається у справах митного органу для контролю за навантаженням судна. Доручення має містити відомості про відправника, одержувача, назву судна, порти відправлення, перевантажування, призначення, назву й кількість товарів, маркування вантажних місць або транспортних одиниць, реквізити вантажних митних декларацій або інших документів, які за законодавством України служать підставою для переміщення товарів через митний кордон нашої держави. Митний орган здійснює реєстрацію й облік доручень на навантаження суден закордонного плавання в окремому журналі. За наявності списків вантажів допускається їх реєстрація замість доручень на навантаження. За письмовою заявою вантажовласника або уповноваженої ним особи митним органом може бути дозволено анулювання або внесення змін у доручення за умови обов'язкового повернення митному органу всіх раніше оформлених його примірників.

Для здійснення митних процедур стосовно морських суден і товарів, які переміщуються ними, митні органи мають право використовувати додаткові документи контролю, передбачені правилами роботи портів.

По завершенні навантаження судна вантажовласник або уповноважена ним особа подає митному органу коносаменти й маніфести для пропуску товарів через митний кордон. Після їх звірення з дорученнями на навантаження (списками вантажів) і вантажними митними деклараціями або іншими документами, які відповідно до українського законодавства є підставою для переміщення товарів через митний кордон нашої держави, посадова особа митного органу проставляє на маніфестах відбитки штампа «Під митним контролем» та особистої номерної печатки [3].

Транспортна організація, яка здійснювала навантаження судна, надає митному органу документ, що підтверджує перелік і кількість навантажених товарів. Важливо підкреслити, що адміністрація порту не дозволяє капітанові судна виходити з акваторії порту без відмітки митного органу на генеральній декларації. Однак у зв'язку з дією непереборної сили, стихійним лихом чи з метою рятування людей, про що негайно доводиться до відома митного органу, отримувати такий дозвіл не обов'язково. У справах митного органу залишаються всі документи, що подавалися для здійснення митного контролю та митного оформлення судна.

Висновки. Таким чином, законодавство, яке регулює діяльність митних органів щодо здійснення ними процедур на морському транспорті, встановлює досить чітку нормативно-правову регламентацію такого її структурного елемента, як стадії провадження митних процедур. Кожна стадія такого провадження на морському транспорті складається зі

специфічної діяльності митних органів (посадових осіб) і тих правозастосовних відносин, що виникають, розвиваються, завершуються або переходять у наступні стадії провадження.

Список використаних джерел

1. Державна митна служба України. URL: <https://customs.gov.ua/>
2. Митний кодекс України: Закон України №4495-VI від 13.03.2012 р. [Електронний ресурс] // Голос України. – 2012, 21 квітня – №73. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4495-17#Text>
3. Н.В. Мережко Митна справа : підручник / Н.В. Мережко, П.В. Пашко, О.В. Рождественський ; за ред. П.В. Пашка. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2016. 572 с.

Лужанська Наталія Олександрівна – к.т.н., старший викладач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com

Жуган Діана Петрівна – студентка, Національний транспортний університет, e-mail: Zhugandiana8@gmail.com

Luzhanska Natalia - Ph. D. (Eng.), Senior Lecturer, Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com

Zhugan Diana - student, National Transport University, e-mail: Zhugandiana8@gmail.com

УДК 656.13

Лук'янченко О. Ю., к.т.н., доц.; Тихий В. Г.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Загальний вплив кліматичних факторів, дорожніх умов мають значний вплив на ефективність експлуатації колісного транспортного засобу. Тому при його виборі виникає необхідність попередньої оцінки можливої ефективності експлуатації в заданих умовах. В роботі описується підхід до комплексної оцінки ефективності експлуатації автотransпортних засобів, яка базується на економічних, технічних та екологічних критеріях.

The general influence of climatic factors, road conditions have a significant impact on the efficiency of the operation of a wheeled vehicle. Therefore at its choice there is a necessity of a preliminary estimation of possible efficiency of operation in the set conditions. The paper describes the approach to a comprehensive assessment of the efficiency of vehicle operation, which is based on economic, technical and environmental criteria.

Вступ. Існуючі тенденції зі збільшення попиту на автомобільні вантажні перевезення, зміни у віковому та якісному складі парку вантажних автомобілів вимагають відповідного обґрунтування вирішення задач щодо ефективної експлуатації рухомого складу в середовищі цільового використання.

Складність конструкції сучасних автомобілів, різноманітність експлуатаційних властивостей, різна адаптивність до умов експлуатації та виду перевезень значно ускладнюють дослідження процесу оцінки ефективності автомобіля у вигляді одного узагальнюючого показника, який дозволив би однозначно висловити ефективність експлуатації транспортного засобу. З огляду на значну кількість пропозицій від автовиробників, вибір автомобіля для споживача обов'язково повинен ґрунтуватися на оцінці ефективності його подальшої експлуатації.

Аналіз існуючих методів. В умовах ринкової економіки, в першу чергу, при оцінці ефективності експлуатації транспортних засобів, враховують економічні критерії. Тому, більшість кількості наукових досліджень в цьому напрямку присвячена саме оцінці економічної ефективності.

Критеріями економічної ефективності може бути вартість ресурсів, що споживаються в процесі технічної та виробничої експлуатації. Зміна значення відповідних критеріїв і їх значимості при експлуатації рухомого складу в різних умовах дає змогу оцінити ступінь економічної ефективності або неефективності застосування відповідного автотransпортного засобу.

Оцінюючи це питання з точки зору зосередження уваги на вартості товарів і послуг, економічні критерії виявляються достатньо інформативними. Однак, оцінка ефективності експлуатації транспортного засобу, з урахуванням адаптивності рухомого складу до умов середовища цільового використання, повинна включати в себе не тільки економічні критерії. Ця необхідність диктується цілим рядом відповідних чинників та факторів.

По-перше, проведені дослідження щодо адаптивності транспортних засобів показують, що агрегати і вузли серійних автомобілів в різних кліматичних і виробничих умовах показують різні значення критеріїв ефективності функціонування. Це пов'язано з тим, що при проектуванні автомобільної техніки не завжди враховується різноманітність кліматичних умов, їх вплив на вузли та агрегати, а також особливості функціонування автотransпортних засобів в умовах середовища цільового використання. В результаті значення технічних і експлуатаційних параметрів при реальних умовах експлуатації цих автомобілів можуть суттєво відрізнятись від заявлених виробником, що не дозволяє розвинути весь потенціал

закладений при проектуванні цих виробів. Оцінка ступеня реалізації заявлених параметрів у відповідних умовах експлуатації може проводитися з використанням критеріїв технічної ефективності.

По-друге, ефективне використання транспортних засобів за призначенням можливе за умови створення сприятливих умов праці для оператора (водія). Тому при оцінці ефективності роботи автомобіля необхідно враховувати ефективність організації робочого місця водія. При цьому також можна застосувати термін «технічна ефективність», оскільки на організацію робочого місця водія вагомий вплив мають технічні параметри автомобіля.

По-третє, на ефективність експлуатації різноманітних технічних об'єктів транспорту (в тому числі автомобілів) на сучасному етапі мають екологічні аспекти. Постійно зростаючий автопарк має значний негативний вплив на навколишнє середовище [1]. Вплив парку рухомого складу автомобільного транспорту та його підсистем на навколишнє середовище оцінюється за критеріями екологічної ефективності. При цьому екологічно ефективними вважаються такі транспортні засоби, вплив яких на навколишнє середовище знаходиться в межах офіційно встановлених допустимих норм.

Процес дослідження. Таким чином, методологія оцінки ефективності експлуатації транспортного засобу, повинна ґрунтуватися не тільки на критерії економічної ефективності, що, безсумнівно, є дуже важливим, але і на критеріях екологічної та технічної ефективності. Стосовно вирішення задачі пропонується застосування комплексної оцінки ефективності експлуатації транспортного засобу, розробка методології якого і є метою дослідження.

Формалізація завдання, в даному випадку, полягає у використанні ряду методологічних положень і принципів кваліметричної оцінки якості продукції [2,3]. В якості вихідних даних може бути використана інформація з технічних характеристик та інструкцій з експлуатації транспортних засобів, представлена заводом-виробником, а також статистичні та експериментальні дані щодо функціонування автомобілів в різних кліматичних і виробничих умовах. Оцінка комплексної ефективності буде базуватися на задекларованих і фактичних значеннях економічних, технічних та екологічних показників експлуатації транспортного засобу.

Економічні критерії при оцінці ефективності будуть характеризувати рівень витрат ресурсів при технічній і виробничій експлуатації автомобільного парку. Автопарк є найбільшим споживачем ресурсів. Він споживає близько 66% пального нафтового походження, до 70% трудових ресурсів і 50% всіх капітальних вкладень, витрачених транспортним комплексом країни [4]. Тому в якості критеріїв економічної ефективності пропонуються витрати матеріальних ресурсів на комплектуючі та запчастини, а також паливно-мастильні та експлуатаційні матеріали тощо.

Технічні критерії повинні характеризувати рівень технічної досконалості конструкції автомобіля. Порівняння фактичних значень технічних параметрів з нормативними, наведеними в технічній характеристиці, в кінцевому рахунку дозволяє оцінити ступінь адаптивності автомобіля до експлуатації в різних виробничо-кліматичних умовах.

Екологічні критерії дозволять оцінити величину впливу флоту на навколишнє середовище. Обсяг утворення відходів в зонах технічного обслуговування та ремонту може досягати від 220 до 1300 кг на рік, в залежності від типу транспортного засобу [1]. Крім того, необхідно враховувати відходи, що не підлягають переробці, що утворюються при русі автомобіля. Більшість відходів є небезпечними для навколишнього середовища. Відповідно до чинного законодавства, ця група відходів потребує переробки або утилізації. Тому при оцінці екологічної ефективності експлуатації автомобілів необхідно враховувати об'єми утворення різних видів відходів.

Перелік критеріїв, запропонованих для оцінки інтегральної ефективності експлуатації транспортного засобу, представлений рис 1.

Реалізація запропонованих напрямків оцінки ефективності утруднена через їх різноманітність. Разом з тим представляється доцільним формувати об'єктивність вибору на підставі критерію комплексної ефективності експлуатації транспортного засобу.

Результати дослідження. В якості такого комплексного критерію може бути використаний рівень забезпеченості автомобіля відповідними критеріями продуктивності за групами [5]:

$$\eta = \sum h_i \beta_i, \quad (1)$$

де h_i – рівень забезпеченості автомобіля i -го виду критеріями продуктивності; β_i – значимість критерію i -го виду в сукупності загального ефекту.

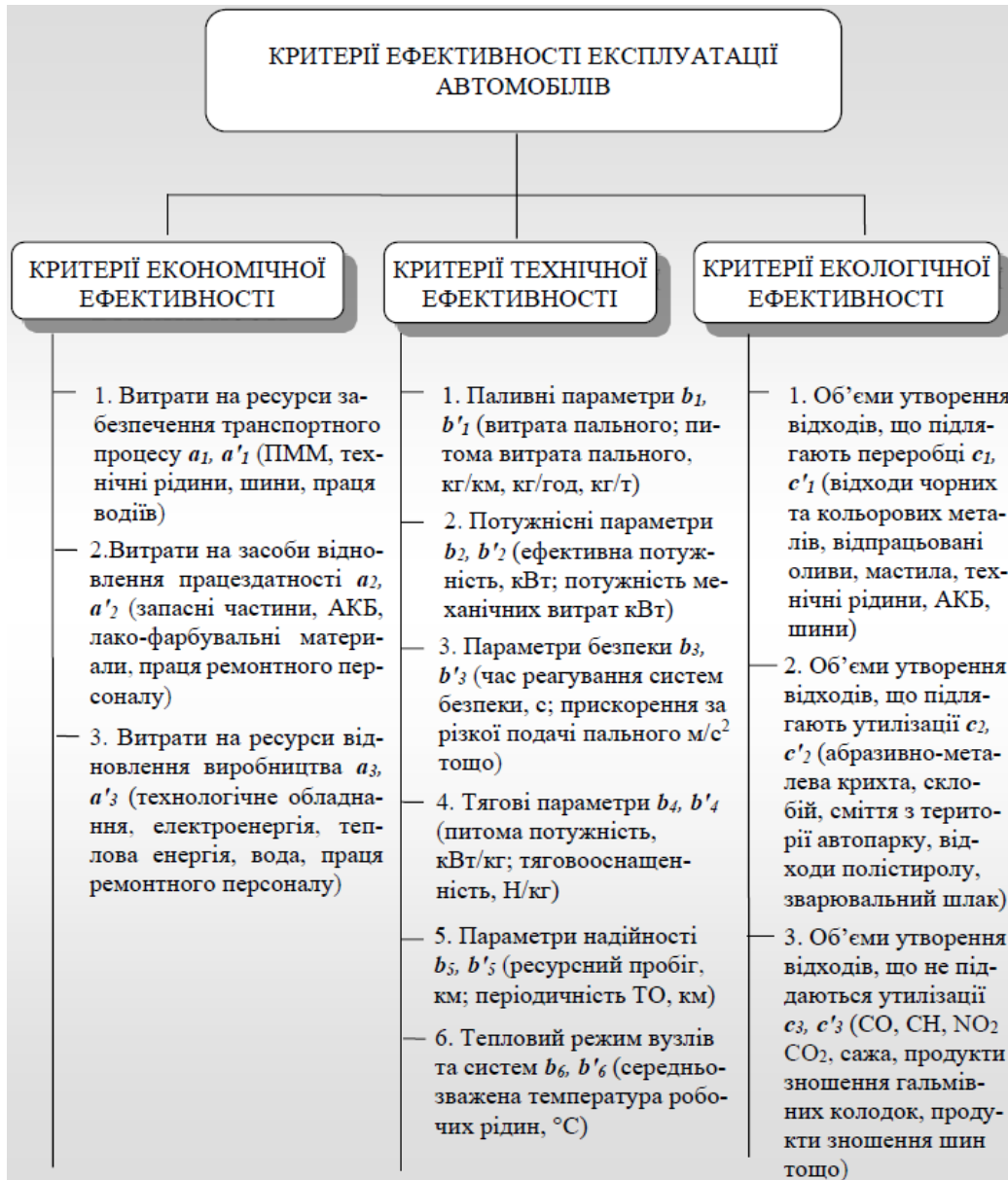


Рисунок 1 – Критерії ефективності експлуатації автомобіля

Рівень забезпеченості критеріями продуктивності h_i можна визначити як відношення реальної забезпеченості в умовах виробництва до заявленої забезпеченості.

$$h_{ia} = \frac{a_i}{a'_i}; h_{ib} = \frac{b_i}{b'_i}; h_{ic} = \frac{c_i}{c'_i}; \quad (2)$$

де a_i, b_i, c_i – є задекларованими значеннями критеріїв економічної, технічної та екологічної ефективності за даними виробника; a'_i, b'_i, c'_i – фактичні значення критеріїв економічної, технічної та екологічної ефективності (експериментальні дані).

Значимість критерію β_i являє собою відношення збитків (витрат) підприємства за критерієм до загальних витрат.

Для практичної реалізації запропонованої методики необхідно зібрати значний масив інформації. Значення заявлених параметрів автомобіля доступні з технічної документації на автомобіль, представленої виробником. Такими джерелами можуть бути інструкції з експлуатації автомобіля, технічні характеристики, технологічні карти з технічного обслуговування та ремонту. Збір інформації про фактичні значення критеріїв є більш складним завданням. Джерелами такої інформації можуть бути результати виробничих випробувань автомобілів, діагностичні карти, оцінка фахівців в сфері ефективної експлуатації машин тощо.

Висновки. Результати комплексної оцінки ефективності експлуатації автомобіля, як для кожної групи критеріїв, так і в цілому, можуть бути використані в наступних випадках:

1. Оцінка інтегральної ефективності автомобілів дозволить споживачеві зробити усвідомлений вибір на користь придбання того чи іншого автомобіля, пропонованого на ринку.

2. Аналіз запропонованих комплексних критеріїв ефективності дозволить оцінити рівень адаптивності автомобіля до виробничо-кліматичних умов і зробити висновок про доцільність його подальшої експлуатації.

3. На основі отриманої інформації можна розробити ряд заходів щодо підвищення ефективності роботи автотранспортного підприємства взагалі, а також обрати раціональні режими використання рухомого складу в зазначених умовах зокрема.

4. Аналіз результатів комплексної оцінки ефективності автомобілів дозволить сформулювати напрямки вдосконалення конструкції серійних автомобілів, що експлуатуються в різних виробничо-кліматичних умовах.

Список використаних джерел

1. Коломієць С.В. Підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. Національний авіаційний університет, Київ, 2019.

2. Задорожна Р. П., Кепко В. М. Методологія управління проектами як основа кваліметричного аналізу. Ефективна економіка. 2021. № 8.

3. Kim N.I. Кваліметричний підхід до оцінювання якості об'єктів різного природи статистичними методами / N.I. Kim, A.M. Denisenko, A.R. Trishch // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2017. – Т. 4 (44). – С. 56-59.

4. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. — К.: Вища шк., 2007. — 527 с.

5. В. В. Аулін, Д. В. Голуб, В. В. Біліченко, А. С. Замуренко, «Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень», ВМТ, вип. 11, вип. 1, с. 4–10, Лип 2020.

Лук'янченко Олександр Юрійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, e-mail: 111188@ukr.net

Тухий Владислав Григорович – магістрант кафедри автомобілів та технології їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, e-mail: vlad.tukhui@gmail.com

Lukyanchenko Oleksandr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technological University, e-mail: 111188@ukr.net

Tukhy Vladyslav - Master's student of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technological University, e-mail: vlad.tukhui@gmail.com

УДК 621.436

Макаров В. А., д.т.н., проф.; Макарова Т. В., к.е.н., доц.

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕФЕКТИВНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Розглянуто різновекторний вплив сукупності факторів на систему автомобільних перевезень в умовах невизначеності та ринкового господарювання. Привернуто увагу на важливість розробки вірної концепції розвитку перевезень з елементами дослідження.

The multi-vector influence of a set of factors on the system of road transport in the conditions of uncertainty and market economy is considered. Attention is drawn to the importance of developing a correct concept for the development of transportation with elements of research.

Вступ. В ринкових умовах господарювання різні підсистеми великої системи автомобільних перевезень (САП) вантажів повинні функціонувати ефективно щодо співпадіння заданого часу доставки та прийомки вантажів певними ланками ланцюгів логістичної системи. Натепер, існує вагомий вплив невизначеності, випадковості подій на ефективність логістичних рішень: наслідки дії COVID-19, геополітики, повороту розвитку транспорту [1] тощо.

Метою роботи є формування заходів та критеріїв для організації мобільних перевезень вантажів автомобільним транспортом.

Аналіз існуючих рішень. З аналізу джерел інформації можна виокремити наступне: раціональний підхід щодо організації технічних впливів в системі автомобільних перевезень може обумовити вірно сформована концепція з розвитку означеної системи [2]; ефект синергії може дати вдале використання одночасної дії принципів взаємоконтролю і компенсації для досягнення мети.

Результати дослідження. Імовірність створення означеного точного функціонування САП може бути суттєво підвищена шляхом формування вірної концепції щодо дослідження мобільності здійснення ефективних автомобільних перевезень.

Особливу увагу слід приділити визначенню наступних компонентів концепції: мети; інструментів для реалізації механізму щодо збігу миттєвостей доставки вантажу та його прийомки; об'єктивних та прозорих критеріїв контролю ступеня досягнення мети; низки принципів, за якими має будуватися концепція [2]. Доцільно виконати і представити концепцію у вигляді структурної схеми, яка в змозі візуалізувати всі її головні компоненти та зв'язки між ними у тій послідовності, що дозволяє використати означену концепцію (рис. 1). На початку структурної схеми розміщена мета концепції, якою є забезпечення мобільності, шляхом безпосередньої ефективної взаємодії ланок доставки та приймання вантажів логістичного ланцюга і доведення терміну між цими операціями до раціонального часу. Тоді буде використаний принцип ефективної взаємодії різних елементів, що вимагає мета концепції. Для здійснення миттєвої передачі вантажів між ланками автомобільної доставки та приймання вантажів повинна відбуватися взаємодія: бездротовий обмін інформацією про місце знаходження між двома автомобільними транспортними засобами (АТЗ), про відстань між ними в інтелектуальній транспортній системі (ІТС).

Одночасно в САП діє принцип взаємоконтролю. Може бути виконано необхідне корегування (наприклад, часу передачі вантажу у надзвичайних ситуаціях), також можлива операція за принципом компенсації – заміна автомобіля, що доставляє вантаж, іншим АТЗ, який знаходиться в більш сприятливих умовах, з точки зору підтримання мобільності САП. В механізмі здійснення концепції ефективних автомобільних перевезень, бажано використовувати інноваційні рішення. В якості інструменту для реалізації запуску дії механізму концепції пропонується вибрати раціональний збіг часу доставки та приймання вантажів певними логістичними ланками. Для отримання конкретного раціонального часу між миттєвостями доставки та приймання вантажів необхідно розробити методику розрахунку нормативного терміну.

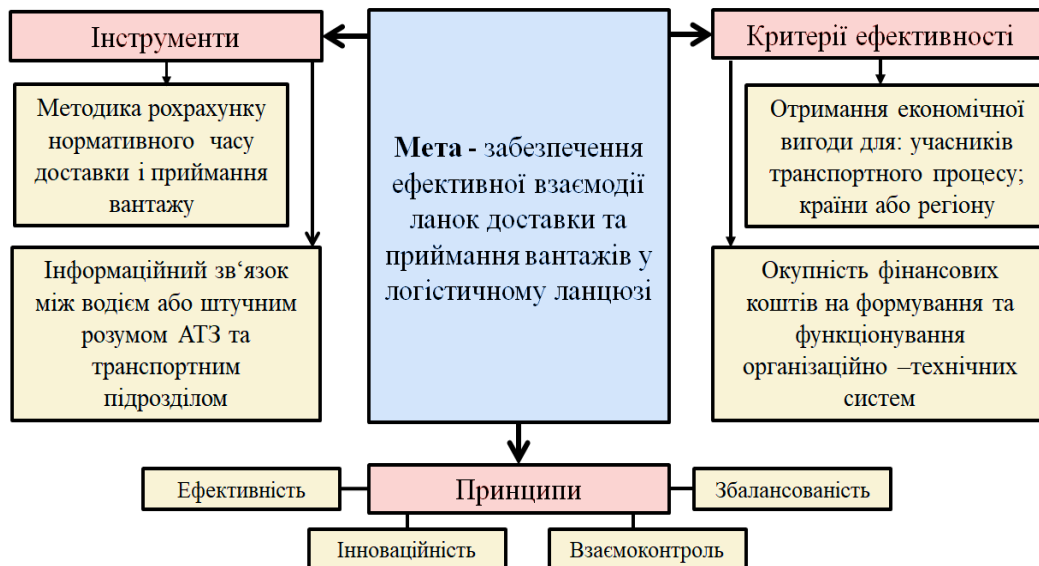


Рисунок 1– Структурна схема щодо візуалізації алгоритму формування дослідження мобільності здійснення ефективних автомобільних перевезень вантажів

Останнім необхідним інструментом, який треба додати має бути створений інформаційний зв'язок між водієм (або штучним розумом) АТЗ з одного боку та підрозділом де приймають вантаж - з другого боку.

Для повного завершення структури концепції необхідно сформувані об'єктивні, для всіх очевидні, критерії ефективності досягнення мети. Вони мають містити наступне: наявність вигоди для безпосереднього користувача АТЗ (індивідуального або АТП); існування соціально – економічної вигоди країни або регіону; окупність фінансових коштів на формування та функціонування організаційно – технічних компонентів концепції.

Висновки. Виконання рекомендованої концепції може дозволити підвищити ефективність автомобільних перевезень вантажів. Особливу увагу слід приділити розгляду ситуацій при сумісному прояві описаних принципів. Необхідно поглибити дослідження в напрямі вивчення характеристик операцій з доставки та передачі вантажів з однієї ланки логістичного ланцюга на іншу. Рационально розглянути закони розподілу випадкових величин.

Список використаних джерел

1. Ruth Blanck, Johanna Kresin, Stefan Klinski Umweltrecht an der HWR Berlin Klimaschutz im Verkehr: Reformbedarf der fiskalpolitischen Rahmenbedingungen und internationale Beispiele. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-im-verkehr-reformbedarf-der>.
2. Біліченко В.В. Про раціональний підхід до забезпечення запасними частинами вантажних АТП регіону / В.В. Біліченко, В.А. Макаров, Т.В. Макарова, О.П. Антонюк // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник – Луцьк, 2018. – Випуск 62. – С. 29-34.

Макаров Володимир Андрійович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: makarov@vntu.edu.ua

Макарова Тамара Володимирівна – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Makarov Volodymyr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: makarov@vntu.edu.ua

Makarova Tamara - Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tomamakarova@ukr.net

УДК 629.113.004

Мармут І. А., к.т.н., доц.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ІНЕРЦІЙНОГО РОЛИКОВОГО СТЕНДУ ПДС-Л

Точність діагностування гальмівної системи автомобіля на стенді інерційного типу залежить від багатьох факторів. Одними з визначальних є значення приведених мас обертових елементів: ролики, колеса і деталі трансмісії автомобіля, які змінюються. Шляхом компенсації цієї невизначеності може бути збільшення приведеної маси стенду таким чином, щоб частка приведеної маси колеса і пов'язаних з ним обертових частин автомобіля становила невелику частину і вносила похибку не більше допустимої.

The accuracy of diagnosing a car's brake system on an inertial stand depends on many factors. One of the determinants is the value of the reduced masses of rotating elements: rollers, wheels and transmission parts of the car, which change. By compensating for this uncertainty may be an increase in the reduced mass of the stand so that the proportion of the reduced mass of the wheel and associated rotating parts of the car was a small part and made an error of not more than acceptable.

Вступ. Як показують багато досліджень, зокрема, відображені в роботах [1, 2], що проводилися на кафедрі технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ (ХАДІ), інерційні стенди дають більш достовірну інформацію про технічний стан гальмівної системи. Інерційний метод перевірки гальм дозволяє відтворити реальні швидкісні і теплові режими роботи гальма. Отже, за всіма параметрами, які визначають точність моделювання на стенді реальних режимів роботи гальма, кращим є інерційний роликівий стенд.

Точність обчислення гальмівної сили залежить від того, наскільки точно знаємо складові приведені маси і наскільки точно вимірюємо лінійне сповільнення [3].

На стенді пересувної станції діагностики легкових автомобілів (ПДС-Л), яка знаходиться на кафедрі технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ, лінійне сповільнення вимірюють із точністю $\pm 1\%$. Допустима похибка обчислення гальмівної сили за ДСТУ 3649:2010 [4] становить $\pm 3\%$. Тоді після перетворень та підстановки чисельних значень отримаємо, що приведену масу системи ми повинні знати з точністю $\pm 2,83\%$ [5]. Приведена маса колеса і пов'язаних з ним частин автомобілів, що обертаються, може варіювати під дією різних факторів. Найбільш впливовими факторами є: варіація моменту інерції колеса (знос шини та металевих частин гальмівних механізмів, зміна тиску), варіація радіусу колеса (залежить від переданого моменту) [5].

Приведена маса колеса визначається моментом інерції шини та її радіусом кочення. А ці дві величини істотно залежать від початкових характеристик покришки і від величини зносу протектора. Дані щодо варіації початкового моменту інерції відсутні, але ДСТУ 8816:2018 [6] допускає відхилення номінального діаметра шини $\pm 1\%$. Оскільки момент інерції циліндра прямо пропорційний радіусу у 4-й ступені ($I = m \cdot R^2/2 = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot B \cdot R^2/2$), можна очікувати, що при таких допусках варіація моменту інерції становитиме мінімум $\pm 4\%$. Зміна моменту інерції шини зі зносом можна оцінити розрахунковим шляхом за методикою, наведеною у [5]. Також, на точність визначення гальмівної сили впливатиме знос деталей гальмівних механізмів автомобіля – гальмівного барабана чи диска. Зміна моменту інерції цих деталей можна оцінити розрахунковим шляхом за методикою, наведеною у [5]. Розрахунки показали, що внаслідок зносу протектора шини, зміна моменту інерції колеса складає до 28%. Знос металевих деталей гальмівних механізмів автомобіля змінює момент інерції системи ще на 1,5...2,7%.

При перевірці провідних коліс під частинами, що обертаються, розуміються також деталі трансмісії. Незнання величини приведеної маси трансмісії також вносить похибку обчислення гальмівної сили [7, 8]. Приведену масу трансмісії можна визначити, вимірюючи моменти

інерції окремих її частин і приводячи їх до осі. Але це трудомісткий процес і займає багато часу. При цьому приведена маса трансмісії також величина непостійна: відбувається знос деталей, хоч і невеликий, але на великих радіусах, що позначається на значенні, що нас цікавить.

Мета роботи: запропонувати варіанти доробки конструкції стенду ПДС-Л для оптимізації його інерційної маси.

Аналіз існуючих рішень. Як показали дослідження кафедри ТЕСА ХНАДУ [2, 3], технічно раціональніший спосіб розв'язання проблеми підвищення точності діагностування гальм на інерційному роликовому стенді – це збільшення приведеної маси стенду. Збільшити приведену масу стенда треба таким чином, щоб частка приведеної маси колеса і пов'язаних з ним частин автомобіля, що обертаються, становила невелику частину і вносила похибку не більш допустимої [3]. Це не складе проблем для стаціонарних стендів, де можна встановити додаткові маховики або збільшити існуючі. Однак, коли йдеться про пересувні стенди, доводиться думати про небажаність збільшення металоємності, тобто ваги стенду. Проаналізуємо можливі шляхи збільшення приведеної маси на прикладі пересувного стенду ПДС-Л. Ціль – отримати необхідний момент інерції стенда при мінімальному збільшенні його ваги. Необхідно також відзначити, що збільшення приведеної маси стенду вирішується по-різному у двох випадках.

Результати дослідження. *Варіант 1* – це виготовлення нового стенду. Збільшити приведену масу стенду можна різними способами. Розглянемо кілька із них.

1. Збільшити $m_{ст}$ можна за рахунок збільшення товщини стінки ролика (див. рис. 1).



Рисунок 1 – Доробка конструкції нового стенду шляхом збільшення товщини стінки ролика

Зовнішній діаметр ролика 240 мм, товщина стінки $H = 8$ мм.

Збільшити приведену масу стенда необхідно на 312 кг, тобто додатковий момент інерції роликів має становити $1,62 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Потрібний додатковий момент інерції одного ролика $I_p = 0,405I \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Момент інерції ролика визначається як момент інерції порожнистого циліндра за такою формулою [9]

$$I = \sqrt{\frac{L \cdot \pi \cdot \rho \cdot (R_n^4 - R_b^4)}{2}}, \quad (1)$$

де L – довжина циліндра, м; ρ – густина матеріалу циліндра, $\text{кг}/\text{м}^3$; R_n – зовнішній радіус циліндра, м; R_b – внутрішній радіус циліндра, м.

Товщину стінки ролика необхідно збільшувати, зменшуючи його внутрішній діаметр. Збільшувати зовнішній діаметр небажано, так як це вимагає переробки вимірювальної системи і погіршить умови роботи навантажувально-приводного пристрою (НПП) (потрібний більший крутний момент при меншій швидкості).

Визначимо додаткову товщину стінки ролика за формулою

$$H' = R'_H - R'_B, \quad (2)$$

де $R'_H = R_B$ - зовнішній радіус нового ролика, м; R'_B - внутрішній радіус нового ролика, м. Внутрішній радіус нового ролика визначимо із формули (1)

$$R'_B = \sqrt[4]{\frac{L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot R_H^4 - 2 \cdot I_p}{L_p \cdot \pi \cdot \rho}} = \sqrt[4]{\frac{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,112^4 - 2 \cdot 0,405}{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850}} = 0,1 \text{ м},$$

де $L_p = 0,6$ м – довжина ролика; $\rho = 7850$ кг/м³ – густина матеріалу ролика.

Додаткова товщина стінки ролика: $H' = 0,112 - 0,1 = 0,012$ м.

Загальна товщина стінки ролика: $H_{об} = H + H' = 0,008 + 0,012 = 0,02$ м.

При цьому металоемність стенду збільшиться на масу додаткової частини роликів і становитиме:

$$m = 4 \cdot [L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot (R_H^2 - R_B^2)] = 4 \cdot [0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,112^2 - 0,1^2)] = 150,4 \text{ кг}.$$

2. Підвищити приведену масу стенду можна, збільшуючи товщину стінки ролика та збільшуючи маховик (рис. 2).

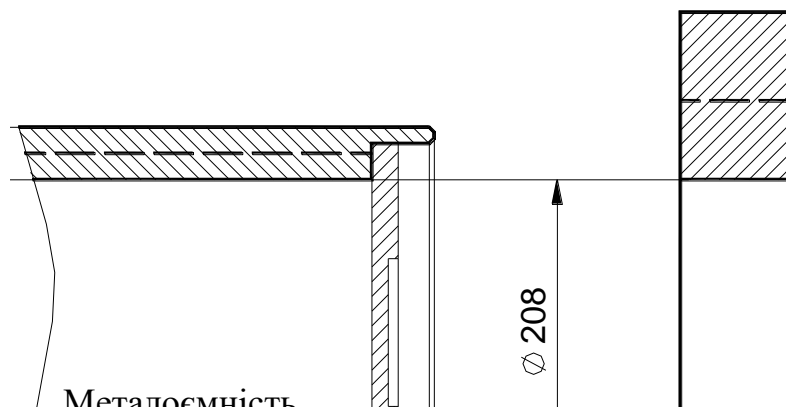


Рисунок 2 – Доробка конструкції нового стенду шляхом збільшення товщини стінки ролика та збільшення розмірів маховика

Збільшити момент інерції маховика можна лише за рахунок зменшення внутрішнього діаметра. Зовнішній діаметр маховика не можна збільшити, оскільки він обмежений габаритами стенду та конструкцією візка. Зовнішній діаметр маховика $D_H = 0,16$ м; внутрішній – $D_B = 0,264$ м. При цьому металоемність стенду буде найменшою, якщо внутрішні діаметри нового ролика та нового маховика будуть однакові. З наведених вище формул видно, що момент інерції зростає пропорційно 4-ї ступені радіусу, а маса – пропорційно 2-ї. Тому збільшення металу на малому радіусі збільшує вагу стенду, практично не змінюючи його момент інерції.

Новий внутрішній діаметр визначається з наступного виразу:

$$R_B^{//} = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot I_p - L_M \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot R_{HM}^4 - L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot R_{HP}^4}{-L_M \cdot \pi \cdot \rho_M - L_p \cdot \pi \cdot \rho_p}} =$$

$$= \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 0,405 - 0,055 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,132^4 - 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,112^4}{-0,059 \cdot 3,14 \cdot 7850 - 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850}} = 0,104 \text{ м,}$$

де $L_M = 0,055$ м – ширина маховика; $\rho_M = 7850$ кг/м³ – густина матеріалу маховика; $R_{HM}^{//} = R_{BM} = 0,132$ м – зовнішній діаметр додаткового маховика м.

Товщина стінки нового ролика: $H = R_{HP} - R_B^{//} = 0,12 - 0,104 = 0,016$ м.

Металоємність стенду збільшиться на наступну величину:

$$m = 4 \cdot [L_M \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot (R_{HM}^{/2} - R_B^{//2}) + L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot (R_{HP}^{/2} - R_B^{//2})] =$$

$$= 4 \cdot [0,055 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,132^2 - 0,104^2) + 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,112^2 - 0,104^2)]$$

$$= 138,1 \text{ кг.}$$

Виконані розрахунки показують, що збільшити приведену масу стенду краще за рахунок збільшення стінки ролика та маховика.

Варіант 2 – це доробка конструкції існуючого екземпляра. Тут найважливіша вимога – мінімум змін існуючої конструкції та простота виконання доробки. З цих позицій найзручніше збільшити приведену масу встановивши всередину роликів сталеві прутки (як показано на рис. 3), або установкою металевих труб, залитих свинцем або іншим важким матеріалом. Оскільки свинець метал дорогий, то встановлення сталевих прутків буде набагато дешевшим.

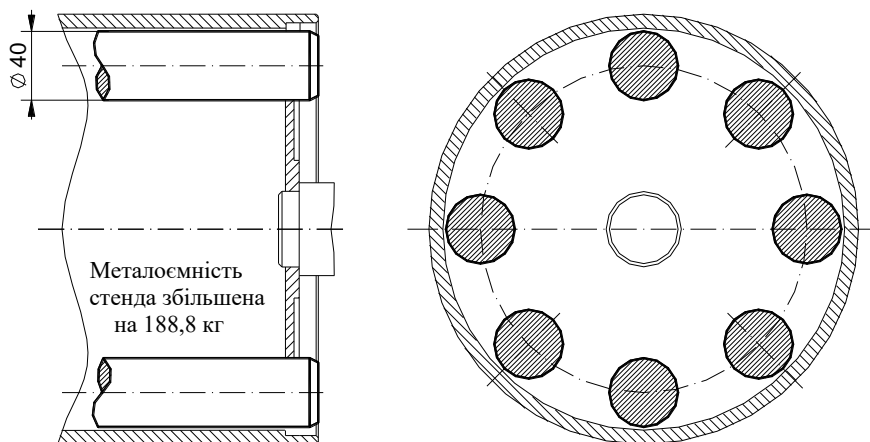


Рисунок 3 – Збільшення приведеної маси існуючого екземпляра стенда

Визначимо необхідний діаметр та кількість прутків. Прийемо діаметр прутка 40 мм. Власний момент інерції прутка:

$$I_0 = \frac{L \cdot \pi \cdot \rho \cdot R^4}{2} = \frac{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,02^4}{2} = 0,0012 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де $L = 0,6$ м – довжина прутка, що дорівнює довжині ролика.

Як зазначалося вище, момент інерції зростає пропорційно 4-ї ступені радіусу. Тому розташовувати прутки необхідно максимально близько до внутрішньої сторони ролика. Виходячи з цього, радіус установки прутків прийемо рівним 0,09 м.

Момент інерції прутка, встановлений на радіусі l :

$$I = I_0 + m_{\pi} \cdot l^2, \quad (3)$$

де m_{π} – маса прутка, кг; $l = 0,09$ м – радіус установки.

Маса прутка: $m_{\pi} = L \cdot \pi \cdot \rho \cdot R^2 = 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,02^2 = 5,9$ кг.

$$I = 0,0012 + 5,9 \cdot 0,09^2 = 0,05 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Потрібна кількість прутків: $n = \frac{I_p}{I} = \frac{0,405}{0,05} \approx 8$.

Металоємність стенду збільшиться на масу встановлених прутків:

$$m = m_{\pi} \cdot n \cdot 4 = 5,9 \cdot 8 \cdot 4 = 188,8 \text{ кг.}$$

Висновки. Запропоновані варіанти доробки конструкції стенду ПДС-Л для того, щоб збільшити приведену інерційну масу стенда. Це треба зробити таким чином, щоб частка приведеної маси колеса і пов'язаних з ним частин автомобіля, що обертаються, становила невелику частину і вносила похибку не більш допустимої. З цих позицій найзручніше збільшити приведену масу встановивши всередину роликів сталеві прутки. При цьому металоємність стенду збільшиться на 188,8 кг.

Список використаних джерел

1. Э.Х. Рабинович, «Исследование и совершенствование методов и средств стендовой проверки автомобильных тормозов» дис. канд. техн. наук, ХАДИ, Харьков, 1981.
2. Н.Я. Говорущенко, В.П. Волков, Э.Х. Рабинович, И.А. Мармут и В.А. Зуев, Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование). Харьков, Украина: ХНАДУ, 2009, 344 с.
3. И.А. Мармут, «Разработка научно-методических основ проектирования передвижных станций диагностики» дис. канд. техн. наук, ХГАДТУ, Харьков, 2001.
4. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011-07-01]. Київ, 2011. 28 с. (Держспоживстандарт України).
5. И.А. Мармут, «Влияние износа шин и деталей тормозных механизмов на точность стендовой проверки тормозов», Збірник наукових праць ХНАДУ «Автомобільний транспорт», № 16, с. 34-38. 2005.
6. ДСТУ 8816:2018. Шини пневматичні для легкових автомобілів та причепів до них. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-10-01]. Київ, 2019. 19 с. (Держспоживстандарт України).
7. И.А. Мармут, «Модельовання процесу гальмування автомобіля на інерційному роликовому стенді» на Міжнародній науково-практичній конференції «Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці», Харків, 2017, с. 155-159.
8. И.А. Мармут, «Математичні моделі стендової діагностики гальмівних систем автомобілів», Науковий журнал Луцького НТУ «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті», №2(11), с. 90-96. 2018.
9. М.М. Гернет, В.Ф. Ратобыльский, Определение моментов инерции, Москва: Машиностроение, 1979.

Мармут Ігор Арнольдович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: mia2005.62@ukr.net

Marmut Igor - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Technical Operation and Service of cars. prof. Govorushchenko M. Ya., Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: mia2005.62@ukr.net

УДК 621.436

Морозов Ю. В., д.т.н., доц.

ПРИКЛАД ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ НОРМАЛІЗОВАНОЇ РЕГРЕСІЇ

Розглянуті питання використання результатів багатофакторного розрахункового експерименту у виді лінійного рівняння нормалізованої регресії для дослідження показників і параметрів складних технічних систем. Запропонована комп'ютерна реалізація графо-аналітичних розрахунків для розглянутого прикладу.

The issues of using the results of a multifactor computational experiment in the form of a linear equation of normalized regression for the study of indicators and parameters of complex technical systems are considered. The computer implementation of graph-analytical calculations for the considered example is offered.

Вступ. У роботі [1] запропоновано об'єктивний числовий метод вирівнювання і нормалізації множинних кореляційних зв'язків та викладені основи лінійної множинної кореляції, які дозволяють об'єктивно оцінити ефективність конкретного внеску кожного врахованого параметра x_1, x_2, \dots, x_l в рівняння множинної нормалізованої лінійної регресії вигляду

$$u_0 = a_{01}u_1(x_1) + a_{02}u_2(x_2) + \dots + a_{0l}u_l(x_l). \quad (1)$$

Об'єктивний числовий метод вирівнювання і нормалізації багатофакторних кореляційних зв'язків [2, 3] базується на двох функціональних монотонних перетвореннях конкретних значень $l + 1$ вхідних параметрів і показника $x_0 = y, x_1, x_2, \dots, x_l$. Перше перетворення складається у заміні N_j конкретних значень кожної j -ої змінної $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jN}$, $j = 0, 1, 2, \dots, l$ їх емпіричними ймовірностями неперевикнення $p_{j1}, p_{j2}, \dots, p_{jN}$, $j = 0, 1, 2, \dots, l$, які визначаються за формулою $p_{ji} = p_j(x_{ji}) = \frac{m(x_{ji}) - 0,25}{N_j + 0,5}$; $m(x_{ji}) = 1, 2, \dots, N_j$.

Тут $m(x_{ji})$ - порядкові (рангові) номери значень x_{ji} після розташування членів ряду $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jN}$, $j = 0, 1, 2, \dots, l$ у зростаючому порядку.

Друге перетворення ґрунтується на заміні емпіричних ймовірностей неперевикнення p_{ji} відповідними їм квантилями $u_{ji} = F[p_{ji}]$ нормального нормованого розподілу $u_{j1}, u_{j2}, \dots, u_{jN}$.

Аналіз існуючих рішень. Якщо вхідні змінні $x_1, x_2, \dots, x_{l+1} = x_0$ пов'язані попарно будь-якою криволінійною монотонною (без максимумів і мінімумів) кореляцією, то нормалізовані змінні $u_1, u_2, u_1, u_2, \dots, u_l, u_{l+1} = u_0$, пов'язані попарно лінійною кореляцією. Завдяки цьому існуючі рішення кореляційних задач, ґрунтовані на методах лінійної множинної кореляції, автоматично розповсюджуються і на випадки нелінійних попарно монотонних кореляційних зв'язків, якщо попередньо провести нормалізацію значень вхідних змінних або факторів.

В роботах [2, 3] наведені приклади розрахунків коефіцієнтів a_{ji} для рівнянь регресії, подібних (1). Такі квазілінійні рівняння регресії з ефектами вирівнювання та нормалізації взаємозв'язків між вхідними та вихідними параметрами можливо використовувати для оцінки взаємозв'язків між параметрами і показниками складних систем (наприклад, робочі процеси в системах ДВЗ), для проведення оптимізаційних задач та задач синтезу.

В цілому, базова методика вперше була запропонована в роботі [1] для обробки даних метеорологічних спостережень. Для конкретного розрахунку її автором був вибраний прямокутний масив вихідних даних розмірністю 4×25 та наведений опис метеорологічного показника та відповідних параметрів [1, 5].

Результати дослідження. В роботі [5] наведені вхідні дані, числові значення імовірнісного масиву квантилів $x_N(j, i)$ та результати перевірки та тестування комп'ютерної програми для обчислення коефіцієнтів лінійних нормалізованої регресії. Квантили нормального розподілу обчислюються за допомогою спеціалізованого модуля *NDTRI*, що включається як компонент в розрахункову програму обробки спостережуваних значень всіх вихідних змінних.

Результати комп'ютерного розрахунку по наведеній методиці [5] добре збігаються з результатами, наведеними в роботі [1]. Треба зазначити, що в роботі [1] розрахунки проводилися без використання комп'ютерних технологій та наведені не всі результати проміжних розрахунків, а тільки частина. В цих результатах проміжних розрахунків зафіксовано декілька помилок логічного характеру, які суттєво не вплинули на кінцеві результати.

Повний коефіцієнт множинної кореляції у комп'ютерному розрахунку трохи більший, що означає більшу тісноту зв'язку показника і параметрів. Середні квадратичні помилки менші за рахунок більшої точності комп'ютерного розрахунку.

Таким чином, запропонована програма протестована, перевірена і може бути використана для обробки розрахунково-статистичної інформації за допомогою нормалізації і вирівнювання кореляційних зв'язків між параметрами і показниками складних систем.

Методика, що використана в роботах [1, 5], дозволяє визначити рівняння регресії, яке акумулює в собі вхідні дані експерименту та результати їх обробки.

В результаті двох зазначених вище перетворень замість вихідного масиву $x_0(j, i)$ отримаємо аналогічний йому по розмірності ймовірнісний масив квантилів $u_0(j, i)$.

Подальше дослідження в цій роботі зводиться до розгляду кореляційних зв'язків між вихідними змінними величинами

$$x_1, x_2, \dots, x_i, x_{i+1} \equiv x_0 \equiv y_0, \quad (2)$$

де $x_{i+1} \equiv x_0 \equiv y_0$ – шукана функція від l аргументів x_1, x_2, \dots, x_i .

Підраховуються емпіричний коефіцієнт коваріації $\rightarrow \mu_{0j}(N) = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N u_{0i}u_{1i}$, коефіцієнт нормалізованої кореляції $\rightarrow r_{0i}(N) = \frac{\mu_{0j}(N)}{\sigma_{u_i}^2(N)}$ та симетрична матриця коефіцієнтів кореляції $\rightarrow (r_{ik} = r_{ki}, r_{ii} = 1)$.

$$\|r_{ik}\| = \begin{vmatrix} 1 & r_{01} & r_{02} & r_{03} \\ r_{10} & 1 & r_{12} & r_{13} \\ r_{20} & r_{21} & 1 & r_{23} \\ r_{30} & r_{31} & r_{32} & 1 \end{vmatrix} \quad (3)$$

Таблиця 1 – Числові значення симетричної матриці масиву коефіцієнтів кореляції $r(i, k)$.

Перший індекс матриці	Другий індекс симетричної матриці k			
i	0	1	2	3
0	1,000000	0,703253	0,490651	0,410270
1	0,703253	1,000000	0,061989	0,197947
2	0,490651	0,061989	1,000000	-0,088300
3	0,410270	0,197947	-0,088300	1,000000

На основі таблиці 1 складена система трьох лінійних нормальних рівнянь для трьох параметрів і одного показника:

$$\begin{aligned} \alpha_{01} + r_{12}\alpha_{02} + r_{13}\alpha_{03} &= r_{01} \\ r_{21}\alpha_{01} + \alpha_{02} + r_{13}\alpha_{03} &= r_{02} \\ r_{31}\alpha_{01} + r_{32}\alpha_{02} + \alpha_{03} &= r_{03} \end{aligned} \quad (4)$$

Тут і далі по тексту курсивом додатково наведені для порівняння відповідні значення результатів розрахунків з роботи [1].

Рішення цієї системи – $\alpha_{01} = 0,585266, (0,57)$; $\alpha_{02} = 0,528664, (0,56)$; та $\alpha_{03} = 0,430494, (0,38)$ – коефіцієнти регресії, що входять в шукане рівняння нормалізованої регресії.

$$u_0(x_0) = 0,585266u_1(x_1) + 0,528664u_2(x_2) + 0,430494u_3(x_3). \quad (5)$$

Користуючись лінією зв'язку $x_0 = f_0[u_0]$ з рис.1, отримаємо рівняння нормалізованої регресії для величини стоку x_0 в залежності від опадів x_1, x_2, x_3 за грудень, листопад та жовтень.

$$x_0 = f_0[0,585266u_1(x_1) + 0,528664u_2(x_2) + 0,430494u_3(x_3)]. \quad (6)$$

При цьому нормалізовані величини $u_1(x_1), u_2(x_2), u_3(x_3)$ визначаються по кривим зв'язку (рис.1) для будь-яких заданих величин опадів x_1, x_2, x_3 .

У розглянутому прикладі представлені на рис. 1 криві зв'язку $u_j = u_j(x_j)$ істотно відрізняються від прямих ліній. Тому рівняння криволінійної регресії, отримане в результаті нормалізації вихідних змінних, має суттєву перевагу перед рівнянням лінійної регресії.

Для рівнянь регресії (5) і (6) визначається повний коефіцієнт множинної кореляції за формулою $R_0^2 = r_{01}\alpha_{01} + r_{02}\alpha_{02} + r_{03}\alpha_{03} = 0,703253 \cdot 0,585266 + 0,490651 \cdot 0,528664 + 0,410269 \cdot 0,430494 = 0,847579; (0,84)$. $R_0 = \sqrt{0,847579} = 0,920652; (0,92)$.

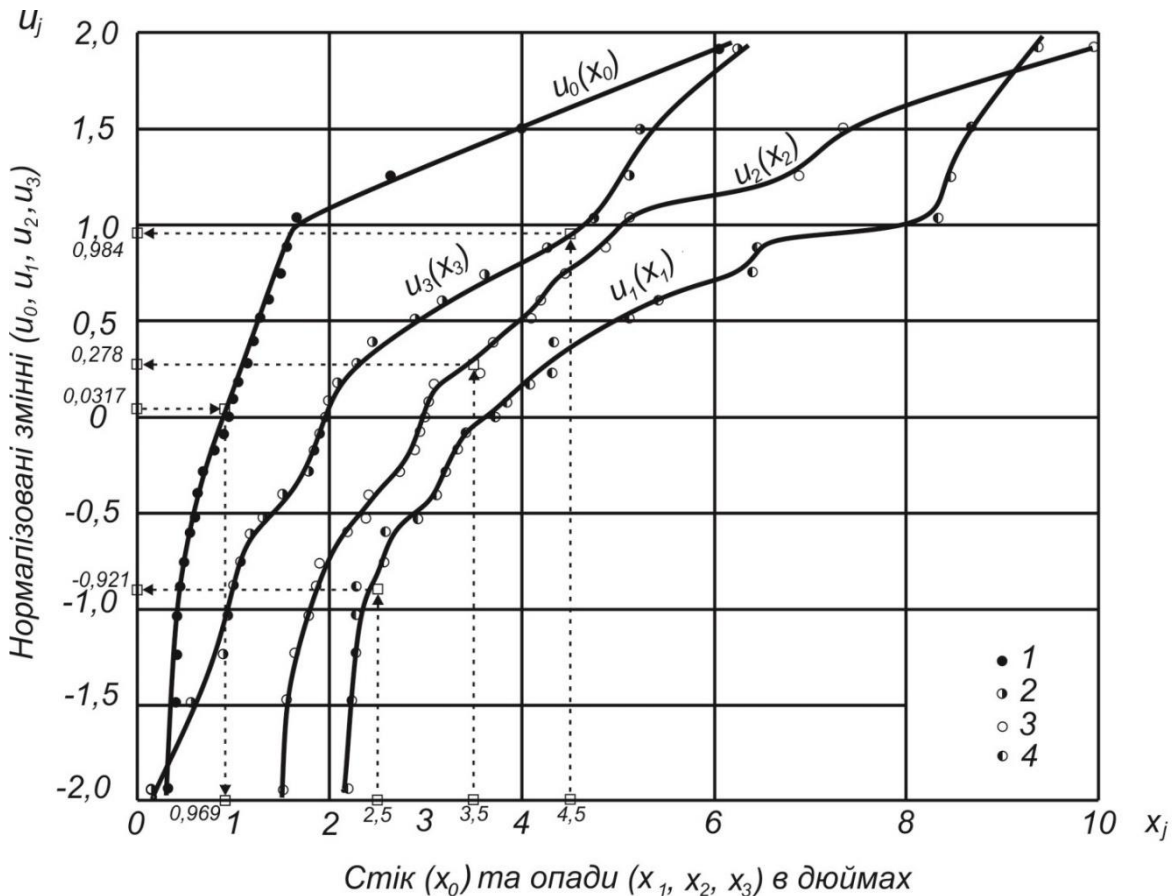


Рисунок 1 – Криві зв'язку $u_j = u_j(x_j)$ або $x_j = f_j[u_j]$ між вхідними (x_j) і нормалізованими (u_j) змінними ($j = 0, 1, 2, 3$). 1 – $u_{0i} = F[p_0(x_{0i})]$, 2 – $u_{1i} = F[p_1(x_{1i})]$, 3 – $u_{2i} = F[p_2(x_{2i})]$, 4 – $u_{3i} = F[p_3(x_{3i})]$

При практичному використанні рівняння регресії передбачається наявність графіка, подібного рис.1, для переходу від вхідних змінних (x_j) до нормалізованих змінних (u_j), де ($j = 1, 2, 3$) або навпаки, від нормалізованої змінної результату (u_0) до вихідної змінної результату (x_0).

Фактично мова іде про використання методів номографії. Точність результатів при графічних переходах неприйнятна. Подібні операції графічного переходу громіздкі та мають великий ризик помилок та похибок. Тому пропонується при практичному використанні метода користуватися комп'ютерними підпрограмами на основі лінійної інтерполяції, наведеними нижче.

Висновки. На рис. 1. з кривими зв'язку нанесені пунктирними лініями процедури для визначення показника x_0 для попередньо заданих значень вхідних параметрів $x_1 = 2,5$, $x_2 = 3,5$, $x_3 = 4,5$. В результаті використання цього рисунка як номограми отримуємо значення відповідних нормалізованих параметрів $u_1 = -0,921$; $u_2 = 0,278$; $u_3 = 0,984$.

Далі підставляємо ці значення у рівняння (5) та отримуємо значення шуканого результату у нормалізованій формі $u_0 = 0,0317$. Остання операція – графічний перехід по відповідній пунктирній лінії графіку рис.1 від значення $u_0 = 0,0317$ до значення $x_0 = 0,969$ на нижній шкалі рис.1.

При наявності графіка, подібного рис. 1, самі ці операції нескладні у виконанні. Але, якщо врахувати, що змінних параметрів в розрахунку може бути кілька десятків, то виконання подібних графічних операцій може бути громіздким та матиме достатній ризик помилок та похибок.

Можливо обійтися без будь яких графічних побудов, без методів номографії, якщо використати у комп'ютерній програмі розрахунку нижче наведені два фрагменти комп'ютерної програми з аналітичними залежностями у кодах VB Studio для розрахункового аналогу другого графічного переходу. Як результат – значно покращується точність операції переходу, ризик помилок та похибок графічної операції – відсутній.

Перехід від вхідних змінних (параметрів) $x_j \Rightarrow X0R(MI)$ до їх квантилів нормального розподілу $u_j \Rightarrow X00N(MI)$:

```
Dim X0R(L) As Decimal= 0.0
X0R(2) = 2.5
X0R(3) = 3.5
X0R(4) = 4.5
Dim X00N(L) As Decimal
L1 = L - 1
MessageBox.Show("L1=" + L1.ToString)
For MI = 2 To L
    MessageBox.Show("MI=" + MI.ToString)
    For MJ = 1 To N - 1
        If (XX(MJ, MI) < X0R(MI)) And (XX(MJ + 1, MI) > X0R(MI)) Then
            MJJ = MJ
            DeltaR = XX(MJ + 1, MI) - XX(MJ, MI)
            DelR = X0R(MI) - XX(MJ, MI)
            KDel = DelR / DeltaR
            DeltaV = AX(MJ + 1) - AX(MJ)
            DelV = KDel * DeltaV
            X0NN = AX(MJ) + DelV
            MessageBox.Show("X0NN=" + X0NN.ToString)
            X00N(MI) = X0NN
        End If
    Next
    MessageBox.Show("MI=" + MI.ToString)
    MessageBox.Show("X00N(MI)=" + X00N(MI).ToString)
Next
```

Підрахунок квантиля нормального розподілу кінцевого результату $u_0 \Rightarrow X00NN$ та перехід від нього до вихідної змінної результату $x_0 \Rightarrow (XRN)$:

```
Dim X00NN As Decimal
SSUM = 0
For MI = 2 To L
    MessageBox.Show("B(MI-2)=" + B(MI - 2).ToString)
    MessageBox.Show("X00N(MI)=" + X00N(MI).ToString)
    SSUM = SSUM + B(MI - 2) * X00N(MI)
    X00NN = SSUM
Next
MessageBox.Show(" X00NN=" + X00NN.ToString)

Dim XRN As Decimal
For MJ = 1 To N - 1
    If ((AX(MJ) < X00NN) And (X00NN < AX(MJ + 1))) Then
        MJJ = MJ
        MessageBox.Show(" X00NN=" + X00NN.ToString)
        DeltaV = AX(MJJ + 1) - AX(MJJ)
        DelV = X00NN - AX(MJJ)
        KDel = DelV / DeltaV
        DeltaR = XX((MJJ + 1), 1) - XX(MJJ, 1)
        DelR = KDel * DeltaR
        XRN = XX(MJJ, 1) + DelR
        MessageBox.Show("XRN=" + XRN.ToString)
    End If
    MessageBox.Show(" XRN=" + XRN.ToString)
Next
```

Список використаних джерел

1. Алексеев Г.А. Об'єктивні методи вирівнювання і нормалізації кореляційних зв'язків. - Л.: Гидрометеоиздат. 1971. - С. 64-70.
2. Морозов Ю.В. Лінійні рівняння регресії показників впорскування палива в дизелях. – Двигунобудування. 1988, № 2.
3. Морозов Ю.В. Метод раціонального вибору і розрахунку конструктивних параметрів паливної апаратури дизелів. – Рівне: Видавництво Української державної академії водного господарства. 1997. – С. 40–46.
4. Морозов Ю.В. Лінійні рівняння нормалізованої регресії для оптимізації показників паливної апаратури дизеля. -НУВГП – Всеукраїнська науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем», 28–29 листопада 2019 року м. Рівне. Тези доповідей.
5. Морозов Ю.В. Перевірка та тестування комп'ютерної програми для обчислення коефіцієнтів лінійних нормалізованої регресії. – Рівне: Збірник наукових праць НУВГП. Серія технічних наук. Випуск № 3 (95) 2021 р.

Морозов Юрій Валентинович – д.т.н., доцент, професор кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: yu.v.morozov@nuwm.edu.ua

Morozov Yuriy - Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National University of Water Management and Environmental Sciences, e-mail: yu.v.morozov@nuwm.edu.ua

УДК 656.01, УДК 656.13

Музильов Д. О., к.т.н., доц.; Шраменко Н. Ю., д.т.н., проф.;
Карнаух М. В., к.т.н., доц.

NFT ТЕХНОЛОГІЯ В ЛОГІСТИЦІ – ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ

Описано актуальність використання NFT (Non-Fungible Token) технології як частини блокчейну в різних сферах людської життєдіяльності. Представлено перелік потенційних переваг та можливих проблем, які потрібно вирішити для успішного впровадження NFT у транспортні та логістичні системи.

The relevance of using NFT (Non-Fungible Token) technology as part of the blockchain in various spheres of human life is described. A list of potential benefits and possible problems to be solved for the successful implementation of NFT in transport and logistics systems is presented.

2021 рік став певною мірою революційним у сфері блокчейн-технологій. Разом із уже існуючими цифровими алгоритмами передачі електронних грошових одиниць між певними учасниками проєкту з'являються інші, новітні [1]. Так, наприклад, для здійснення транзакцій у мережі Ethereum наразі використовується найпоширеніший алгоритм для токенів, що створені за допомогою ERC-20. Даний протокол розроблено для підтримання найбільшої кількості цифрових монет, які було випущено різноманітними власниками в період з середини 2016 дотепер. Але транзакції токенів ERC-20 мають високу вартість, особливо через класичну мережу Mainnet Ethereum 1.0, та з точки зору безпеки у експертів із блокчейн-технологій виникає останнім часом чимало питань саме до ERC-20.

Наразі ширшого розповсюдження набули протоколи ERC-721 та ERC-1115, які при запуску Mainnet Ethereum 2.0 матимуть конкурентоспроможне значення комісії за передачу токенів порівняно із іншими типами Blockchain. Останній вид алгоритму найчастіше застосовується при створенні NFT (Non-Fungible Tokens). Саме унікальна характеристика NFT, що пов'язана із неможливістю заміни чимось іншим, розкриває певну перспективність для впровадження технології у будь яку сферу. Особливо це актуально для складних систем, де спостерігається певна рандомність внутрішніх процесів та наявний випадковий характер поведінки різних елементів системи безпосередньо при взаємодії із зовнішнім середовищем [2-3]. До таких систем належать саме транспортні та логістичні системи.

Враховуючи те, що NFT дозволяє за допомогою різних типів Blockchain акумулювати та зберігати тривалий (практично необмежений час) додаткову інформацію у вигляді одного унікального токена, можна зібрати великий масив даних лише у вигляді однієї jpeg-картинки. Період зберігання такої інформації залежить насамперед від життєвого циклу безпосередньо самого блокчейну, тобто: поки мережа функціонує, до тоді є можливість зберігати інформацію за допомогою унікального токена. Це дозволить накопичувати широкий спектр даних про поведінку певних елементів логістичної системи, що мають, в першу чергу, випадковий характер. При цьому використання Non-Fungible Token дозволяє провести моделювання поведінки логістичної системи, зменшуючи негативний вплив рандомних факторів на ефективність функціонування, що корелює із останніми концепціями Industry 4.0 [1, 3].

NFT за своєю сутністю представляє певну цифрову картинку, яка зосереджує в собі неповторну інформацію та працює за правилами блокчейну на інших принципах, ніж притаманні звичайним монетам мережі [4]. При цьому, враховуючи специфіку алгоритму ERC-1115, унікальний токен може використовуватися для оцифрування будь-якого об'єкту, включаючи відео, музику, домени категорії WEB 3.0. Останнє дає можливість побудувати власний логістичний Мета Всесвіт, що буде функціонувати паралельно із фактичною логістичною системою у реальному світі. При цьому Metaversve of Logistics (Логістичний Мета Всесвіт) значно спрощує планування роботи логістичних елементів системи у реальному світі. Тут може застосовуватися ігровий принцип, де NFT кожного елемента здійснює певну поведінку, виходячи із ретроспективи аналогічних ситуацій, в яких раніше опинявся об'єкт при функціонуванні

логістичної системи (ЛС). Результат поведінки унікального токена – це відповідна управлінська дія для більш ефективного використання ресурсів ЛС, що певним чином оптимізує весь процес.

Перспективність використання NFT у сфері логістики обумовлена також тим, що наразі цю частину блокчейн-технології підтримують основні мережі. При цьому унікальні токени ERC-1115 можуть швидко передаватися не тільки шляхом Mainnet Ethereum, але і за допомогою Blockchains Polygon (Matic), BSC (BNB), Tron (TRX). Останній має одну із найменших комісій на оплату газу (GAS Fee) для здійснення безпечних транзакцій [5]. При цьому, якщо порівнювати, то розмір комісій у Трон-мережі, Матіс та Бінанс Смарт Чейні складає в середньому 0,1-0,2\$, в той час, як в мережі Ethereum - приблизно 10-50\$ за одиницю фінансової операції. Це дозволяє шляхом незначних витрат, майже безкоштовно, передавати унікальні об'єкти у вигляді цифрових NFT, практично гарантуючи майже стовідсоткову безпеку.

При впровадженні Non-Fungible Token у сферу логістики можливо говорити про такі перспективи:

1. Провести цифровий опис кожного елементу логістичної чи транспортної системи з унікалізацією інформації про його поведінку в різних ситуаціях при взаємодії з іншими елементами системи. При цьому надання кожному NFT певної рарності, тобто цінності, яка може бути виражена через обсяг інформації, що акумулює в собі унікальний токен або виходячи від значущості, яку він займає в ієрархії логістичної системи, дозволить побудувати повний набір ситуацій (створити так звану колекцію NFT) для повноцінного опису варіантів поведінки всіх елементів ЛС.

2. Зосередження значної суми інвестицій, вкладених у проект в одному, чи невеликій кількості токенів. При чому є можливості завжди їх реалізувати як безпосередньо іншому учаснику логістичної системи, так і використовуючи спеціальні торговельні площадки для реалізації NFT, наприклад платформу OpenSea, де унікальний токен обмінюється на один із стейблкоїнов мережі (ефір чи матіс).

3. Придбання NFT токена на ранніх стадіях проекту дозволить гарантувати значну суму прибутку при умові успішного функціонування системи в майбутньому. Як правило, ціна подібних токенів «злітає» в рази, а розмір профіту може досягати 10-кратних значень.

4. Можливість використовувати при моделюванні функціонування логістичної системи, наприклад транспортної системи із урахуванням затримок у трафіку [6], концепцію P2E (Play and Earn), тобто «грай та заробляй». Ця бізнес-модель завдяки NFT дозволяє при моделюванні ситуації в ігровій моделі отримувати учасниками відразу певний дохід у стейблкоїнах блокчейну, який підтримує унікальний токен або підвищує рарність самого NFT. Останній аспект є поки що перспективний, тобто наразі не розроблено алгоритм зміни рівня унікальності.

Окрім перерахованих пунктів щодо перспективності застосування NFT як частини блокчейну, додатково на користь впровадження технології у різні сфери життєдіяльності свідчить підписаний президентом України профільний закон «Про віртуальні активи», що враховує останні пропозиції від 17.02.2022 року про остаточну легалізацію криптосектору країни [7].

Проведені останнім часом міжнародні заходи за участю найбільшої світової криптовалютної біржи Binance, яка входить до ТОП-3 світових трейдерських платформ, що здійснюють будь-які торгові операції із фіатними (національними валютами) та криптовалютами активами, свідчать про велику актуальність NFT технології для розвитку різноманітних систем сучасності. Ці світові конференції у м. Дубай (ОАЕ) [8] та м. Париж (Франція) [9], які відбувалися протягом останнього тижня березня та першого тижня квітня 2022 року відповідно, доводять безумовну перспективність використання NFT. До конференцій було залучено компанії, які стали родоначальниками основних криптовалютних гаманців Trust Wallet, Coinbase Wallet, Meta Mask, перспективного NFT накопичувача Enjin Wallet та інших. При цьому участь різних корпорацій, що підтримують та починають розвивати унікальну технологію в сферах своєї діяльності, засвідчує серйозність ставлення до NFT. Враховуючи середню аудиторію, яка спостерігала за трансляцією в режимі онлайн (у середньому близько 500-800 тис. глядачів), можна стверджувати про суттєвий інтерес глядацької аудиторії, серед якої багато експертів у сфері блокчейн. Це додатково доводить перспективність впровадження NFT у різні типи систем, зокрема у логістичні.

Список використаних джерел

1. Javaida, M., Haleema, A., Singhb, R.-P., Khanc, S., Suman, R.: Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. Blockchain: Research and Applications, Volume 2, Issue 4, December 2021, 100027, <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100027>
2. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Blockchain Technology in Transportation as a Part of the Efficiency in Industry 4.0 Strategy. In: Tonkonogyi V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 216-225 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_22
3. Muzylyov, D., Shramenko, N., Karnaukh, M. (2021) Choice of Carrier Behavior Strategy According to Industry 4.0. In: Ivanov V., Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac J., Peraković D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77719-7_22
4. Benz, D., Hamzah, M., Ghazali, M.F., Asli, M.F. (2022). Bringing Blockchain Technology in Innovating Industries: A Systematic Review. In: Al-Emran, M., Al-Sharafi, M.A., Al-Kabi, M.N., Shaalan, K. (eds) Proceedings of International Conference on Emerging Technologies and Intelligent Systems. ICETIS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 322. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85990-9_33
5. Muzylyov, D., Shramenko, N., Ivanov, V. (2021) Management Decision-Making for Logistics Systems Using a Fuzzy-Neural Simulation. In: Cagáňová D., Horňáková N., Pusca A., Cunha P.F. (eds) Advances in Industrial Internet of Things, Engineering and Management. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69705-1_11
6. Vojtov, V., Kutiya, O., Berezhnaja, N., Karnaukh, M., Bilyaeva, O. Modeling of reliability of logistic systems of urban freight transportation taking into account street congestion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 4, no. 3 (100), pp. 15–21. 2019. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175064>
7. Пропозиції Президента до Закону «Про віртуальні активи» / [електрон. ресурс] – https://www.w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=69110
8. Binance Blockchain Week – Dubai 2022 (28-30 March) / [електрон. ресурс] – <https://www.binance.com/en/live/video?roomid=2101532>
9. Binance Blockchain in Paris 2022 (12-14 April) / [електрон. ресурс] – <https://www.pbwsummit.com/conferences#programme>

Музильов Дмитро Олександрович – к.т.н., доцент, докторант кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: murza_1@ukr.net

Шраменко Наталя Юрїївна – д.т.н., професор, професор кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: nshramenko@gmail.com

Карнаух Микола Віталійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, e-mail: nikolay.karnauh@gmail.com

Muzylov Dmytro - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Doctoral Student of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnological University, e-mail: murza_1@ukr.net

Shramenko Natalia - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnological University, e-mail: nshramenko@gmail.com

Karnaukh Mykola - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Technologies and Logistics, State Biotechnology University, e-mail: nikolay.karnauh@gmail.com

УДК 656.06:629.349-838

Олішевська В. Є., к.т.н., доц.; Олішевський Г. С., к.т.н., доц.

КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ТА СУПУТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ

В роботі проведено дослідження сучасного стану розвитку електромобілів в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів. Визначено вплив електромобілів на розвиток супутньої інфраструктури в Україні.

In work research of modern development of electrocars is conducted in the conditions of transition from cars with a combustion engine to electrocars. Influence of electrocars is certain on development of concomitant infrastructure in Ukraine.

Вступ. Проблеми та перспективи розвитку електромобілів привертають увагу все більшого числа науковців і практиків як в Україні, так і у світі.

Серед публікацій, присвячених зазначеній проблематиці, слід відзначити наукові праці В. А. Кашканова, О. В. Бажинова, А. М. Редзюка, О. І. Відоменко, О. Є. Кондратьєва, Щ. В. Аргуна, В. С. Гіріна, А. В. Гнатова, В. П. Кужеля, О. В. Харчука, Я. В. Шевчука та багато інших науковців [1]-[6]. Науковці розглядають як технічні, так і економічні аспекти розвитку транспорту, який не завдавав би шкоди навколишньому середовищу. В багатьох роботах висвітлюються проблеми і переваги електромобілів, перспективи експлуатації електромобілів, вартість обслуговування електромобілів [3]-[10].

Дослідження, які направлені на вивчення сучасних можливостей і перспектив розвитку електромобілів і супутньої інфраструктури в Україні мають особливе значення і актуальність в умовах економічної кризи, дефіциту енергоресурсів і інтенсивного забруднення навколишнього середовища.

Мета роботи. Дослідження концепції розвитку електромобілів і супутньої інфраструктури в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів.

Результати дослідження. Сукупний обсяг ввезення електромобілів в Україну за 2010...2016 р.р. склав біля 3,2 тисяч одиниць. За темпами приросту електромобілів Україна увійшла до десятки лідерів [11]. За період з 01.07.2020 р. по 01.01.2021 р. кількість продажів в Україні збільшилась на 4017 електромобілів (рис. 1). Лідером з продаж на українському ринку електромобілів за 2020 рік був Nissan Leaf (50...54 %), на другому місці Tesla Model S (6 %), третім за популярністю став Renault Kangoo (4 %), четверте і п'яте місця розділили Tesla Model 3 (3...4 %) і BMW I3 (4 %). Середній вік електромобілів, що продані в 2020 р. склав 5...5,3 років.

За оцінками експертів, зростання кількості електромобілів до 5...10 % від загального парку автомобілів України може привести до дисбалансу та перевантаження існуючих мереж постачання електроенергії, якщо не буде запроваджено відповідних масштабних заходів для реконструкції та модернізації існуючих електромереж.

Важливим технічним завданням, вирішення якого є необхідною умовою для розширення використання електромобілів, є створення розвиненої мережі зарядних станцій.

В 2014 р. в Україні було 35 зарядних станцій всіх типів (з них 33 публічні) з 38 точками підключення. А в листопаді 2019 р. в Україні було 2719 станцій стандартної та високої потужності, загалом 5902 пунктів (рис. 2).

Подальший розвиток електромобілів в Україні потребує створення спеціальної системи для повноцінної експлуатації. Цей процес охоплює велику кількість традиційних учасників: автовиробників, дилерів, спеціалізованих СТО, виробників і монтажників зарядних станцій, а також енергетичних компаній, компаній з утилізації батарей, державних та фінансових структур, які надають додаткові пільги для власників електромобілів [11].

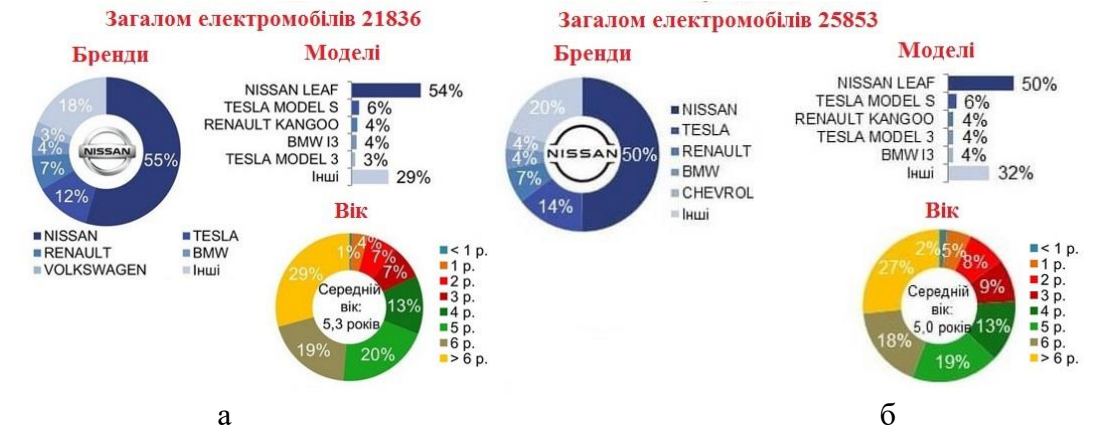


Рисунок 1 – Структура продажів легкових електромобілів в Україні:
а – станом на 01.07.2020 р.; б – станом на 01.01.2021 р.
(Джерело: ГСЦ МВС України; IRS Group, 2018-2021; www.irsgroup.com.ua/ecars)



Рисунок 2 – Кількість електрзарядних станцій та частки операторів в Україні станом на 2019 рік (Джерело: Марина Китіна, за даними операторів, IRS Group, 2019)

Розвиток електромобілів, на прикладі електромобілів Renault, показує, що електромобілі змінюють навколишнє середовище і створюють нову екосистему [5], [7].

Привертає увагу той факт, що розвиток електромобілів являє собою напрям, який несе серйозні зміни для традиційної автомобільної промисловості, її конструкторської та технологічної бази. Ці фундаментальні перетворення забезпечують більші науково-технічні прориви, ніж реалізація будь-яких нових проектів в рамках традиційного автомобільного транспорту [7].

Прикладами успішного створення електромобіля в Україні є електромобіль на базі малолітражного автомобіля «Таврія-Пінгвін» із запасом ходу 60 км, а також нова модель «Майстер» міського комунального комплексу для прибирання території. Дніпровська асоціація «Екотранс» розробила інноваційний проект «Концепт-Кара» – одномісного міні-електромобіля для міських поселень [1], [4].

Невід'ємним елементом самої стратегії розвитку електромобілів в Україні є виробництво батарей, що вимагає формування і реалізації комплексної програми, що повинна стати пріоритетною для державної підтримки. Для створення акумуляторних батарей використовують дорогі метали. В Україні є можливості виробництва літій-іонних

акумуляторів. Упевненості додає той факт, що на сьогодні в Україні розвідані родовища літєвих руд, які не поступаються родовищам США, Канади та Африки. Виявлено Полоховське родовище літію (Кіровоградська область), Станковатське та Шевченківське родовища (Донецька область). Перспективним також є Беганське родовище (Закарпатська область) [1]. Розвиток власної мінерально-сировинної бази літію, що застосовується як основний матеріал при виробництві акумуляторів, надаватиме додаткових перспектив для розвитку ринку електромобілів та в цілому економіки України.

Дослідження, розробка та впровадження, а також перспектива масового виробництва акумуляторів ведуть не тільки до збільшення густини зберігання енергії, але і до швидкого зниження вартості батарей. Наприклад, зниження цін на літій-іонні акумулятори на 74 %, що відбувалося з 2011 р. по 2017 р., привело до збільшення кількості продаж електромобілів в світі в 16 разів. Вдосконалення технологій виробництва батарей приводить до скорочення розриву між цінами на електромобілі і автомобілі з ДВЗ, що веде до підвищення конкурентоспроможності електромобілів [12].

З акумуляторами пов'язане ще одне питання, яке, з огляду на відносну новизну світового ринку електромобілів, виходить на перший план – це питання утилізації акумуляторних батарей. Термін служби акумуляторів зараз оцінюється на рівні п'яти-семи років, після чого вони вимагають заміни.

Моделі масових електромобілів першого покоління, такі як Nissan Leaf, вже на сьогодні потребують заміни акумуляторних батарей. Але підраховано, що на даний час тільки 5 % літій-іонних батарей, що використовуються в побутовій електроніці, переробляється. Нарощування маси «відпрацьованих» для свого первісного призначення батарей, особливо від електромобілів, буде неухильно зростати.

Розвиток електромобілів в Україні важливий також і тому, що електромобілі – це крок на шляху до водневого транспорту, який, з великою вірогідністю, буде транспортом майбутнього. За оцінками експертів, перепроектування електромобіля в воднемобіль буде зробити значно легше, ніж перепроектувати автомобіль з ДВЗ в електромобіль.

Розвиток електромобілів формує економічні моделі майбутнього. У всьому світі швидко зростає об'єм інвестицій у виробництво електротранспорту і створення інфраструктури для нього. Фактично зараз завершується стадія становлення глобального ринку електромобілів, і рішення, які будуть прийняті до 2024 року, стануть основою майбутнього глобального ринку – від освітніх і виробничих стандартів, організації міської інфраструктури до нових бізнес-моделей і умов регулювання ринку.

Висновки. За останні роки електромобілі в Україні набувають все більшої популярності. Лідером з продаж на українському ринку електромобілів (станом на 01.01.2021 р.) стали Nissan Leaf (50 %), Tesla Model S (6 %), Renault Kangoo (4 %), Tesla Model 3 (4 %) і BMW I3 (4 %).

Розвиток електромобілів – це напрям, який несе серйозні зміни для традиційної автомобільної промисловості, її конструкторської та технологічної бази. Розвиток електромобілів забезпечить більші науково-технічні прориви, ніж реалізація будь-яких нових проектів в рамках традиційних форм.

Список використаних джерел

1. Стан та перспективи розвитку ринку електрокарів в Україні [Електронний ресурс]. – 39 с. – Режим доступу: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%90%D0%A2/2020R/%D0%90%D0%A2_%D0%95%D0%90%D0%A2_ELEKTROKARY.pdf.

2. Бажинов А. В. Энергетические характеристики автомобилей с разными силовыми установками / А. В. Бажинов, О. Ю. Ткачев // Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні : Міжнар. наук.-практ. конф., 15-18 жовт. 2019 р. : наук. пр. – Харків, 2019. – С. 311-312.

3. Про стан і перспективи використання електромобілів [Електронний ресурс] / А. М. Редзюк, В. Б. Агеєв, В. С. Устименко [та ін.]. – Режим доступу: <http://www.insat.org.ua/files/menu/tk/info/energo/PerspEV.pdf>.
4. Шевчук Я. В. Перспективи експлуатації та конкурентна спроможність електромобілів в Україні / Я. В. Шевчук, М. Ю. Лалакулич, О. І. Шевчук // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки. – 2016. – Вип. 21(2). – С. 43-46.
5. Гірін В. С. Сучасний стан електромобільного транспорту та його перспективи в Україні / В. С. Гірін, І. В. Гірін // Гірничий вісник. – 2017. – вип. 102. – С. 21-25. – Режим доступу: <http://iomining.in.ua/ua/homeua/journal/102ua/#102>. – Назва з екрану.
6. Кашканов В. А. Переваги та недоліки електромобілів [Електронний ресурс] / В. А. Кашканов, М. М. Присяжнюк // Матеріали VII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 8-10 квітня 2019 р. – 2019. – С. 65-68. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/33267>. – Назва з екрану.
7. Бажинова Т. О. Оцінка автомобілів за рахунок визначення показників якості на етапі експлуатації : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Бажинова Тетяна Олексіївна. – Харків, 2018. – 181 с.
8. Олішевська В. Є. Електромобілі та екотранспорт: переваги та недоліки / В. Є. Олішевська, О. В. Воронін // Тиждень студентської науки : матеріали 76-ї студ. наук.-техн. конф., м. Дніпро, 12-16 квіт. 2021 р. – Дніпро. – 2021. – С. 279-281. Режим доступу: <https://science.nmu.org.ua/ua/conferences/week-of-studsci/zvit-2021.pdf>.
9. Олішевська В. Є. Дослідження раціонального рухомого складу підприємства в умовах переходу від традиційних автомобілів до електромобілів / В.Є. Олішевська // Молодь: наука та інновації : матеріали 9-ої всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, м. Дніпро, 11-12 листопада 2021 р. – Дніпро. – 2021. – С. 12-13. Режим доступу: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/159745>.
10. Олішевська В. Є. Порівняння режимів технічного обслуговування автомобілів з двигуном внутрішнього згоряння і електромобілів / В.Є. Олішевська, О.В. Воронін // Молодь: наука та інновації : матеріали 9-ої всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, м. Дніпро, 11-12 листопада 2021 р. – Дніпро. – 2021. – С. 5. Режим доступу: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/159742>.
11. Україна увійшла до Топ-10 країн за зростанням продажу електромобілів [Електронний ресурс] : сайт «Українська правда». – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2018/03/13/634925/>.
12. Роль і місце української енергетики у світових енергетичних процесах [Електронний ресурс]. – Київ. 2018 р. – 90 с. – Режим доступу: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2018_ENERGY_PRINT.pdf. – Назва з екрану.

Олішевська Валентина Євгенівна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: olishevskav.ye@nmu.one

Олішевський Геннадій Сергійович – к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: Olishovskyi.H.S@nmu.one

Olishavska Valentyna – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department, Dnipro University of Technology, e-mail: olishevskav.ye@nmu.one

Olishavskiy Hennadiy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of Power Engineering Department, Dnipro University of Technology, e-mail: Olishovskyi.H.S@nmu.one

УДК 629.113

Павленко В. М., к.т.н., доц.; Кужель В. П., к.т.н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ОПОРУ ПОВІТРЯ, ЩО ВЛИВАЄ НА АЕРОДИНАМІКУ АВТОМОБІЛЯ NISSAN 350Z

Продовжено дослідження, яке полягає в експериментальному визначенні критичних кутів прискорень для NISSAN 350Z, при яких починається розворот автомобіля. Такий підхід дозволяє визначити особливості аеродинаміки автомобілів, які використовують для дрифтінгу.

The study continues, which consists in the experimental determination of critical angular accelerations for the NISSAN 350Z, at which the car begins to turn. This approach allows you to determine the aerodynamics of cars used for drifting.

Вступ. Аеродинаміка автомобіля – це розділ аеродинаміки, що вивчає аеродинаміку автомобілів і іншого дорожнього транспорту [1].

Головні цілі автомобільної аеродинаміки це:

- зменшення опору повітря і, як наслідок, збільшення максимальної швидкості і зниження витрати палива;
- зниження рівня шуму;
- запобігання появі сил, що піднімають, (забезпечення притискної сили) та інших проявів аеродинамічної нестійкості.

Є відмінності в аеродинаміці автомобілів і аеродинаміці повітряного транспорту. По-перше, характерна форма дорожнього транспорту набагато менш обтічна в порівнянні з повітряним транспортом. По-друге, для автомобілів необхідно враховувати вплив дорожнього покриття на потоки повітря. По-третє, швидкості наземного транспорту набагато менше. По-четверте, в наземного транспорту менше ступенів свободи ніж у повітряного, і його рух менше залежить від аеродинамічних сил. По-п'яте, наземний транспорт має особливі обмеження у зовнішньому вигляді, пов'язані з високими вимогами безпеки. І, нарешті, більшість водіїв наземного транспорту менш навчені, ніж пілоти і зазвичай водять, не прагнучі досягти максимальної економічності [2, 3].

Результаті дослідження. Аеродинамічна конструкція гарантує коефіцієнт опору в 0,29 одиниць, а підйомна сила між передньою і задньою віссю дорівнює нулю. На високих швидкостях і різких поворотах стійкість зберігається завдяки передньому спойлеру і рівному дні (рис. 1) [4 – 6].

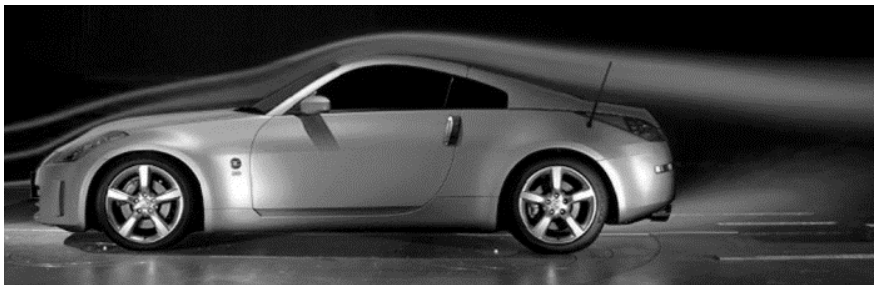


Рисунок 1 – Аеродинаміка Nissan 350Z

Для детального вивчення характеристик досліджуваного автомобіля треба визначити його лобову площу (рис. 2) та площу бічної поверхні (рис. 3).

$$P_{\omega, л} = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot S_l \cdot C_x}{26}, \quad (1)$$

де $\rho = 1,1644$ – щільність повітря при $+30^\circ$; $V^2 = (120 \text{ км/год})^2$ – швидкість автомобіля; $S_l = 1,99 \text{ м}^2$ – площа лобова; $C_x = 0,29$ – коефіцієнт лобового опору повітря; $P_{\omega_l} = 372 \text{ Н}$ – сила лобового опору. (рис. 4)

$$P_{\omega_b} = P_{\omega_{бн}} + P_{\omega_{бв}}, \quad (2)$$

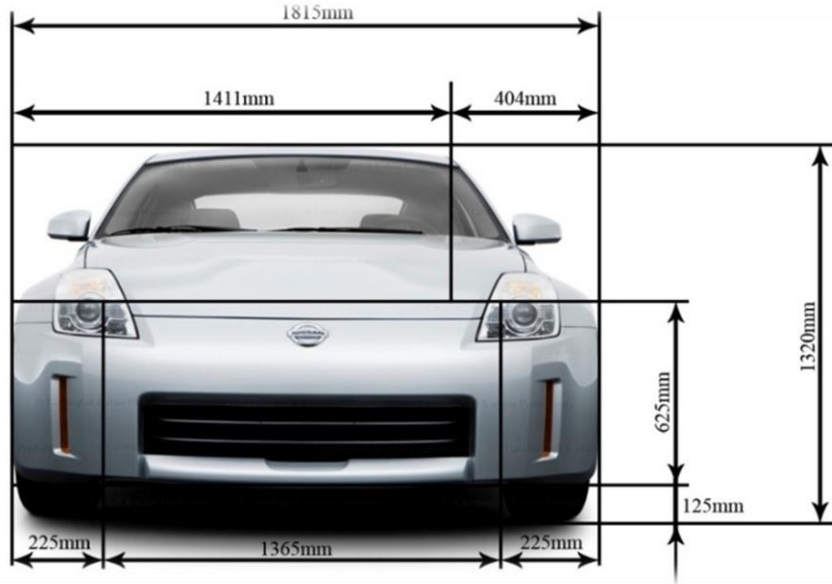


Рисунок 2 – Площа лобової проекції Nissan 350Z



Рисунок 3 – Площа бічної поверхні Nissan 350Z

Верхня площа:

$$S_1 = (0,274\text{м} \cdot 0,445\text{м})/2 = 0,0609 \text{ м}^2; S_2 = 0,274\text{м} \cdot 2,613\text{м} = 0,7159 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 0,237\text{м} \cdot 0,178\text{м} = 0,0421 \text{ м}^2; S_4 = (0,410\text{м} \cdot 0,505\text{м})/2 = 0,14 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 0,410\text{м} \cdot 0,505\text{м} = 0,2070 \text{ м}^2; S_6 = (0,410\text{м} \cdot 1,277\text{м})/2 = 0,2617 \text{ м}^2; S_{\text{бв}} = 1,42 \text{ м}^2.$$

Нижня площа:

$$S_1 = 0,297\text{м} \cdot 0,416\text{м} = 0,1235 \text{ м}^2; S_2 = 0,505\text{м} \cdot 1,930\text{м} = 0,9746 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = 0,237\text{м} \cdot 0,297 = 0,0703 \text{ м}^2; S_4 = 0,237\text{м} \cdot 0,297\text{м} = 0,0703 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 0,475\text{м} \cdot 0,416\text{м} = 0,197 \text{ м}^2; S_6 = 0,564\text{м} \cdot 0,208\text{м} = 0,1173 \text{ м}^2;$$

$$S_7 = 2 \cdot (\pi R^2) = 0,8 \text{ м}^2; S_{\text{бн}} = 2,35 \text{ м}^2$$

$$P_{\omega_{бн}} = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot S_{\text{бн}} \cdot C_x}{26} = 1818,6 \text{ Н};$$

$$P_{\omega_{бв}} = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot S_{\text{бв}} \cdot C_x}{26} \cdot 0,866 = 951,6 \text{ Н}.$$

Результати розрахунку сил бічного опору графічно зображено на рис. 4.

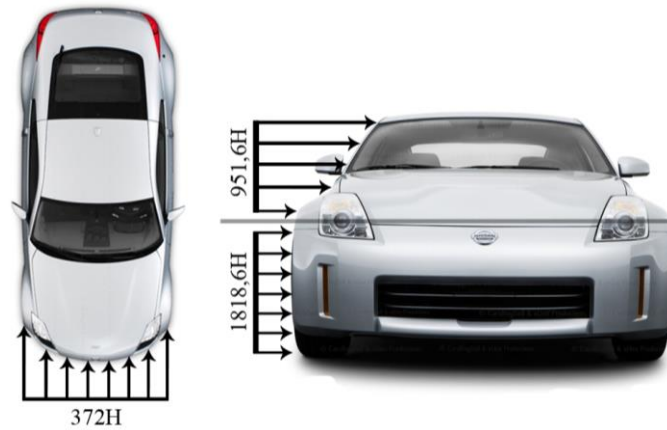


Рисунок 4 – Дія повітряних потоків на Nissan 350Z

Результати розрахунку повітряного опору руху автомобіля в заносі представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Сили опору повітря при заносі ($V=120$ км/год)

Кут/сила	Бічне навантаження, Н	Лобове навантаження, Н	Сума
0 градусів	0	372	372
10 градусів	480,9	366,3	847,2
20 градусів	947,4	349,5	1296,9
30 градусів	1385,1	322,1	1707,2
40 градусів	1780,6	284,9	2065,5
50 градусів	2121,9	239,1	2361
60 градусів	2398,9	186	2584,9
70 градусів	2603,1	127,2	2730,3
80 градусів	2728	64,5	2792,5
90 градусів	2770,2	0	2770,2

Використовуючи формулу розрахунку бічного опору, визначимо розподіл опору повітря в 25 точках і побудуємо графік опору (рис. 6). Нижче наведено графічна залежність після розрахунку (рис. 5).

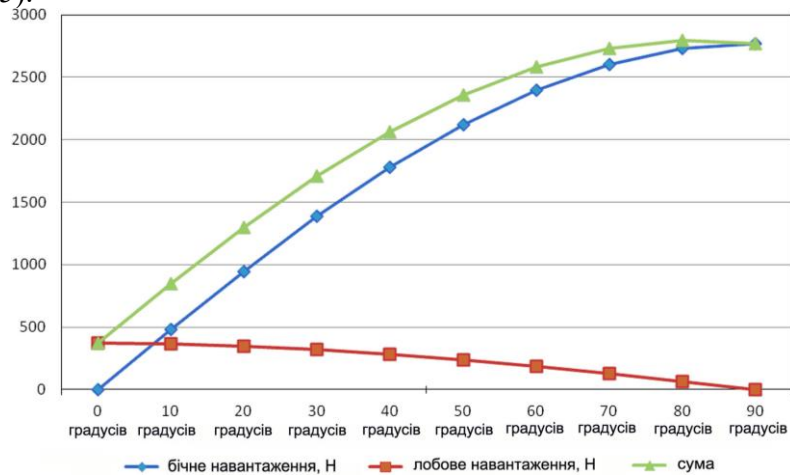


Рисунок 5 – Сили опору повітря при заносі автомобіля ($V=120$ км/год)

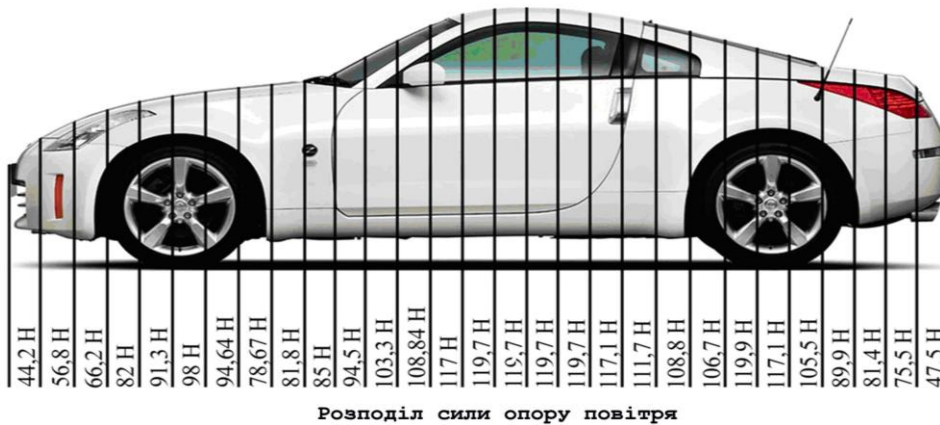


Рисунок 6 – Розподіл бічного опору повітря

Висновок. Проведено розрахунок аеродинамічних лобових і бічних опорів повітря при русі автомобіля. Знайдено сили опору повітря при заносі автомобіля на швидкості 120 км/год. Визначено особливості аеродинаміки автомобілів, які використовують для дрифтингу.

Список використаних джерел

1. Гухо В.Г. Аэродинамика автомобиля / В.Г. Гухо. М.: Машиностроение, 1987. 424 с.
2. Карман Т. Аэродинамика / Т. Карман. – Ижевск : изд-во «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 208 с.
3. Буда А. Г. Моделювання зовнішніх поверхонь легкового автомобіля в тривимірному просторі за допомогою сплайнів / Буда А. Г., Кужель В. П., Юров А. Р. // Вісник Машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. – С. 26 – 34.
4. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Часть 2. Методы аэродинамического расчета : учебник / Н.Ф. Краснов. – М.: Высшая школа, 1980. – 416 с.
5. Бекман В.В. Гоночные автомобили / В.В. Бекман. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1980. 320 с.
6. Горшенин Д.С. Методы и задачи практической аэродинамики / Д.С. Горшенин, А.К. Мартынов. – М.: Машиностроение, 1977. – 240 с.

Павленко Вячеслав Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: vp.khadi@gmail.com

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel_v@vntu.edu.ua

Pavlenko Vyacheslav - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: vp.khadi@gmail.com

Kuzhel Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kuzhel_v@vntu.edu.ua

УДК 656.1.5

Петровська О. М., Порфіренко В. І., к.е.н., доц.

ЕКОЛОГІЧНА ЗАВАНТАЖЕНІСТЬ МЕГАПОЛІСІВ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ЗМЕНШЕННЯ

Відмова від рухомого складу з дизельними двигунами внутрішнього згорання і підвищення інтенсивності використання автомобілів, що живляться електроенергією, є основною стратегією вирішення екологічної проблеми використання автомобільного транспорту.

Abandonment of rolling stock with diesel internal combustion engines and increase the intensity of use of electric-powered cars is the main strategy for solving the environmental problem of using motor vehicles.

Вступ. У цілому по всьому світі з кожним днем збільшується кількість автомобілів, що несе негативні наслідки для довкілля і веде до його забруднення, в особливості щодо впливу вихлопних газів на атмосферне повітря. Існує два види джерел забруднення повітря: природні та антропогенні (викликані людиною та її діяльністю).

Головною проблемою є забруднення повітря. Автотранспортний комплекс вважається одним із основних і найбільших забрудників атмосферного повітря.

Метою роботи є знаходження шляхів вирішення екологічних аспектів забруднення міст-мегаполісів автомобільним транспортом.

Аналіз існуючих рішень. Київські житлові масиви Дарниця, Осокорки, Позняки і Харківський відносяться до районів, де постійно підвищений рівень шкідливих речовин в повітрі.

Негативний вплив на екологію в цих районах надає робота сміттєспалювального заводу «Енергія», а також випаровування Бортницької станції аерації. На повітря на Лісовому житломасиві впливає Дарницька ТЕЦ [1].

Першою причиною смогу є промисловість. Але у Києві нема великих хімічних чи металургійних заводів, як, наприклад, у Кривому Розі, Алчевську чи Маріуполі. Другою причиною є автомобілі. «Висока температура, відсутність тривалих опадів та вітру сприяють накопиченню та утриманню шкідливих домішок у приземному шарі атмосфери», повідомляє Держпродспоживслужба [2].

Окрім забруднення повітря, існує й фактор перезавантаженості міських автодоріг в мегаполісах.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища в Києві є промислові підприємства енергетичного комплексу, а також хімічні підприємства і автотранспорт.

Завантаженість автомобільним транспортом погано впливає на атмосферу в районі цілого ряду вулиць, проспектів і площ. В негативному рейтингу лідирує Деміївська площа. Крім неї, серед найбільш забруднених вихлопами районів Києва – райони метро «Святошин», «Шулявська», Бессарабська площа, вулиця Скляренка, бульвар Лесі Українки та Оболонський проспект [1].

Щодо Дарницька ТЕС генерує близько трьохсот тонн шкідливих відходів, з яких в повітря, землю і воду Києва потрапляють: алюміній, барій, берилій, миш'як, мідь, нікель, ртуть, свинець, бор, кадмій, мідь, залізо, цинк.

У Київській області найбільшим забруднювачем є Трипільська ТЕС, яка також працює на вугіллі. У складі викидів Трипільської ТЕС в атмосферу переважають оксиди сірки (57,2%), дрібнодисперсні пилові частинки (26,7%) і оксиди азоту (15,1%), внаслідок чого стотному забрудненню піддається атмосферне повітря.

Ще одна проблема, від якої страждають мешканці Києва — Бортницька станція аерації, найбільша очисна станція в Україні і одна з найбільших у Європі. Вона працює на очищення всіх стічних вод не тільки Києва, а й прилеглих населених пунктів Київської області.

Наприклад, три очисні блоки станції побудовані у 60-80-х роках минулого століття. За час експлуатації навантаження на станцію тільки збільшувалася, а обладнання навпаки — зношувалось. Тепер через застарілі технології від нестерпного запаху страждають жителі Бортничів і Харківського масиву. Бортницька станція — це підприємство, яке підпорядковане Київводоканалу. Це КП з надприбутками.

Більш того, існує ще одна проблема: через масове будівництво нових мікрорайонів збільшилася кількість вигрібних ям.

Нестача зелених зон і забудова. Чим більше стає місто, населення і кількість автомашин, тим більше зелених зон, заповідників і заказників нам необхідно. Такі зони зберігають живу природу, забезпечують чистоту навколишнього середовища і допомагають зберегти унікальні види рослин і тварин. Це вже не кажучи про те, що в подібних локаціях жителі можуть гуляти, відпочивати і дихати чистим повітрям.

Проблеми з заказниками і заповідниками Київської області не тільки залишаються невирішеними, а й множаться в геометричній прогресії. Головні з них — це незаконні забудови, знищення зелених насаджень всупереч всім постановам, а також засмічення подібних територій. З одного боку, влада надає статус ландшафтних заказників певним ділянкам, як це сталося з урочищем Церковщина, Деснянськими луками і багатьма іншими в цьому році. З іншого боку — унікальні зелені зони в Києві і області продовжують знищуватись, незважаючи на всі офіційні постанови [3]. Але ж і автотранспорт вносить свій «вагомий» вклад в загазованість повітря в Києві.

Результати дослідження. Викиди автотранспорту мають істотний вплив на екосистеми.

Наслідки впливу викидів автотранспорту на екосистеми:

- забруднення атмосфери, водних об'єктів і земель, зміна хімічного складу ґрунтів;
- виділення теплоти в довкілля під час роботи ДВЗ і установок, в яких спалюють паливо в транспортних виробництвах;
- створення високих рівнів шуму і вібрації;
- можливості активації несприятливих природних процесів, таких як: водна ерозія, заболочення місцевості, утворення сольових потоків, зсувів і обвалів;
- зростання захворювань людей, тварин, заподіяння великих матеріальних збитків на природні екосистеми.

Серед невідкладних заходів щодо покращення екологічного стану навколишнього середовища доцільно виділити такі:

- встановлення в містах швидкості автомобільного транспорту 60 км/год, за якої кількість вихлопних газів найменша;
- проектування об'їзних шляхів для транзитного транспорту;
- створення дорожніх розв'язок на двох чи трьох рівнях з метою зменшення кількості зупинок перед світлофорами, коли різко зростає викид газів;
- оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів (каталітична нейтралізація, автомати пуску і прогрівання, системи уловлювання пари пального);
- збільшення парку автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному пальному;
- припинення випуску і використання етилового бензину, виробництво пального та мастил, які збільшують негативний вплив двигунів внутрішнього згорання на навколишнє природне середовище;
- розробка та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згорання з підвищеними економічними характеристиками;
- розробка нових видів екологічно чистого автотранспорту з використанням альтернативних джерел енергії.

Відповідно до проведених досліджень з метою зменшення негативного впливу на довкілля необхідно:

- забезпечити пріоритетність розвитку у великих містах України пасажирського транспорту загального користування на електротязі з послідовним скороченням автобусного сполучення з дизельними ДВЗ;

Шляхи подолання екологічного та транспортного колапсу в світі відомі. До них відносяться:

- відмова від рухомого складу з дизельними двигунами внутрішнього згорання на користь електричних автомобілів та електробусів;
- зменшення загальної кількості автомобілів на дорогах шляхом мотивації водіїв власного транспорту користуватися громадським транспортом;
- розвиток якісної пішохідної та велосипедної інфраструктури;
- заборона «негромадським» транспортним засобам в'їзду до центру міста;
- перенесення центральної локації державних установ на периферію міста;
- оптимізація пасажиромісткості рухомого складу з урахуванням нестаціонарності потоку пасажирів по годинах доби, днях тижня та місяцях року;
- підготовка та застосування на околицях міста паркувальних площадок для автомобілів, водії та пасажирів яких пересаджуються на громадський транспорт;
- підготовка та застосування багатоповерхових підземних та надземних паркувальних стоянок у перезавантажених транспортом ділянках міста [4].

Висновки. Шкідливий вплив на атмосферу автомобільних викидів традиційних авто з двигунами, працюючими на бензині, дизпаливі та газу, заважає існувати людству. Треба переходити на використання автомобілів, що живляться електроенергією, на безвикидову електричну тягу (вже є й водневі серійні автомобілі, але створити масову мережу заправок водневих двигунів наразі складно і дорого, це задача майбутнього). Масове використання електроавтомобілів та переведення пасажирських автоперевезень на електробусний рухомий склад дозволить значно зменшити екологічне забруднення навколишнього середовища та знизити «парниковий ефект». Доповнити позитивний екологічний ефект електричної тяги має інноваційна модульна система застосування автобусних електротягачів та різноманітних за пасажиромісткістю електропричепів при виконанні маршрутних перевезень в містах-мегаполісах. Модульний принцип формування електробусних маршрутів дозволить оптимізувати загальні витрати на перевезення та врахувати маючу місце сезонну, тижневу та добову нестаціонарність пасажиропотоків. Перед автопромисловістю має постати завдання розробити типоряд модульного рухомого електричного автобусного складу.

Список використаних джерел

1. <https://100realty.ua/uk/news/nazvani-naibils-zagazovani-raioni-kieva-svizi-dani-sinoptikiv>
2. <https://100realty.ua/uk/news/nazvani-naibils-zagazovani-raioni-kieva-svizi-dani-sinoptikiv>
3. <https://rubryka.com/article/ecology-kyiv/>
4. Порфіренко В.І. Перспективи розвитку та ефективного застосування електричних автобусів при виконанні пасажирських перевезень. – Зб.: Соціально-компетентне управління корпораціями в умовах поведінкової економіки: – Луцьк, СЕНУ, 2020, с.108 – 112.

Петровська Ольга Миколаївна - студентка, Національний транспортний університет, e-mail: olgaqwer001@gmail.com

Порфіренко Володимир Іванович – к.е.н., доцент, Національний транспортний університет, e-mail: porfirenko@gmail.com

Petrovska Olga - student, National Transport University, e-mail: olgaqwer001@gmail.com

Porfirenko Volodymyr - Ph. D. (Econ.), Associate Professor, National Transport University, e-mail: porfirenko@gmail.com

Пікула М. В.

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ДО ІННОВАЦІЙНИХ ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Розглянуті питання використання технологій дуальної освіти у процесі підготовки висококваліфікованих фахівців автомобільного транспорту шляхом синтезу освітнього та виробничого процесів

The issues of using dual education technologies in the process of training highly qualified road transport specialists by synthesizing educational and production processes are considered

Вступ. Соціально-економічні зміни в житті українського суспільства, зумовлені трансформацією сучасного виробництва, ставить високі вимоги до підготовки фахівців різних профілів, зокрема – в галузі автомобільного транспорту. Процеси технічної експлуатації, технічного обслуговування (ТО) та ремонту сучасного рухомого складу потребують кваліфікованих фахівців зі сформованою готовністю застосовувати інноваційні технології з урахуванням потреб ринку праці. Це можна і потрібно досягати удосконаленням змісту, форм і методів організації освітнього процесу.

Постановка питання. Концептуальні положення щодо підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців визначено в ряді документів – як міжнародних, так і державних. Зокрема, це Лісабонська конвенція про визнання кваліфікацій (1997), Копенгагенська декларація (2002), стратегія «Європа – 2020» (2011), Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 рр. (2013), Концепція реалізації державної політики у сфері професійної (професійно-технічної) освіти «Сучасна професійна (професійно-технічна) освіта на період до 2027 року (2019). Водночас, досягнення належного рівня якості підготовки майбутніх фахівців автомобільної галузі гальмується недостатньою розробленістю методик формування в них готовності до застосування інноваційних виробничих технологій у закладах освіти.

Причинами цього є певні суперечності між:

- зростаючим попитом підприємств автомобільної галузі на кваліфікованих фахівців та недостатнім рівнем їхньої готовності до застосування інноваційних виробничих технологій;
- потребою в оновленні змісту, використанні сучасних форм, методів, технологій підготовки фахівців галузі до застосування інновацій та невідповідністю існуючих методик навчання та методичних рекомендацій, які б забезпечували цей процес

Метою статті є обґрунтування методів і принципів формування готовності майбутніх фахівців автомобільного транспорту із застосуванням технологій дуальної освіти.

Як відомо, автомобільна галузь технологічно розвинених країн завжди орієнтувалася на сучасні наукові дослідження і розробки та новітні технології. Тому успішне оволодіння найсучаснішими виробничими технологіями стає найважливішим завданням підготовки фахівців автомобільного транспорту у закладах як професійної, так і вищої освіти.

У країнах ЄС проводиться системна діяльність із запровадження інноваційних технологій освіти і навчання на засадах студентоцентрованого підходу. І хоча в ході реформування професійної освіти в Україні реалізуються ряд європейських трендів [1], проте є ще і чимало «мінусів». Так, підготовка майбутніх фахівців до застосування інноваційних технологій у професійній сфері часто спирається на інтуїцію і досвід педагога. А значить - актуалізується необхідність науково-методичного супроводу формування готовності майбутніх фахівців автомобільного транспорту до застосування інноваційних технологій.

З прискоренням темпів науково-технічного прогресу суттєво змінюється модель і структура виробництва – воно все більше стає автоматизованим, роботизованим, безвідходним, зростає частка альтернативних джерел енергії (стисненого і зрідженого природного газу, зрідженого нафтового газу, біопалив) в структурі енергоспоживання, впроваджуються сучасні інформаційні системи для забезпечення високої якості транспортних послуг. Отож, інноваційні технології

істотно поліпшують умови виробництва, мають знижену капіталомісткість, характеризуються більшою екологічністю й меншими енергопотребами.

Все вищеназване у повній мірі стосується і України.

За визначенням, виробничий процес ремонту автомобілів (агрегатів) – це комплекс робіт з відновлення автомобілів (агрегатів), які втратили працездатність з різних причин, в автомобілі повної чи близької до повної працездатності [2]. Виробничий процес авторемонтного підприємства (АРП) включає отримання і зберігання ремонтного фонду, постачання запасними частинами та матеріалами, організацію і планування виробництва, всі етапи відновлення деталей, комплектування, складання, фарбування та випробування агрегатів і автомобілів, контрольні операції і транспортування. Виконання цих взаємопов'язаних дій здійснюється на дільницях АРП (розбирально-мийної, агрегатної, відновлення деталей, слюсарно-механічної, кузовної, складальної, фарбувальної тощо).

Для успішної роботи автосервісних підприємств (АСП) ключовими є фактори інноваційності, зумовлені постійним ускладненням конструкцій автомобілів. Адже автомобільні гіганти постійно оновлюють моделі, сервісне обслуговування яких вимагає високої кваліфікації і особливих знань. Постійне зростання автомобільного парку в нашій країні зумовило збільшення кількості підприємств АСП, підвищення рівня їх технічної оснащеності та професіоналізму працівників. АСП, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку послуг, змушені впроваджувати інноваційні технології – використання новітнього обладнання, зокрема - сучасної діагностичної апаратури; професійне консультування клієнтів; висока якість ТО та ремонту; зручні години роботи АСП; терміновий і виїзний сервіси; збільшення кількості філій АСП на території регіону. Серед інноваційних виробничих технологій – комп'ютерна діагностика, безконтактне рихтування кузовних елементів, чіп-тюнінг (перепрограмування блоків керування двигуном), 3D-регулювання розвалу та сходження коліс, використання сучасної автохімії тощо.

Отже, найважливішим завданням підготовки фахівців автомобільної галузі у закладах освіти є успішне оволодіння сучасними технологіями та їх ефективне використання. Результатом цього повинна стати готовність майбутніх фахівців автомобільної галузі до застосування інноваційних виробничих технологій. Відповідно актуалізується завдання визначення принципів такої підготовки, адже на сучасному етапі все більш помітним стає розрив між теоретичними знаннями майбутніх фахівців і їх практичними навичками.

Одним із шляхів виходу із цієї ситуації є система дуальної освіти, яка поєднує в освітньому процесі практичну та теоретичну підготовку [3]. Серед переваг дуальної системи навчання – і забезпечення високого відсотка працевлаштування випускників закладів освіти. Адже майбутні фахівці отримують достатньо високий рівень наблизеності до запитів виробництва. А кожен заклад освіти (професійної, передфахової, вищої) зацікавлений в тому, щоб його випускники могли скласти конкуренцію випускникам інших навчальних закладів.

Впровадження дуальної форми навчання у багатьох країнах світу відкриває додаткові перспективи в підвищенні ефективності освіти, підтверджує необхідність інтеграції освітнього процесу і служить основою високоякісної підготовки кваліфікованих фахівців, особливо – у закладах вищої освіти (ЗВО), де традиційно переважає теоретична підготовка.

Зміст трансформації традиційної системи освіти в дуальну полягає в тому, що за цієї системи здобувачі вищої освіти отримують знання водночас в двох закладах: університеті - теоретичну частину, на виробництві – практичну. Таким чином, дуальна система освіти передбачає під час періоду навчання чергування теорії і практичної діяльності, що підвищує ефективність отриманих знань, умінь і навичок [4].

Розвиток дуальної форми освіти у Національному університеті водного господарства та природокористування розпочався у 2018 році після затвердження Положення про дуальну форму здобуття освіти. Студенти різних спеціальностей навчалися і навчаються за дуальною формою на профільних підприємствах Рівненської області. По завершенні освітнього процесу (семестру) студенти в своїй більшості залишаються працювати на цих підприємствах до початку нового навчального року.

Значним імпульсом розвитку дуальної освіти у нашому ЗВО став наказ МОН України від 15.10.2019 № 1296, яким НУВГП було включено до пілотного проекту. А наприкінці 2019 р. дуальна форма здобуття вищої освіти було легалізовано на законодавчому рівні – внесенням змін до ст. 49 Закону України «Про вищу освіту».

Серед здобувачів вищої освіти нашого ЗВО, переведених на дуальну форму, є і студенти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». У цьому навчальному році 2021/2022 за дуальною формою здобуття вищої освіти навчаються два студенти - на базі виробничих підрозділів роботодавця, групи компаній «Автоград», яка вже понад 25 років працює на ринку Рівненської області [5]. Вона включає два підприємства - ТОВ «Вік-Експо» та ТОВ «Вік-Партнер» і є офіційним дилером таких брендів, як SKODA, Renault, Nissan, Honda, Fiat, Volkswagen та BOSCH. Автоцентр займає територію близько 1,3 га, із загальною площею приміщень 3353 кв.м, дільниці станцій технічного обслуговування, майданчики з автомобілями для тест-драйвів та паркування клієнтів. У 2009 році компанія вийшла на автомобільний ринок Волинської області – відкрила підприємство «Луцьк-Експо».

Впровадження дуальних технологій підготовки реалізується проведенням частини лабораторного практикуму та практичних занять на виробничій базі вказаного підприємства.

Переведення студентів на дуальну систему освіти проводиться з третього курсу - до цього часу здобувачі вищої освіти повністю вивчають цикл загальноосвітніх дисциплін, набувають базові знання за фахом і приступають до вивчення профільних дисциплін, які формують основні професійні знання, вміння і навички. Тому дуальна система дозволяє перевірити якість отриманих знань, закріпити теоретичний матеріал, формувати практичні навички та вміння, що дуже важливо в контексті вимог компетентної моделі підготовки фахівців.

Досвід впровадження дуального навчання дає підстави вважати доцільність подальшого провадження дуальних технологій в освітньому процесі. А дотримання зазначених принципів співпраці за дуальною формою здобуття вищої освіти дозволяє підвищити якість практичної підготовки здобувачів, поглибити рівень співпраці з роботодавцями та реалізувати низку профорієнтаційних заходів університету.

Висновок. Таким чином, можна констатувати, що основна змістовна концепція дуальної системи освіти базується на посиленні практичної спрямованості під час підготовки фахівців шляхом синтезу освітнього та виробничого процесів. Дуальна система освіти є дієвим і гнучким механізмом, що дозволяє готувати висококваліфікованих фахівців зі сформованою готовністю застосовувати інноваційні технології. Проте реалізації такої системи підготовки вимагає принципових змін, необхідні для організації навчальної діяльності. Зокрема - адекватного інтегрування і чергування теоретичної і практичної складових впродовж всього о періоду навчання.

Список використаних джерел

1. Артюшина М. В., Романова Г. М., Пуховська Л. П. Інноваційні технології у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників для сучасних галузей економіки. Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики (до 25-річчя НАПН України) : зб. наук. пр. Київ : Вид. дім «Сам», 2017. С. 313-319.
2. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн.3. Ремонт автотранспортних засобів: Підручник / В. Є. Канарчук, О.А.Лудченко, А. Д. Чигринець. - К.: Вища шк., 1994. - 599с.
3. Дуальна освіта. Міністерство освіти і науки України: офіційний сайт. 2018. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/profesijno-tehnicnaosvita/dualna-osvita>.
4. Концепція підготовки фахівців у вищій освіті за дуальною системою: прийнята 19.09.2018 р. Кабінет Міністрів України: офіційний сайт. URL : <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/koncepciya-pidgotovkifahivciv-za-dualnoyuformoyu-zdobuttya-osviti>

Пікула Микола Веніамінович – старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: m.v.pikula@nuwm.edu.ua

Pikula Mykola - Senior Lecturer of the Chair cars and automotive industry, National University of Water Management and Environmental Engineering, e-mail: m.v.pikula@nuwm.edu.ua

УДК 656.078

Поляков А. П., д.т.н., проф.; Мельник Я. А.

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДТРИМКИ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЯ

Проведені дослідження залежності імовірності безвідмовної роботи автомобілів від напрацювання і терміну перебування в експлуатації показали, що для автомобілів, які довготривалий час перебувають в експлуатації, імовірність їх безвідмовної роботи у визначених межах можливо забезпечити за рахунок підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту.

Studies of the dependence of the probability of trouble-free operation of cars on the operating time and service life have shown that for cars that are in operation for a long time, the probability of their trouble-free operation within certain limits can be ensured by improving the efficiency of maintenance and repair.

Вступ. Під час експлуатації автомобілів під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів в їх системах відбувається зміна технічного стану, що погіршує їх технічні характеристики, і може призвести до виходу з ладу автомобіля в цілому. Для підтримки автомобілів в працездатному стані створена система технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів.

Існуюча система ТО і ремонту автомобілів передбачає проведення ремонтно-профілактичних робіт у терміни, визначені нормативами в залежності від типу автомобіля та його пробігу. Проте після виконання ТО не виключені випадки появи відмов і несправностей через те, що більшість робіт по ТО і ремонту автомобільної техніки здійснюється без урахування фактичного технічного стану елементів автомобіля [3].

Виконання профілактичних і ремонтних робіт на автомобілях в заздалегідь запланований термін або після певного напрацювання не повністю задовольняє зростаючі вимоги до безпеки дорожнього руху та економічної експлуатації рухомого складу автомобілів. Деякі профілактичні роботи виконуються передчасно або із запізненням. Така система є більш затратною ніж система технічного обслуговування і ремонту автомобілів за фактичним станом.

Це пояснюється тим, що нормативний пробіг до чергового технічного обслуговування та обсяги ремонтних робіт визначаються в залежності від виконаного автомобілем пробігу, а не стану його вузлів та агрегатів.

Прогнозування технічного стану агрегатів та вузлів є найбільш ефективним методом підвищення експлуатаційної надійності автомобіля, оскільки дозволяє підтримувати його справний стан шляхом своєчасного проведення заходів щодо технічного обслуговування і ремонту тільки тих вузлів, які напрацювали до передграничного стану.

Для зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт автомобіля та підвищення його надійності, виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методу прогнозування технічного стану автомобіля та визначення обсягів ремонтних робіт, виходячи із фактичного стану вузлів та агрегатів автомобіля.

Метою дослідження є підвищення надійності автомобіля на основі застосування методу прогнозування технічного стану автомобіля при проведенні робіт з технічного обслуговування і ремонту.

Новизна удосконаленого методу прогнозування технічного стану автомобіля, в порівнянні з існуючим, полягає у визначенні необхідних обсягів додаткових робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобіля з врахуванням терміну перебування автомобіля в експлуатації на основі визначення параметру потоку відмов найменш надійних систем, вузлів і агрегатів автомобіля.

Результати дослідження. Підтримання працездатного стану автомобілів у визначених межах покладено на систему технічного обслуговування і ремонту. Одним із шляхів забезпечення безвідмовної роботи автомобілів є підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту [4, 10].

Аналіз існуючої системи технічного обслуговування і ремонту показав, що вона не повною мірою забезпечує підтримання надійності автомобілів у визначених межах, тому потребує удосконалення.

Відновлення працездатності автомобілів при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобілів у визначених межах на ділянках напрацювання між номерними технічними обслуговуваннями здійснюється виконанням поточних ремонтів вузлів і агрегатів, які виходять з ладу. Кількість поточних ремонтів збільшується із збільшенням напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації.

Зменшити кількість поточних ремонтів можливо за рахунок проведення контрольно-технічних обслуговувань.

При організації технічного обслуговування, запропонований метод визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування передбачає розподіл автомобілів на групи залежно від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації. Такий розподіл автомобілів на групи забезпечує визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування для кожної групи автомобілів окремо. Запровадження контрольно-технічного обслуговування з періодичністю, визначеною з використанням удосконаленого математичного апарату, дозволяє підтримувати імовірність безвідмовної роботи автомобіля на достатньому рівні до проведення номерних ТО. Весь обсяг робіт контрольно-технічного обслуговування повинен складатись із двох частин: постійної і змінної. До постійної частини обсягу робіт обслуговування належать заправні, змащувальні і кріпильні роботи, до змінної частини – регульовальні, ремонтні й інші роботи щодо попередження відмов у системах, вузлах і агрегатах автомобілів, необхідність виконання яких виникає після проведення контрольно-перевірочних робіт.

У відповідності до викладених вище теоретичних передумов доцільно внести зміни і доповнення в організацію виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Весь перелік робіт з технічного обслуговування автомобілів поділяється на три групи:

- роботи, які не потребують попередньої перевірки відповідності встановленим параметрам (змащувальні, заміна елементів тощо);
- роботи, необхідність виконання яких встановлюється візуальними методами контролю (ушкодження, забруднення тощо);
- роботи, які потребують використання спеціальних стендів і приладів для визначення прихованих несправностей і невідповідностей встановленим параметрам у вузлах і агрегатах без проведення розбірних робіт.

В результаті проведеного розрахунково-експериментального дослідження пропонується всі роботи з технічного обслуговування автомобілів поділити на дві групи:

- періодичні роботи, які необхідні для підтримання нормальної роботи систем, вузлів і агрегатів автомобілів (заміна і дозаправка олів, промивка і заміна фільтрів, дозаправка паливом і спеціальними рідинами, змащувальні й інші роботи);
- періодичні роботи, які обумовлені технічним станом систем, агрегатів та вузлів автомобіля та прогнозуванням можливості появи відмов і терміну виконання регульовальних і ремонтних робіт.

Періодичні роботи другої групи необхідно проводити у терміни, визначені за допомогою удосконаленого методу визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування.

При розподілі автомобілів на групи показниками для визначення відношення технічної групи повинні бути: марка автомобіля, термін перебування в експлуатації, напрацювання з початку експлуатації.

Результати проведеного розрахунково-експериментального дослідження залежності імовірності безвідмовної роботи автомобілів від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації покладено в основу практичних рекомендацій щодо підвищення надійності автомобіля.

Для кожної групи автомобілів розподілених за напрацюванням і терміном перебування в експлуатації, слід планувати виконання робіт контрольно-технічного обслуговування на ділянках напрацювання між черговими номерними технічними обслуговуваннями. Періодичність виконання і обсяги робіт залежать від напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації.

Аналіз статистичних даних щодо виходу з ладу систем, вузлів і агрегатів автомобілів показав, що при виконанні робіт контрольно-технічного обслуговування особливу увагу необхідно приділяти вузлам ходової частини, рульовому керуванню, двигуну та системі запалювання, коробка передач, електронний блок керування.

Згідно з визначеним переліком робіт з технічного обслуговування автомобілів [5, 8] пропонується до переліку робіт контрольно-технічного обслуговування включити види робіт, які вказані у табл. 1.

Для зручності користування способом визначення періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування можливо обчислити коефіцієнт коригування періодичності проведення обслуговування за формулою

$$K_{\text{кто}} = \frac{S_{0,8}}{S_{\text{то}}}, \quad (1)$$

де $S_{0,8}$ –напрацювання автомобіля до точки, коли імовірність його безвідмовної роботи набуде значення 0,8; $S_{\text{то}}$ – встановлене напрацювання до чергового технічного обслуговування.

Проведені дослідження показали, що параметр потоку відмов, від якого залежить значення імовірності безвідмовної роботи автомобілів, змінюється як від напрацювання, так і від терміну перебування їх в експлуатації.

Відповідно коефіцієнти коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування будуть відрізнятися для автомобілів з однаковим терміном перебування в експлуатації, але з різним напрацюванням з початку експлуатації.

Таблиця 1 - Перелік робіт контрольно-технічного обслуговування

КТО-1	КТО-2
1.Перевірити роботу двигуна	1.Перевірка відсутності люфтів в шарових опорах
2. Перевірити систему запалювання	2. Перевірити ремінь генератора
3. Перевірити ходову частину	3.Перевірити гальмівну систему
4. Перевірити рульове керування	4. Перевірити систему охолодження
5. Перевірити коробку передач	5. Перевірити корзину зчеплення
6. Перевірити блок керування	6. Перевірити знос шестерень коробки передач (особливо першу передачу)
7. Перевірка проводів електрообладнання	7. Усунення виявлених несправностей
8. Усунення виявлених несправностей	

В якості об'єкта дослідження обрано автомобіль ВАЗ-2107, для якого було розраховані коефіцієнти коригування періодичності проведення технічного обслуговування (табл. 2).

Тоді пробіг автомобіля до проведення контрольно-технічного обслуговування визначається за формулою:

$$S_{\text{кто}} = S_{\text{то}} K_{\text{кто}} - S_{\text{н}}, \quad (2)$$

де S_n – напрацювання автомобіля з початку експлуатації.

Таблиця 2 - Значення коефіцієнтів коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування для автомобілів ВАЗ-2107

Термін експлуатації, роки	Напрацювання автомобілів до технічного обслуговування, тис. км			
	0-35	35-70	70-105	
	КТО-1	КТО-1	КТО-1	КТО-2
До 3	0,8	0,88	0,87	0,96
3 – 5	0,8	0,88	0,77	0,91
5 – 7	0,8	0,76	0,88	0,94

Проведені розрахунки імовірності безвідмовної роботи автомобілів з різними термінами перебування в експлуатації показали, що вона набуває значення допустимої при різному напрацюванні. Пропонується для підтримання значення імовірності безвідмовної роботи у визначених межах (періодичність КТО можна визначати графічно за рис. 1 а), при досягненні імовірності безвідмовної роботи граничного значення, для автомобілів ВАЗ-2107 першої групи, які перебувають в експлуатації до 3 років, між черговими номерними технічними обслуговуваннями провести чотири додаткових обслуговування обсягом КТО–1, КТО–2. При цьому перше КТО–1 провести через 15700 – 16200 км напрацювання, друге – через 52500 – 53000 км, третє – через 87000 – 87500 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 95700 – 96200 км напрацювання з початку експлуатації.

Для автомобілів ВАЗ-2107 другої групи з терміном перебування в експлуатації від 3 до 5 років між черговими номерними обслуговуваннями доцільно провести п'ять додаткових обслуговувань обсягом КТО–1 та КТО–2 (визначаємо графічно за рис. 1 б). Роботи обсягом КТО–1 виконати через 15700 – 16200 км, 52500 – 53000 км, 76500 – 77000 км та 90500 – 91000 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 96500 – 97000 км напрацювання з початку експлуатації.

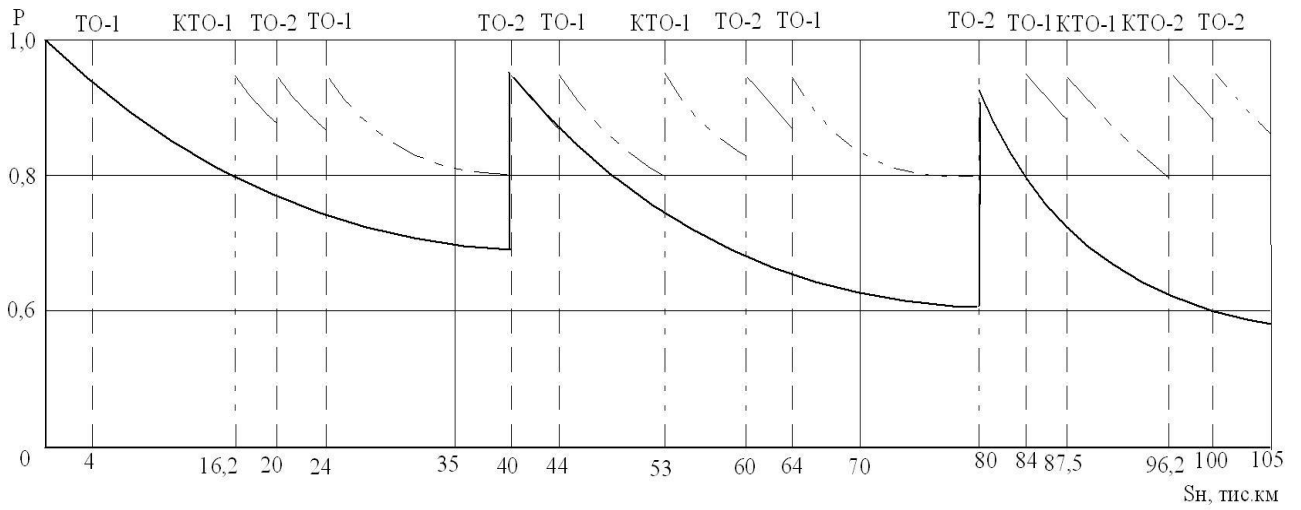
Для автомобілів ВАЗ-2107 третьої групи з терміном перебування в експлуатації від 5 до 7 років між черговими номерними обслуговуваннями провести п'ять додаткових обслуговувань обсягом КТО–1 та КТО–2 (визначаємо графічно за рис. 1 в). Роботи обсягом КТО–1 виконати через 15700 – 16200 км, 52500 – 53000 км, 75500 – 76000 км та 87500 – 88000 км напрацювання з початку експлуатації. Роботи обсягом КТО–2 виконати через 93500 – 94000 км напрацювання з початку експлуатації.

Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів підтримки працездатного стану автомобіля проводилось за оцінкою витрат матеріальних засобів на технічне обслуговування і ремонт в процесі їх експлуатації.

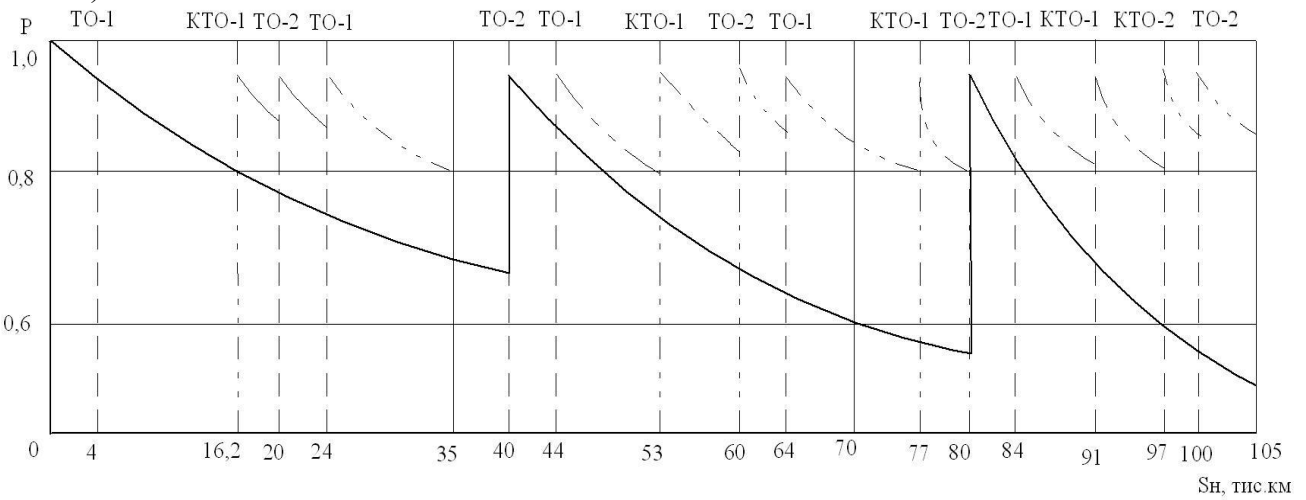
Сумарну вартість на технічне обслуговування і проведення рекомендованих КТО автомобілів на ділянці напрацювання від початку експлуатації до проведення планового капітального ремонту визначаємо за формулою:

$$C_{\text{Тор}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} C_{\text{ТО}i} + \sum_{j=1}^{N_{\text{КТО}}} C_{\text{КТО}j}, \quad (3)$$

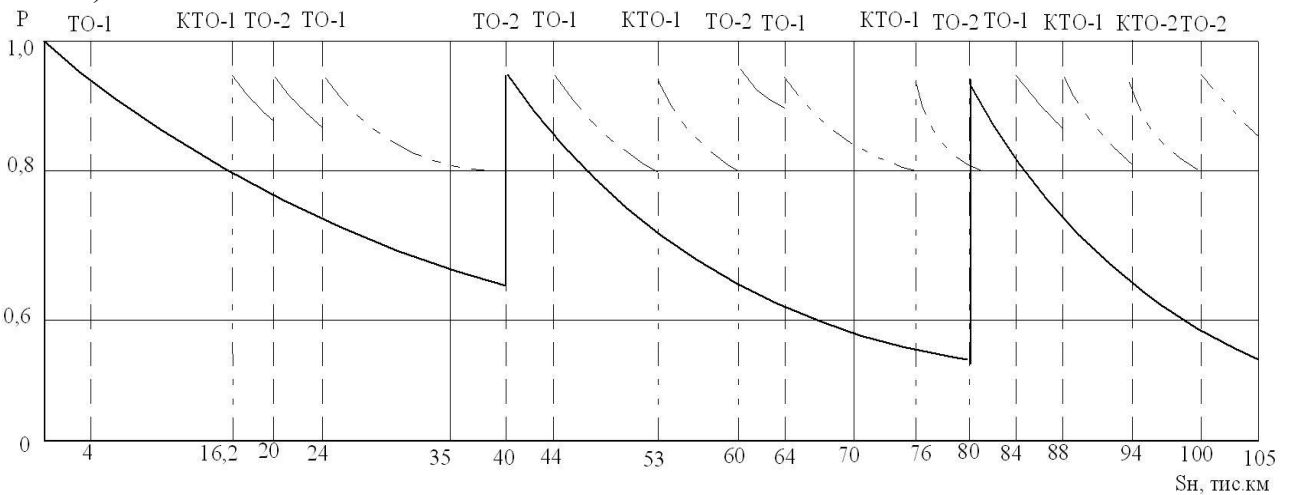
де $N_{\text{ТО}}$ – кількість номерних технічних обслуговувань; $N_{\text{КТО}}$ – кількість запропонованих до проведення КТО на ділянці напрацювання; $C_{\text{ТО}i}$ – вартість i -го номерного технічного обслуговування; $C_{\text{КТО}j}$ – вартість j -го КТО.



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Рекомендації щодо удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів ВАЗ 2107, які перебувають в експлуатації:
а - до 3 років; б – від 3 до 5 років; в – від 5 до 7 років

Вартість i -го номерного технічного обслуговування C_{TOi} розраховуємо за формулою:

$$C_{TOi} = T_{TOi} C_{\text{люд.год}}, \quad (4.4)$$

де T_{TOi} – трудомісткість номерного технічного обслуговування, люд.-год (згідно нормативів наведених у табл. 3) [5];

$C_{люд.год}$ – вартість однієї людино-години.

Таблиця 3 - Нормативи трудомісткості робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Дорожні транспортні засоби тип, клас	Трудомісткість,		
	люд.год		люд.год/1000км
	ТО - 1	ТО - 2	Ремонт
Малого класу (робочий об'єм двигуна від 1,2 до 1,8 л, суха маса автомобіля від 850 до 1150 кг)	2,3	9,2	2,8

Вартість j -го $C_{кТОj}$ розраховуємо за формулою:

$$C_{кТОj} = T_{pj} C_{люд.год} K_p, \quad (4.5)$$

де T_{pj} – трудомісткість j -го ремонту, люд.год (згідно нормативів табл.4.3) [6]; $C_{люд.год}$ – вартість однієї людино-години; K_p - коефіцієнт коригування нормативної трудомісткості ремонту автомобіля в залежності від пробігу (значення коефіцієнту наведено у табл. 4) [3].

Таблиця 4 - Значення коефіцієнту коригування нормативної трудомісткості ремонту автомобіля в залежності від пробігу

Пробіг з початку експлуатації у частках від нормативного пробігу до капітального ремонту	K_p
до 0,25	0,4
від 0,25 до 0,50	0,7
від 0,50 до 0,75	1
від 0,75 до 1	1,4
від 1 до 1,25	1,5
від 1,25 до 1,50	1,6
від 1,50 до 1,75	2

Сумарну вартість на технічне обслуговування і проведення ремонтів автомобілів на ділянці напрацювання від початку експлуатації до проведення планового капітального ремонту, без врахування рекомендацій визначаємо за формулою:

$$C_{ТО} = \sum_{i=1}^{N_{ТО}} C_{ТОi} + \sum_{j=1}^{N_{пр}} C_{прj}, \quad (4.6)$$

де $C_{ТОi}$ – вартість i -го номерного технічного обслуговування; $N_{ТО}$ – кількість номерних технічних обслуговувань; $C_{прj} = T_p C_{люд.-год} K_p$ – вартість проведення j -го поточного ремонту; $N_{пр}$ – кількість проведених поточних ремонтів (табл.4.5) [3].

Як що задатися значенням вартості однієї людино-години, то за формулами 3 та 6 можна розрахувати вартість технічного обслуговування для автомобіля з різним терміном експлуатації та визначеним загальним пробігом.

Таблиця 5 - Середня кількість проведених поточних ремонтів $N_{пр}$ на один автомобіль при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Термін експлуатації, років	Напрацювання автомобілів, тис. км						
	15	30	45	60	75	90	105
до 3	-	1	2	3	3	4	5
3 – 5	-	1	2	4	5	6	7
5 – 7	-	1	2	5	6	7	9

Побудовано порівняльний графік витрат на технічне обслуговування і ремонти одного автомобіля у відносних одиницях залежно від терміну перебування автомобіля в експлуатації (рис. 2).

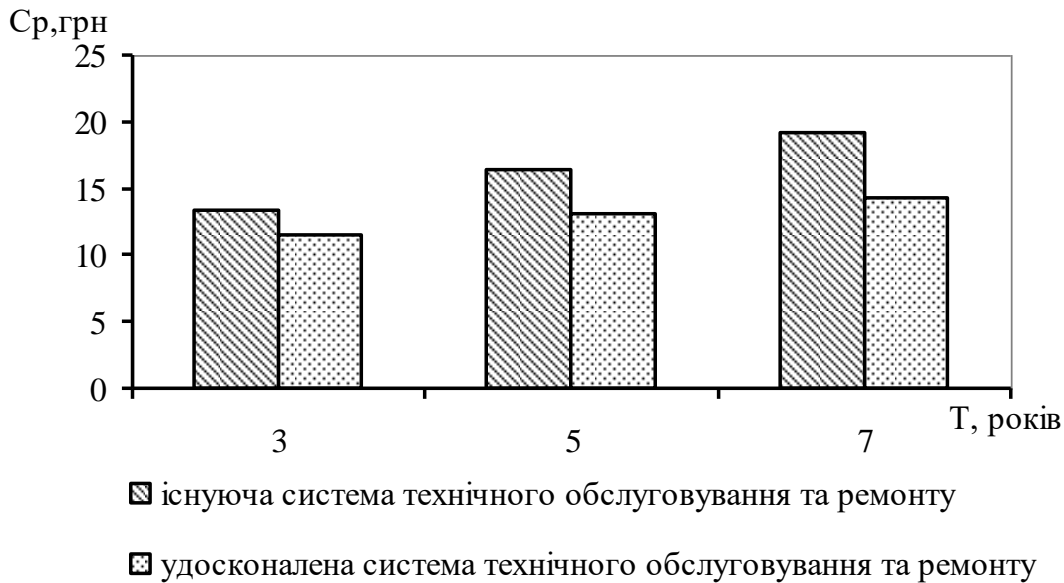


Рисунок 2 – Графік витрат на технічне обслуговування і ремонти одного автомобіля у відносних одиницях залежно від терміну перебування автомобіля в експлуатації

Аналіз результатів розрахунків показав, що витрата коштів на технічне обслуговування і ремонти автомобіля в залежності від терміну перебування автомобіля в експлуатації у разі застосування запропонованого методу прогнозування для автомобілів з терміном експлуатації до 3 років зменшується в 1,16 рази, для автомобілів з терміном експлуатації від 3 до 5 років – в 1,26 рази, для автомобілів від 5 до 7 років експлуатації – в 1,33 рази.

Якщо виконати розрахунки вартості технічного обслуговування та ремонту за пробіг автомобіля до капітального ремонту кількість заощаджених коштів, у разі запровадження рекомендацій щодо підтримки працездатного стану автомобіля в практику, буде доволі суттєвим.

Висновки. Вплив експлуатаційних факторів на технічний стан автомобілів має різноманітний і стохастичний характер і призводить до того, що при одному і тому самому напрацюванні, але різному терміну перебування їх в експлуатації, вони мають різний фактичний технічний стан.

Для розробки рекомендацій по раціональній експлуатації та удосконаленню конструкції автомобіля, необхідна інформація про закономірності зміни його технічного стану.

Оскільки при довготривалій експлуатації в системах, вузлах і агрегатах автомобілів відбуваються процеси, які пов'язані із зменшенням і втратою працездатності елементів і вузлів, виникає необхідність проведення додаткових робіт щодо підтримання їх у працездатному стані.

Одним із шляхів підтримання працездатності автомобілів на визначеному рівні є своєчасне попередження появи відмов в їх системах, вузлах і агрегатах шляхом визначення науково обґрунтованої періодичності проведення та обсягу додаткових робіт щодо підвищення працездатності вузлів і агрегатів з малою надійністю.

Для забезпечення необхідного рівня імовірності безвідмовної роботи автомобіля рекомендовано проведення додаткових робіт контрольно-технічного обслуговування у визначених обсягах і періодичності виконання залежно від напрацювання і терміну експлуатації, враховуючи значення коефіцієнтів коригування періодичності проведення контрольно-технічного обслуговування автомобіля.

Проведення КТО дозволяє запобігти виходу з ладу автомобіля та підтримувати його в справному стані незалежно від пробігу та терміну експлуатації.

Вартість виконання контрольно-технічних обслуговувань за запропонованим методом прогнозування технічного стану автомобіля на 14...25 відсотків нижче ніж вартість виконання ремонтних робіт в існуючій системі технічного обслуговування і ремонту автомобіля.

Список використаних джерел

1. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей // И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. / – М.: Феникс, 2007. – 314 с.
2. Волгин В.В. Причины неисправностей легковых автомобилей // В.В. Волгин / – М.: АСТ, Астрель, 2004г. – 112 с.
3. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: В 3 кн. // В.Є.Канарчук, О.А.Лудченко, А.Д.Чигринець / – К.: Вища шк., 1994.
4. Мирошников Л.В. Диагностика технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. // Л.В.Мирошников, А.П.Болдин, В.И.Пал / – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
5. Надежность технических систем / Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985. – 606 с.
6. Наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 року N 102 “Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту”.
7. Острейковский В.А. Теория надежности // В.А. Острейковский / – М.: Высшая школа. 2003. – 463 с.
8. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. // Е.И.Пустыльник / – М.: Наука, 1968. – 288 с.
9. Технічна експлуатація та надійність автомобіля // Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо / За заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.
10. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей. Книга 1 Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей: Учебное пособие. // И.С. Туревский / – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2005. – 432 с.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@vntu.edu.ua

Мельник Ярослав Андрійович — слухач групи 04-20, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет

Polakov Andriy – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: farv@vntu.edu.ua

Melnyk Yaroslav – student of group 04-20, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University

УДК 629.331:620.91

Риб'янець С. Р.; Бахмут М. І.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються впровадження нових технологічних тенденцій в транспортній галузі зокрема в технологічних процесах. Наведено приклад використання адитивних технологій для реставрації старих автомобілів.

The analysis, generalization and systematization of data related to the introduction of new technological trends in the transport sector, in particular in technological processes, was continued. An example of the use of additive technologies for the restoration of old cars is given.

Автомобільна промисловість сьогодні є однією з провідних галузей реалізації та застосування передових технологій [1 – 14].

Зараз швидкими темпами зокрема в автомобілебудуванні розвиваються адитивні технології. Адитивні технології — одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу (друку, вирощування) за даними цифрової моделі. Друк здійснюється спеціальним пристроєм — 3D-принтером, який забезпечує створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання пластичного матеріалу на основі віртуальної 3D-моделі. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступні й простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва. 3D-принтери пропонують розробникам продуктів можливість друку деталей і механізмів з декількох матеріалів та з різними механічними й фізичними властивостями за один процес складання [15].

На середину 2010-х років стала доступною велика кількість конкурентних технологій, що дозволяють зробити 3D-модель. Їхні основні відмінності стосуються етапу побудови шарів при створенні деталі. Деякі технології використовують плавлення або розм'якшення матеріалу для виробництва шарів (SLS, FDM), інші — використовують рідкі матеріали, які твердіють за різними принципами [16].

Адитивні технології (АМ-технології) можна розрізнити за:

- методом фіксації шару: фотополімеризація, сплавлення, склеювання;
- типом конструктивних матеріалів: рідкі, сипучі, ниткоподібні чи пруткові, листові або плівкові;
- ключовою технологією: лазерні, нелазерні.

За класифікацією стандарту ASTM F2792/1549323-1 адитивні технології поділені на 7 категорій.

1. Material Extrusion – видавлювання матеріалів або пошарове нанесення розплавленого конструкційного матеріалу через екструдер.

2. Material Jetting – розбризкування або пошарове струменеве нанесення конструкційного матеріалу.

3. Binder Jetting – розбризкування або пошарове струменеве нанесення матеріалу, що зв'язує.

4. Sheet Lamination – з'єднання листових матеріалів або пошарове формування виробу з листових конструкційних матеріалів.

5. Vat Photopolymerization – фотополімеризація у ванні або пошарове затверджування фотополімерних смол.

6. Powder Bed Fusion – розплавлення матеріалу в попередньо сформованому шарі або послідовне формування шарів порошкових конструкційних матеріалів і вибіркоче (селективне) спікання частин конструкційного матеріалу.

7. Directed energy deposition – прямий підвід енергії безпосередньо в місце конструювання або пошарове формування виробу методом внесення конструктивного матеріалу безпосередньо в місце підведення енергії.

АМ-технології сьогодні найбільш динамічна галузь матеріального виробництва, яка дає можливість отримувати нові властивості виробів, економити час та матеріали при їх виготовленні. Західні аналітики розглядають ступінь впровадження цих технологій як надійний індикатор реальної індустріальної потужності держави.

Характерною тенденцією останніх років є постійний ріст асортименту та кількості деталей, що виготовляються за адитивними технологіями. І особливо важливим є прогрес у найбільш інноваційному секторі АМ-технологій – «вирощування» виробів із металу. Наприклад, компанія «Боїнг» (The Boeing Company) десятками тисяч виготовляє сотні найменш деталей для військових та комерційних літаків, а Дженерал Електрик (англ. General Electric) планує протягом 5...10 років наростити обсяги виробництва АМ-технологіями та досягнути виготовлення приблизно половини деталей енергетичних турбін та авіадвигунів цими методами.

Перехід на цифровий опис виробу – CAD і використання АМ-технології здійснили кардинальні зміни в ливарному виробництві. Отримання ливарних синтез-форм та синтез-моделей шляхом пошарового нарощування радикально скоротило термін створення першого дослідного зразка деталі. Наприклад, термін створення блоку циліндрів автомобільного двигуна традиційними методами становить близько 6 місяців. Основний час витрачається на створення модельного оснащення. Використання АМ-технології для «вирощування» ливарної моделі скорочує термін отримання першої відливки блоку циліндрів до двох тижнів. Тобто в 10...15 разів.

Окрім суттєвого скорочення часу, перевагами методу є раціональне використання матеріалів. При виготовленні деталей складної форми традиційними методами відношення маси використаного матеріалу до готового виробу може сягати 15...20 разів. Застосування адитивних технологій для виготовлення аналогічних деталей дозволяє звести цей показник до 1,5...2,0.

Машини, які за адитивними технологіями створюють деталі з металу – верх інженерного мистецтва, адже в них сконцентровано найпередовіші знання з металургії, лазерної техніки, оптики, електроніки, систем управління, вимірювальних пристроїв, механіки, вакуумної техніки та інших.

Використання адитивних технологій дозволяє втілити в життя найвибагливіші ідеї конструктора, створити якісно нові машини та досягнути суттєвого прогресу в машинобудуванні.

3D-друк може здійснюватися різними способами й з використанням різних матеріалів, але в основі будь-якого з них лежить принцип пошарового створення (вирощування) твердого об'єкта.

Застосовуються дві принципові технології:

Лазерна:

Лазерний друк — ультрафіолетовий лазер поступово, піксель за пікселем, засвічує рідкий фотополімер, або фотополімер засвічується ультрафіолетовою лампою через фотошаблон, мінливий з новим шаром. При цьому він твердне і перетворюється на досить міцний пластик.

Лазерне спікання — при цьому лазер випалює в порошок з легкосплавного пластику, шар за шаром, контур майбутньої деталі. Після цього зайвий порошок струшується з готової деталі.

Ламінування — деталь створюється з великої кількості шарів робочого матеріалу, які поступово накладаються один на одного і склеюються, при цьому лазер вирізає в кожному контур перерізу майбутньої деталі.

Струменева:

Застигання матеріалу при охолодженні — роздавальна голівка видавлює на охолоджувану платформу-основу краплі розігрітого термопластика. Краплі швидко застигають і злипаються один з одним, формуючи шари майбутнього об'єкта.

Полімеризація фотополімерного пластику під дією ультрафіолетової лампи — спосіб схожий на попередній, але пластик твердне під дією ультрафіолету.

Склеювання або спікання порошкоподібного матеріалу — те ж саме що і лазерне спікання, лише порошок склеюється клеєм, що надходить зі спеціальної струменевої голівки. При цьому можна відтворити забарвлення деталі, використовуючи сполучні речовини різних кольорів.

Автомобілі повинні бути оснащені точними деталями інтер'єру та екстер'єру, щоб зберегти якнайбільше «чарівності» оригінальних автомобілів. Традиційні субтрактивні процеси призвели до створення більш дорогих деталей, а деяких випадках - деталей з меншою кількістю деталей, ніж потрібно. Проте, використовуючи 3D-друк, компанія Renner Auto може легко виробляти деталі, які правильно встановлюються із високим рівнем деталізації. Як приклад можна навести компоненти індикатора кермової колонки та вимикача аварійної сигналізації. Ці деталі спроектовані таким чином, що дуже схожі на елементи оригінального автомобіля Porsche Speedster 1956 випуску, проте тепер вони розміщують сучасну електроніку в новій розбірній кермової колонці.



Рисунок 1 – Porsche Speedster 1956 року [17].

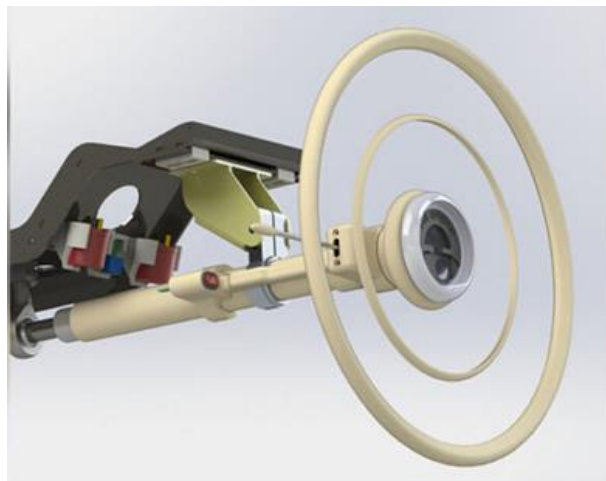


Рисунок 2 – Конструкція компонентів включає всі деталі, що сполучаються для забезпечення правильної посадки і роботи [19].

Всі ці компоненти надруковані на 3D принтері з нитки ASA і після фарбування виглядають як оригінальні вироби. Після фарбування 3D-друкарські ручки та корпуси індикаторів дуже схожі на оригінальні.



Рисунок 3 – Після фарбування 3D-друкарські ручки та корпуси індикаторів дуже схожі на оригінальні [19].

Багато деталей інтер'єру, які будуть оброблені шкірою, можуть бути надруковані на 3D-принтері з мінімальними витратами. Наприклад, накладка на панель приладів спочатку виготовлена з дерева. Однак після лазерного сканування та САD-моделювання ця деталь може бути виготовлена методом 3D-друку. У результаті панель приладів покривається шкірою. 3D-друк приладової панелі - це швидка, економічно ефективна та повторювана форма виробництва.



Рисунок 4 – Оригінальний дерев'яний компонент 1956 року та 3D-друкований компонент ASA [19].



Рисунок 5 – 3D-друк приладової панелі перед оздобленням шкіри [19]

Однією з чудових переваг 3D-друку є її здатність надавати будь-яку форму гумоподібному матеріалу, такому як TPU. У проєкті Реннера багато 3D-друкованих деталей з TPU використовуються для виготовлення ущільнень та кришок у низькотемпературних середовищах. Традиційно еластичні матеріали можна обробляти лише методом лиття під тиском, який потребує складних технічних знань та дорогого обладнання. Як приклад дорогого обладнання можна навести прес-форми, потужні екструзійні машини та системи гарячої обкатки. При використанні 3D-друку еластичні матеріали обробляються так само, як жорсткий пластик. Сам 3D-принтер може завершити створення еластичних деталей за один цикл друку, а користувачеві достатньо кілька разів натиснути кнопку, щоб запустити процес.

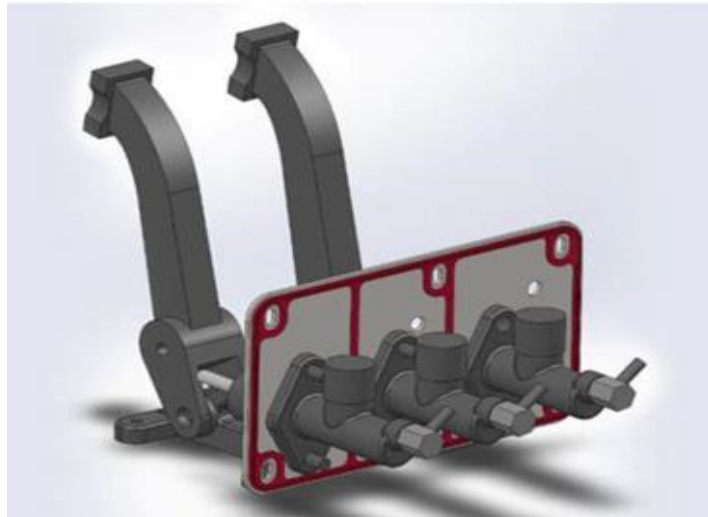


Рисунок 6– Ущільнення, що підлягає 3D-друку, показане червоним кольором на CAD моделі [19]

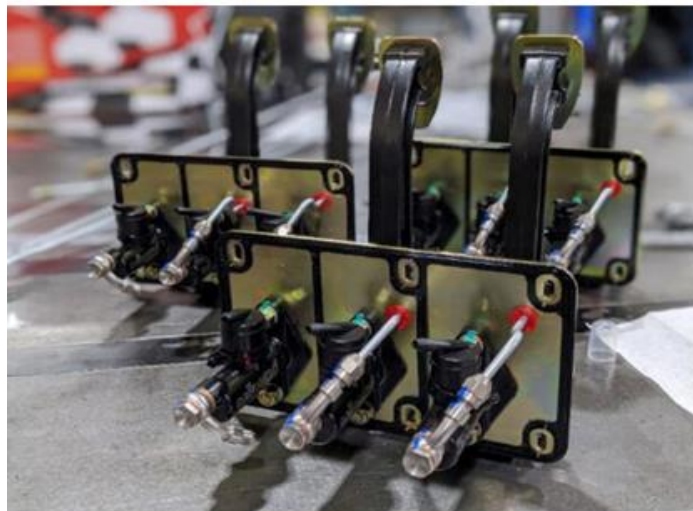


Рисунок 7 – Результат друку із чорної гнучкої нитки [19]

Компанія Renner використовувала свій принтер Raise3D для різних цілей – від створення прототипів сталевих деталей до маркетингу. Деталі, які раніше виготовлялися шляхом лазерного різання та згинання сталі, тепер часто друкуються на 3D принтері. Швидкі та дешеві ітерації 3D-друку гарантують, що сталеві компоненти будуть правильними з першого разу [15 - 21].

Висновок. Адитивні технології будуть набирати все більш широкого використання при виготовленні деталей автомобільної техніки.

Список використаних джерел

1. Павлова Ю.В., Рулевська Т.Ф., Колесніков В.О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 97 -102.
2. Гутько Ю.І., Бер Р., Колесніков В.О. Використання адитивних технологій та технологій прототипування у ливарному виробництві // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодон. 2014 р. 68 -71 с.
3. Колесніков В.О., Коровін Я.В., Савченко Е. Перспективи використання 3D принтерів // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 338 - 341.
4. Гутько Ю.І., Бер Р., Колесніков В.А. Технологии прототипирования в литейном производстве // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. - 10-11 с.
5. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 90 - 94.
6. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.
7. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12.
8. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 181 - 189.
9. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 204 – 208.
10. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57.
11. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112.
12. Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту". – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203. ISBN 978-966-641-793-3.
13. Матвеев Б.В., Колесніков В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД". 19 квітня 2013 р., м. Краснодон. С. 369 - 371.
14. Хорольский С.М., Колесніков В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції

“Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

15. Адитивні технології. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

16. Як 3D-принтери використовуються в автомобілебудуванні? <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/64-kak-3d-printery-ispolzuyutsya-v-avtomobilestroenii>.

17. История Porsche Speedster самого открытого порше. URL: <https://i-love-my-car.com/porsche-speedster-istorija-modeli>.

18. Яков Бондарев. Дорогу аддитивным технологиям! URL: <https://blog.iqb.ru/3d-printing-automotive-industry>.

19. 3D Printing Low Volume Production of Automotive Components. URL: <https://www.raise3d.com/case/3d-printing-low-volume-production-of-automotive-components>.

20. Vistar 3D Printing Car Bumper. URL: <https://www.3dprotofab.com/vistar-3d-printing-car-bumper.html>.

21. Charlie Hu. 7 ways 3D printing can innovate the automotive industry. <https://medium.com/3d-printing-industry/7-ways-3d-printing-can-innovate-the-automotive-industry-68fbd12d90ba>.

Ріб'янець Сергій Романович – студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Бахмут Максим Іванович – студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

Ribyanets Serhiy - student of the Department of Production Technologies and Vocational Education of Taras Shevchenko Luhansk National University

Bakmut Maksym - student of the Department of Production Technologies and Vocational Education of Taras Shevchenko Luhansk National University

Kolesnikov Valeriy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Production Technologies and Vocational Education, Taras Shevchenko Luhansk National University. Researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics G. Karpenko National Academy of Sciences of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmail.com

УДК 629.113.013

Романюк С. О., к.т.н., доц.; Бабій С. М., к.т.н., доц.

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ПАРКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЙ ПЕРЕВІЗНИКІВ

Розглянуті основні підходи до оновлення та розвитку виробничо-технічної бази організацій перевізників в сучасних реаліях розвитку економіки країни, виділено та обґрунтовано основні напрямки та проекти такого розвитку.

The basic approaches to updating and development of production and technical base of organizations of carriers in modern realities of development of economy of the country are considered, the basic directions and projects of such development are allocated and substantiated.

Ефективність роботи системи технічної підготовки (СТП) парків автотранспортних засобів (АТЗ) та виробничо-технічної бази (ВТБ) впливає на собівартість, якість перевезення, підвищення рівня розвитку, забезпечення успішного функціонування організацій перевізників.

Провівши аналіз роботи виробничо-технічної бази та системи технічної підготовки організацій перевізників можна зробити висновок:

- виробничо-технічні бази в значній мірі ліквідовані;
- більша частина обсягів перевезень пасажирів в Україні здійснюється організаціями перевізниками, які або не мають власної бази взагалі, або вона є фізично і/або морально застарілою, або не відповідає вимогам структури автомобільного парку, або не використовується ефективно;
- основна частина робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту виконується в примітивних умовах, не на виробничо-технічних базах організацій перевізників чи станціях технічного обслуговування та оплачується за тіншовими схемами.
- оскільки автотранспорт в організаціях перевізниках різномарочний, а також вітчизняного і закордонного виробництва, не рідко, бувши у використанні, система технічної підготовки ускладнюється цим.

При цьому в періодах економічного спаду, військовій агресії, невизначеності майбутнього світової і/або національної та регіональних економік простежується прагнення організацій перевізників до уникання реалізації проектів, пов'язаних з розширенням і/або оновленням як власне парків автотранспортних засобів, так і виробничо-технічних баз.

Замінити чи купити обладнання для повного комплексу робіт по технічному обслуговуванні та поточному ремонті немає можливості і немає гарантій, що обладнання окупиться до того моменту, коли воно буде вважатися морально і/або фізично застарілим. Організаціям перевізникам слід розглядати не типові проекти розвитку та використовувати інноваційні бізнес-моделі для прийняття рішень.

Одним з таких проектів може стати проект регіонального партнерства організацій перевізників в розвитку систем технічної підготовки автотранспорту – це розвиток системи забезпечення організацій перевізників-партнерів послугами з технічної підготовки парків автотранспортних засобів на основі централізації виробництва і/або даних послуг з метою закупівлі окремих видів послуг. При цьому метою є досягнення цільових значень ключових показників діяльності систем технічної підготовки автотранспорту організацій перевізників-партнерів як цілей партнерства в умовах ризику та невизначеності через реалізацію найбільш ефективного, в загальному випадку, комплексу заходів організаційного, економічного, технічного, інвестиційного характеру в межах встановлених часових і вартісних обмежень [1].

Деякі з цих заходів носять чітко виражений проектний характер і можуть управлятися як підпроекти в складі проекту регіонального партнерства. Зокрема це стосується технічних заходів, які здійснюються як проекти оновлення, консервації, ліквідації (з можливим «перерозподілом» технічного устаткування між виробничо-технічними базами окремих організацій перевізників-партнерів) – об'єкти основних виробничих фондів.

Система технічної підготовки парків автотранспортних засобів організацій перевізників, за визначенням, включає виробничо-технічну базу разом з ремонтно-обслуговуючим персоналом та інженерно-технічними працівниками, а також з елементами технічної організації та управління виробництвом. При цьому виробничо-технічна база утворюється фондами, які призначені для технічного забезпечення процесу підтримування та відновлювання працездатності автотранспорту, а також утримування будівель, споруд, комунікацій та інших об'єктів у належному стані. Структуру фондів, які утворюють виробничо-технічну базу, також може бути представлена як така, що складається з пасивної (будівлі, споруди) й активної (технічне устаткування, інструмент, пристрої) частин. Проекти оновлення виробничо-технічної бази організацій перевізників можна класифікувати відповідно до діючої класифікації процесів відтворення основних фондів і напрямів капіталовкладень. Згідно з останньою розрізняють такі процеси [2]: технічне переоснащення; реконструкція; розширення; нове будівництво.

Ситуація, яка складається на сьогодні на практиці щодо розвитку виробничо-технічної бази, дає підстави вважати реконструкцію найбільш поширеною і загальною формою реалізації науково-технічного процесу в організаціях перевізників. При цьому реконструкція може охоплювати не лише технічне переоснащення, а й її розширення. Реконструкція забезпечує перехід від індивідуального технічного обслуговування та поточного ремонту в рамках замкнутого технічного циклу окремої організації перевізника до розвитку спеціалізованого виробництва і кооперативних форм зв'язків між виробничими підрозділами та створення індустріальної технології технічного обслуговування та поточного ремонту автотранспортних засобів.

Таким чином, за один з основних напрямків розвитку системи технічної підготовки автотранспортних засобів в організаціях перевізників виступає реалізація проектів оновлення виробничо-технічних баз (об'єктів основних виробничих фондів). За основні різновиди зазначених пунктів виступають проекти технічного переоснащення, реконструкції, розширення та нового будівництва.

Список використаних джерел

1. Романюк С.О. Аналіз проблем функціонування та розвитку систем технічної підготовки парків автомобільних транспортних засобів організацій автомобільного транспорту / С. О. Романюк // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : І міжнародна науково-практична інтернет-конференція : тези доп. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – С.28-29. Електронний режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/Romanjuk.pdf>

2. Bilichenko V. Projects of Production-Technical Base Development of a Motor Transport Enterprise / V. Bilichenko, S. Romanyuk // Buletinul Institutului Politehnic DIN IASI. Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” DIN IASI. –2013. – Tomul LIX(LXIII) Fasc. 2. – P. 9-17.

Романюк Світлана Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: romchuk.s85@gmail.com

Бабій Сергій Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет

Romaniuk Svitlana - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: romchuk.s85@gmail.com

Babiy Serhiy - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University

УДК 629.113

Рубан Д. П., к.т.н., доц.

ЕКСПРЕС ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ КУЗОВА АВТОБУСА ВИМОГАМ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Наведено особливості проведення експрес оцінки відповідності кузовів автобусів громадського транспорту вимогам пасивної безпеки під час експлуатації.

The features of the express assessment of the compliance of public transport bus bodies with passive safety requirements during operation are given.

Вступ. Під час впровадження нових моделей автобусів у виробництво проводиться їх обов'язкова сертифікація. Одним із важливих видів сертифікації є перевірка автобуса на відповідність вимогам Правил № 66 ЄЕК ООН [1]. Ці правила передбачають перевірку автобуса на відповідність пасивної безпеки. Згідно Правил [1] автобус перекидається та визначається залишковий простір пасажирського салону, що обмежений похилою площиною. Якщо результати випробування відповідають Правилам [1], то дана модель автобуса проходить сертифікацію. Потім така перевірка кузова автобуса більше ніколи не виконується. Однак під час експлуатації фізико-механічні властивості кузовів автобуса погіршуються під дією корозії та знакозмінних навантажень від доріг низької якості та перевантаження пасажирами. Таким чином під час експлуатації неминуче наступить момент невідповідності кузова вимогам Правил [1], про який вже ніхто не знатиме.

В роботі [2] показано яким чином відбувається деградація фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса «Богдан» А092 через 5 – 9 років експлуатації. Тут [2] доведено, що під час експлуатації погіршуються фізико-механічні властивості тих елементів каркасу кузова, які зовні не мають суттєвих проявів корозії та втомних тріщин. Як показує досвід експлуатуючих організацій, при відновлювальних ремонтах ці елементи каркасу кузова взагалі не замінюються [3]. Корозійні процеси кузова автобуса особливо інтенсифікуються в зимовий період, коли дороги посипаються соляно-піщаними засобами проти обмерзання. Також дороги поливаються сучасними засобами на основі хлориду магнію, що в порівнянні із соляно-піщаними засобами, ще більш агресивні до кузова та його антикорозійного покриття [4]. При таких умовах експлуатації заводського антикорозійного захисту, як показує реальна експлуатація, вистачить максимум на два роки [5]. В свою чергу систематичні перевантаження автобусів громадського транспорту призводять не тільки до погіршення фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова, а і до утворення втомних тріщин [6]. В роботі [7] було показано яким чином і за якої кількості навантажувальних циклів може відбутись руйнування елементів каркасу кузова автобуса. Отримані результати [7] порівняно з руйнуванням елементів каркасу кузова автобуса, що експлуатується на реальних маршрутах у м. Київ та м. Мукачєво. Результати дослідження [7] показують, що при перевантаженнях руйнування труб каркасу кузова автобуса відбувається через 60 – 200 тис. км пробігу (термін експлуатації не більше двох років). При термінах експлуатації автобуса більше двох років та відсутності механічних руйнувань подальша деградація механічних властивостей каркасу кузова буде пов'язана із корозійною втомлюваністю металу [8]. Результати математичного моделювання [9, 10], які підтверджуються експлуатацією автобусів на реальних маршрутах, показують, що при термінах експлуатації автобусів 5 років і більше, міцність кузовів автобусів можуть не відповідати вимогам [1]. При подальшій експлуатації таких автобусів утворюються втомні руйнування і автобуси експлуатуються доти, поки експлуатація автобуса буде вже неможливою. Потім автобус стає на відновлювальний ремонт і за час простою автобуса підприємство несе суттєві збитки (у 2018 р. за даними одного із автотранспортних підприємств близько 4000 грн. за 1 день простою). Тому виникає необхідність у проведенні експрес оцінки

для швидкої та достовірної перевірки відповідності кузова автобуса вимогам пасивної безпеки під час експлуатації.

Результати дослідження. Відповідно до вище сказаного запропоновано два варіанти проведення експрес оцінки.

Перший варіант експрес оцінки пропонується проводити аналогічно до методики TÜV, що проводиться в країнах ЄС [11, 12] із урахуванням Постанови № 137 від 30.01.2012 р. [13]. Узгодивши [14] вітчизняну [13] та європейську нормативну базу [11, 12] запропоновано проводити періодичний технічний контроль автобусів громадського транспорту методами візуального контролю та з використанням сучасного вимірювального обладнання. Під час експрес оцінки перевіряються візуально: наявність зломів, тріщин, наскрізних корозійних пошкоджень, тріщин зварних несучих швів або непридатність їх до виконання заданих функцій. Вимірювання товщини стінок труб лонжеронів каркасу основи або рами (за наявності) виконується ультразвуковим товщиноміром металу при терміні експлуатації автобуса понад 5 років. За допомогою ультразвукового вимірювання товщини металу можна перевіряти придатність труб неруйнівним методом. При наявності вище вказаних пошкоджень при візуальному контролі та / або зменшенні товщини стінок труб лонжеронів каркасу основи (рами) більше ніж на 15 %, заборонити подальшу експлуатацію автобуса аналогічно четвертій категорії TÜV (VU – повна заборона подальшої експлуатації). При огляді автобусів рамної конструкції, якщо відсутній болт або інші кріпильні деталі з'єднань несучих елементів або вони не відповідають вимогам, то автобус може пересуватись своїм ходом без дозволу перевезення пасажирів. Перевезення пасажирів буде дозволене тільки після негайного усунення недоліків відповідно до третьої категорії TÜV (EM (Erhebliche Mangel) – суттєві недоліки). У випадку VU, допуск до експлуатації можна отримати тільки при заміні кузова на новий або при високоякісному відновлювальному ремонті у поєднанні із другим варіантом експрес методу.

Другий варіант передбачає оцінку відповідності Правилам [1] під час відновлювального ремонту кузова автобуса, коли з кузова вирізаються пошкоджені елементи. Для цього необхідно вирізати декілька зразків з труб каркасу кузова, які не мають корозійних та механічних пошкоджень та провести дослідження зразків на розривній машині. Розміри зразків та відома стандартна методика проведення даного випробування детально описана в роботах [2, 15]. При такому дослідженні визначаються механічні властивості зразків та порівнюються із властивостями нових матеріалів. Якщо механічні властивості досліджених зразків не гірше нових матеріалів, то каркас кузова після відновлювального ремонту відповідатиме вимогам [1]. В іншому випадку труби каркасу кузова без явних пошкоджень треба також замінити. Таким чином другий варіант експрес-оцінки проводиться під час відновлювального ремонту. Як показує ремонтна практика, відновлювальний ремонт буде ефективний в тому випадку, коли замінюються всі елементи каркасу кузова нижче підвіконного бруса. Неодноразово під час ремонту кузовів автобусів «Еталон» (рамної конструкції), при знятті каркасу кузова з рами, каркас просто руйнувався. При порушеній геометрії кузова без спеціального оснащення неможливо виконати відновлювальний ремонт кузова з дотриманням заводської технології. Під час ремонту кузовів несівної конструкції, що застосовується на автобусах «Богдан», «Атаман» виникає складність у виготовленні каркасу основи кузова та послідовним зварюванням її з каркасом боковин, переднього та заднього каркасів. Тому, щоб при ремонті відновити пасивну безпеку кузова автобуса згідно вимог [1], відновлювальний ремонт кузова автобуса необхідно проводити на заводах-виробниках цих автобусів: «Богдан», «Атаман» на АТ «Черкаський автобус»; «Еталон» на ВАТ «Укравтобуспром». Також відновлювальні ремонти будуть доцільними на підприємствах з оснащенням, що відповідають заводським умовам.

Висновки. Розроблена експрес оцінка відповідності кузова автобуса вимогам пасивної безпеки під час експлуатації проводиться неруйнівними методами. Руйнівні методи доцільно проводити тільки в тому випадку, коли автобус знаходиться на відновлювальному ремонті. Відновлювальний ремонт кузова в заводських умовах, при повній заміні елементів

каркасу кузова нижче підвіконного бруса, забезпечить належну міцність кузова та його відповідність вимогам щодо пасивної безпеки.

Список використаних джерел

1. ECE Regulation No. 66, Agreement, E/ECE/TRANS/505, Rev. 1/Add. 65/Rev.1, United Nations, 22 Feb 2006.
2. Крайник Л.В., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Оцінка зміни фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса в процесі експлуатації. Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2017. – № 1. С. 35 – 40.
3. Рубан Д. П. Оцінка регламентованого терміну експлуатації автобусів з умов відповідності нормативам пасивної безпеки внаслідок корозії та втомної міцності кузова / Д. П. Рубан, Л.В. Крайник // Systemy i Środki transportu samochodowego. Seria: Transport – Rzeszów : Druk.
4. Besuden, David valugard.net/index.php/school-bus-corrosion-2/ (Last accessed: 13.04.2022).
5. Рубан Д. П. Аналіз досліджень з визначення термінів експлуатації автобусів / Д. П. Рубан, Г. Я. Рубан // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2016. – № 5 (128). С. 105 – 109.
6. Рубан Д. П., Крайник Л.В., Рубан Г. Я. Оцінка впливу введення площадок низького входу «low-entry» в структуру несівного кузова на ресурсні характеристики автобуса в експлуатації. Автомобільний транспорт. – Харків, 2018. – № 43. С. 31 – 35.
7. Рубан Д. П. Прогнозування довговічності лонжеронів каркасу основи автобуса в проблемних місцях / Д. П. Рубан, Л. В. Крайник, Г. Я. Рубан // Технічна інженерія. – Житомир, 2020. – № 2 (86). С. 18 – 23.
8. Похмурский В. И. Коррозионная усталость металлов / В. И. Похмурский. – М.: Металлургия – Автодата, 1985. – 207 с.
9. Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я., Сосик А. Ю., Щербина А. В., Дударенко О. В., Артюх О. М. Прогнозування довговічності кузовів автобусів громадського транспорту в залежності від умов експлуатації. Східно-Європейський журнал передових технологій. Том 4 № 1(112) (2021): Виробничо-технологічні системи. С. 26 – 33.
10. Оцінка пасивної безпеки кузова автобуса під час експлуатації / Д. П. Рубан, Л.В. Крайник, Г. Я. Рубан // Матеріали IV міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту. Вінниця. 2021. с. 229 – 231.
11. Gebrauchtbewertung. Omnibus Revue TÜV Bus-Report, 8(124), 2015. 38 с.
12. Verband der TÜV e. V. TÜV Bus-Report, 9, 2018. 19 с.
13. Постанова № 137 від 30.01.2012 р. про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю із змінами, внесеними згідно з постановами КМ № 485 від 23.09.2014, № 1138 від 23.12.2015, № 141 від 10.03.2017. Кабінет Міністрів України. Офіц. Вид. Київ: Парламентське видавництво, 2012. 37 с.
14. Рубан Д. П. Вдосконалення системи технічного контролю та допуску до експлуатації автобусів громадського транспорту / Д. П. Рубан, Л. В. Крайник, Г. Я. Рубан // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. – Харків, 2019. – № 15. С. 94 – 99.
15. Канашевич Г.В. Дослідження макро- та мікроструктури матеріалів за допомогою металографічного мікроскопа ММР-2Р: Лабораторний практикум / Г.В. Канашевич, П.П. Дмитренко, М.В. Голуб, С.М. Мацепа – Черкаси: ЧДТУ, 2017. – 62 с.

Рубан Дмитро Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілебудування, НУ «Львівська політехніка», e-mail: ruban_dimon@ukr.net

Ruban Dmytro – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Automotive Engineering, National University «Lvivska Politehnika», e-mail: ruban_dimon@ukr.net

УДК 65; 629.017:629.083

Сакно О. П., к.т.н., доц.; Кандрашин Д. К., Чечельницький А. С.

АНАЛІЗ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕКОСИСТЕМНОГО РІШЕННЯ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Проаналізовані дані щодо реалізації екосистемного рішення в управлінні транспортної системи та розвитку інфраструктури для відновлюваних джерел палива та електрифікації в світі і в Україні.

The data on the implementation of the ecosystem solution in the management of the transport system and the development of infrastructure for renewable fuels and electrification in the world and in Ukraine are analyzed.

Актуальність. Сьогодні в економічно розвинених країнах показник автомобілізації становить 555 автомобілів на 1000 осіб і більше. Автомобільний транспорт в Україні налічує біля 9,3 млн. транспортних засобів, у тому числі. Таким чином, одним з перспективних напрямів розвитку автомобільного транспорту є розвиток на екологічних принципах шляхом створення екологічного транспорту і екологічно стійкої транспортної інфраструктури.

Мета. Одержання первинних даних щодо реалізації екосистемного рішення в управлінні транспортної системи та розвитку інфраструктури для відновлюваних джерел палива та електрифікації в світі і в Україні.

Основний матеріал. Зміна клімату в усьому світі досягає тривожних рівнів, значною мірою через викиди від спалювання викопного палива для транспортування та виробництва електроенергії. Світ не може скоротити викиди CO₂, не враховуючи як виробництво, так і споживання енергії. І світ не може вирішити свої енергетичні звички без попереднього прямого скорочення викидів у транспортному та енергетичному секторах.

Компанія Tesla проектує та виробляє повну енергетичну та транспортну екосистему. Вона не лише розробляє технологію, що лежить в основі цієї екосистеми, а й зосереджує на доступності своїх продуктів, які входять до її складу. Tesla прагне досягти цього завдяки своїм дослідженням і розробкам та розробці програмного забезпечення, а також завдяки постійному прагненню розвивати передові виробничі можливості.

Щоб зрозуміти це в перспективі, середні викиди парникових газів від зарядки одного автомобіля Tesla, що базується в Нью-Йорку, прирівнюються до викидів з автомобіля з двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ) з економією палива 135 MPG (miles/gallon). Навіть під час заряджання Tesla в Мічигані, де приблизно 60% енергії надходить із природного газу та вугілля, викиди від транспортних засобів Tesla усе ще дорівнюють викиди від автомобіля ДВЗ з 59 реальними MPG (значно більше з точки зору Environmental Protection Agency (EPA) рейтинг MPG). Оскільки більше регіонів в майбутньому приймуть стійкі енергетичні рішення для виробництва електроенергії, викиди, пов'язані із зарядкою електромобіля від мережі, зменшаться ще більше.

Відомо, що автомобілі Tesla мають найвищу енергоефективність серед усіх електромобілів, створених на сьогоднішній день. На початку виробництва Model S вдалося досягти енергоефективності 3,1 милі EPA/кВт-год. На сьогоднішній день найефективніша модель 3 Standard Range Plus (SR+) досягає діапазону EPA в 5,1 миль/кВт-год, що вище, ніж у будь-якого електромобіля, що випускається на сьогодні. Повний привід моделі Y (AWD) досягає 4,2 милі EPA/кВт-год, що робить його найефективнішим електричним позашляховиком, виробленим на сьогоднішній день. Розрив між ефективністю автомобіля Tesla AWD продовжує виділятися в порівнянні з конкурентами в тому ж сегменті. Досягаючи найкращої в своєму класі енергоефективності, моделі Tesla з повним приводом можуть розганятися до 60 миль/год всього за 3,7 секунди (4,2 секунди для моделі Y) і досягати максимальної швидкості 145 миль/год = 233 км/год (135 миль/год=217 км/год для моделі Y).

Поокремо, високої енергоефективності вже важко досягти, але отримати як продуктивність, так і ефективність є складною частиною.

Енергоефективність автомобілів Tesla продовжуватиме покращуватися з часом, оскільки продовжується вдосконалювати технології та ефективність трансмісії. Також розумно припустити, що продукти Tesla з великим пробігом, такі як Tesla Robotaxis, будуть розроблені для максимальної енергоефективності, оскільки керуваність, прискорення та максимальна швидкість стають менш актуальними. Це мінімізує витрати для клієнтів, а також зменшить викиди вуглецю на милю пробігу.

Хоча викиди від фази виробництва можуть становити відносно незначну частину викидів протягом усього терміну експлуатації автомобіля в порівнянні з фазою експлуатації авто, вони все ще є важливою частиною викидів протягом життєвого циклу.

Акумуляторні батареї Tesla розроблені для того, щоб пережити автомобіль. За оцінками фахівців Tesla, автомобіль здається на утилізацію після приблизно 200000 миль (322 тис. км) використання в США і приблизно 150 000 миль (242 тис. км) у Європі. Створення акумулятора, який натомість міг би витримати 1000000 миль (1609344 км або 4000 циклів зарядки), різко зменшить викиди на милю пробігу для транспортних засобів із великим пробігом, таких як таксі, фургони або вантажівки. Це зрозуміло, якщо порівняти викиди на милю від моделі 3 для особистого користування та для спільного використання – викиди на милю від фази використання залишаються незмінними, але викиди на милю від фази виробництва значно нижчі, оскільки викиди розподіляються по ще багато миль.

Виробництво Robotaxis є основною частиною щодо прискорення переходу світу до сталої енергії.

Усі транспортні засоби у світі щороку проїжджають трильйони миль. На відносно невелику кількість транспортних засобів, таких як таксі, фургони, вантажівки та автобуси, припадає непропорційно велика кількість миль транспортних засобів і, як наслідок, непропорційна кількість викидів. Єдиний автомобіль Tesla майбутнього з акумулятором на мільйон миль може використовуватися в п'ять разів більше, ніж середній автомобіль у США. Після повної оптимізації і навіть після того, як він буде знятий, акумулятор все ще можна переробити, а його матеріали використовувати в абсолютно новий акумулятор.

В Україні особливості розвитку автомобілів привели до того, що сьогодні, за даними Всесвітнього банку, приблизно 40 % забруднювачів повітря в країні (і в м. Дніпро, зокрема) припадає на автомобільний транспорт. Але така ситуація вкрай нерівномірна по регіонах, і, в Києві, наприклад, біля 90 % викидів викликані саме автомобільним транспортом (рис. 4.1).

Крім того на сьогодні в Дніпрі і Дніпропетровській області працює 25 промислових підприємств, які є основними джерелами забруднень навколишнього середовища. Згідно з даними, опублікованими радником міністра охорони здоров'я України Матвієм Хреновим, зараз Дніпро займає третю сходинку в рейтингу найбільш забруднених міст України. На другому місці - Кам'янське. І парадокс тут в тому, що місцева влада практично ніяк не можуть вплинути на найнебезпечніші з погляду екології виробництва.

Крім збільшення електро автомобілів в експлуатації в Україні в 2021 р. створили портал «ЕкоСистема». Це єдина онлайн-платформа у сфері захисту довкілля. Її презентував заступник Міністра охорони навколишнього природного середовища та природних ресурсів України Руслан Стрілець на «Всеукраїнському форумі «Україна 30. Екологія».

«Платформу створили, щоб у кожного була актуальна достовірна інформація про стан навколишнього середовища та природні ресурси, а також щоб кожен взаємодіяв з нами прозорим та зручним способом, – розповів Руслан Стрілець. - На порталі є 6 послуг: висновок про транскордонне перевезення відходів, ліцензія на відходи, лісорубний квиток, сертифікат походження деревини, право на відходи, дозвіл на спецводокористування, а також вся екологічна інформація про стан навколишнього середовища України. Зручно, швидко, без корупції та паперів можна отримати доступ до 35 реєстрів екологічної інформації. Загалом планують запуснути 29 послуг та інтегрувати їх із порталом «Дія».

Крім цього, буде відкрито дані понад 60 реєстрів, що дозволить кожному українцю моніторити стан довкілля, зокрема - якість води, повітря, пестициди, лісові пожежі тощо. у реальному часі.

Розробка «ЕкоСистеми» стала можливою за підтримки Міністерства цифрової трансформації України, проекту USAID/UKAID «Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах/TAPAS» та Офісу ефективного регулювання BRDO.

Висновки.

1. Робота сучасних компаній (наприклад, Tesla) працюють в напрямі: зменшення викидів від спалювання викопного палива для транспортування та виробництва електроенергії; впровадження сучасних технологій, що лежать в основі екосистеми; доступність складових частин, що входять до її складу; експлуатація енергоефективних електромобілів; прискорення світу переходити до сталої енергії; збільшення терміну служби батареї для електро автомобілів; рециклінг матеріалів батареї; будівництво нових заводів з використанням енергозберігаючих технологій виробництва автомобілів; відповідей економрам; виробництво відновлюваної енергії.

2. Стратегія мобільності України і розвиток екологічних автомобілів повинні бути направлені на: а) впровадження системи оподаткування купівлі, власності та користування автомобілів за принципом «Забрудник платить»; б) відновлення державного техогляду автомобілів; в) розробку та впровадження системи утилізації старих автомобілів; г) створення мережі для зарядки і заправки авто з нульовими викидами (сучасної транспортної інфраструктури).

Список використаних джерел

1. Tesla 2020 Impact Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tesla.com/ns_videos/2020-tesla-impact-report.pdf. – Назва з екрану.

2. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту [Електронний ресурс] : сайт «Міністерство інфраструктури України» – 2020. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>. – Назва з екрану.

3. Транспортна екологія / [Запорожець О. І., Бойченко С. В., Матвєєва О. Л. та ін.] ; за заг. ред. С. В. Бойченка. – Київ : НАУ, 2017. – 507 с.

4. Аналітичний центр федерації автопрому України; Центр екологічних ініціатив Екодія [Електронний ресурс] : сайт «Публікації Екодії – Екодія» Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/publication> – Назва з екрану

5. Dnepr.info [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dnepr.info/uk/news/>

6. Україна 30. Екологія [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kharkivoda.gov.ua/ru/news/109823> – Назва з екрану

7. Smart city challenge project: a conceptual ecosystem solution to transport system management [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://taltech.ee/en/news/smart-city-challenge-project-conceptual-ecosystem-solution-transport-system-management> – Назва з екрану

Сакно Ольга Петрівна - к.т.н., доцент, викладач ВСП “Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки ДВНЗ УДХТУ”, e-mail: sakno-olga@ukr.net

Кандрашин Денис Костянтинович – студент, НТУ "Дніпровська політехніка"

Чечельницький Артем Сергійович – студент ВСП “Дніпровський фаховий коледж інженерії та педагогіки ДВНЗ УДХТУ”

Sakno Olga - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Lecturer, Dnipro Professional College of Engineering and Pedagogy, UDKHTU, e-mail: sakno-olga@ukr.net

Kandrashin Denis - student, NTU "Dnieper Polytechnic"

Chechelnytsky Artem - student of Dnipro Professional College of Engineering and Pedagogy of UDKHTU

УДК 629.113

Сахно В. П., д.т.н., проф.; Поляков В. М., к.т.н., доц.; Мурований І. С., к.т.н., доц.;
Шарай С. М., к.т.н., доц.

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ

Розроблена просторова модель вантажного і пасажирського автопоїзда, за допомогою якої встановлено, що крен ланок автопоїзда призводить до зміни опорних реакцій на колесах різних бортів. При цьому характер зміни кутів складання, крену, довантажень коліс одного борту для пасажирського і вантажного автопоїзда однаковий, але кути складання і крену пасажирського автопоїзда менші у порівнянні з вантажним, що пояснюється наявністю керованих ланок у вантажного автопоїзда, проте стійкість руху автопоїздів, що розглядаються, при виконанні маневру «ривок рульового колеса» забезпечується.

A spatial model of a freight and passenger road train has been developed, with the help of which it has been established that the tilt of the links of the road train leads to a change in the support reactions on the wheels of different sides. The nature of changes in the angles of assembly, roll, loading of the wheels of one board for passenger and freight trains is the same, but the angles of folding and roll of passenger trains are smaller compared to freight, due to the presence of controlled links in freight trains, but the stability of when performing the maneuver "jerk of the steering wheel" is provided.

Сучасний розвиток громадського та вантажного транспорту веде до збільшення запитів вантажних транспортних засобів великих міст і міських автобусів, [1,2]. Ця тенденція обґрунтовує аргументи економії енергії та зниження рівня забруднення навколишнього середовища, обумовленою обмеженістю кількості транспортних засобів і водіїв, необхідних для перевезення великої кількості вантажів і людей. Як слідство, виробники вантажівок і міських автобусів у нинішній час проектують конструкції великої місткості у формі спільних та багатоланкових, як правило, триланкових транспортних засобів. Шарнірне з'єднання ланок робить довгі транспортні засоби універсальними у використанні і допускає швидке маневрування навіть в напруженому міському середовищі. Існуючі конструкції вантажних і пасажирських триланкових автопоїздів виконані за двома універсальними схемами. Перша: автопоїзд сформований або з тривісного тягача + 5-вісного причепа, виконаного на базі серійного 3-вісного напівпричепа на двовісному підкатному візку, або сидельно-причіпний автопоїзд, де до серійного напівпричепа причіплюється 2-вісний причіп, зазвичай з центрально розташованими осями. При цьому зберігається модульність конструкції рухомого складу [3]. Друга: автопоїзд сформований або з тривісного (двовісного) тягача і двох одно-, дво- або тривісних причепів, або із сидельного тягача і двох напівпричепів. З метою підвищення ефективності автоперевезень, скорочення витрати палива і токсичності відпрацьованих газів на одиницю вантажу, що перевозиться, з 1998г. скандинавські країни Швеція і Фінляндія змінили вимоги до довжини і повної маси автопоїздів до 25,25 м і 60 т, зберігши при цьому вимоги Директиви 2002/7/ЕС до осевих навантажень [3]. Дозволена експлуатація 2 компоновальних схем автопоїздів. Перша: автопоїзд сформований з тривісного тягача + 5-вісного причепа, виконаного на базі серійного 3-вісного напівпричепа на двовісному підкатному візку. Друга – причіпний або сидельно-причіпний автопоїзд у складі автомобіля-тягача (автобуса) і двох причепів або напівпричепів. При цьому зберігається модульність конструкції рухомого складу.

Поява таких автопоїздів, корисний об'єм кузова яких складає біля 150 м³, на міжнародних перевезеннях очікувалася, але на жаль дорожнє і транспортне законодавства до цих пір не готові до цього в ЄС, окрім відповідно Швеції і Фінляндії. Якщо за першою схемою виконують, як правило, вантажні автопоїзди, то за другою – і вантажні, і пасажирські автопоїзди. Тому розглянемо триланкові автопоїзди за другою універсальною схемою.

Триланкові пасажирські автопоїзди знайшли своє застосування в BRT – системах. Метробус або нова система автобусного руху "Швидкісний автобусний транспорт" (Bus Rapid Transport, BRT) є результатом розвитку мережі автобусного суспільного транспорту. У порівнянні з метро цей проект володіє явними перевагами: менша вартість створення мережі і рухомого складу, висока пасажиромісткість і ефективні платіжні системи, що забезпечують недорогий проїзд; висока швидкість пересування дозволяє метробусу перевозити вагому частку пасажиропотоку, що сприяє зменшенню кількості автомобілів на дорогах міста і, відповідно, зменшенню викидів відпрацьованих газів;

розширена інформаційна система інформує пасажирів про розклад маршрутів. Питання маневреності триланкових вантажних автопоїздів детально розглянуті в роботі [3]. Проте питання вирішення стійкості руху триланкових автопоїздів потребує ще свого вирішення. Метою роботи є визначення показників стійкості руху триланкових автопоїздів та аналіз факторів, що на них впливають.

При дослідженні стійкості руху прямолінійного руху автопоїзда розглядають, як правило, плоскопаралельний рух його ланок. При цьому вважають, що нормальні реакції опорної поверхні на колеса правого і лівого борту однакові. За такої умови стійкість руху розглядають для плоскої моделі автопоїзда. Разом з тим у загальному випадку зміна напрямку руху може призвести до суттєвої зміни реакцій опорної поверхні на колеса ланок автопоїзда. Тому необхідно розглянути рух автопоїзда в поперечній площині. Зв'язок між підресореними і непідресореними масами реальної конструкції автопоїзда здійснюється за допомогою пружних і демпфуючих пристроїв, а між непідресореними масами і дорогою – через шини, які характеризуються одночасно і пружними і демпфуючими властивостями. Для триланкового причіпного автопоїзда сили взаємодії в тягово-зчіпних пристроях не впливають на перерозподіл навантажень по бортам ланок автопоїзда. Тому досить складну систему – триланковий причіпний автопоїзд можна розглядати як три системи – автомобіль-тягач (автобус), перший і другий причепа, що креняться незалежно. При цьому вісь крену кожної ланки паралельна опорній поверхні, і рух ланок автопоїзда у вертикальній поперечній площині впливає на боковий рух, в першу чергу, і в основному, шляхом зміни вертикальних навантажень на колеса. При цьому змінюються вертикальні реакції опорної поверхні на колеса автопоїзда, що призводить до зміни коефіцієнтів опору відведення коліс тягача і причепів, і тим самим зміні показників стійкості. У відповідності до цієї концепції і було проведено дослідження руху автопоїзда у поперечній площині і визначені кути складання ланок автопоїзда, кути крену автобусів МА3-206, величин довантажень і розвантажень коліс першого, другого і третього автобусів (рис. 1 а,в), а також вантажного автопоїзда у складі автомобіля-тягача DAF XF 105 і двох причепів з наближеними осями Krone ZZ-18 (рис.1б,г) при повороті на 90^0 за швидкості 15 м/с і режимного коефіцієнту повороту $\left(K_{\pi} = \frac{\dot{\theta}_0}{v_1} \right) = 0,01 \text{ м}^{-1}$.

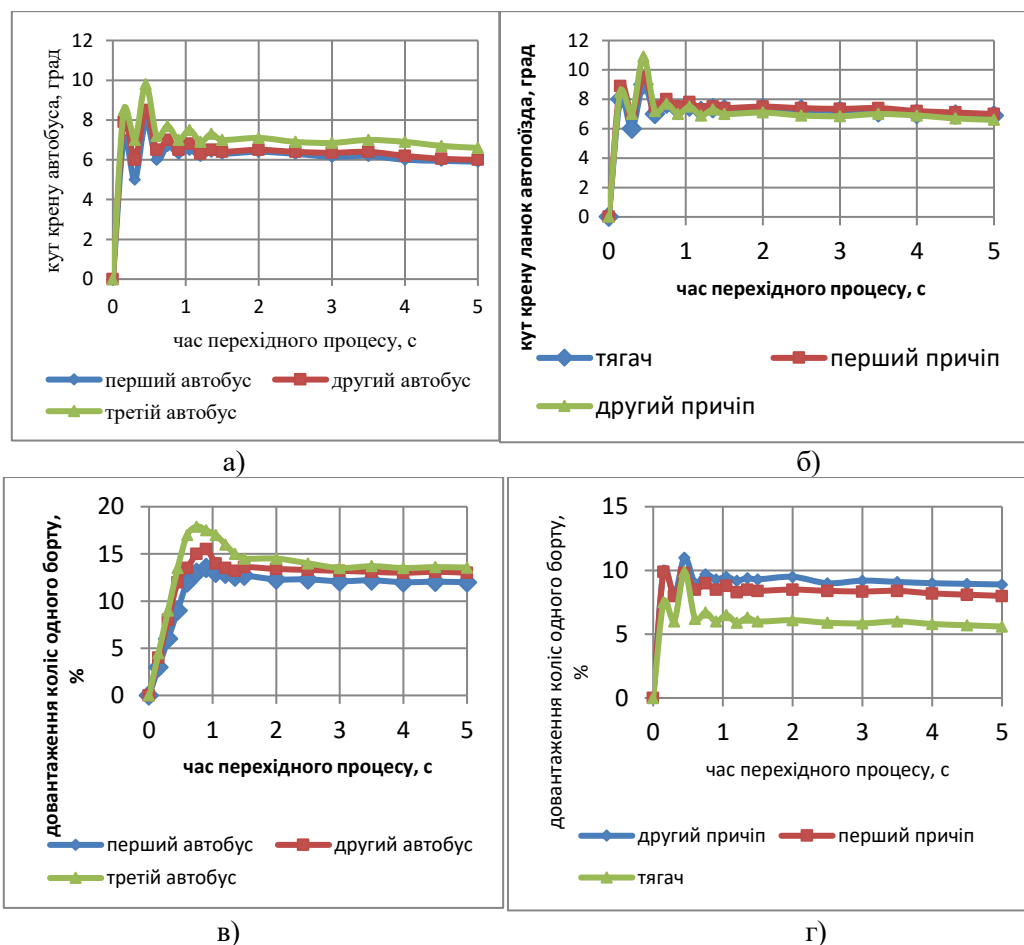


Рисунок 1 – Зміна кутів крену і довантажень коліс одного борту автопоїздів

Величини довантажень коліс одного борту, а також кути складання покладені в основу розрахунків показників стійкості автопоїздів. При цьому враховано зміну коефіцієнтів опору відведення коліс автопоїзда від зміни навантаження з використання методики Д.А.Антонова [4].

Встановлено, що бічні прискорення, що діють у центрі мас ланок пасажирського і вантажного автопоїздів майже однакові, проте є і суттєва різниця. Для пасажирського автопоїзда в початковий момент маневру бічні прискорення другого і третього автобусів набувають від'ємного значення, що може за інших умов (наприклад, збільшення швидкості руху при виконанні різних маневрів) призвести до порушення стійкості руху, що не характерно для вантажного автопоїзда. Разом з тим, стійкість руху автопоїздів, що розглядаються, при виконанні маневру «ривок рульового колеса» забезпечується (максимальні прискорення не перевищують 0,45 g). При цьому максимальні прискорення зменшуються на 8,6% за відсутності крену кузова.

Висновки. Встановлено, що характер зміни кутів складання, крену, довантажень коліс одного борту для пасажирського автопоїзда у складі трьох автобусів МАЗ-206 і вантажного автопоїзда у складі автомобіля-тягача DAF XF 105 і двох причепів з Krone ZZ-18 з наближеними осями однаковий. При цьому кути складання і крену пасажирського автопоїзда менші у порівнянні з вантажним, що пояснюється наявністю керованих ланок у вантажного автопоїзда, разом з тим довантаження коліс одного борту вантажного автопоїзда менше у порівнянні з пасажирським за рахунок більшої жорсткості підвіски тягача і причепів. Разом з тим, стійкість руху автопоїздів, що розглядаються, при виконанні маневру «ривок рульового колеса» забезпечується (максимальні прискорення не перевищують 0,45 g). При цьому максимальні прискорення зменшуються на 8,6% за відсутності крену кузова.

Список використаних джерел

1. G. Leduc. Longer and Heavier Vehicles. An overview of technical aspects. Technical Report EUR 23949 EN, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Luxembourg, 2009.
2. Solaris Bus&Coach. Alternative powertrain. Product catalogue, 2018.
3. В.М.Поляков, В.П.Сахно. Триланкові автопоїзди. Маневреність. Київ. Національний транспортний університет. 2013. – 200 с.: іл.
4. Шарнірно-зчленовані автобуси. Маневреність та стійкість: монографія / В.П. Сахно, В.М. Поляков, С.М. Шарай, І.С.Мурований, О.Є.Омельницькій.–Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2021.- 288 с.

Сахно Володимир Прохорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Поляков Виктор Михайлович – к.т.н., доцент, професор кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Мурований Игор Сергійович – к.т.н., доцент, декан факультету транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, e-mail: igor_lntu@ukr.net

Шарай Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень і митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: Svetasharai@gmail.com

Sakhno Volodymyr – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Polyakov Victor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of Department «Automobiles», National Transport University, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Murovaniy Igor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Dean of the Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: igor_lntu@ukr.net

Sharai Svitlana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor, Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: Svetasharai@gmail.com

УДК 629.113

Сахно В. П., д.т.н., проф.; Попелиш Д. М.

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ-ЦИСТЕРНИ

Показано, що в результаті дії поперечної складової сили інерції центр мас рідкого вантажу зміщується, що призводить до зміни показників поперечної стійкості автоцистерни за будь якої форми поперечного перерізу цистерни. Зі збільшенням швидкості руху відбувається збільшення зміщення центру мас рідини в ємності та погіршення поперечної стійкості автоцистерни. Так, за швидкості 70 км/год різниця між гранично допустимими радіусами повністю заповненої цистерни і заповненої на половину досягає 30%. Разом з тим, форма поперечного перерізу цистерни при частковому її заповненні у меншій мірі впливає на величину граничного радіусу повороту. Найбільше відхилення радіусу повороту від форми поперечного перерізу цистерни за швидкості 50 км/год має місце за заповнення цистерни на рівні 50% і складає тільки 7,8%.

It is shown that as a result of the action of the transverse component of the inertia force the center of mass of the liquid cargo is shifted, which leads to a change in the transverse stability of the tank truck in any form of cross section of the tank. With increasing speed, there is an increase in the displacement of the center of mass of the liquid in the tank and the deterioration of the transverse stability of the tank truck. Thus, at a speed of 70 km / h, the difference between the maximum allowable radii of a fully filled tank and half filled is up to 30%. However, the shape of the cross-section of the tank when partially filled to a lesser extent affects the value of the limiting radius of rotation. The largest deviation of the turning radius from the shape of the cross section of the tank at a speed of 50 km / h occurs when filling the tank at 50% and is only 7.8%.

Особливістю транспортних засобів для перевезення рідин є можливість переміщення транспортованого вантажу щодо резервуару цистерни. Іншою їх особливістю є високе розташування центру маси над дорогою. Коливання рідкого вантажу в середині резервуару призводять до істотного зниження поздовжньої та поперечної стійкості та керованості і збільшують навантаження на конструкцію цистерни. Найбільше впливають на керованість та стійкість автоцистерн такі фактори, як геометрія резервуара, висота центру мас, рівень завантаження, поперечне та подовжнє зміщення центру мас вантажу під час руху по кривій, гальмуванні, маневрах зміни смуги руху, а також властивості динамічної взаємодії рідини із конструкцією [1]. Вплив переміщення рідини на динаміку транспортного засобу істотно зростає зі збільшенням маси транспортного засобу та його розмірів. Внаслідок аварій, що відбуваються при експлуатації рухомого складу, що перевозить рідкі вантажі, завдається значної шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людей. Тому проблема забезпечення безпеки руху автоцистерн, зокрема стійкості руху, потребує свого вирішення.

Проведені розрахунки показників статичної стійкості для автомобіля-цистерни

КрАЗ-5401Н2 об'ємом 8000 л з поперечним перерізом у формі еліпса, кола, валізи. Довжина цистерни 4 м, діаметр кола цистерни – 1,7 м, площа поперечного перерізу – 2,0 м². У разі еліпса за розміру більшої півосі 1,0 м розмір меншої півосі складе 0,76 м, у разі валізи за довжини основи 2 м висота цистерни складе 1,15 м. При цьому встановлено, що найбільший кут косоугру для автомобіля-цистерни у формі кола і еліпса майже однаковий і майже на 12% менший у порівнянні з автомобілем-цистерною у формі валізи. Тому необхідно визначити як вплинуть параметри цистерни на стійкість автомобіля-цистерни.

У ДСТУ UN/ECE R 111-00: 2002 „Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження автоцистерн категорій N і O стосовно їх стійкості проти перекидання” [8] наведена методика визначення показників поперечної стійкості повністю заповнених цистерн за умови відсутності переміщення рідини при випробуваннях, тобто цистерна з рідиною розглядається як тверде тіло. За цих умов дана методика може бути розповсюдженою і на інші вантажні та

пасажирські автомобілі.

Згідно з наведеною методикою в розрахунках повинні виконуватися наступні технічні вимоги:

- центр крену осі розташовується на поверхні дороги;
- конструкція транспортного засобу вважається жорсткою;
- транспортний засіб є симетричним відносно поздовжньої осі;
- деформація шини і підвіски є лінійною;
- поперечна деформація підвіски і шин не враховується.

Розрахунок показників поперечної стійкості автомобіля за методикою [2] здійснюється у такій послідовності. Спочатку розраховуються бокова жорсткість і кут крену автомобіля при підйомі колеса кожної осі, потім еквівалентна бокова жорсткість і кут крену передньої і задньої підвісок, надалі коефіцієнт корисної маси самої жорсткої осі автомобіля, поперечне прискорення при підйомі першого колеса і максимальне теоретичне поперечне прискорення при перекиданні автомобіля.

Лінійна інтерполяція між поперечним прискоренням при підйомі першого колеса і максимальним теоретичним прискоренням дозволяє отримати оціночний показник поперечного прискорення при перекиданні q_c :

$$q_c = q_T - (q_T - q_M) \times \frac{A_M}{A_T}, \quad (1)$$

де q_c - оціночний показник поперечного прискорення при перекиданні; q_M - поперечне прискорення при підйомі першого колеса; q_T - максимальне теоретичне поперечне прискорення при перекиданні автомобіля; A_M - осьове навантаження осі з мінімальним кутом нахилу; A_T - сила тяжіння від повної маси автомобіля.

Стійкість до перекидання транспортного засобу повинна бути такою, щоб автомобіль не пройшов через точку перекидання при досягненні поперечного прискорення, що дорівнює 4 м/с^2 . При цьому стійкість автомобіля при сталому коловому русі забезпечується.

Проведеними розрахунками встановлено, що форма кузова автомобіля-цистерни майже не впливає на показники поперечної стійкості. Разом з тим, наявність рідини в ємності автоцистерни призводить до зменшення її моменту інерції щодо вертикальної осі у порівнянні з транспортними засобами, що мають рівні масові та розмірні параметри [3]. У роботі [4] розглянуто вплив рідкого вантажу на стійкість автоцистерни проти перекидання і занесення. Показано, що в результаті дії поперечної складової сили інерції центр мас рідкого вантажу зміщується щодо ємності і умовою поперечної стійкості автоцистерни проти перекидання буде рівняння:

$$S_y \cos \beta h_a - G_a \sin \beta h_a - G_a \cos \beta \frac{B}{2} + G_k h_\psi \sin \psi \cos \beta + G_T y_b \cos \beta + S_y \sin \beta \frac{B}{2} + S_y \sin \beta h_\psi \sin \psi + S_y \sin \beta y_b \frac{G_T}{G_a} = 0, \quad (2)$$

де h_a - висота центру мас автомобіля; B - колія; h_ψ - плече крену кузова; ψ - кут крену кузова; β - кут поперечного нахилу полотна дороги; y_b - зміщення центру мас автоцистерни у поперечному напрямку через переміщення рідкого вантажу; G_a - сила тяжіння від повної маси автомобіля; G_T - сила тяжіння від вантажу; S_y - бічна сила; G_k - складова сили тяжіння паралельна опорній поверхні.

Зміщення центру мас автоцистерни у поперечному напрямку через переміщення рідкого вантажу y_b щодо ємності представлено у вигляді

$$y_b = \frac{G_T}{G_a}. \quad (3)$$

З використанням наведених залежностей були проведені розрахунки граничного радіусу повороту автомобіля КрАЗ-5401Н2 за різної форми цистерни від швидкості руху і заповнення цистерни. Так, граничний радіус повороту автоцистерни по перекиданню залежить від швидкості руху і заповнення цистерни, рис. 1а. Аналіз графіків показує, що по мірі зменшення заповнення цистерни стійкість автоцистерни погіршується. Зі збільшенням швидкості руху відбувається збільшення зміщення центру мас рідини в ємності та погіршення поперечної

стійкості автоцистерни. Причому різниця між гранично допустимими радіусами повністю заповненої цистерни і заповненої на половину збільшується зі збільшенням швидкості руху і за швидкості 70 км/год досягає 30%. У меншому ступені на граничний радіус повороту впливає форма поперечного перерізу цистерни, рис. 1б. Найбільше відхилення радіусу повороту від форми поперечного перерізу цистерни за швидкості 50 км/год має місце за заповнення цистерни на рівні 50% і складає тільки 7,8%.

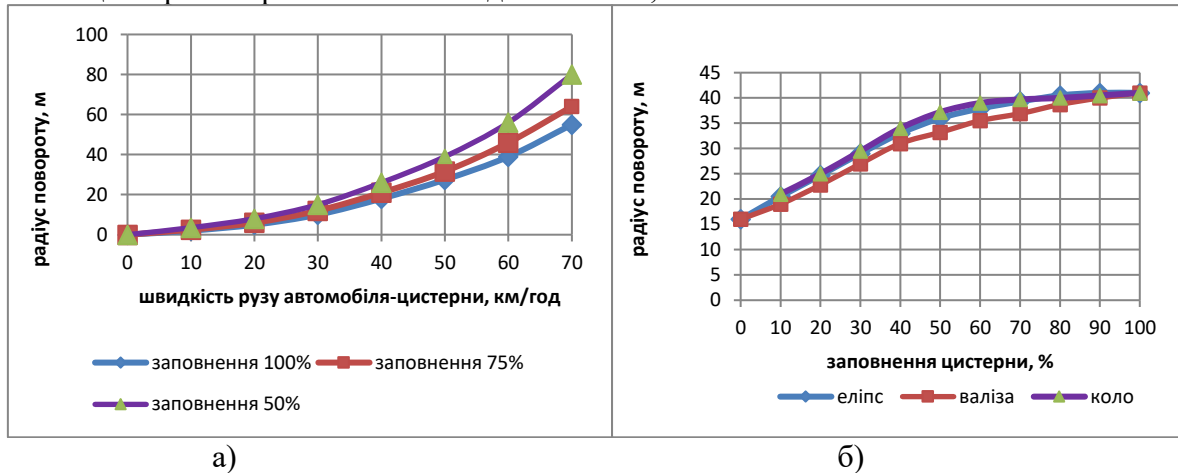


Рисунок 1 – Залежність гранично допустимого радіусу повороту автоцистерни по перекиданню від швидкості руху (а) і форми цистерни (б)

Висновки. Встановлено, що для автомобіля-цистерни у формі кола і еліпса при повному її заповненні найбільший кут косоугру практично однаковий і майже на 12% менший у порівнянні з автомобілем-цистерною у формі валізи за рахунок зменшення висоти центру мас саме цистерни. Показано, що форма поперечного перерізу цистерни при частковому її заповненні у меншій мірі впливає на величину граничного радіусу повороту. Найбільше відхилення радіусу повороту від форми поперечного перерізу цистерни за швидкості 50 км/год має місце за заповнення цистерни на рівні 50% і складає тільки 7,8%.

Список використаних джерел

1. Высоцкий М.С., Плескачевский Ю.М., Шимановский А.О., Кузнецова М.Г. Обеспечение безопасности движения автоцистерн на основе оптимизации конструкции кузова //Механика машин, механизмов и материалов. 2012. №3 (20) – 4(21). – С. 142-148
2. ДСТУ UN/ECE R 111-00: 2002, „Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження автоцистерн категорій N і O стосовно їх стійкості проти перекидання”. К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. 2002. 32 с.
3. 1. Кулаковский, Б.Л. Исследование поведения модели цистерны цилиндрической формы с жидкостью при вращении вокруг вертикальной оси / Б.Л. Кулаковский, П.Н. Конон //Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация : сб. науч. тр./ НИИ ПБ и ЧС. – 2008. –№0 1 (23). – С. 96–104.
4. Кулаковский Б.Л., Максимов П.В. Устойчивость автоцистерны против заноса при движении по кругу с поперечным уклоном //Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, No2 (12), 2010. – с. 26-33

Сакно Володимир Прохорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: svp_40@ukr.net

Попелиш Денис Михайлович – аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: popelish@ukr.net

Sakhno Volodymyr – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Popelysh Denis – Postgraduate Student, Automobiles Department, National Transport University, e-mail: dpopelish@insat.org.ua

УДК 629.113

Склярів М. В., к.т.н., доц.; Кашканов В. А., к.т.н., доц.

ВПЛИВ ВАКУУМНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ГІДРАВЛІЧНОГО ГАЛЬМОВОГО ПРИВОДУ НА ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ ЦИВІЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА БРОНЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ І НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Наведено питання забезпечення вимог стандартів, оцінюються гальмівні властивості автомобілів у разі відмови вакуумного підсилювача. Розглядається перспектива застосування системи BAS та напрями розвитку вакуумних підсилювачів як цивільних автомобілів так і легких броньованих автомобілів силових структур та Збройних Сил України.

The issue of ensuring the requirements of the standards is given, the braking properties of cars in case of failure of the vacuum amplifier are estimated. The perspective of application of the BAS system and directions of development of vacuum amplifiers of both civilian cars and light armored vehicles of power structures and the Armed Forces of Ukraine are considered.

Вступ. Відомо, що ефективним способом покращення гальмівних можливостей автомобіля є використання вакуумних підсилювачів гальм. Аналіз статистичних даних підтверджує переважний вплив гальмівних систем на кількість ДТП. Окрім цивільних автомобілів, військові броньовані автомобілі рухаються при виконанні службово-бойових завдань (СБЗ) з достатньо високою швидкістю, тому при екстреному гальмуванні, яке може бути використано, при бойовій експлуатації достатньо часто, особливу увагу слід приділяти забезпеченню гальмової ефективності. Яка напряму залежить від використання в гідравлічних гальмових приводах вакуумних підсилювачів гальм (ВППГ).

Аналіз вимог до гальмівних систем з метою їх удосконалення дозволяє визначити нові підходи до розробки вузлів гальмівної системи з гідроприводом, зокрема вакуумних підсилювачів.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Враховуючи результати досліджень, проведених різними авторами, можна оцінити швидкодію водіїв при керуванні гальмами (вплив на педаль приводу гальмівної системи) інтервалом 0,1...0,4 с. Отже, створюючи гальмівну систему, необхідно забезпечити або високу її швидкодію, або, принаймні, зберегти на рівні максимальної швидкодії водіїв.

У свою чергу на швидкодію гальмівної системи впливає значна кількість різних факторів, до найбільш істотних з них слід віднести: особливості конструкції та роботи всієї системи та окремих її вузлів, зазори в системі, її жорсткість.

Швидкодія гальмівної системи позначається її ефективності як під час загальмовування, і при розгальмовуванні. Причому зменшення часу гальмування при частковому гальмуванні дозволяє поліпшити загальну динаміку руху автомобіля і в кінцевому підсумку позитивно позначається на витраті палива. Запізнення гальмівної системи впливає якість її дії, що слідкує. Недостатня швидкодія системи часто призводить до її перегальмовування, оскільки запізнюється сприйняття водієм зміни у поведінці автомобіля.

Загальноприйнятим [1, 2, 3, 4] є розмежування процесу спрацьовування гальмівної системи на два періоди: вибір зазорів та деформацію робочих елементів. Тривалість вибору зазорів залежить від їхньої величини та швидкості переміщення педалі [1]. Час другого періоду в основному визначається жорсткістю системи, довжиною трубопроводів і темпом наростання тиску. Б.С. Фалькевич [4] визначає час спрацьовування гальмівної системи 0,3...1,5с. Для названих раніше періодів воно становить відповідно 0,1...0,5с та 0,2...1,0с. Н.А. Бухарин [5], характеризуючи швидкодію системи як фактор, що впливає на її ефективність, запропонував оцінювати швидкодію часом запізнення між зміною зусилля на педалі і уповільненням автомобіля $\Delta t_H = 0,02 \dots 0,08 t_H$ (t_H - час наростання уповільнення автомобіля від нуля до

максимального сталого значення). Небезпідставно характеризуючи негативний вплив надмірного зменшення часу t_H на комфорт пасажирів, він рекомендував обмежити час наростання уповільнення щонайменше $t_H = 1,33$ с. Ю.Б. Беленький [6] характеризуючи час t_H , як час повного спрацьовування гальм, відзначив його більший вплив на ефективність гальм, ніж комфортабельність. Вважається, що водій залежно від конкретних умов, використовуючи швидкодію системи, може змінити темп зростання уповільнення $\frac{dj}{dt}$. Ю.Б. Беленький дає інтервал часу повного спрацьовування гальм $t_H = 0,25 \dots 0,4$ с.

Час спрацьовування гальмівних систем як однієї з найважливіших із систем, що забезпечують активну безпеку автотранспортних засобів, обумовлюється вимогами до гальм ЄЕК ООН Європейського Союзу [7, 8, 9], законодавчими нормами Німеччини [10], а також національними стандартами України [11 – 18].

Але найбільш істотне збільшення запізнення відзначається внаслідок включення до приводу вакуумних та гідروвакуумних підсилювачів [19]. А.Ф. Мащенко [20], дослідивши привід з гідровакуумним підсилювачем, зафіксував збільшення часу запізнення гальмівної системи з підсилювачем при загальмовуванні на 0,2...0,3 с, а при розгальмовуванні - на 0,6 с. А.А. Юр'євський та інші [21] підтвердили визначальне значення динамічних характеристик вакуумних підсилювачів на запізнення в управлінні гальмами автомобіля. Експериментально отриманий ними час запізнення вакуумного підсилювача становить 0,04...0,14 с. [22], причому, на думку авторів, величина часу запізнення значною мірою залежить від величини розрізання і не залежить від темпу докладання зусилля до педалі. Проте Г.А. Fazekas [23] та Д.К. Fischer [24] на підставі виконаних досліджень встановили істотний вплив темпу докладання зусилля до педалі на невстановлену реакцію гальмівної системи за наявності в ній вакуумного або гідровакуумних підсилювачів.

Відповідно до [24], за часу докладання максимального зусилля до педалі близько 0,2 с, характер зміни тиску у приводі значно відрізняється від зміни тиску за 3 с. R. Limper [19], досліджуючи вплив темпу зміни вхідного впливу для гальмівної системи з вакуумним підсилювачем, отримав при додатку зусилля до педалі з часом $t = 0,1$ із запізненням процесу гальмування до 0,6 с. Наведені дані показують, що на зниження швидкодії гальмівних систем поряд з різними факторами переважає впливають вакуумні і гідровакуумні підсилювачі. В результаті швидкодія гальмівної системи може бути нижчою за можливості водія.

Мета. На прикладі гідравлічної гальмівної системи виявити вплив вакуумних підсилювачів на процес гальмування цивільних автомобілів та броньованих автомобілів Збройних Сил України (ЗСУ) і Національної гвардії України (НГУ).

Виклад основного матеріалу. У зв'язку з вищевикладеним вакуумні підсилювачі гальм (ВПГ) автомобілів погіршують швидкодію гальмівної системи в цілому, але покращують ергономічні показники гальмівного керування.

Дорожньо-транспортні пригоди, що виникають внаслідок технічних несправностей систем, від нормальної роботи яких залежить безпека руху, супроводжуються особливо тяжкими наслідками. Це пояснюється тим, що несподіване виникнення відмови позбавляє водія можливості вжити своєчасних заходів.

Проведений аналіз дозволяє виділити системи, вузли та механізми, відмови яких викликають найбільшу кількість дорожньо-транспортних пригод (табл. 1). Обробка статистичних даних показує, що в середньому перебуває в експлуатації близько 60—80% автомобілів, що мають такі несправності, які можуть призвести до дорожньо-транспортних пригод.

Таблиця 1 – Системи, вузли та механізми, відмови яких викликають найбільшу кількість дорожньо-транспортних пригод

Найменування систем, вузлів, та механізмів	Пригоди, які викликані несправностями, % від загальної кількості пригод	Найменування систем, вузлів, та механізмів	Пригоди, які викликані несправностями, % від загальної кількості пригод
Гальма	50,2	Невірна установка або відсутність дзеркал заднього виду	3,5
Ходова частина.....	9,5	Склоочисники.....	1,8
Рульове управління...	13,8	Інші (буксирне обладнання, протисонячні козирки, дефекти лобового скла та ін.).....	5,8
Освітлення та сигналізація	15,4		

Як видно з наведених даних, безпека руху автомобілів найбільшою мірою залежить від технічного стану гальм, рульового управління, правильної установки передніх коліс, стану шин, регулювання світла фар. Цим відповідальним вузлам і механізмам при експлуатації автомобілів необхідно приділяти особливу увагу.

За статистикою найбільший відсоток ДТП як на території України, так і за її межами пов'язаний з виходом з ладу гальмівної системи автомобіля.

При виході з робочого стану ВПГ гальмівна система зберігає залишкову ефективність, але психологічно водій може виявитися не готовим до того, що йому доведеться прикладати зусилля до педалі гальма (органу управління гальмівною системою) в 2...2,5 рази вище, а в деяких випадках і у 4 рази більше, ніж при працюючому ВПГ (табл. 2).

Таблиця 2 – Вакуумні підсилювачі

Автомобіль	Діаметр, мм	Коефіцієнт підсилення
"Volvo-440"; 460; 480	177,8 203,2	2,2 2,5
"Mazda-323"	177,8 203,2	2,2 2,5
BMW 3-ї серії	203,2 254	2,5 3,1
"Mercedes-260", 300; BOSCH	254	3,9
"Opel-Record E"	203,2	2,5
Toyota Land Cruiser	255	4,0
Ford; GMC	255; 255	4,0

На більшості сучасних автомобілів в гальмівному приводі встановлюються автоматичні пристрої, які значно покращують якість гальмівного керування при одночасному спрощенні дій водія, що управляють. Базою створення автоматичних систем коригувальних керуючих сигналів водія є ABS.

Під час гальмування велика кількість водіїв не натискає на педаль із силою, достатньою для активізації ABS, що призводить до збільшення гальмівного шляху. Система Brake Assist (BAS) бере до уваги цей факт і в ситуаціях екстреного гальмування приблизно на 40% знижує потрібне для активації ABS гальмівне зусилля. BAS допомагає водію у критичній ситуації

реалізувати максимальне зусилля на педалі гальма у перші миті екстреної зупинки. Іншими словами, BAS при різкому гальмуванні оцінює не зусилля натискання на педаль, а швидкість переміщення педалі і прискорено, ніж зазвичай, приводить у дію робочу гальмівну систему. Таким чином, більшість водіїв є здатними зупинити автомобіль настільки швидко, наскільки дозволяють дорожні умови. Система Brake Assist встановлюється лише на автомобілях, обладнаних ABS.

Brake Assist створює необхідне зусилля у гальмівному приводі, гарантуючи включення ABS у роботу.

Технічно ця ідея реалізована так. У вакуумний підсилювач гальм вбудовані датчик швидкості переміщення штока та електромагнітний привід. Як тільки управляючий блок від датчика швидкості надходить сигнал про те, що шток рухається дуже швидко (це означає, що водій різко вдаряє по педалі), спрацьовує електромагніт, який збільшує силу впливу на шток. Таким чином, вже через частку секунди автоматика допомагає водієві досягти найефективнішого гальмування. Крім того, BAS запам'ятовує, як гальмує даний водій у штатних режимах, тому їй легше розпізнати критичну ситуацію.

Якість роботи BAS повною мірою залежить від конструкції та, як наслідок, роботи вакуумних підсилювачів.

Залежно від класу автомобіля застосовуються одно та двокамерні вакуумні підсилювачі. Існуючі двокамерні вакуумні підсилювачі автомобілів УАЗ розроблені у 80-х роках минулого століття та виготовляються в Україні ЗАТ «Автоагрегат» п. Краснодон (рис. 1).

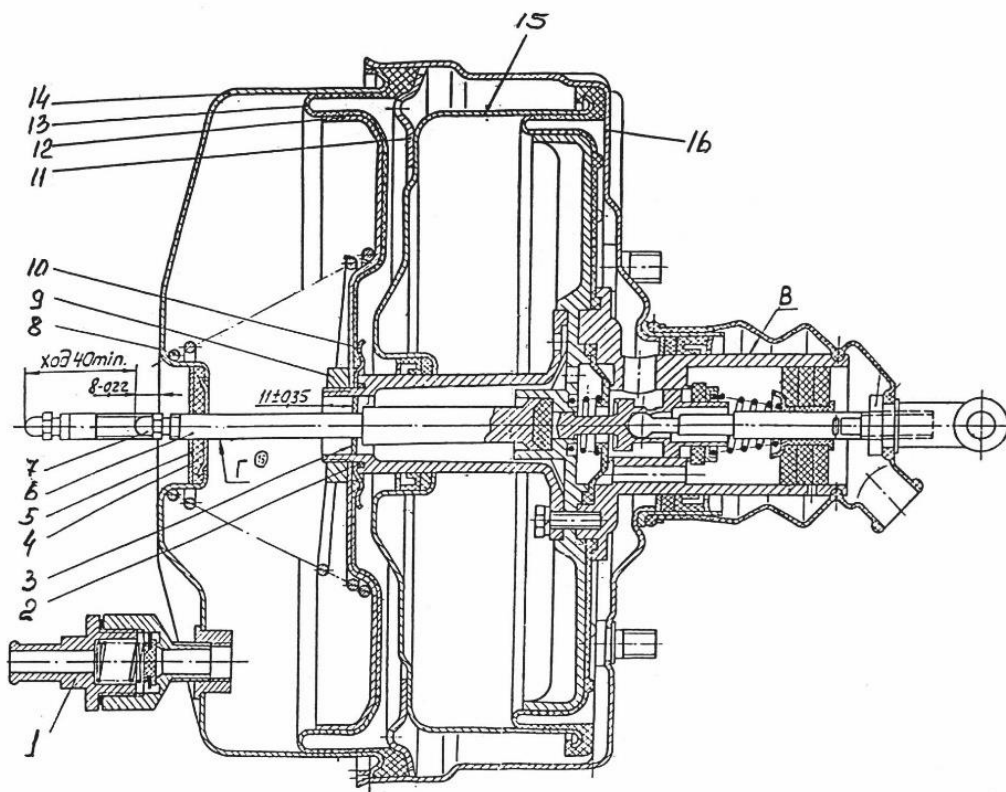


Рисунок 1 – Серійний вакуумний підсилювач автомобілів УАЗ

З метою покращення конструкції та якості роботи вакуумних підсилювачів на прохання ЗАТ «Автоагрегат» на кафедрі автомобілів ХНАДУ розроблено досконалішу конструкцію двокамерного вакуумного підсилювача. Особливістю його є використання корпусних деталей попереднього підсилювача, але з іншою концепцією взаємодії внутрішніх елементів та матеріалу деталей (рис. 2).

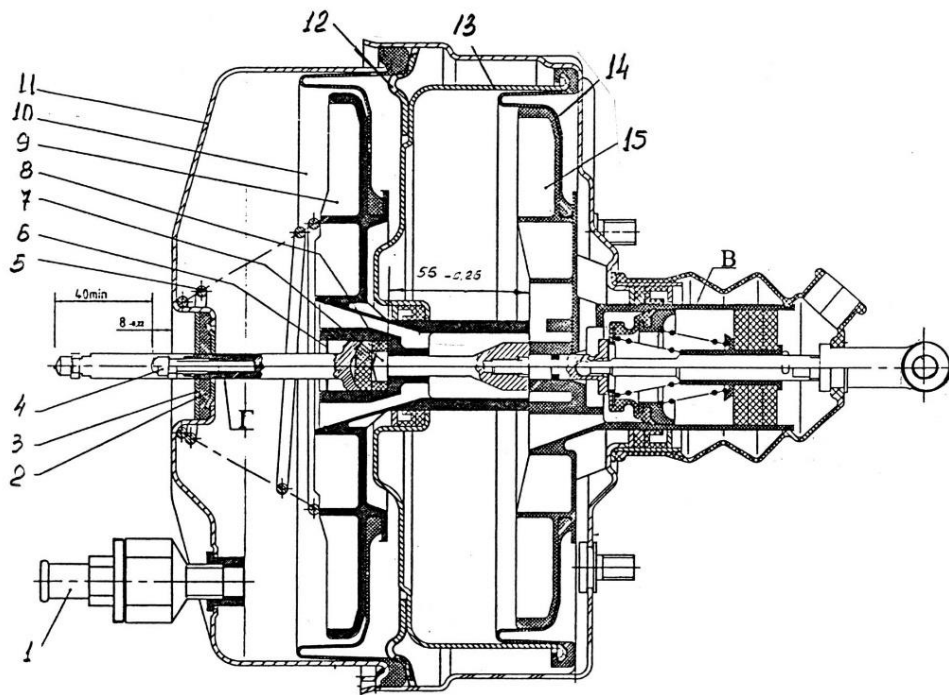


Рисунок 2 – Розроблений у ХНАДУ експериментальний вакуумний підсилювач

Подальший розвиток двокамерного вакуумного підсилювача передбачається у напрямку створення модульного підсилювача з мінімальними змінами конструкції, що трансформується з двокамерного в однокамерний (рис. 3).

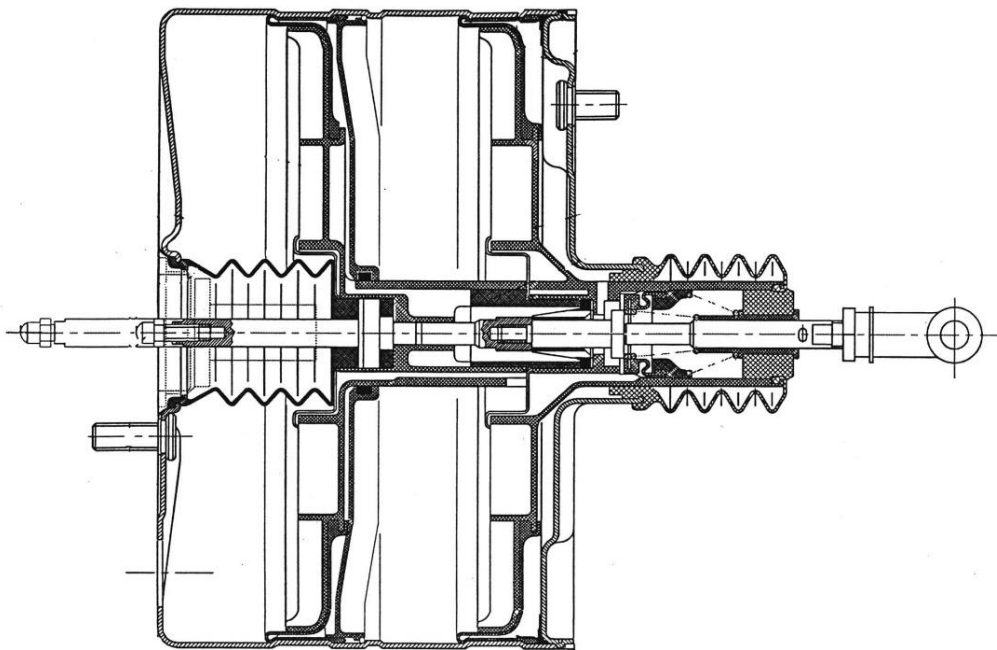


Рисунок 3 – Перспективна конструкція вакуумного підсилювача (ХАДІ)

Наведені на рисунках 2 та 3 перспективні двокамерні вакуумні підсилювачі, було розроблено на кафедрі автомобілів Харківського автомобільно-дорожнього університету, за безпосередньою участю автора цих тез. За своїми технічними характеристиками вони перевершують закордонні аналоги.

Окрім цього вони можуть успішно використовуватися в експлуатації не тільки легкових та вантажопасажирських автомобілів цивільного призначення, а і на легких броньованих автомобілях ЗСУ та НГУ, таких як «КрАЗ-Кугуар», «КрАЗ-Спартан», «ВАРТА», «Дозор-Б», «Новатор», «Козак-2М», «НММWV».

Висновки. Виробництво перспективних конструкцій ВПГ гідравлічного гальмового приводу можливе на підприємствах автомобільної галузі та на машинобудівних підприємствах України, що може значно знизити їх собівартість, та надати нові робочі місця.

Комплектування такими вузлами нових та вже існуючих зразків бронеавтомобілів ЗСУ та НГУ дозволить не тільки підвищити їх гальмову ефективність, а і в подальшому надасть можливості облегшити ремонт гальмового приводу пошкодженого під час виконання СБЗ, оскільки запчастини для цього можуть бути Українського виробництва.

Доцільним є використання перспективної конструкції ВПГ (ХАДІ) наведеної на рис. 3, для використання на легкових автомобілях цивільного призначення, в якості однокамерного підсилювача, а також завдяки модульності трансформації його в двохкамерний ВПГ для використання, як на вантажопасажирських автомобілях цивільного призначення, так і на бронеавтомобілях ЗСУ та НГУ.

Для поліпшення характеристик гальмівних систем з вакуумними підсилювачами необхідно виконання досліджень створення модульних вакуумних підсилювачів, що мають можливості автоматичного управління.

Список використаних джерел

1. Годун И.И., Филимонов А.А. Исследование времени срабатывания тормозов автомобиля. // Труды Новочеркасского политехнического института. 1968, том 183.
2. Савин Н.М., Годун И.И. Силовые параметры процесса срабатывания гидравлического тормозного привода автомобиля. // Труды Новочеркасского политехнического института. 1968, том 183.
3. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, – 239 с. 1963.
4. Филатов П.Г. Исследование работы гидропривода к автомобильным тормозам при низких температурах. // Автомобильная промышленность. №5, 1967.
5. Бухарин Н.А. О требованиях к тормозным свойствам автомобилей. // Автомобильная промышленность. – №4. – С. 9-10. 1963.
6. Беленький Ю.Б. О требованиях к тормозным свойствам автомобилей. // Автомобильная промышленность. – №5. – С. 26. 1963.
7. Правила ЕЭК ООН №13.
8. Правила ЕЭК ООН №13-Н.
9. Директива Совета Европейского сообщества 71/320/ ЕЕС
10. Национальные нормы Германии параграф § 41 StVZO (FMVSS/CUP) инструкции для проверки тормозов.
11. ДСТУ 3649-97 (Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю.).
12. 43.040.40 ДСТУ UN/ECE R 13-07, 08-2002 (Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N і О стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-07, 08: 1996. IDT)).
13. 43.040.40 ДСТУ UN/ECE R 13-09-2002 (Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N і О стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-09: 2000. IDT)).
14. 43.040.40 ДСТУ UN/ECE R 13Н-00-2002 (Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження легкових автомобілів стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13Н-00: 1998. IDT)).
15. 43.040.40 ДСТУ UN/ECE R 90-01-2002 (Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження змінних гальмівних накладок вкладених і гальмівних накладок барабанного

гальмівного механізму для дорожніх транспортних засобів та їхніх причепів (Правила ЕЭК ООН № 13-09: 2001. IDT)).

16. ГОСТ 3185-93 (R60) (Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двухколёсных мотоциклов и мопедов в отношении органов управления, приводимых в действие водителем, включая обозначение органов управления, контрольных приборов и индикаторов).

17. ГОСТ 28429-97 (R78) (Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения мототранспортных средств в отношении торможения).

18. ОСТ 37.001.067-86 (Тормозные свойства АТС. Методы испытаний).

19. Limper Rudolf. A Critical Review of Federal Motor Vehicle Safety Standart 105. SAE prepr. 1976, № 760217.

20. Мащенко А.Ф. Тормозная система автомобиля. – М.: Высшая школа, - 135 с. 1972.

21. Юрчевский А.А., Савватаев И.Г. Моделирование неустановившегося рабочего процесса системы гидровакуумный усилитель – автомобиль в процессе автоматического торможения // Труды МАДИ. – М.: – вып. 161. 1978

22. Юрчевский А.А., Савватаев И.Г. Некоторые результаты исследования реакции усилителя тормозного привода автомобиля // Труды МАДИ. – М.: – вып. 161. 1978

23. Fazekas G.A. Brake torque. "Automobile Ingeneer". 1951, №5, pp. 185-191

24. Fischer D.K. Brake System Components Dynamic Performance. Measurement and Analysis. International automobile safety conference – 13-th FISITA technical Congress. Brussel 1970 (Papers) may 13 ... 15, New York, SAE, 1319 p.

Склярів Микола Вячеславович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автобронетанкової техніки, Національна академія Національної гвардії України, e-mail: nvsklyarov@ukr.net

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Sklyarov Mikola – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Armored Vehicles, National Academy of the National Guard of Ukraine, e-mail: nvsklyarov@ukr.net

Kashkanov Vitaliy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash_2004@ukr.net

УДК 656.078

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

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ АВТОПАРКОМ ВІД АВТОВИРОБНИКІВ НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

В роботі проаналізовано перспективи використання інформаційних систем управління автопарком, які розробляються і підтримуються провідними автовиробниками вантажних автомобілів.

The paper analyzes the prospects for the use of fleet management information systems, which are developed and maintained by leading truck manufacturers.

Вантажний автомобільний транспорт забезпечує понад 70% обсягів вантажних перевезень України. При цьому частка автотранспортної складової в вартості продукції окремих секторів економіки досить значна, що обумовлено такими факторами [1, 2]:

- низька продуктивність вантажного автотранспорту в Україні;
- низький технічний рівень наявних автомобілів, високий рівень їх зношеності, невідповідність структури парку автомобілів номенклатурі вантажів та вимогам забезпечення їх безпеки;
- недостатня розвиненість логістичних систем при переміщенні товарних мас іншими видами транспорту, учасником яких є автомобільний транспорт;
- висока ресурсомісткість (питомі показники витрати палива істотно перевищують значення досягнуті у розвинених країнах).

В умовах загострення конкуренції на ринку транспортних послуг, стало очевидним, що без широкого використання інформаційних технологій ефективна діяльність транспортних компаній вже неможлива.

Використання інформаційних технологій дозволяє автоперевізникам [2-4]:

- оптимізувати та скоротити управлінський апарат, знизити тривалість прийняття рішень;
- забезпечити жорсткий і точний контроль над основними показниками використання рухомого складу;
- здійснювати оперативне управління автомобілями на будь-якій відстані від основного місця базування;
- здійснювати як стратегічне, так і тактичне планування перевізного процесу;
- здійснювати контроль технічного стану та оптимізацію режимів технічного обслуговування (ТО) у відповідності до умов експлуатації (застосування телематичних систем контролю показників технічного стану та роботи автомобіля).

Існує кілька шляхів створення інформаційних систем АТП [2]:

- створення індивідуальної інформаційної системи АТП шляхом залучення спеціалізованих фірм – розробників інформаційних систем;
- створення індивідуальної інформаційної системи шляхом залучення штатного або запрошеного спеціаліста;
- впровадження «коробкових» (тиражованих) інформаційних систем.

У першому випадку, як правило, результатом є інформаційна система, що повністю задовольняє підприємство на цьому етапі. Проте вартість такої системи дуже висока і виникає залежність від компанії, що обслуговує спроектовану систему. У разі залучення одиночного спеціаліста (або групи спеціалістів) вартість інформаційної системи значно нижча, ніж у першому випадку, але залишається повна залежність АТП від фахівця. Тому АТП здебільшого звертаються до програмних продуктів, що тиражуються. При грамотному підборі програмних продуктів і їх технічному забезпеченні можливе отримання інформаційної системи АТП, що

забезпечує всі необхідні функції. Крім того, подібний підхід дає можливість поступового розвитку інформаційної системи шляхом додавання до існуючих нових інформаційних технологій.

До розробки тиражованих інформаційних систем також долучились і провідні автовиробники, які розробляють та підтримують власні системи управління автопарком, наприклад Scania Fleet Management System, Volvo Dynafleet, Mercedes-Benz FleetBoard, MAN Fleet Management та інші. Всі зазначені системи побудовані на основі хмарних технологій, а більшість нових автомобілів зазначених автовиробників обладнані всім необхідним телематичним обладнанням в «стандартній комплектації». Доступ до web-порталу системи надається на контрактній основі з можливістю вибору модулів, які цікаві для автоперевізника. Принцип роботи і функціонал таких систем у різних автовиробників приблизно однаковий і представлений на рис. 1.

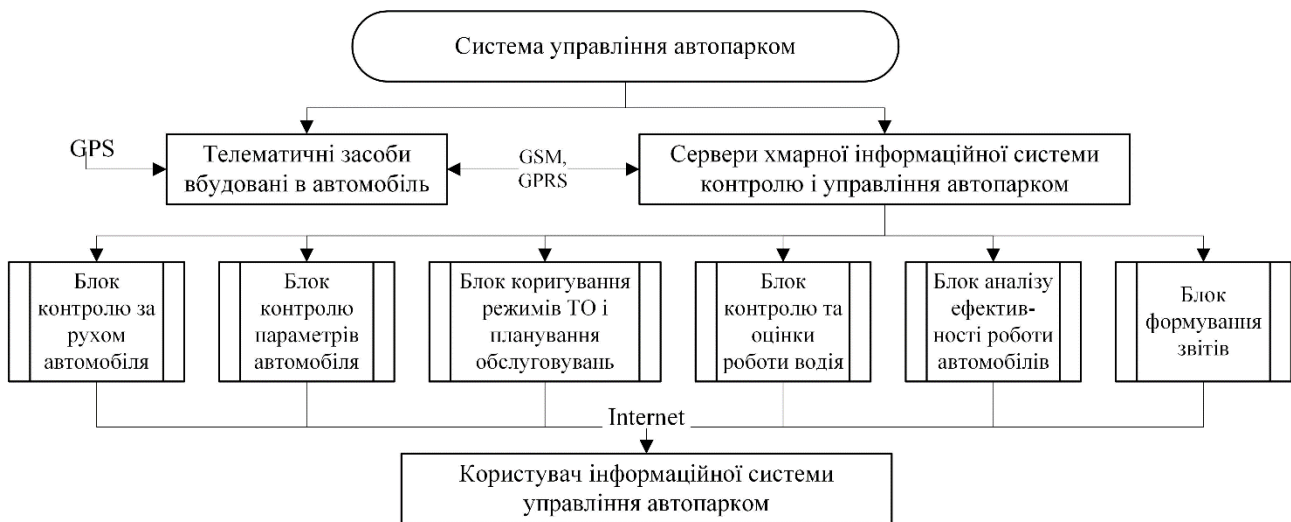


Рисунок 1 – Структура інформаційної системи управління автопарком від автовиробників

В цілому дані інформаційні системи мають такі функціональні можливості:

- відстеження транспортних засобів (в деяких випадках і причепів), контроль за маршрутами руху, планування перевезень;
- індивідуальна оптимізація режимів ТО автомобілів за рахунок врахування умов експлуатації, відстеження часу роботи двигуна та інших вузлів на різних режимах, віддаленого контролю ряду діагностичних параметрів тощо. Також це дозволяє покращити планування проходження ТО автомобілями з урахуванням їх роботи на лінії;
- відстеження роботи водія та її оцінка за критеріями витрати палива, безпечного водіння, використання робочого часу водія тощо;
- на основі розроблених алгоритмів інформаційна система виконує аналіз ефективності експлуатації автомобілів, допомагає виявляти проблемні моменти та необхідні заходи щодо поліпшення організації перевезень чи підвищення кваліфікації водія.

В цілому телематичні інформаційні системи автовиробників дозволяють підвищити ефективність експлуатації автопарку, скоротити витрати палива (на 3-5%), підвищити експлуатаційну надійність автомобілів, знизити простой в ТО і ремонті [5]. Постійний моніторинг стилю водіння дозволяє керівництву АТП планувати підвищення кваліфікації водіїв щодо покращення безпеки руху та економічності водіння. Робота інформаційної системи в режимі реального часу дозволяє диспетчерам АТП оперативно коректувати рух автомобілів, змінювати маршрути з метою зниження затримок на дорогах та інструктувати водіїв про найефективніший маршрут.

Проте впровадження інформаційної системи управління автопарком від автовиробника на вітчизняних АТП може мати ряд особливостей та проблем, а саме:

- прив'язка конкретної інформаційної системи до автовиробника, що обмежує її застосування в АТП, які мають дуже різноманітний рухомий склад;
- наявні автомобілі повинні бути обладнані телематичними засобами від автовиробника (таке обладнання може бути відсутнім на старих автомобілях);
- послуги з доступу до інформаційної системи надаються на основі регулярних платежів за її користування, проте модульність підписки дозволяє АТП вибрати той функціонал, який йому необхідний;
- можуть виникнути складності при взаємодії такої інформаційної системи управління автотранспортом з іншими програмним засобами АТП, наприклад бухгалтерськими програмами, програмами управління складами або виробництвом з ТО і ремонту автомобілів.

Висновки. Застосування інформаційних систем управління автотранспортом на АТП є перспективним та дозволяє підвищити ефективність експлуатації рухомого складу. Для більшості АТП доцільніше використання «коробкових» (тиражованих) інформаційних систем. Серед таких систем значну цікавість представляють інформаційні системи управління автотранспортом від провідних автовиробників, перевагою яких є можливість роботи з вбудованими системами телематики на нових автомобілях. Проте в умовах України запровадження таких систем може бути цікавим для підприємств, які оновлюють рухомий склад здебільшого одномарочними автомобілями і, як правило, значними партіями. Повний функціонал таких інформаційних систем може бути цікавим для АТП, які здійснюють міжнародні перевезення, інші ж АТП можуть обмежитись неповними функціональними пакетами, які будуть відповідати їхнім потребам. Таким чином наявність, функціонал та вартість інформаційних систем управління парком від автовиробників може стати аргументом при виборі стратегії розвитку рухомого складу АТП.

Список використаних джерел

1. Горев А.Э. Грузовые Автомобильные перевозки: учеб. пособие для вузов / А.Э. Горев. 3-е изд., стер. М.: Академия, 2006. 288 с.
2. Костяков А.Н. Информационные технологии на транспорте: учеб. пособие / А.Н. Костяков. Чита: ЧитГУ, 2007. 532 с.
3. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів : навч. посіб. / [кол. авт.: В. П. Волков, В. П. Матейчик, П. Б. Комов та ін. ; за ред. В. П. Волкова] ; Харків. нац. автомобільно-дорож. ун-т. Харків : ХНАДУ, 2015. 388 с.
4. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / [Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В. і інш.]. Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 299 с.
5. The Scania Fleet Management System made Brazilian haulier choose Scania. URL: <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/the-scania-fleet-management-system-made-brazilian-haulier-choose-scania.html>

Смирнов Євгеній Валерійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zhkasmirnov@vntu.edu.ua

Огневий Віталій Олександрович – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ognevoy@ukr.net

Smirnov Yevhenii - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zhkasmirnov@vntu.edu.ua

Ognevii Vitalii - Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ognevoy@ukr.net

УДК 656.13

Титаренко В. Є., к.т.н., доц.; Шумляківський В. П., к.т.н.

АНАЛІЗ І ОЦІНКА КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ТРАНСПОРТУ

Актуальність теми пов'язана з визначенням задач світових тенденцій перспектив розвитку транспортних систем міст України. Проаналізовані основні позитивні та негативні сторони впровадження технологій безпілотного транспорту в транспортних системах середніх і великих міст України.

The urgency of the topic is related to the definition of the tasks of world trends in the prospects of development of transport systems of Ukrainian cities. The main positive and negative aspects of the introduction of unmanned transport technologies in the transport systems of medium and large cities of Ukraine are analyzed.

Вступ. Мобільність населення є важливим соціальним признаком якості життя населення будь якої цивілізованої країни. Впровадження технологій безпілотного транспорту (БТ) є важливою перспективною задачею розвитку транспортних систем великих і середніх міст України.

Метою роботи є оцінка перспектив і пріоритетів впровадження безпілотних технологій ТЗ.

Аналіз переваг використання безпілотного транспорту. Авторами [1] зазначається, що в Україні на ринку транспортних послуг існує жорстка конкуренція, особливо в пасажирських перевезеннях. Проведений аналіз конкурентного середовища безпілотного транспорту показує сильні сторони таких технологічних впроваджень [2, 3] :

- позитивний вплив на життя соціуму вцілому;
- економічну доцільність;
- удосконалення транспортної та екологічної безпеки;
- зменшення ДТП та числа людських жертв;
- зменшення затрат і часу транспортування вантажів і пасажирів;
- зменшення витрат палива та шкідливих викидів в атмосферу;
- більш ефективне використання пропускну здатності доріг;
- можливість перевезення вантажів в небезпечних зонах (технологічні катастрофи, воєнні дії);
- покращення комфортності процесу перевезення пасажирів.

Вищезазначені позитивні зрушення відповідають основним положенням Транспортної стратегії України до 2030 р та можуть бути використані для удосконалення міських транспортних систем .

Завдяки обладнання системою автоматичного управління безпілотний транспортний засіб може пересуватись без участі людини. Важливу роль в цьому процесі відіграє спеціальне програмне забезпечення з широким використанням сенсорних пристроїв, які збирають інформацію про навколишнє середовище для виконання дій управління автомобілем: поворот керма; управління подачею пального; передачами; гальмівною системою та інше. Технології БТ передбачають використання даних десятків різних сенсорів. Сканування навколишнього середовища в окрузі на відстані 100 м здійснюється обертанням радара, встановленого на даху автомобіля. Тим самим створюється 3D-карта місцевості, яка розпізнає інші ТЗ, незалежно від погодних умов (туман, сніг, дощ), дорожні знаки, сигнали світлофорів. Автомобіль, що використовує безпілотні технології, повинен мати відеокамеру, розміщену на передньому лобовому склі, яка фіксує світло фар інших автомобілів і допомагає радарам визначати такі перешкоди як: велосипедисти, пішоходи та учасники руху на електросамокатах. Радари, розміщені на передньому та задньому бамперах, забезпечують визначення відстаней до об'єктів.

«Розумний» автомобіль в технологіях БТ спроможний вирішити актуальну проблемну задачу великих міст, пов'язану з безпекою дорожнього руху, тому що виключає чинник поведінки водія із ланцюга управління, як основну причину ДТП.

В технологіях БТ спрощуються проблеми паркування, які виникають в жилих кварталах

великих міст, які не розраховані на постійне збільшення кількості ТЗ.

«Розумний» автомобіль спроможний прогнозувати завантаження тих або інших вулиць міста, завдяки чому він може збільшувати їх пропускну здатність, а також вирішувати проблему раціонального використання парковочних місць за рахунок впровадження автономної системи паркування.

Наступним позитивом технологій БТ є зменшення витрат на транспортування вантажів. Так, наприклад, якщо автомобіль з водієм на перевезення вантажу витрачає 3-4 доби (з врахуванням перерв на сон, їду, відпочинок), то використання безпілотних технологій забезпечує доставку вантажу на протязі 35 годин.

Аналіз недоліків використання безпілотного транспорту. До недоліків впровадження безпілотних автомобілів слід віднести:

- більш високий ціновий фактор, пов'язаний з вартістю інтелектуально розвиненої системи, особливо на початковій стадії виробництва, в порівнянні з класичною схемою автомобіля;
- явище безробіття мільйонів таксистів, які втратять роботу в зв'язку з впровадженням технологій безпілотного транспорту;
- стримуючий фактор впровадження – відсутність світової законодавчої бази регулювання руху безпілотних ТЗ для оцінки ймовірності виникнення ДТП.

Аналіз пріоритетів впровадження безпілотного транспорту. В умовах великих і середніх міст України найбільш благо приємним об'єктом для впровадження технологій БТ є область залізнично дорожніх перевезень і, в першу чергу – це трамвайна мережа, якщо це стосується міста Житомира, із-за визначеності в геопозиціонуванні, протяжності та оцінці можливих затрат на інфраструктуру. В результаті світового реформування управління рухом залишається за державними компаніями, що дозволяє проводити централізовану державну політику. Автоматизована система управління рухом звільняє людину від шаблонної роботи та в умовах прогнозованого середовища працює без збоїв. Проблеми з автоматизацією управління безпілотним транспортом можуть проявлятися в нетипових (нестандартних) ситуаціях.

Висновок. Тенденція заміни звичних для нас транспортних засобів на більш «розумні» та більш досконалі – безпілотні, стає все більш реальною, в зв'язку з модернізацією транспорту в сторону електроніки та роботизації. Безпілотний автомобіль, трамвай чи потяг стане новою реальною фазою удосконалення транспорту – питання тільки часу.

Список використаних джерел

1. Матусевич О.О., Чиркіна Т.Ю., Галушко Л.Д. Європейський досвід щодо управління змінами підприємств залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень. Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка», №2, 2020р.
2. Бугаева Д.Л. Проблемы эксплуатации и перспективы развития беспилотного транспорта. Автотракторостроение и автомобильный транспорт. Сборник научных трудов, том. 2, С. 178-181, БНТУ, 2021 г.
3. Асатрян Д.С., Гончарова Е.А. Направления развития беспилотного рельсового транспорта (на примере трамвая). Автотракторостроение и автомобильный транспорт. Сборник научных трудов, том. 2, С. 205-208, БНТУ, 2021 г.

Титаренко Володимир Євгенійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: voldtit@gmail.com

Шумляківський Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: shumliakivskyiv@ztu.edu.ua

Tytarenko Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: voldtit@gmail.com

Shumlyakivsky Volodymyr - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: shumliakivskyiv@ztu.edu.ua

УДК 629.022

Федоскін В. О., к.т.н., доц.; Єрісов М. М.; Федоскіна О. В. к.т.н., доц.

СТВОРЕННЯ УСТАНОВКИ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ НА БАЗІ СЕРІЙНОГО ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Виконано аналіз параметрів серійних вантажних автомобілів. Показана базова машина для створення установки. Розроблена схема компоновки технологічного обладнання з елементами автомобіля. Доведено реальність створення ефективної переробної установки для отримання вторинних ресурсів на базі серійного вантажного автомобіля, оснащеного кран – маніпулятором.

The analysis of parameters of serial trucks is executed. The basic machine for creating the installation is shown. The scheme of arrangement of the technological equipment with elements of the car is developed. The reality of creating an efficient processing plant for obtaining secondary resources on the basis of a serial truck equipped with a crane - manipulator is proved.

Вступ. Збільшення обсягів промислового виробництва нерозривно пов'язано зі зростанням відходів, які знаходять застосування у конкретному підприємстві. Основна частина відходів, яка обчислюється млрд.т., формується на гірничих підприємствах, що ведуть видобуток та збагачення корисних копалин, металургійних комбінатах, машинобудівних заводах, виробництві будівельних матеріалів, утворюючи техногенні родовища.

Вони займають тисячі гектарів території у вигляді териконів, відвалів порожньої породи, хвостосховищ. Внаслідок цього із сільськогосподарського обороту виводяться величезні земельні площі, погіршується стан прилеглого повітряного басейну через присутність великої кількості пилу, виникає загроза хімічного забруднення поверхневих та підземних вод.

Набагато у менших кількостях утворюються промислові відходи. Спочатку вони накопичуються на підприємствах, які можуть бути між собою на значній відстані, потім збираються у відведеному місці, сортуються і далі вирушають на переробку для отримання вторинних ресурсів. Така традиційна схема створює нераціональне використання автотранспорту для перевезення відходів.

На жаль, військові дії призвели до величезної кількості руйнувань, розбирання та утилізація яких є складним і витратним завданням.

Навіть такий короткий перелік прикладів показує актуальність проблеми та важливість розробки механізованих систем для переведення відходів виробництва, зруйнованих будівель та споруд у вторинні ресурси, що є вихідним матеріалом у подальшому технологічному процесі виготовлення нової продукції.

Мета роботи. Обґрунтування створення ефективної переробної установки для одержання вторинних ресурсів на базі серійного вантажного автомобіля.

Аналіз існуючих рішень. Переробка техногенних родовищ здійснюється із застосуванням стаціонарного обладнання (рис. 1) продуктивністю сотні тон на годину. Одним із суттєвих недоліків такого виробництва є складність доставки матеріалу до приймального бункеру, що вимагало розробки пересувних комплексів. В даний час на техногенних родовищах успішно використовуються мобільні дробильні установки (рис. 2) на пневмоколісному ході. Вони дозволяють наблизитися до місця переробок на максимально близьку відстань, відрізняються високою маневреністю.

Продуктивність мобільної дробильної установки дуже висока (до 650 т/год), дробарка здатна працювати на кількох ділянках і випускати близько одного мільйона тон продукції на рік. Дробарка може приймати шматки матеріалу розміром до 900 мм і, імовірно, використовуватися для дроблення великих блоків зруйнованих будівель, з отриманням крупності кінцевого продукту не більше 65 мм. Застосування таких дробильних установок для переробки виробничих відходів не є раціональним.



Рисунок 1 – Стационарний дробильно-сортувальний комплекс



Рисунок 2 – Мобільна дробильна установка YG938E69

Результати дослідження. Для переробки виробничих відходів краще використовувати мобільні подрібнювальні установки на пневмоколісному ході продуктивністю до 10 т/год. Проте в даний час відсутні подібні установки, що ефективно працюють. Існуючі зразки виконані у вигляді причіпного пристрою (рис. 3) і не відрізняються різноманітністю. Таке положення виходить із необхідності вертикального компонування технологічного обладнання (рис. 4), що пов'язано з їх конструктивними параметрами.

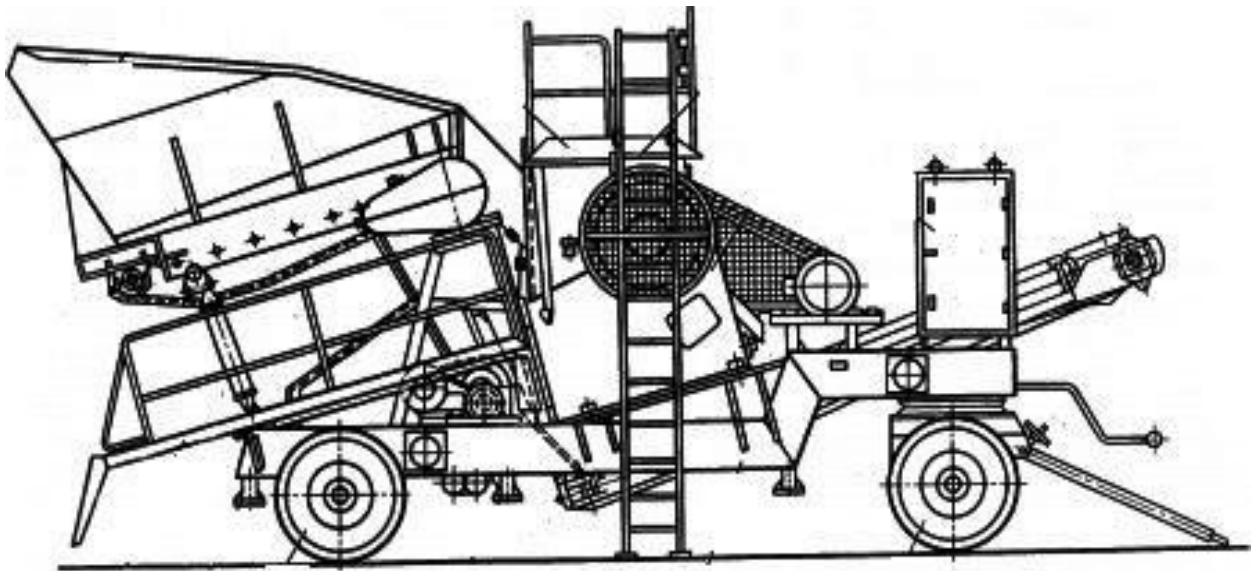


Рисунок 3 – Пересувна дробильна установка

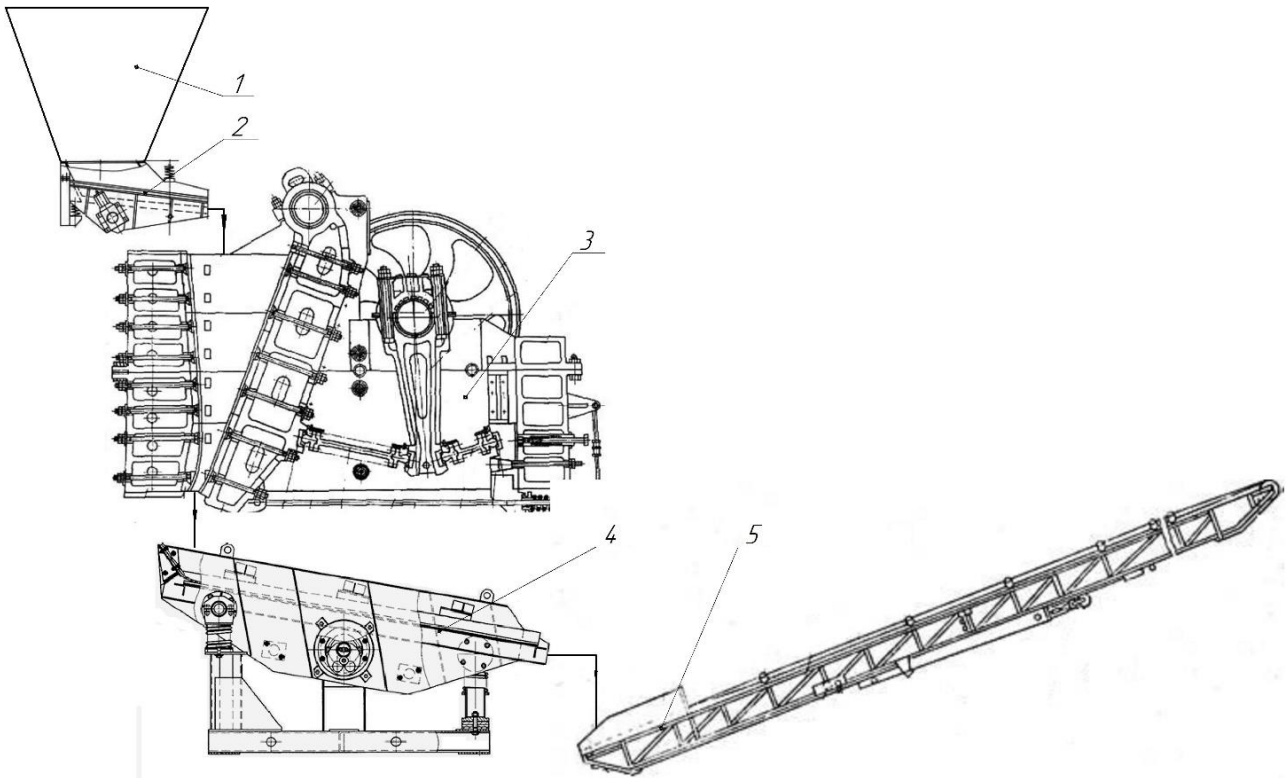


Рисунок 4 – Схема вертикального компоновки технологічного обладнання:
1 – бункер; 2 – живильник; 3 – дробарка; 4 – грохот; 5 – конвеєр

Особливістю вантажного автомобіля є обмеження габаритів за висотою 4м і шириною 2,55м. [1]. Довжина практично залишається вільним розміром, що визначає горизонтальну компоновку (рис. 5) технологічного обладнання.

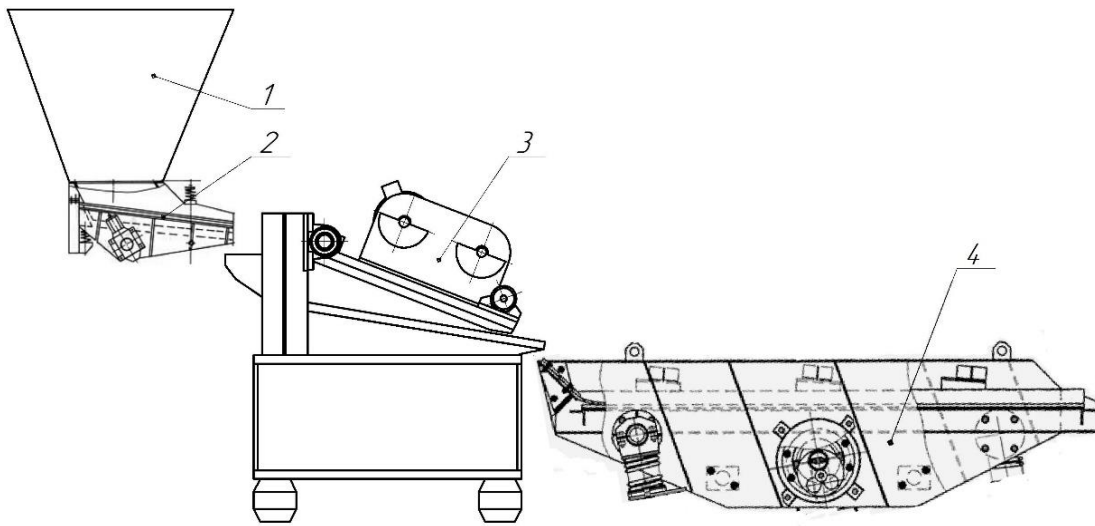


Рисунок 5 – Схема горизонтального компоновання технологічного обладнання

Реалізація такої схеми стала можливою завдяки розробленій у НТУ «Дніпровська політехніка» вібраційній щоківій дробарці з похилою камерою подрібнення [2] та грохота зі складним профілем робочої поверхні. Експериментальний зразок дробарки приймає вихідний продукт до 40мм та дозволяє отримувати фракції готового продукту крупністю до 250мкм [3]. Використання складного профілю робочої поверхні [4] дозволили зменшити довжину грохоту у 2...3 рази порівняно з базовим варіантом.

Проведений аналіз показав доцільність використання вантажних автомобілів, оснащених кран-маніпулятором (рис. 6), як транспортувальну та опорну установку.



Рисунок 6 – Вантажний автомобіль Daewoo Novus оснащених кран-маніпулятором

На рисунку 7 показано варіант розміщення обладнання у кузові автомобіля Daewoo Novus, де 1 – генератор; 2 – бункер вихідної сировини; 3 – живильник; 4 - вібраційна щоків дробарка; 5 – живильник; 6-грохот; 7 – приймальний бункер; 8 - кран – маніпулятор

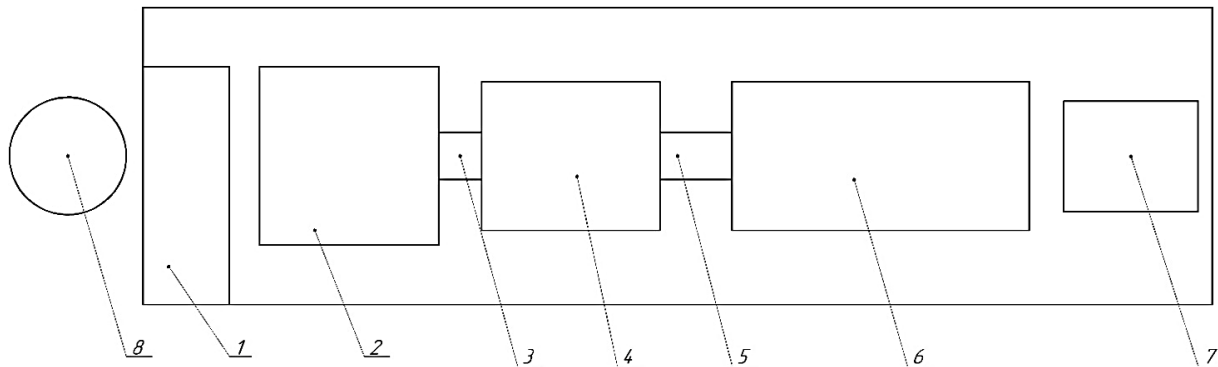


Рисунок 7 – Схема розміщення обладнання у кузові автомобіля

Працює установка в такий спосіб. З використанням кран-маніпулятора, призначений для утилізації матеріал завантажується в бункер 2, звідки він подається живильником в вібраційну шокую дробарку 3. Високочастотний ударний характер програми навантаження матеріалу забезпечує ефективне дроблення і налаштування дробарки на отримання заданої крупності. Дроблений продукт через живильник 5 надходить на грохот 6, де відбувається виділення необхідної фракції.

Висновки. Проведені дослідження показали реальність створення ефективної переробної установки для отримання вторинних ресурсів на базі серійного вантажного автомобіля, оснащеного кран – маніпулятором.

Список використаних джерел

1. http://www.asmap.org.ua/info/dan_par.pdf
2. Патент на винахід 89439С2 Україна, В02С1/00 Вібраційна шокую дробарка / В.П.Франчук, О.В.Федоскіна; заявл. і патентовл. Державний ВНЗ «НГУ» - а200805585; заявл. 29.04.2008; опубл.25.01.2010, Бюл. №2.
3. Федоскіна О.В. Динаміка віброударного подрібнювача з похилою робочою камерою: Автореф. дис. канд. техн. наук –Дніпро, 2018. – 19 с.
4. Федоскин В.А. Перспективы применения резиновых сит для сухой сепарации мелкозернистых материалов / В. А.Федоскин, Н. Н.Ерисов // К. И.Корниленко «Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості і транспорту 2020» Збірник наукових праць міжнародної конф., Дніпро 2020, - С. –120-123.

Федоскін Валерій Олексійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: fedoskin_va@ukr.net

Ерісов Микола Миколайович – асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: erisov@ukr.net

Федоскіна Олена Валеріївна – к.т.н., доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: fedoskina.ev@gmail.com

Fedoskin Valeriy - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National Technical University "Dnipro Polytechnic", e-mail: fedoskin_va@ukr.net

Yerisov Mykola - Assistant of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National Technical University "Dnipro Polytechnic", e-mail: erisov@ukr.net

Fedoskina Olena - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Design, Technical Aesthetics and Design, National Technical University "Dnipro Polytechnic", e-mail: fedoskina.ev@gmail.com

УДК 656.025.2

Хітров І. О., к.т.н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ МІСТА ДУБНО

Представлено прикладні дослідження пасажирських перевезень громадським транспортом міста Дубно Рівненської області. Проаналізовано їх кількісне забезпечення залежно до часового періоду, величини наповнюваності салону міського автобуса, а також представлені розрахунки техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту, необхідних для оцінки функціонування міської мережі, оцінки умов комфортності і безпеки під час поїздки.

Applied researches of passenger transportations by public transport of the city of Dubno, Rivne region are presented. Their quantitative provision depending on the time period, the size of the city bus, as well as calculations of technical and operational performance of transport required to assess the functioning of the city network, assess the conditions of comfort and safety during the trip.

Вступ. Міський транспорт сприяє досягненню певної мети, зокрема і соціально-економічної. Він направлений на забезпечення соціальної рівності щодо можливості використанні інших видів транспорту, зменшує залежність від приватних легкових автомобілів, покращує безпеку дорожнього руху та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище. Міський транспорт вкрай важливий, перш за все, для мобільності жителів міста, доступу до основних послуг, роботи або навчання.

З часом все більше уваги буде приділятися покращенню системи якості громадського транспорту, транспортного обслуговування та ефективності поїздок, розвитку інфраструктури, інтеграції інформаційної та транспортної систем, а також покращення доступності та зручності користування громадським транспортом [1].

Метою роботи є представлення результатів дослідження пасажирських перевезень громадським транспортом міста Дубно Рівненської області стосовно його кількісного забезпечення, величини наповнюваності салону автобуса та інших техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту.

Аналіз існуючих рішень. Надання якісних послуг з перевезення неможливе без правильного функціонування міської мережі, дотримання розкладу руху транспорту, а головне належного технічного стану автобусів, умов їх комфортності, величини його місткості.

Які б не були механізми організації перевезень пасажирів, першочергово необхідно вибудувати систему руху міських автобусів з обов'язковим врахуванням їх пасажиромісткості, вільної площі салону, врахувати особливості потреб пасажирів.

Середовище міського транспорту (автобусного) міста Дубно зазнає позитивних змін, підкреслює важливість розвитку громадського транспорту, однак потребує прийняття виважених рішень, які мають базуватися на щорічних дослідженнях організації перевезень пасажирів громадським транспортом [2].

Результати дослідження. Перевезення пасажирів містом Дубно виконується лише громадським транспортом загального користування у вигляді міського рухомого складу – автобусами. Для забезпечення безперешкодного транспортного зв'язку мешканців, що проживають на території міста і, які прибувають з району, а також забезпечення нормативної пішохідної доступності до ліній руху громадського транспорту населення, що проживає на території існуючої житлової забудови передбачено функціонування 25 автобусних маршрутів загального користування за напрямками, які охоплюють всі мікрорайони міста Дубно, зокрема «Цукровий», «Сушильний», «Страклів», «Онкодиспансер», «Львівський», «Об'їзна дорога».

Згідно рішення Виконавчого комітету Дубенської міської ради перевезення пасажирів здійснюється фізичними особами-підприємцями (ФОП), такими як Слатівич О.В.; Синюк І.Л.,

Іванюк В.С., Свінтозельський О.С., Гордійчук Р.В., Федорчук Р.Л., Федорчук Л.О., Барабаш П.Т.» та ін. [3].

Комунальне підприємство в місті Дубно відсутнє, що негативно впливає на конкуренцію між перевізниками і можливості впливу на цінову політику, умови перевезення з боку місцевих органів влади.

Для перевезення пасажирів містом Дубно застосовується типовий рухомий склад – автобуси виробника ПАТ «Бориспільський автозавод» (БАЗ) (зокрема, моделі А079.04, А079.14, А079.23), виробника ПАТ АК «Богдан Моторз» (Богдан) (зокрема, моделі А069.21), ПАО «Запорізький автомобільний завод» (ЗАЗ) (зокрема моделі А07А1), «Mercedes-Benz Sprinter» 312D та ін.

Для більшості моделей автобусів (75%) загальна пасажиромісткість становить 40-42 пасажирів (для перевезення сидячі – 20-22 пасажирів) (рис. 1). В основному, в резерві, знаходяться автобуси малої пасажиромісткості.

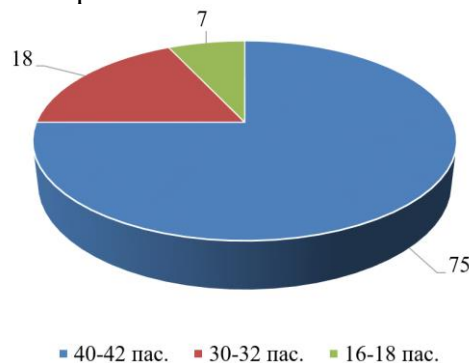


Рисунок 1 – Розподіл пасажиромісткості міських автобусів (%) для перевезень пасажирів містом Дубно

Середній термін експлуатації міських автобусів становить 12 років і всі вони відпрацювали свій амортизаційний ресурс (рис. 2). Нараховується тільки один автобус який виготовлений в 2018 році (вік 5 років) – Богдан А09202. Взагалі не вирішено питання перевезень пасажирів з особливими потребами.

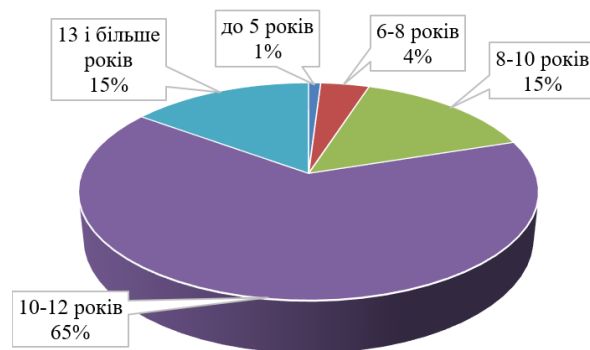


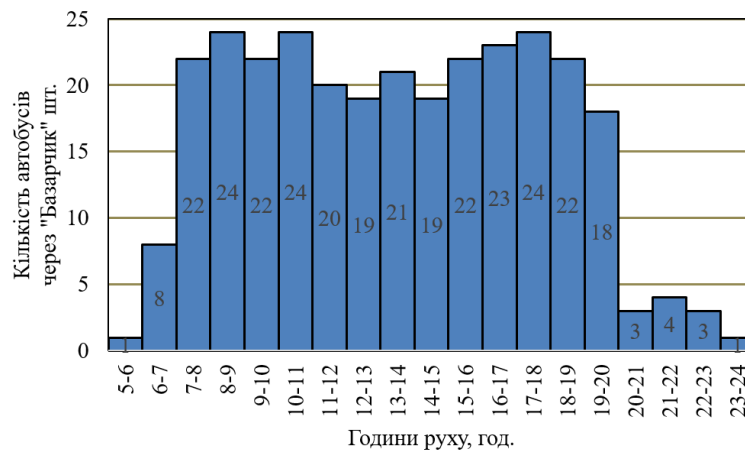
Рисунок 2 – Віковий розподіл міських автобусів (%) для перевезень пасажирів містом Дубно

Обсяг перевезень пасажирів міськими автобусами міста Дубно характеризується змінною величиною пасажиропотоку, максимальне значення якого припадають на ранкові і вечірні періоди. Це пояснюється трудовою міграцією жителів міста.

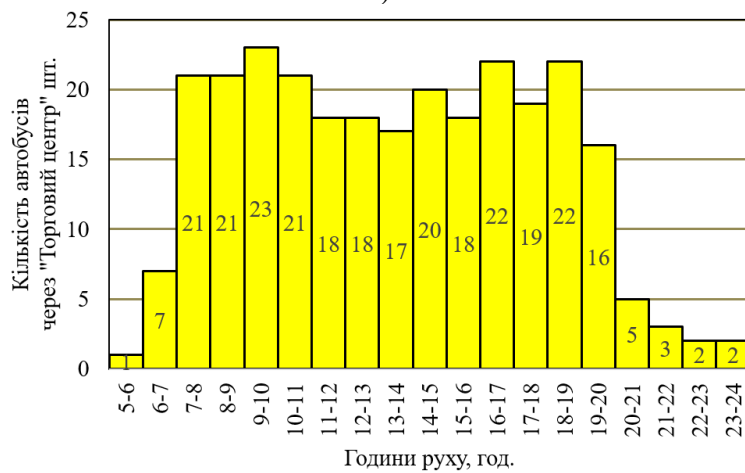
Проаналізуємо скільки всіх міських автобусів проходять через контрольні зупинки, якими є зупинка «Базарчик» та зупинка «Торговий центр», вибір вказаних зупинок характерний тим, що всі автобуси слідують через зупинки в прямому і зворотному напрямку (рис. 3).

Згідно отриманих даних, можемо стверджувати, що майже всі маршрути постійно і одночасно працюють протягом всієї робочої зміни, хоча основне навантаження припадає на

пікові ранішні і вечірні періоди часу, а в обідній період – пасажиропотік зменшується вдвічі при незмінній кількості автобусів.



а)



б)

Рисунок 3 – Розподіл кількості міських автобусів за годинами доби:
а – прямий рейс (зупинка «Базарчик»); б – зворотній рейс (зупинка «Торговий центр»)

Таким чином, найкращим результатом буде розподіл кількості міських автобусів відповідно до фактичної пасажиромісткості (заповнення салону) автобуса з одночасним врахуванням часового періоду слідування за маршрутом руху (рис. 4).

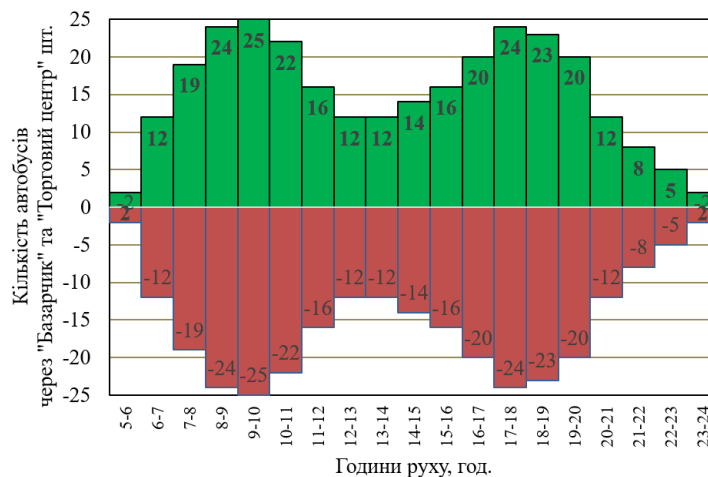
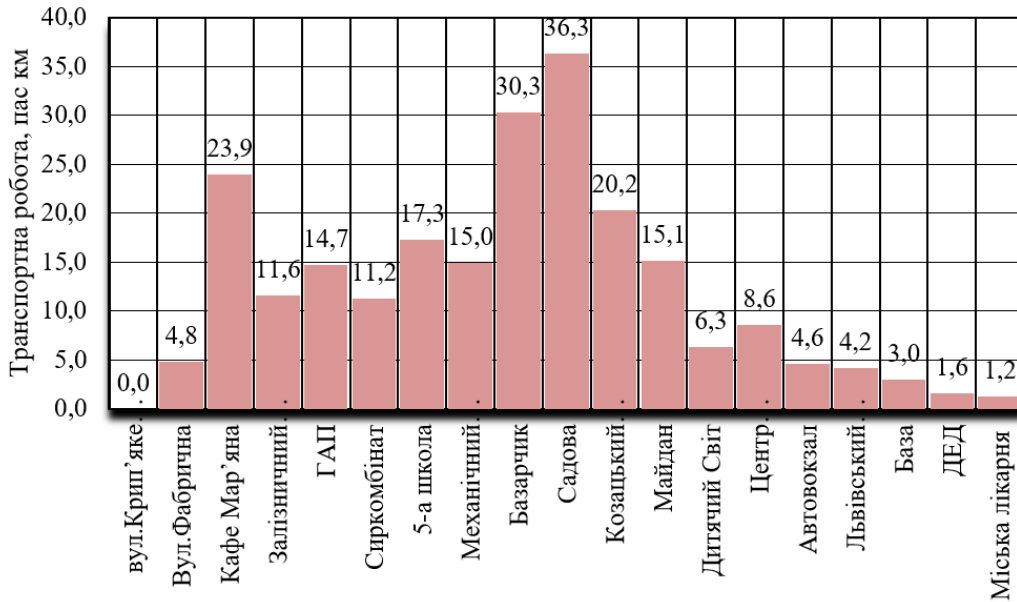


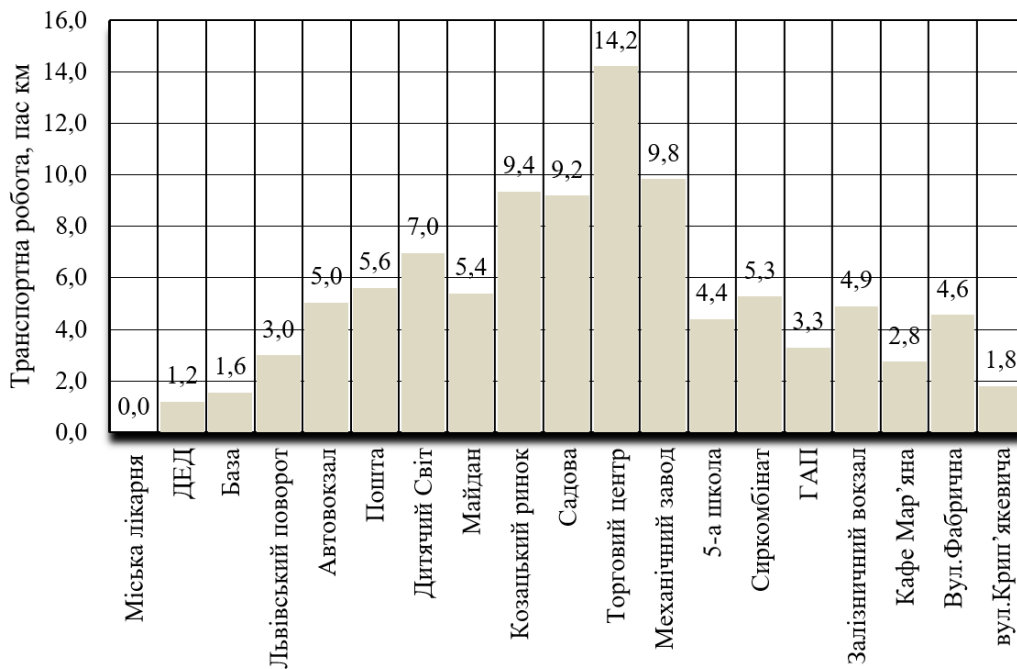
Рисунок 4 – Пропонований розподіл кількості міських автобусів за годинами доби для прямого (зупинка «Базарчик») і зворотного рейсу (зупинка «Торговий центр»)

Транспортна робота показує кількість виконаних пасажиро-кілометрів з врахуванням їх відстані поїздки. Дослідник Доля В.К. відзначає, що «зростання транспортної роботи збільшує витрати на їхнє здійснення» [4].

Транспортна робота рівна добутку кількості перевезених пасажирів за перегонами з врахуванням його довжини. Обчисливши транспортну роботу за перегонами наведено отримані результати на рис. 5.



а)



б)

Рисунок 5 – Транспортна робота автобусного маршруту №20 з часом відправлення 8 година 10 хвилин (а) та часом відправлення 13 година 05 хвилин (б)

Найпоширенішим показником економічної оцінки інвестиційних рішень щодо використання класу міських автобусів є період окупності капітальних вкладень щодо організації транспортного процесу. Запропонована оцінка дозволяє розрахувати термін окупності та провести їх порівняльну оцінку [5]. Врахувавши, що надходження прибутку відбувається, як правило, рівномірно протягом року, тоді термін окупності, який визначає розмір витратних коштів на реалізацію перевезень до приведеного грошового потоку складе 2,5-4,5 роки (рис. 6).

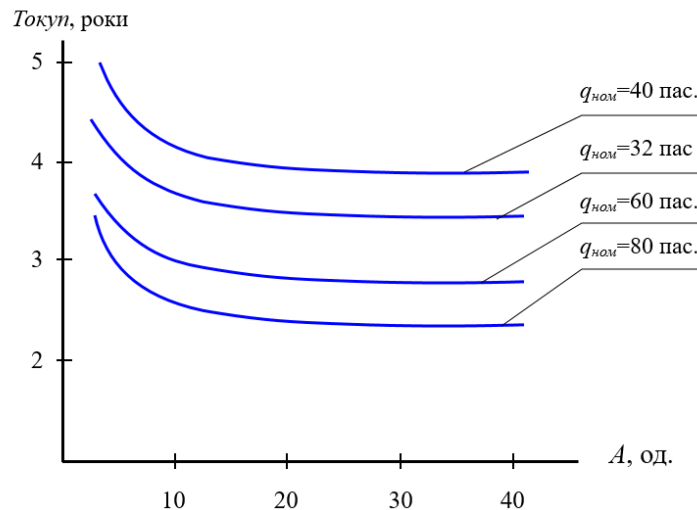


Рисунок 6 – Термін окупності капітальних вкладень від застосування міських автобусів на маршрутах різної пасажиромісткості (класу автобуса):

1. Богдан А069.21 (32 пас.);
2. БАЗ А079.04 (40 пас.);
3. БАЗ «ЕТАЛОН» А08129 (60 пас.);
4. ЛАЗ А152 (80 пас.)

Висновки. Перевезення пасажирів містом Дубно виконується автобусами за маршрутами загального користування. Середній термін експлуатації міських автобусів становить 12 років і всі вони відпрацювали свій амортизаційний ресурс. Обсяг перевезень пасажирів міськими автобусами міста Дубно характеризується величиною пасажиропотоку.

Розрахунок коефіцієнта заповнення салону автобуса вказує на перевищення номінальної пасажиромісткості в 1,15-1,2 рази у пікові періоди та недозаповнення салону (коефіцієнт 0,5-0,6) у інші періоди.

Майже всі маршрути одночасно працюють протягом всієї робочої зміни цілий день, причому наповненість салону становить 50-55%. Доцільно зменшити кількість транспортних засобів починаючи з 12 год. до 14 год. на 3-5 автобусів. Можна добитися найкращого результату шляхом розподілу кількості міських автобусів за часовим фактичним заповненням салону. Визначено транспортну роботу автобусів на маршруті, середнє значення складає 9,6 пас.км. Визначено період окупності автобусів від їх пасажиромісткості. Середнє значення – 2,5-4 роки.

Список використаних джерел

1. Public Transport – an Attractive Alternative Plans and strategies 4/2002 (Ministry of Transport and Communications). Finland : Printed by Erweko, 2002. p. 28.;
2. Стратегія сталого розвитку міста Дубна до 2022 року. Режим доступу: http://old.dubno-adm.gov.ua/UserFiles/Strategija_2022.pdf
3. Про визнання переможців конкурсу на здійснення перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування по м. Дубно. Рішення Виконавчого комітету Дубенської міської ради № 260 від 24 липня 2020 року;
4. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник. Харків : «Форт», 2011. 504 с;
5. Попов В. М., Ляпунов С. И. Бизнес-планирование. Москва : Финансы и статистика. 2001. 672 с;

Хітров Ігор Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

Khitrov Ihor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Transport Technology and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

УДК 656.025

Хоботня Т. Г., к.т.н., доц.; Корнійчук І. С., Кривенко А. О.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Застосування сучасних технологій на автомобільному транспорті дозволить розширити напрями діяльності транспортного підприємства за рахунок кооперації з підприємствами інших галузей; домогтися кооперації учасників логістичного процесу; підвищити ефективність діяльності за рахунок інформації, підготовленої суміжником по ланцюгу; підвищити прозорість та керованість бізнес-процесів, їх аналіз і реінжиніринг на основі функціональних моделей.

The use of modern technologies in road transport will expand the activities of the transport company through cooperation with companies in other industries; to achieve cooperation of participants in the logistics process; to increase the efficiency of activities at the expense of information prepared by the link in the chain; increase the transparency and manageability of business processes, their analysis and reengineering based on functional models.

Вступ. З усіх видів транспорту останні кілька десятиліть найбільш інтенсивно розвивалися саме автомобільні перевезення. Автомобільний транспорт у нас час займає провідне місце з інтенсивності руху у всіх економічно розвинених країн світу та у транспортній роботі у більшості країн. В сучасних умовах для автомобільного транспорту, вибір оптимальних технологічних схем перевезення вантажів, впровадження інноваційних принципів системи управління, має досить важливе значення, оскільки завдяки використанню сучасних транспортних засобів із застосуванням сучасних технологій, компанії мають можливість примножити свої прибутки та якісніше задовольняти потреби цільової аудиторії.

Враховуючи сучасні тенденції переходу до цифрових методів створення, передачі, обробки та зберігання інформації, постає питання про можливість та перспективу інтеграції інформаційних потоків та комунікаційного забезпечення на автомобільному транспорті.

Впровадження інноваційних технологій та їх інтеграція носить поширену назву «телематика». На основі телематики інформаційні потоки та комунікаційне забезпечення можуть реалізовувати за кількома напрямками, зокрема:

- активне впровадження та використання автоматизованих систем керування транспортним підприємством;
- реалізація доступу до державної, відомчої та комерційної інформації, що розміщена в мережі Інтернет.

Метою дослідження є аналіз напрямів впровадження інноваційних технологій на автомобільному транспорті.

Аналіз існуючих рішень. Питаннями розробки та впровадження сучасних технологій на автомобільному транспорті займаються такі вдатні вчені як А. Кофман, Т. Сааті, Л.А. Заде, Х. Решке і Ч. Шеммі, А. Адамс, Б. Селія і М. Норми, С.Д. Бушуєва. Нажаль не до кінця вирішеними залишаються питання розробки інформаційних систем та вибору найоптимальнішого варіанту.

Як щодо першого напрямку, а саме активного впровадження та використання автоматизованих систем керування (АСК) транспортним підприємством, то варто вказати, що автоматизовані системи управління впроваджуються здебільшого з метою якісного збору та обробки інформації щодо діяльності підприємства. АСК ґрунтується на комплексному використанні технічних, математичних, інформаційних та організаційних засобів [1].

Основою АСК підприємств є бази даних – електронні картотеки, які дозволяють вести детальний структурований облік усіх складових роботи підприємства. Використовуючи системи керування базами даних є можливість глибоко аналізувати зміст отриманої інформації, робити вибірки, звіти, статистичні та математичні розрахунки. Для доступу працівників підприємства до баз даних створюється локальна розгалужена комп'ютерна мережа підприємства, по якій кожний фахівець може отримувати необхідну йому інформацію, обробляти її відповідним фаховим програмним забезпеченням (складський, бухгалтерський облік, фінансові операції, кадровий облік, нарахування зарплат і рахунків тощо). Для захисту та збереження інформації доступ до баз

даних обмежений – кожен із клієнтів мережі має чітко визначені права щодо використання певної інформації, її зміни чи копіювання. Інформація при цьому, зберігається на спеціальному виділеному комп'ютері – сервері, який має відповідне програмне забезпечення щодо роботи із запитом клієнтів. На робочих комп'ютерах фахівців підприємства, крім основної бази даних, можуть встановлюватись додаткові програми, необхідні для роботи фахівця, наприклад, програма бухгалтерського обліку або система диспетчеризація автомобілів у рейсі. Ці програми можуть взаємодіяти із корпоративною базою даних, а можуть працювати автономно. Автоматизація керування на базі локальних комп'ютерних мереж та баз даних завдяки наявності виходу в Інтернет реалізує інформаційну інтеграцію з усіма учасниками логістичного ланцюга.

Основними наслідками впровадження АСК є:

- підвищення якості,
- підвищення швидкості та надійності обліку;
- спрощення аналізу роботи підприємства та структурних підрозділів, окремих працівників;
- впровадження електронного документообігу, що також підвищує якісні показники;
- вихід на електронну взаємодію з іншими підприємствами, замовниками, постачальниками через Інтернет-технології [2].

Як результат, це дає підвищення рівня використання рухомого складу транспортного підприємства, оптимізацію його завантаження, зменшення витрат на паливно-мастильні матеріали за рахунок упровадження програм оптимізації маршрутів, збільшення конкурентоспроможності та прибутковості.

Як щодо іншого напрямку використання інформаційних технологій, то варто зазначити, що на даний момент існують європейські та українські програми надання доступу як юридичній, так і фізичній особі до будь-якої державної інформації та документообігу через комп'ютерні термінали. Як щодо України, то в нашій країні працює програма «Електронна митниця», яка надає такий доступ усім учасникам зовнішньоекономічної діяльності, дозволяючи отримувати державну та міждержавну інформацію щодо законодавства та правил ведення зовнішньоекономічної діяльності, створювати та подавати електронні вантажні декларації для перетину митних кордонів.

Результати дослідження. В межах впровадження інноваційних технологій на транспортному підприємстві більш ефективним напрямом є саме реалізація доступу до державної, відомчої та комерційної інформації. Варто здійснити аналіз технологій, які можуть бути впроваджені на транспортних підприємствах у рамках даного напрямку.

Спершу слід вказати про таку інформаційну технологію на транспорті, як моніторинг транспортних засобів, під яким розуміють контроль за місцезнаходженням і станом транспортних засобів, вантажі або водіїв на базі бортових комп'ютерних систем і GPS-технологій. Через телекомунікаційні канали ця інформація стає доступна організаторам перевезень та іншим учасникам логістичного ланцюга. Цей напрям використання інформаційних технологій на транспорті дозволяє значно підвищити безпеку перевезення, якість роботи логістичного каналу, економічність транспортних операцій. Забезпечується ефективно диспетчеризація запланованих перевезень, тому що диспетчер у будь-який проміжок часу може проконтролювати, де знаходиться транспортний засіб, яка його швидкість, стан двигуна, вантажу, кількість палива тощо. За необхідності автомобіль може бути переадресований за довантаженням або зворотним завантаженням. Також, при виході автомобіля із ладу інформація щодо його стану дозволяє прийняти оптимальне рішення щодо ремонту або направлення іншого автомобіля.

Моніторинг транспортних засобів не ефективний без використання сучасних комунікаційних засобів. Комунікаційні засоби базуються на досягненнях у низькочастотній радіотелефонії, супутниковому зв'язку та технологіях обробки відеографічної інформації. Широко використовуються також такі нові технології, як: національні та регіональні сотові мережі для передачі вербальної й цифрової інформації; супутникові комунікаційні системи передачі інформації та глобального позиціонування. Як базовій мережній технології у транспортній логістиці перевага віддається системі мережі Інтернет, яку вирізняє порівняно низька вартість, простота експлуатації, відкритість для використання та координації перевезень усіма видами транспорту. Широко використовується глобальний мобільний зв'язок "трубка-трубка", який забезпечується низькоорбітальними супутниками системи "Global Star". Нові напрями розвитку логістики пов'язані з методологіями розподілу мобільного керування на основі мережних WAP-технологій (t-logistics), ресурсної підтримки життєвого циклу товарів на основі CALS- технологій.

Ще один напрям упровадження інформаційних технологій на транспорті – використання електронної логістики. Електронна логістика – це керування електронними інформаційними потоками, що виникають у ланцюгах поставок товарів з метою їх оптимізації. Підвищення ефективності логістичних систем досягається за рахунок швидкої передачі інформації відносно логістичних операцій, її обробки при зменшенні кількості паперових носіїв, зменшення помилок при введенні даних. Базою електронної логістики є міжнародні стандарти на способи кодування логістичних одиниць і відповідне зчитування. Координатором процесу розробки та керування стандартами електронної логістики виступає міжнародна організація GSI (глобальна інформаційна система) і її національні представництва. Використання стандарту дозволяє торговим партнерам різних країн обмінюватись інформацією в електронному вигляді. З усіх розроблених GSI напрямів електронної логістики найбільш широке використання знайшло кодування, яке забезпечує автоматичну ідентифікацію вантажів. За способом кодування розрізняють штрихове та радіочастотне [3].

Стратегічна мета кодування – мінімізація участі людини у ланцюгах поставок товарів. Це буде досягнуто при заміні всіх транзакцій кодами (відвантаження, рахунок, повернення товару тощо). Засоби кодування забезпечують маркування, під яким розуміють нанесення спеціальних знаків, написів на транспортні засоби, вантаж або тару. Вибір засобів для маркування залежить від його призначення, місця нанесення та засобів зчитування. Маркування буває декількох видів, зокрема:

- 1) Товарне – проставляється виробником для зазначення типу виробу та назви виробника.
- 2) Вантажне – при якому вказується найменування пунктів відправлення товару та призначення, відправник та отримувач вантажу. Може бути зазначена маса або об'єм вантажу.
- 3) Транспортне – при якому вказується число місць у партії вантажів і номер товарно-транспортного документа.
- 4) Спеціальне – де даються особливі вказівки щодо вимог до перевезення, збереження вантажів за допомогою умовних міжнародних позначок [4].

Варто вказати, що найбільш поширеним є саме штрихове кодування. Штрих-код складається із серії паралельних штрихів різної товщини і з різними проміжками між ними. Таким чином забезпечується кодування даних у цифрові символи. Електронний скануючий пристрій виконує автоматичне або напівавтоматичне сканування, у процесі якого закодовані дані декодуються у форматі, який сприймається комп'ютерною системою. Штрих-кодування забезпечує високу швидкість обробки документів на вантажі. Використання штрих-кодів є обов'язковим елементом логістики і відображає сучасні методи і технології доставки товарів – інтеграцію постачально-виробничо-розподільчих систем, зберігання на основі комп'ютеризованих систем обліку і управління інформацією щодо матеріальних потоків.

Найновіший на даний момент напрямок інформаційних технологій на транспорті - автоматизація керування дорожнім рухом. Збільшення числа автомобілів на дорогах, обсягів і швидкостей транспортних потоків, вимагає підвищення ефективності контролю та керування дорожнім рухом. Засоби телематики дозволяють контролювати швидкість транспортних засобів, щільність транспортних потоків, керувати світлофорами з урахуванням дорожньої обстановки, перерозподіляти транспортні потоки залежно від дорожніх умов тощо. Наприклад, інформаційна інтеграція на основі телематики широко впроваджується для контролю транс'європейського руху товарів. Сьогодні переміщення товарів тисячами вантажівок контролюється супутниковими системами. В Австрії, Німеччині, Нідерландах використовують супутниковий контроль завантаження швидкісних платних магістралей і беззупинковий розрахунок за проїзд. Тестуються програми повністю автоматизованого керування транспортними засобами на окремих ділянках міських доріг і автострад. У недалекому майбутньому у рамках телематики знайдуть своє впровадження системи автоматичного діалогу між бортовими системами і системами керування дорожнім рухом, безпосередньо діалог між бортовими системами автомобілів у транспортному потоці [5, 6, 7].

Всі ці наведені інформаційні засоби і технології здатні підвищити ефективність керування перевізним процесом на всіх технологічних етапах.

Проте, варто вказати, що не всі підприємства готові до впровадження сучасних технологій. Тому, було розроблено певні рекомендації щодо впровадження вказаних інформаційних технологій на транспортному підприємстві, а саме:

– побудувати базу даних із нормативно-довідкової та оперативної інформації, що необхідна для розв’язання задач автоматизації вантажних і комерційних операцій, відслідковування і пошуку вантажів;

– розробити єдині стандарти для бортового моніторингу і телекомунікації;

– упровадити уніфіковану систему кодування вантажів, усіх видів транспорту, вантажовідправників та отримувачів і нанести їх на одиниці транспорту зручним для зчитування способом;

– впровадити технічні засоби зняття інформації з рухомого складу та автоматизованого введення її в бази даних.

Висновки. Внаслідок запровадження зазначених технологій транспортне підприємство отримає здатність до взаємодії різних видів технічних і програмних складових інформаційних систем, ліквідацію проміжних ланок за рахунок інтеграції інформаційних потоків, глобалізацію логістичних систем, поступове злиття різних потокових процесів у рамках глобальної системи обміну матеріальними, енергетичними, фінансовими та інформаційними потоками (конвергенція).

Список використаних джерел

1. Долматовський Ю.А. Автомобіль у русі. - М.: Транспорт, 1987. - 312с.
2. Волков В.П. Інтеграція технічної експлуатації автомобілів у структури та процеси інтелектуальних транспортних систем. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Ніконов [та ін]; За редакцією Волкова В.П. -Донецьк: Вид-во "Ноулідж", 2013. - 398с.
3. Петренко А. П., Семенов О. І. Основи побудови систем автоматизованого проектування. - К.: Вища школа, 1985. 294с.
4. Ощепкова Є. А. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навчальний посібник Є.А. Ощепкова - Електрон. дано. - Кемерово: КузДТУ, 2012.
5. Локк Д. Основи управління проектами / Пер. з англ. М.: "НІРРО", 2004. 253 с. 4
6. Шапошников Ю.А. Розвиток та функціонування автомобільного транспорту. - Барнаул: Вид-во АлтГТУ, 2004 р.
7. Державна фіскальна служба України. Електронна митниця. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sfs.gov.ua/baneryi/elektronna-mitnitsya/>

Хоботня Тетяна Георгіївна – к.т.н., доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Корнійчук Ірина Сергіївна – студентка, Національний транспортний університет, e-mail: korniichuk.irina1@gmail.com

Кривенко Анастасія Олегівна – студентка, Національний транспортний університет, e-mail: krivenkoa2506@gmail.com

Hobotnya Tetyana - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Korniychuk Iryna - student, National Transport University, e-mail: korniichuk.irina1@gmail.com

Krivenko Anastasia - student, National Transport University, e-mail: krivenkoa2506@gmail.com

УДК 164.01

Хоботня Т. Г., к.т.н., доц.; Метлушко А. О.

ПЕРСПЕКТИВИ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Україна в короткостроковій перспективі буде членом Європейського союзу, що передбачає входження до спільної логістичної мережі та надасть можливість Україні модернізувати транспортну систему. Згідно з Національною транспортною стратегією 2030, Україна повинна забезпечити розвиток транспортної інфраструктури відповідно до норм Європейського союзу. Цей крок не лише інтегрує транспортну систему країни в європейську, а й вирішить низку проблем, зокрема, ефективне використання транзитного потенціалу.

In the short term, Ukraine will be a member of the European Union, which will join the common logistics network and enable Ukraine to modernize its transport system. According to the National Transport Strategy 2030, Ukraine must ensure the development of transport infrastructure in accordance with the norms of the European Union. This step not only integrates the country's transport system into the European one, but will also solve a number of problems, in particular, the efficient use of transit potential.

Вступ. Україна майже від початку своєї незалежності прагне стати частиною європейського простору, що передбачається Конституцією України. З 2014 року Україна підписала політичну і економічну частину Угоди про асоціацію між Україною та Європейським союзом (далі – ЄС), що дало початок євроінтеграції країни у вільний торговельний простір ЄС. Проте, повномасштабне військове вторгнення Російської Федерації на територію України дав значний поштовх подання Україною, 28 лютого 2022 року, заявку на вступ до ЄС, що вже надає зовсім іншого статусу країні у міжнародних відносинах з країнами Європейського простору.

30 травня 2018 року Кабінет Міністрів України схвалив Національну транспортну стратегію на період до 2030 року, що безпосередньо впливає на подальші кроки при інтеграції до європейського простору, а також має на меті: розвиток транспортної інфраструктури, що передбачає покращення соціального та економічного стану України; модернізацію транспортно-інфраструктурної мережі через розвиток нових міжнародних транспортних коридорів; сприятливі умови для діяльності, розвитку бізнесу; покращення умов транспортної безпеки; фінансування та підтримка галузі з боку держави [1].

Стаття розглядається з цілю аналізу аспекту змін та можливих нововведень в транспортно-логістичну систему України при подальшому входженні в спільний ринок ЄС, який стан транспортного взаємозв'язку з ЄС до початку військових дій на території України та до чого готуватися бізнесу при модернізації транспортної системи.

Головною метою даної статті постає розгляд покращення та пришвидшення міжнародних ланцюгів транспортних поставок товарів у взаємозв'язку з іншими країнами членами ЄС при комерційній діяльності, а також можлива модернізація вже існуючих шляхів з застосуванням територіальних інфраструктурних можливостей України.

Аналіз існуючої ситуації в Україні. На основі існуючої економічної частини Угоди про асоціацію між Україною та ЄС підписаною 27 червня 2014 року Україна почала реформування економічної сфери в яку серед іншого входять питання модернізації транспортної, фінансової, митної галузі [2].

У 2020 році було прийнято закон України «Про внутрішній водний транспорт», який передбачає розширення та поглиблення також водних шляхів, оснащення їх новими шлюзами та плотинами, модернізацію річкових портів та перетворення їх у транспортно-логістичні центри інтермодальних перевезень. Цей крок надав можливість Україні головувати у Стратегії

Європейського Союзу для Дунайського регіону у період з листопада 2021 року по листопад 2022 року, що сприяє відновленню судноплавства на річці Дунай [3].

Слід зазначити, що у 2020 році у рамках проекту з відновлення міжнародного водного шляху Е-40 здійснили дночерпання річки Прип'ять. Україна у 2021 році активно працювала над тим, щоб річки Дніпро та Південний Буг включили до транс'європейської транспортної мережі TEN-T, що сприятиме інфраструктурній розбудові внутрішніх водних шляхів цих річок. Всі дії по відновленню транспортного потенціалу річкового транспорту розширять транспортно-логістичні можливості як для внутрішнього використання країни, а й для забезпечення та розвитку міжнародного співробітництва. Інтегрування також здійснюється у напрямку міжнародних морських перевезень через надання режиму внутрішнього ринку.

У сфері авіаційного транспорту, за допомогою Угоди про спільний авіаційний простір, надається переваги в «авіаційному безвізі» одночасно для українських та європейських авіаперевізників, авіаперевізники зможуть самі домовлятися про можливість рейсів та їх кількість напряму з аеропортами, що значно полегшує процес у питанні складності комунікації при взаємодії та використанні великої кількості часу, надає більше можливостей для отримувачів послуг завдяки конкуренції між авіаперевізниками та є суттєвим фактором зниження цін на квитки та вартості перевезення вантажів. Також, слід зауважити, що в Україні почалась програма відновлення внутрішньої інфраструктури авіа перевезень, через стимулювання державою авіаперевізників та будівництву аеропортів у всіх областях України.

У питанні автомобільних перевезень у зв'язку з початком програми «Велике будівництво» велику увагу в Україні приділяється питанню будівництва та оновлення доріг, мостів, розв'язок, встановлення відео фіксацій порушень ПДР, контрольно-вагових пунктів та початок будівництва і запуску платних доріг міжнародного значення. Велику увагу приділяють зменшенню людського фактору при здійсненні перевезень, що впливає на зменшення корупційних складових, збереження інфраструктурних об'єктів, а також на безпеку автомобільних перевезень.

Щодо залізниці, то АТ «Укрзалізниця» почала оновлювати вагонний парк через закупівлю сучасних регіональних поїздів, пасажирських вагонів, електровозів та тепловозів. До 2024 року планується електрифікація 500 км колій, що дасть можливість збільшення швидкості поїздів та вже почали заміну на колію європейського стандарту на сполученнях Київ - Одеса, Київ - Львів, Київ - Харків та Київ - Дніпро. Планується будівництво нових залізнично-дорожніх шляхів для оптимізації інфраструктури [4].

Згідно аналізу Американської торгівельної палати в Україні, інтеграція з ЄС передбачає зростання частки українського експорту до ЄС до 60% до 2030 року.

Аналізуючи рис. 1 можна зробити висновок, що при експорті в ЄС найбільшим залежним споживачем є сільське господарство та роздрібна торгівля, тому при інтеграції української транспортної галузі необхідно не лише враховувати оновлення інфраструктури країни, а й зробити оптимізацію інфраструктури до потреб ринку, а саме зосередити більшу увагу на логістичних поставках сільського господарства та розробку оптимальних шляхів сполучення для взаємодії у сфері роздрібної торгівлі. Інфраструктура повинна реформуватись так, щоб всі сфери міжнародної торгівлі могли зі сторони держави бути забезпеченими найекономічнішим і найшвидшим шляхом, через застосування усіх можливих видів транспорту.

Митниця є одним з основних компонентів у міжнародних ланцюгах постачань, котра теж відіграє важливу роль за рахунок вартості на розмитнення, юридичній складовій експорту та імпорту товарів та має обтяжливості для бізнесу через додаткові витрати при проходженні митниці та втрати значної кількості часу. Тому, при реформуванні митниці вже запустився статус авторизованого економічного оператора (АЕО), що значно спрощує митну процедуру, приєднання до спільного транзиту (NCTS), який на даний час працює пілотно в національному режимі.

При дослідженні розвитку ефективної логістики для бізнесу, Американська торгівельна палата в Україні, проаналізувала і виявила, що до 2030 року розмір економіки (ВВП) збільшиться на 2-4%, імпортовий потенціал збільшиться на 1.5-2%, а експортний збільшиться

на 2-4%. Ці всі показники взаємопов'язані з логістичними витратами споживачів (гроші та час), які за рахунок збільшення показників експорту, імпорту і ВВП зменшуються на 40%, тим самим зменшуються витрати на автомобільний, залізничний, морський, авіаційний, міський, морський та річковий транспорт. За рахунок реформування митниці зменшуються витрати на прості на кордоні та на митні формальності.



Рисунок 1 – Основні споживачі транспортних послуг

Враховуючи сьогоденну ситуацію в країні, інфраструктуру, та яка була до 24 лютого 2022 року в Україні, прийдеться відновлювати, темпи зростання показників підвищення ефективності бізнесу будуть не настільки швидкими як хотілося, адже необхідно буде все відбудовувати на що необхідна значна доля фінансових вкладень, людського ресурсу та часу. Хоча це дасть великий потенціал для найсучаснішого відновлення всіх галузей в Україні та надасть попит у наданні послуг у більшості галузях та підвищить роль міжнародних перевезень.

Аналіз існуючих рішень. Україна зробила значний крок у розвитку євроінтеграції логістичної транспортної системи ще при підписанні Угоди про асоціацію з ЄС, проте є багато питань над якими ще треба працювати, повномасштабне вторгнення Російської Федерації та ведення бойових дій на території України кожного дня стикають нас з новими викликами, з якими ми ще не стикалися, а в короткостроковій перспективі членство України в ЄС дає новий ковток мотивації і надії на швидкий післявоєнний розвиток країни. Тому, вже зараз необхідно розробляти покроковий план дій, щодо відновлення економіки, повернення людей додому та забезпечення соціальних питань населення, тому в цих всіх процесах транспортно-логістична система України відіграє ключову роль для швидкого відновлення країни.

Для відновлення країни, по-перше, необхідна швидка адаптація законодавства України з постійними консультаціями з представниками ЄС, щодо відповідності змін з європейським законодавством для швидкого спрощення взаємодії; по-друге, зміцнення зв'язків взаємодії в морському та авіаційному транспорті, а в автомобільних перевезеннях важливою роллю відіграє для початку відбудова критичної інфраструктури, яка зазнала уражень, а також спрощення розмитнення і пришвидшення перетину кордону товарів першої необхідності, яке повинно бути чітким і зрозумілим усім стейкхолдерам. По-третє, укладення Угоди АСАА - угоди про оцінку відповідності та прийняття промислової продукції, що повинно першочергово передбачати охоплення експортних секторів промисловості, які на даний час

зможуть забезпечуватись в Україні і дадуть можливість піднімати економічний потенціал країни, а також при імпорті Україна без додаткової сертифікації зможе вільно завозити та продавати на українському ринку виготовлену будь-де продукцію, марковану європейським знаком відповідності СЕ. Це полегшить життя імпортерам в Україні та зменшить контрабанду [5, 6].

Треба розуміти, що розвиток і відновлення пасажирських міжнародних перевезень також є ключовою гуманітарною складовою у відновленні країни, яку Україна повинна забезпечити своїм громадянам для безперешкодного повернення додому. З боку ЄС необхідно продовжувати надання технічної та фінансової підтримки процесу реалізації Угоди членство України, а також надання кваліфікованих спеціалістів, які з точки зору євроінтеграції зможуть надавати рекомендації уряду, щодо післявоєнного відновлення України.

Висновки. Всі перераховані кроки не лише дозволять Україні швидше відновитися, а й зможуть дати поштовх до дієвої взаємодії з ЄС у логістичних питаннях, дозволять економіці запрацювати з новим темпом та новим поглядом подивитись на розвиток потенціалу країни при відбудові.

Розпочате інфраструктурне «Велике будівництво» зробило значний крок у практичному розумінні потужностей і можливостей країни, що не тільки покращує якість життя українців, а й надає стимулювання до розвитку українського бізнесу, залучення іноземних інвесторів. З кожним кроком боротьби з монополіями, корупцією і з долученням точки зору громадян - Україна відходить від минулого і зі швидкими темпами набирає обертів для розвитку. Україна багато втратить часу при євроінтеграції і відбудові без явної першочергової уваги до транспортно-логістичних систем.

Список використаних джерел

1. Кабінет міністрів України, розпорядження Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
2. УГОДА ПРО АСОЦІАЦІЮ між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011/ed20140627#Text
3. Інтеграція в рамках асоціації: динаміка виконання угоди між Україною та ЄС. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій 2021 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.slideshare.net/IER_Kyiv/ss-250483634
4. Угода АСАА: інтеграція України до ринку промислових товарів ЄС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.civic-synergy.org.ua/analytics/ugoda-asaa-integratsiya-ukrayiny-do-rynku-promyslovyh-tovariv-yes/>
5. Маловичко А. К. Інтеграція України до транспортно-логістичної системи Європейського Союзу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bses.in.ua/journals/2016/7-2016/12.pdf>
6. Національна транспортна стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://publications.chamber.ua/2017/Infrastructure/UDD/National_Transport_Strategy_2030.pdf

Хоботня Тетяна Георгіївна – к.т.н., доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Метлушко Анастасія Олексіївна – студентка, Національний транспортний університет, e-mail: metlnastya@gmail.com

Hobotnya Tetyana - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Metlushko Anastasia - student, National Transport University, e-mail: metlnastya@gmail.com

УДК 351.811

Хоботня Т. Г., к.т.н., доц.; Фурдецький Д. В.

АНАЛІЗ СТАНУ ПРОЦЕСУ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В УКРАЇНІ

Впровадження інтелектуальних транспортних систем є одним з основних питань безпеки дорожнього руху сьогодні. Ефективна робота таких систем дозволить значно зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод на дорогах країни. Проведено аналіз стану процесу застосування та перспектив щодо впровадження та вдосконалення автоматизованих систем фото-відео-фіксації порушень на території України.

The introduction of intelligent transport systems is one of the main issues of road safety today. Effective operation of such systems will significantly reduce the number of road accidents in the country. An analysis of the state of the application process and prospects for the implementation and improvement of automated systems of photo-video recording of violations in Ukraine.

Вступ. Кількість дорожньо-транспортних пригод в Україні щороку збільшується. За п'ять років на дорогах нашої країни загинули приблизно стільки ж людей, скільки – за час війни на Сході України. Смертельних ДТП в Україні в п'ять разів більше, ніж в більшості країн Євросоюзу. Щороку в Україні в дорожньо-транспортних пригодах гинуть понад 3 тисячі осіб і понад 30 тисяч отримують травми.

Ще у 2010 році Світовий банк повідомив, що Україна втрачає 5 млрд дол на рік через дорожньо-транспортні пригоди. ДТП завдають економіці України комплексний збиток. Обрахування цих збитків базується на офіційних даних та обрахунку збитків, недоотриманих доходів держави. У цих розрахунках враховуються витрати медичних закладів на лікування потерпілих, державних органів соціального забезпечення (пенсії), одноразові виплати на поховання загиблих, збитки служби з експлуатації доріг від ліквідації наслідків ДТП тощо. А також непрямі витрати як от недоотримані податки, ВВП, витрати підприємств, співробітники яких стали жертвами аварій, втрати членів сім'ї людини у вигляді втрати годувальника.

За словами вищезазначеного дослідження Світового банку, дорожньо-транспортний травматизм є основною причиною смертності та інвалідності. Він особливо вражає людей молодого та працездатного віку. Лікування жертв дорожньо-транспортних пригод накладає великий тягар на служби охорони здоров'я та соціального захисту країни. У 2016 році проведені дослідження «Укравтодору» виявили, що ДТП завдають Україні збитків у розмірі 1,5-2,5% ВВП. У 2017 році розмір ВВП України становив близько 120 млрд дол.

У 2020 році Кабінетом Міністрів України було схвалено Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. Метою цієї стратегії зокрема є зниження рівня смертності внаслідок ДТП щонайменше на 30 відсотків до 2024 року та на 50% до 2030 року, що в свою чергу дозволить зберегти більше 1000 людських життів щороку.

Важливою метою Стратегії є наближення національних показників безпеки дорожнього руху до середньоєвропейського рівня, поліпшення стану вулично-дорожньої мережі та дорожньої інфраструктури. Також документ спрямований на зменшення ступеню тяжкості наслідків ДТП для учасників дорожнього руху, зменшення соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортного травматизму та запровадження ефективної системи управління безпекою дорожнього руху для забезпечення захисту життя та здоров'я населення.

Аналіз існуючої ситуації з ІТС та фото-відео-фіксацією в Україні. Комплекси фото-відео-фіксації порушень правил дорожнього руху є одним із ключових елементів інтелектуальних транспортних систем (ІТС). Активне впровадження таких комплексів у Україні - важливий крок у підвищенні безпеки дорожнього руху. Крім фіксації порушень

швидкісного режиму, також проїзд перехресть на червоне світло та їзду смугою громадського транспорту.

Автоматизована система відео- та фотофіксації ПДР — це технічні засоби (прилади контролю), що дають змогу в автоматичному режимі здійснювати виявлення та фотозйомку або відеозапис подій, що містять ознаки адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху, та інформація в яких захищена згідно із законодавством про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах.

Необхідність запровадження таких систем обумовлена трьома факторами.

По-перше, для того, аби знизити кількість дорожньо-транспортних пригод на дорогах країни. Саме тому, засоби контролю встановлюються на ділянках доріг з найвищою концентрацією ДТП.

По-друге, у випадку, викрадення авто, реєстратори системи мають забезпечувати невідкладну передачу інформації про пересування такого автомобіля до відповідних підрозділів Національної поліції.

По-третє, в МВС запевняють, що кошти від штрафів за порушення ПДР, які зафіксовані в автоматичному режимі, будуть направлятися виключно у двох напрямках - фінансування та покращення дорожньої інфраструктури, а також на безпеку дорожнього руху.

Автоматизована система відео- та фотофіксації ПДР дозволяє фіксувати:

- наразі - перевищення швидкості, але згодом перелік має бути розширений до фіксації: проїзду на заборонений сигнал світлофора та порушення правил руху і зупинки на смузі для маршрутних транспортних засобів;

- порушення правил зупинки та стоянки;

- порушення встановленої для транспортних засобів заборони виїзду на смугу зустрічного руху;

- порушення правил руху через залізничний переїзд;

- порушення встановленої для транспортних засобів заборони рухатися тротуарами чи пішохідними доріжками.

Карта камер автоматичної відео-фіксації порушень ПДР вміщує понад 200 комплексів у 2022 році.

Робота системи автофіксації та її перспективи щодо вдосконалення. Система фіксації адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху в автоматичному режимі (далі – Система) на початковому етапі буде фіксувати лише такий вид порушень Правил дорожнього руху, як перевищення встановлених обмежень швидкості руху транспортних засобів. Фіксувати зазначені правопорушення будуть комплекси автоматичної фіксації - технічні засоби (прилади контролю) що дають змогу в автоматичному режимі здійснювати виявлення та фотозйомку або відеозапис подій, що містять ознаки адміністративних правопорушень у сфері забезпечення безпеки дорожнього руху. Встановлення стаціонарних технічних засобів (приладів контролю) буде здійснюватись на аварійно-небезпечних місцях (ділянках) та місцях концентрації дорожньо-транспортних пригод автомобільних доріг загального користування державного та місцевого значення вулиць і доріг у містах та інших населених пунктах за погодженням із відповідним уповноваженим підрозділом Національної поліції.

Автоматична відео-фіксація порушень правил дорожнього руху (ПДР) все більше входить в наше життя, адже нові камери продовжують з'являтися на дорогах й краще заздалегідь знати про їхнє розміщення.

За 2021 рік, коли було поступово встановлено 237 комплекси КАСКАД (комплексна автоматизована система контролю автомобільних доріг), виписано понад 3 млн. постанов на суму 500 млн. грн, що не могло не спонукати для розширення ореолу автовідеофіксації по всій країні. Національна поліція України й надалі планує встановлювати зазначені комплекси й довести їхню кількість до 580 до кінця 2023 року.

Нові системи автоматичної відео-фіксації облаштовують на тих ділянках доріг, де трапляється найбільше аварій. Щодня на дорогах України стається близько 500 аварій, в яких

травмуються люди. Статистика смертності не менш сумна — в середньому 7 загиблих на день. Поліція та інші профільні відомства роблять все можливе, щоб знизити кількість ДТП, але поки що статистика сумна.

З початку 2021 року в країні сталося 29 545 аварій, що на 19,5% більше, ніж роком раніше. У них травмувалися 3696 і загинули 415 осіб. Порівняно з 2020 роком статистика травматизму і смертності змінилася в кращий бік – на 17% і 20,2% відповідно. У своїй більшості аварії виникають через порушення водіями ПДР. До числа головних причин можна віднести проїзд на заборонний сигнал світлофора, недотримання дистанції, агресивне маневрування та обгони, порушення правил проїзду перехресть і виїзд на зустрічну смугу.

Таблиця 1 – Статистика ДТП із загиблими та травмованими за 2020-2021 роки

Регион	Усього ДТП			ДТП з загиблими та/або травмованими								
				усього			загинуло			травмовано		
	2020	2021	%	2020	2021	%	2020	2021	%	2020	2021	%
Вінницька	477	568	19,1	88	69	-21,6	26	10	-61,5	97	86	-11,3
Волинська	448	577	28,8	113	54	-52,2	18	8	-55,6	148	58	-60,8
Дніпропетровська	1825	2219	21,6	305	255	-16,4	40	41	2,5	391	304	-22,3
Донецька	668	711	6,4	153	152	-0,7	20	19	-5,0	186	184	-1,1
Житомирська	476	743	56,1	117	123	5,1	23	29	26,1	131	148	13,0
Закарпатська	570	517	-9,3	97	71	-26,8	16	11	-31,3	146	86	-41,1
Запорізька	988	1124	13,8	182	157	-13,7	27	19	-29,6	207	207	0,0
Івано-Франківська	546	747	36,8	102	115	12,7	15	24	60,0	130	155	19,2
Київська	1784	2747	54,0	273	187	-31,5	44	23	-47,7	351	254	-27,6
Київ	6292	7135	13,4	324	248	-23,5	18	12	-33,3	393	261	-33,6
Кіровоградська	322	371	15,2	74	70	-5,4	6	10	66,7	90	80	-11,1
Луганська	130	145	11,5	36	32	-11,1	4	4	0,0	43	46	7,0
Львівська	1735	2048	18,0	276	228	-17,4	47	30	-36,2	384	315	-18,0
Миколаївська	525	646	23,0	130	130	0,0	17	7	-58,8	191	164	-14,1
Одеська	2223	2414	8,6	236	195	-17,4	22	23	4,5	292	215	-26,4
Полтавська	526	712	35,4	126	122	-3,2	6	10	66,7	190	143	-24,7
Рівненська	433	596	37,6	117	93	-20,5	22	23	4,5	157	115	-26,8
Сумська	277	328	18,4	84	78	-7,1	17	9	-47,1	118	101	-14,4
Тернопільська	389	460	18,3	84	91	8,3	11	11	0,0	116	122	5,2
Харківська	1842	1974	7,2	272	177	-34,9	27	23	-14,8	315	203	-35,6
Херсонська	461	543	17,8	91	81	-11,0	21	15	-28,6	101	100	-1,0
Хмельницька	485	622	28,2	107	95	-11,2	10	12	20,0	129	128	-0,8
Черкаська	524	748	42,7	103	85	-17,5	21	17	-19,0	135	95	-29,6
Чернігівська	383	452	18,0	91	69	-24,2	15	14	-6,7	116	79	-31,9
Чернівецька	369	398	7,9	57	37	-35,1	7	11	57,1	76	47	-38,2
ЗАГАЛОМ	24698	29545	19,6	3638	3014	-17,2	500	415	-17,0	4633	3696	-20,2
ЗА ДОБУ	412	501	21,6	61	51	-15,7	8	7	-15,7	77	63	-18,2

Результати роботи системи відео- та фото-фіксації за 2021 рік. Найбільше аварій з початку 2021 року сталося в Києві – 7135 інцидентів, що на 13,4% більше, ніж за аналогічний період 2020-го. При цьому кількість травмованих зменшилася на 33,6% до 261 особи, а загиблих – на 33,3% до 12 осіб. Друге місце за кількістю ДТП займає Київська область, де за два місяці зафіксовано 2747 інцидентів, що на 54% більше, ніж роком раніше. Незважаючи на зростання аварійності, рівень смертності знизився на 47,7% (23 особи), а травматизму – на 27,6% (254 особи). Замикає трійку антилідерів Одеська область з результатом в 2414% (+8,6%). Кількість травмованих порівняно з минулим роком знизилася на 26,4% до 215 осіб, а кількість загиблих, навпаки, зростає на 4,5% (23 особи).

Лідером зі скорочення смертності на дорогах України стала Вінницька область, де за два місяці було зафіксовано тільки 10 летальних випадків, що на 61,5% менше, ніж за аналогічний період минулого року. Щодо травматизму, то тут рекордне скорочення показала Волинська область — 60,8% (58 осіб проти 148 минулого року).

До 2024 року планується встановити 1,5 тис. стаціонарних камер фото- відео-фіксації порушень ПДР. Заступник міністра внутрішніх справ України Антон Геращенко на Всеукраїнському форумі «Україна 30. Безпека країни» повідомив, що станом на сьогоднішній

день вже встановлено 92 комплекси фото- відео-фіксації порушень ПДР, а до кінця року — заплановано близько 400. Але головне — до 2024 року планується встановити 1,5 тис. стаціонарних камер, тому що кожна така камера дозволяє зменшити кількість ДТП втричі.

В майбутньому планується застосовувати моделі за прикладом шведської «vision zero», що має на меті зменшити смертність на автошляхах до нульового показника. Шведи дослідили, що більшість порушень скоюються через те, що громадяни схильні порушувати правила. Для того, щоб уникнути систематичних порушень ПДР, повинен бути контроль.

Наразі Міністерство внутрішніх справ спільно з Міністерством інфраструктури розробляють інтерактивну карту України, де будуть відмічатися всі ДТП та статистика по всіх випадках. Таким чином, місцева влада зможе реагувати на такі повідомлення та організувати безпечний рух. Також народні депутати розробляють новий проєкт Закону, який дозволить використовувати мобільний телефон, як фактор фіксації порушення ДТП на дорозі.

Висновки. Ефективність роботи автоматизованої системи є досить високою. Дослідження 2021 підтвердило, що встановлення камер контролю швидкості знизило кількість ДТП навколо цих ділянок на 15%. Також покращилась ситуація щодо заторів, звільнилися смуги громадського транспорту.

Результатом дослідження стало те, що впровадження інтелектуальних транспортних систем, а саме комплексів фото- відео-фіксації порушень правил дорожнього руху, покращило ситуацію на дорогах України і значно зменшилося травмування і смертність населення.

Список використаних джерел

1. Аналітика ДТП та рекомендації щодо підвищення безпеки на дорогах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://spilnohub.org/articles/analitika-dtp-zaporizhzhya/#intro>
2. Смертельні ДТП в Україні: статистика за 2021 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autocentre.ua/ua/avtopravo/dtp/smertelnye-dtp-v-ukraine-statistika-za-2021-god-1338429.html>
3. Карта розміщення камер відео фіксації в Україні на 2022 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://motorcar.com.ua/news/karta-kamery-videofiksacziya-ukrayina-2022/>
4. Відео-та фотофіксації ПДР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://law.chnu.edu.ua/systema-video-ta-fotofiksatsii-pdr/>
5. Фіксація адміністративних порушень в автоматичному режимі та їх оскарження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://galpravgroup.com.ua/post/fiksuvannya-administrativnih-pravororushen-v-avtomatichnomu-rezhimi-ta-yih-oskarzhennya/>

Хоботня Тетяна Георгіївна – к.т.н., доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Фурдецький Дмитро Валерійович – студент, Національний транспортний університет, e-mail: dimafurdezkiy@gmail.com

Hobotnya Tetyana - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: evol_tanya@ukr.net

Furdetsky Dmytro - student, National Transport University, e-mail: dimafurdezkiy@gmail.com

УДК 629.3

Ходос О. Г., Єрісов М. М., Лагошна О. О.

ГІБРИДИЗАЦІЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Розроблена методика дослідження напівгібридизованого легкового автомобіля дозволила визначити параметри задньої підвіски автомобіля з урахуванням вертикальних і поперечно – кутових коливань кузова.

The developed technique of research of the semi - hybridized car allowed to define parameters of a back suspension bracket of the car taking into account vertical and cross - angular fluctuations of a body.

Вступ. Споживання значної кількості паливно-енергетичних ресурсів і в тому числі на транспорті призводить до подорожчання нафтопродуктів, а також негативно впливає на стан загальної екологічної обстановки. При сучасному насиченні великих міст автотранспортом все більше уваги, при вирішенні даної проблеми, приділяється застосуванню енергозберігаючих технологій, зниженню викидів шкідливих речовин автотранспортом в навколишнє середовище. Тому пріоритетним завданням при проектуванні міських автомобілів є поліпшення їх паливно-економічних показників.

Метою роботи є реалізація методики для визначення характеру впливу змінного коефіцієнту жорсткості пружних елементів залежної задньої підвіски на вертикальні та поперечно-кутові коливання підресореної та невідресореної мас автомобіля.

Аналіз існуючих рішень. Аналіз тенденцій розвитку сучасних автомобілів показує, що найбільш перспективним напрямком у вирішенні енергетичної та екологічної проблеми на транспорті є застосування комбінованих силових установок на автомобілях, які забезпечують поліпшення енергетичних показників і зниження викидів парникових газів.

Аналіз найпопулярніших моделей легкових автомобілів проданих в Україні та автомобілів, які належать населенню, показав, що найбільш поширені легкові автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння. Ідея переобладнання серійного автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння в напівгібридний є актуальною і затребуваною [1].

Результати дослідження. Для переобладнання легкового автомобіля в гібридний необхідно додати до його конструкції мотор-колеса, контролер, систему керування електроприводом, елементи живлення.



Рисунок 1 – Загальний вид автомобіля, який переобладнують та компоненти:
1 – мотор – колесо; 2 – перетворювач; 3 – акумуляторна батарея; 4 – контролер

Таке переобладнання призведе до зміни його масових параметрів, що в свою чергу вплине на параметри плавності ходу, стійкості та керованості. Отже, розробка ефективного методу, який би дозволив розраховувати параметри складових частин підвісок автомобіля з напівгібридною силовою установкою є необхідною і важливою.

Розрахунки параметрів підвіски автомобіля виконують виходячи з забезпечення необхідних норм плавності ходу за умов вертикальних коливань кузова. Проте, норми плавності ходу також передбачають обмеження поперечних і поздовжніх прискорень. Збільшення жорсткості підвіски

автомобіля призводить до росту поперечних прискорень кузова, і як наслідок, до зниження плавності ходу. Таким чином, при розрахунку параметрів підвіски автомобіля необхідно враховувати не лише вертикальні коливання, а і поперечно-кутові коливання підресореної маси [2].

Методика розрахунку параметрів задньої підвіски автомобіля з урахуванням вертикальних і поперечно – кутових коливань кузова розглянуто на прикладі серійного автомобіля ЗАЗ «Сенс», який було переобладнано в напівгібридний, шляхом установки мотор-колів, контролерів і системи управління електроприводом з синхронізацією із дросельної заслінки, а також елементів живлення.

Одними з основних компонентів підвіски є пружини, які забезпечують необхідну висоту кузова над дорожнім полотном, а також впливають на вантажопідйомність і керуваність машини. Багато факторів (розміри, форма, кількість витків, тощо) впливають на пружність пружин.

Після встановлення мотор-колеса, контролерів, системи управління електроприводом з синхронізацією із дросельної заслінки, елементів живлення, через збільшення ваги задньої підвіски, з'являється необхідність в пружинах іншої жорсткості. Для дослідження жорсткості пружин від деформації були вибрані пружини з постійним діаметром прута та зі змінним діаметром прута. Коефіцієнт жорсткості пружини не є сталою величиною і змінюється залежно від стискання пружини.

Дослідження жорсткості пружини виконували за допомогою ручного пресу, підлогових ваг і вимірювальної лінійки (сила тиску вимірювалася в кілограмах на сантиметр). Під час дослідження на ваги укладали дерев'яний брусок (товщиною не менше 12 мм), площа якого більше площі торця пружини, а зверху на нього встановлювали саму пружину. Верхній торець пружини накривали другим бруском дерева і вимірювали довжину елемента. Використовуючи прес, пружину стискали до конкретного значення (наприклад, 40 мм) і записували покази ваг, тим самим визначаючи жорсткість пружини.

Оптимальний рівень жорсткості встановлюється шляхом проведення тестувань в різних умовах руху, а ідеальне зусилля пружини відповідає величині, що попереджає надмірний крен кузова. В результаті експериментів були отримані найменше та найбільше значення коефіцієнту жорсткості для пружин з постійним та зі змінним діаметром прута.

Висновки. Ця методика дозволяє визначити характер впливу змінного коефіцієнту жорсткості пружних елементів задньої підвіски на вертикальні та поперечно-кутові коливання підресореної та непідресореної мас автомобіля.

Список використаних джерел

1. Hasser H. (2014) Vehicle Dynamics Conversion into Power (Dynapower): AASRI Conference on Power and Energy Systems, pp 32-37.

2. Семенов Н. В., Ролле В. Е. Расчет параметров подвески автомобиля с учетом поперечно-угловых колебаний кузова / Н. В. Семенов, В. Е. Ролле // Научно – технические ведомости СПбПУ Естественные и инженерные науки. – 2011.

Ходос Ольга Геннадіївна - старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: khodos.o.h@nmu.one

Єрісов Микола Миколайович - асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: erisov.m.m@nmu.one

Лагошна Олена Олександрівна - асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: lagoshna.o.o@nmu.one

Khodos Olga - Senior Lecturer, Department of Automobiles and Automotive Engineering, Dnipro Polytechnic National Technical University, e-mail: khodos.o.h@nmu.one

Yerisov Mykola - Assistant of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National Technical University "Dnipro Polytechnic", e-mail: erisov.m.m@nmu.one

Lagoshna Olena - Assistant of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National Technical University "Dnipro Polytechnic", e-mail: lagoshna.o.o@nmu.one

УДК 62-629.3

Хома В. В.

РОЗДІЛЬНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ В ШИНАХ ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ

Роздільне регулювання тиску в шинах дозволило покращити показники прохідності повнопривідного автомобіля, визначити оптимальний розподіл тиску по осях, при якому зменшена ймовірність нагріву і вибуху шини. Також запропоноване рішення дозволяє уникнути сходу шини з ободу та швидкого зносу протектора.

Separate regulation of tire pressure allowed to improve the performance of all-wheel drive vehicle, to determine the optimal distribution of pressure on the axles, which reduces the likelihood of heating and explosion of the tire. Also, the proposed solution avoids the derailment of the tire from the rim and rapid wear of the tread.

Вступ. На автомобілях високої прохідності отримали широке застосування системи централізованого регулювання тиску, проте основним недоліком таких систем є те, що для підвищення прохідності по опорних поверхнях з низькою несучою здатністю потрібно зменшувати тиск в шинах до мінімально допустимого, що в свою чергу накладає обмеження на максимальну швидкість руху через ризик сходу шини з ободу, перегріву і вибуху. Автором проведено моделювання процесу руху повнопривідного автомобіля по бездоріжжю з метою визначення оптимального розподілу тиску між осями при якому покращується прохідність і не зменшується ресурс шин.

Аналіз існуючих теорій взаємодії шини з опорною поверхнею та побудова моделі. Найсучаснішою методикою визначення прохідності колісної автомобільної техніки бездоріжжям є методика - WES (англ. Waterways Experiment Station) оцінки несної здатності опорної поверхні, яку використовують країни НАТО [1-8] і яка базується на стандартизованому вимірі опору деформації зазначеної поверхні конусоподібним пенетрометром, названим конусним індексом CI (англ. Cone Index) [1,8].

Інтерфейс програми для розрахунку динаміки руху бездоріжжям у програмному середовищі MATLAB Simulink з додатковим до V_{max} обчисленням значень VCI та MMP на базі емпіричних залежностей методики WES наведена на рис. 1

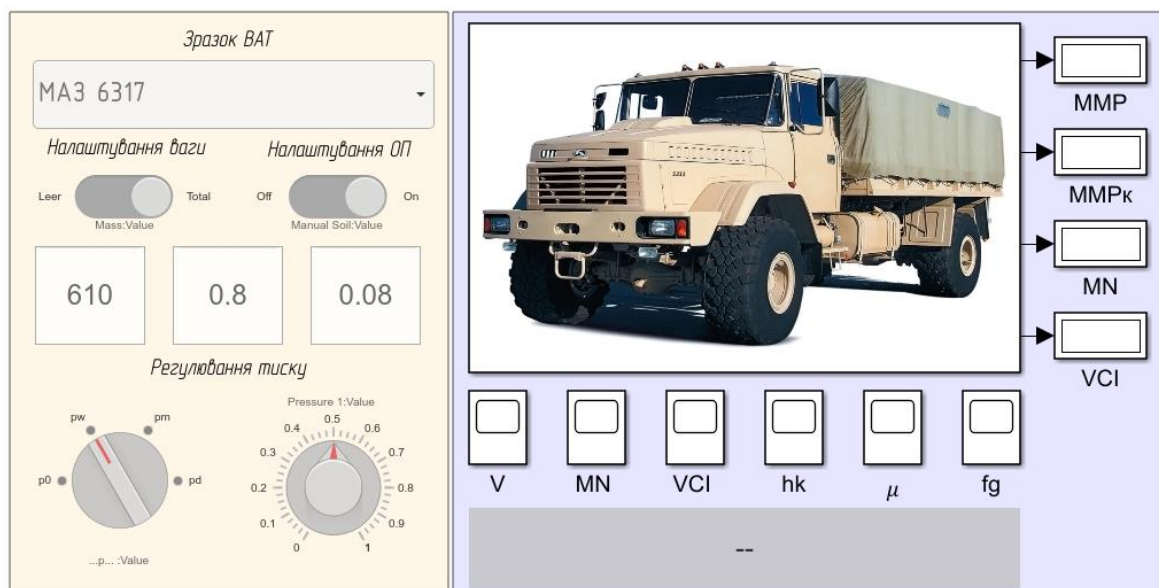


Рисунок 1 – Інтерфейс програми для визначення V_{max} на базі методики WES

Структура побудови моделі базувалась на аналізі публікацій за вказаною тематикою і сформована з наступних етапів:

задання чисельного значення CI (МПа) для конкретного типу і стану поверхні [8];

розрахунок індексу прохідності MN (англ. Mobility number або wheel numeric) для відомого значення конусного індексу CI опорної поверхні та конкретного автомобіля

$$MN_{CI} = \frac{CI \times B \times D}{Q_w} \times \sqrt{\frac{h_z}{H_T}} \times \frac{1}{1 + \frac{B}{2D}} \quad (1)$$

де CI – чисельне значення конусного індексу CI для даної опорної поверхні (МПа); Q_w – вертикальне навантаження на колесо (кН); D – діаметр колеса, м; B – ширина шини (протектора), м; h_z – радіальна деформація шини на твердій поверхні під дією навантаження Q_T , м; H_T – висота шини, м.

Індекс прохідності MN є орієнтовним показником, значення якого використовується, як для оцінки прохідності (інформаційні табличні масиви градації значень MN), так і для подальшого розрахунку-оцінки глибини колії z , коефіцієнтів опору рухові та зчеплення шини з дорогою з умови подальшого розрахунку теоретично можливої максимальної швидкості руху даною місцевістю:

розрахунок глибини колії z з аналізу досліджень [8] щодо існуючих у різних дослідженнях емпіричних залежностей:

$$z = \left(-0,001 + \frac{0,248}{MN_{CI}} \right) \times D \quad (2)$$

розрахунок коефіцієнтів опору деформації – опору рухові f та коефіцієнта зчеплення шини μ здійснюється за наступними емпіричними залежностями [8]:

$$f = 0,07 + \frac{0,2}{MN_{CI}}; \mu = 0,63 - \frac{0,27}{MN_{CI}} \quad (3)$$

З врахуванням вертикального навантаження на колесо автомобіля залежності (3) дозволяють визначати зусилля опору рухові на заданій місцевості та силу зчеплення шин із поверхнею, а відповідно і необхідне тягове зусилля, наближене до межі пробуксовування колеса. $S=0 - 0,2$. Це забезпечує максимально можливу швидкість руху V_{max} при максимально можливій вищій передачі за необхідної сили тяги на колесах і відповідно вищої швидкості.

Ущільнення опорної поверхні у залежності від кратності проїзду осей оцінюється відповідним збільшенням значення CI у 1,85 раз при проїзді 10 осей і до 2,80 при проїзді 50 осей [8]. Короткі характеристики відтворюваної опорної поверхні визначені лабораторним шляхом та за допомогою інженерного пенетрометра ПТ-1 на Міжнародному центрі миротворчості та безпеки (МЦМБ) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1– Короткі характеристики ОП

Тип і стан ОП	Густина непорушеної структури ґрунту, г/см ³	Вологість, %	CI, кПа
Суглинок вологий, легкий	1,88	23,5	610

Як базовий автомобіль було вибрано МАЗ 6317, короткі технічні дані якого наведені в таблиці 2.

Таблиця 2– Короткі технічні характеристики МАЗ 6317

Модель	Повна маса, кг	Навантаження на осі, кг		Шини
		Передня	Задні*	
МАЗ 6317	25150	7150	18000	550/72R21

Результати моделювання руху повнопривідного автомобіля МАЗ 6317 по вологому суглинку наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати моделювання

Тиск в шинах I осі, МПа	Тиск шинах II осі, МПа	Тиск в шинах III осі, МПа	V_{max} , км/год
0,5 (max)	0,5 (max)	0,5 (max)	21.8
0,25 (50%)	0,35 (70%)	0,5 (100%)	27.9
0,08 (min)	0,08 (min)	0,08 (min)	27.9

Висновки. В результаті моделювання визначено максимально можливу швидкість при мінімальному та максимальному тиску в шинах, а також було визначено оптимальний розподіл тиску по осях автомобіля при якому можна уникнути втрати чи пошкодження шини не втрачаючи при цьому показників прохідності. Як показали численні дослідження фізико-механічні характеристики опорної поверхні покращуються при проходженні кожної наступної осі, тому централізоване зниження тиску у шинах є недоцільним. За результатами моделювання можна зробити висновок, що оптимальним рішенням є 20-30% збільшення тиску в шинах осей у напрямку протилежному до руху автомобіля. Даними моделювання можна скористатися при розробці децентралізованої системи керування тиском у шинах.

Список використаних джерел

1. Wong, Y. J. (1993). [Theory of ground vehicle London]. London – New York, Mc-GrawHill Booh Comp., 423.
2. Lessem, A., Mason, G., Ahlvin, R. (1996). [Stochastic vehicle mobility forecasts using the NRMM]. Journal of Terramechanics, 33(6), 273-280.
3. Freitag D.R. (1965). [A dimensional analysis of the performance of the pneumatic tires soft soil]. US Army Waterways Experimental Station. Report, 3-688, 1965.
4. He, R., Sandu, C., Khan, A. R., Gutherie, A. G., Els, P. S. & Hammersma, H. A. (2019). [Review of terramechanics models and their applicability to real-time applications]. Journal of terramechanics, 81(2), 3-22
5. Maclaurin B. (2018). [High Speed Off-Road Vehicles: Suspensions, Tracks, Wheels and Dynamics]. London, Wiley, 249. Retrieved from <https://www.wiley.com/enua/High+Speed+Off+Road+Vehicles:+Suspensions,+Tracks,+Wheels+and+Dynamics-p-9781119258810>.
6. Lutz J. (2003). [Mobility of ground vehicles. US military view a overview primer and reference source guide]. Quent systems Inc., 101.
7. Larminie J.C. (1992). [Modifications to the mean maximum pressure system]. Journal of Terramechanics, 29(2), 239-255. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/002248989290029J/>.
8. Грубель М.Г., Крайник Л.В., Хома В.В. Імітаційне моделювання руху колісної військової автомобільної техніки бездоріжжям та оцінка його адекватності./ М.Г. Грубель, Л.В. Крайник, В.В. Хома // Науково-виробничий журнал “Автошляховик України”. Київ, 2020. -№ 2.-С. 21-28.
9. Грубель М.Г., Фтемов Ю.О., Хома В.В. Експериментальні дослідження параметрів опорної прохідності зразків колісної військової автомобільної техніки./ М.Г. Грубель, Ю.О. Фтемов, В.В. Хома // Науково-технічний журнал “Системи озброєння та військова техніка”. Харків: Харківський НУПС, 2019. -№ 4(60) - С.7-15.

Хома Віталій Васильович – аспірант кафедри автомобілебудування, Національний Університет «Львівська політехніка», e-mail: homa.v@hotmail.com

Khoma Vitaliy - Postgraduate Student, Department of Automotive Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: homa.v@hotmail.com

УДК 681.518.5

Худяков І. В., к.т.н.; Грицук І. В., д.т.н. проф.; Український Є. О., к.т.н.;
Володарець М. В., к.т.н.; Рижова В. Ю.

ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВОДІЯ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В статті виконано аналіз особливостей дистанційного визначення режимів роботи водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні. Розробляються сучасні методи і заходи, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль режимів роботи водія в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ.

The article analyzes the features of remote determination of driver modes in the system of information monitoring of vehicles in Ukraine. Modern methods and measures are being developed to allow remote control of the driver's operating modes in the information monitoring system of the technical condition of the vehicle.

Вступ. В основу інформаційних задач експлуатації транспорту покладена практична реалізація синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі глобальної мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації. Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційних технологій моніторингу руху транспортних засобів (ТЗ) дозволяє в умовах експлуатації забезпечувати розв'язання задач інформатизації робочих процесів завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів, так і засобів комунікацій та інформаційних можливостей самих транспортних засобів [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Більшість відомих систем моніторингу ТЗ, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами зв'язку і великими об'ємами даних [2 - 5]. Так, система моніторингу машин Caterpillar у своїй роботі використовує пристрої Product Link, що забезпечують двосторонній обмін інформацією між вбудованими системами спеціальної дорожньої техніки (СДТ) або ТЗ і комп'ютером власника СДТ через інтернет-портал Dealer Storefront [6, 7]. Відомо, що з 2006 р. використовується проект мобільної й спільної діяльності європейських мереж надзвичайної допомоги ТЗ - інтегрована система Mucarevent (ЄС) [6, 8]. Проект спрямований на розвиток конкуренції в сфері автосервісу й виходить із припущення, що бортова діагностична система OBD не завжди точно визначає можливі причини відмов автомобіля й тому потрібна додаткова інформація, у тому числі консультації експертів. Інтегрована система MRLN (США) [6, 9] використовується для військових транспортних засобів, наприклад система дистанційної мережевої логістики експлуатації MRLN випробовувалася в 2005 р. у реальних умовах експлуатації для колісних транспортерів Stryker сухопутних військ США. MRLN дозволяє використовувати можливості інтерактивних електронних технічних засобів IETM (Interactive Electronic Technical Manuals) і електронної експлуатаційної системи EMS (Electronic Maintenance System), що прийняті і використовуються в збройних силах США.

В Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (ХНАДУ) розроблена загальна експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ [2, 3], що базується на офіційних регламентуючих документах. Для її реалізації спільно з фахівцями Херсонської державної морської академії (ХДМА) і Національного транспортного університету (НТУ) розроблений ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» для здійснення ідентифікації, моніторингу параметрів технічного стану, діагностування, ідентифікації умов експлуатації транспортних засобів в умовах ITS [4].

Компанія-виробник Mobileye [10] надає апаратно-програмний комплекс допомоги водієві, за допомогою використання даних з відеокамери і бортового комп'ютера (датчик

швидкості, сигнали повороту, датчик гальма тощо). Відомі також компанії Bosch Mobility Solutions [11] і TRW Automotive [12], що розробляють рішення для підвищення безпеки пасажирів та інших учасників дорожнього руху у швидко зростаючому сегменті сучасних систем допомоги водієві.

В частині комплексного контролю експлуатації ТЗ основним недоліком названих систем і програм є відсутність одночасної оцінки дотримання режимів роботи водія, фізичного стану водія, неможливість забезпечення взаємозв'язку між витратою палива ТЗ, параметрами технічного стану ТЗ та режимів роботи водія, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі [13] тощо.

Постановка задачі. Розробка сучасних методів і заходів, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль режимів роботи водія в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ. Для цього потрібно виконати аналіз можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ в Україні і формування структурної схеми проведення подальшого дослідження і формування інформаційної системи для можливого одночасного урахування особливостей конструкції і оснащення ТЗ, режимів експлуатації ТЗ, режимів роботи водія, фізичного стану водія та забезпечення їх системної взаємодії в умовах експлуатації.

Основний матеріал. Одним із можливих перспективних варіантів систем моніторингу ТЗ в умовах експлуатації є використання, розробленої спільно ХДМА, НТУ і ХНАДУ інформаційної моделі ППК управління безпекою і працездатністю ТЗ («Motor Vehicle Safety and Performance Management» (в подальшому - MVSPM)). Система має особливість, що полягає в одночасному моніторингу безпосередньо параметрів ТЗ, забезпечує дистанційну перевірку режимів роботи водія, фізичний стан водія, екологічні показники ТЗ, порушення швидкісного режиму тощо сучасним ППК у процесі визначення параметрів технічного стану ТЗ засобами ITS.

Для виконання аналізу можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ в Україні був проведений моніторинг параметрів технічного стану ТЗ і режимів роботи водія на основі ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841LS, реєстраційний номер AA5113TA, під час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна). На протязі руху ТЗ на відстані 3027,66 км проводилась фіксація основних експлуатаційних параметрів ТЗ та режимів роботи водія існуючими в Україні методами спостереження в реальному часі.

Реєстрація витрати палива проводилась додатковими технічними засобами, встановленими на ТЗ. Крім того проводилась реєстрація режимів роботи водія вказаного ТЗ в умовах експлуатації. На рис. 2 показані основні результати моніторингу параметрів витрати палива і режимів роботи водія під час дослідного спостереження.

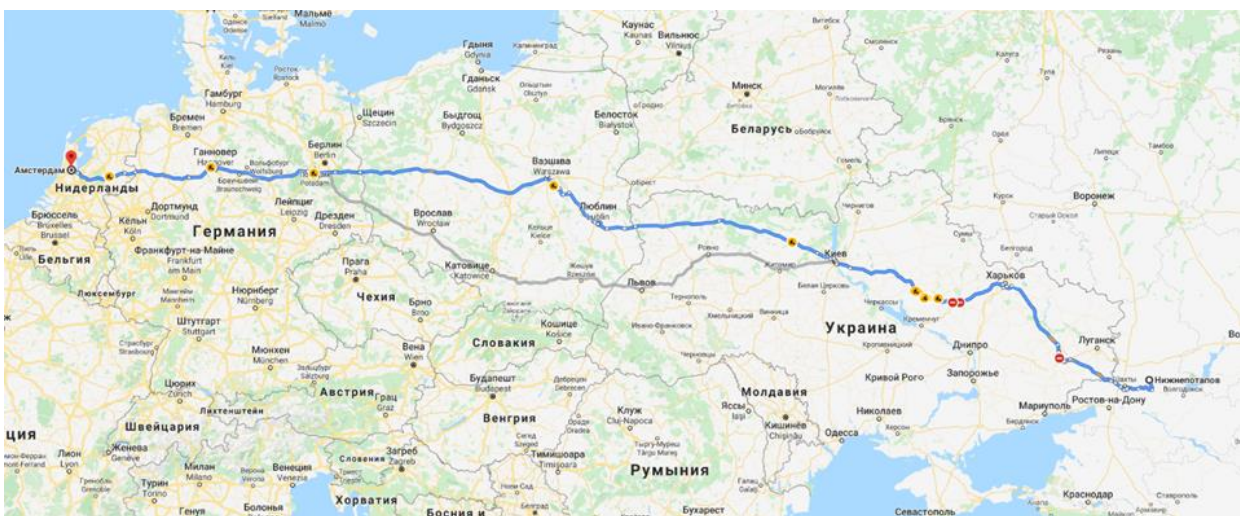


Рисунок 1 Трекінг ТЗ на мапі спостереження час рейсу ТЗ за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна)

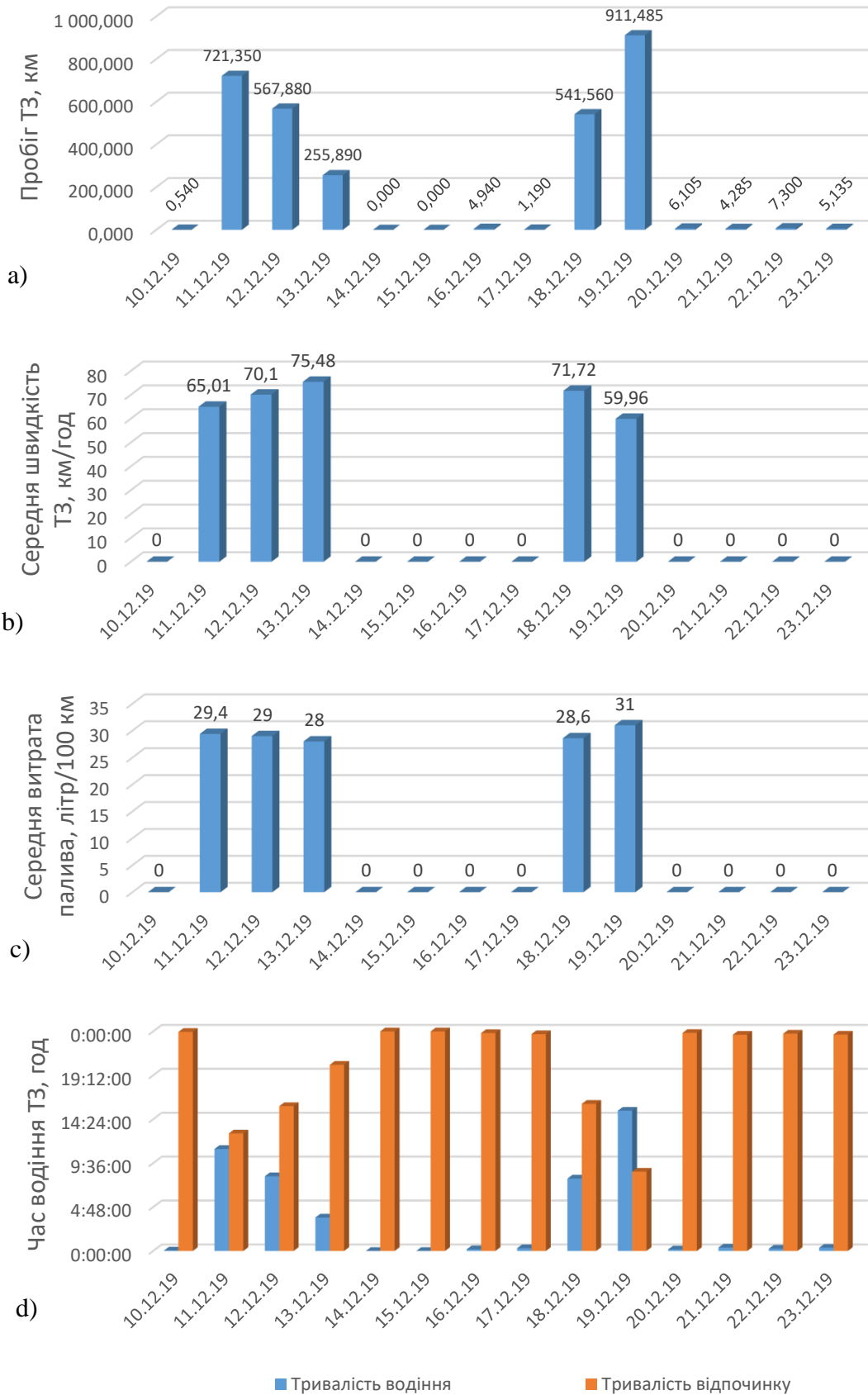


Рисунок 2 Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ:

- а) результати реєстрації пробігу ТЗ під час спостереження, б) середня швидкість, в) середня витрата палива, г) результати реєстрації основних режимів праці та відпочинку водія за період спостереження

В результаті проведеного аналізу отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та режимів роботи водія, можливо впевнено говорити, що:

- в автоматичному режимі, одночасно з параметрами технічного стану ТЗ, у власника ТЗ не проводиться реєстрація режимів роботи водія в реальному часі експлуатації ТЗ. Це робиться після закінчення рейсу. Тобто спостерігати за зміною параметрів ТЗ при наявності точної інформації про режимів роботи водія водії ТЗ не можливо;

- у результаті моніторингу параметрів стану ТЗ видно у власника, що параметри витрати палива ТЗ мають зв'язок тільки із середньою швидкістю ТЗ, але виводяться на реєстрацію вони у вигляді середніх значень витрати палива, що на сьогоднішній час не достатньо. До інших параметрів стану ТЗ доступу власники ТЗ не мають. Моніторинг параметрів ТЗ здійснюється на основі договорів. Реєстрація параметрів режимів роботи водія здійснюється за допомогою приладів в кабіні ТЗ без можливості дистанційного моніторингу.

Таким чином, існуючі в Україні системи дистанційного моніторингу параметрів стану ТЗ і режимів роботи водія на сьогоднішній день, не забезпечують можливості отримати системну інформацію в достатньому обсязі про зміну параметрів стану ТЗ у відповідності до змін режимів роботи водія і кваліфікації і досвіду водіїв.

Для вирішення вказаної задачі авторами пропонується провести дослідження, яке ставить за мету встановлення і розробку системних методів і засобів, дозволяючих проводити дистанційний моніторинг технічного стану вантажного ТЗ (автобусу) і режимів роботи водія водіїв, з урахуванням умов їх експлуатації. Система моніторингу повинна охоплювати основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі режимів роботи водія, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни режимів роботи водія в залежності від стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації.

Висновки. Виконаний аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні. Проведено аналіз отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та РПВВ. Запропонована розробка системи інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ і РПВВ в умовах експлуатації.

Список використаних джерел

1. Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Комов О.Б., Грицук І.В. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х. : НТУ «ХПІ». 2013. № 29 (1002). с.138-144.
2. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Шурко Г.К., Волков Ю.В. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. Х. : НТУ «ХПІ», 2017. № 14 (1236). С. 10–20.
3. Говорущенко Н.Я. Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
4. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів Монографія Харків: Вид-во Панов А. М., 2018. - 298 с.
5. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 2014. – 312 с.
6. Golovin S.F. (2008), "Technical service transport machinery and equipment", ["Techniceskij servis transportnich machin"], Moskva. Alfa M. INFRA - M, 2008, 288p.
7. (2014), "Remote Monitoring System / Zeppelin - Car", ["Sistema udalennogo monitoringa / Zeppelin - Car"], :http://www.zeppelin.ua/products/automatic_monitoring/ 21.02.2014.
8. (2014), "Automotive", ["SAE internationalTM"], <http://www.sae.org/automotive/> 21.02.2014.

9. Maintainer's Remote Logistics Network. MRLN Remote Diagnostics. Press Release: Ruggedized Command & Control Solutions (Division of L-3 Communications). San Diego, California. 2004. 3 p.

10. Mobileye. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.mobile-eye.ru/> (дата звернення: 07.11.2017).

11. Bosch Mobility Solutions. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.bosch-mobility-solutions.com/en/> (дата звернення: 07.11.2017).

12. TRW Automotive. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.trw.com/> (дата звернення: 07.11.2017)

Худяков Ігор Валентинович к.т.н., старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Грицук Ігор Валерійович – д.т.н., професор, професор кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Володарець Микита Віталійович - к.т.н., старший викладач, кафедри «Теплотехніки та теплових двигунів», Український державний університет залізничного транспорту, e-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

Український Євген Олександрович – к. т. н., доцент кафедри автомобільного транспорту ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», E-mail: e.a.ukrainskyi@gmail.com

Рижова Вікторія Юріївна – старший викладач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Міжнародний технологічний університет "Миколаївська політехніка", e-mail: ryzhovavu@gmail.com

Khudyakov Igor – Ph. D. (Eng.), Senior Lecturer, Department of "Operation of Ship Power Plants", Kherson State Maritime Academy, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Hrytsuk Ihor - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Volodarets Mykita - Ph. D. (Eng.), Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Heat Engines, Ukrainian State University of Railway Transport, e-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

Ukrainskii Yevhen - Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Road Transport, Azov State Technical University, E-mail: e.a.ukrainskyi@gmail.com

Ryzhova Victoria - Senior Lecturer of the Department "Cars and Automotive Industry", International Technological University "Nikolaev Polytechnic", e-mail: ryzhovavu@gmail.com

УДК 629.113

Цимбал С. В., к.т.н., доц.; Цимбал О. В.; Коваль Р. В.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Визначені стратегії та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів. Розглянуті основні напрями розвитку потенціалу автотранспорту України на міжнародному ринку. Сформувааний загальний транспортний простір, як можлива форма інтеграції автомобільного транспорту та транспортних засобів, яка потребує реалізації низки цілей задля перспективи розвитку транспортної галузі.

Strategies and perspectives for the development of motor transport and vehicles are defined. The main directions of development of the potential of Ukraine's motor transport on the international market are considered. The general transport space has been formed as a possible form of integration of automobile transport and transport vehicles, which requires the realization of a number of goals..

Вступ. Транспорт - одна з найважливіших галузей господарства, що виконує функцію своєрідної кровоносної системи в складному організмі країни. Він не тільки забезпечує потреби господарства і населення в перевезеннях, але разом з містами утворює «каркас» території, є найбільшою складовою частиною інфраструктури, служить матеріально-технічною базою формування і розвитку територіального поділу праці, робить істотний вплив на динамічність і ефективність соціально-економічного розвитку окремих регіонів і країни в цілому. Від ефективності роботи транспортного комплексу країни залежить якість життя, економічний розвиток і конкурентоспроможність населення. Доступ до безпечних та якісних транспортних послуг визначає вплив на функціонування та розвиток інших галузей економіки. В основі транспортного комплексу країни лежить його інфраструктура, яка поєднує виробництво зі споживачами, постачальниками та партнерами. Розширена інфраструктура не тільки допомагає ефективно та вчасно доставляти продукцію, але й знижує транспортні витрати. Україна розташована на перетині Західної Європи та Східної Азії, має широкую транспортну мережу та розвинені всі види сучасного транспорту, тому транспортно-дорожній комплекс України має великий потенціал для розвитку.

Постановка проблеми. Наразі вирішення проблеми економічного розвитку України є однією з перших цілей нашої країни. При цьому особлива увага приділяється транспортній інфраструктурі, яка є ключовою ланкою розвитку національної економіки та підвищення якості життя. Для розвитку вітчизняної економіки важливим є підвищення ролі транспортного комплексу, який забезпечує життєдіяльність, якісний розвиток національної економіки, підтримання обороноздатності, налагодження високоефективних зовнішньоекономічних зв'язків.

Метою даної роботи є визначення стратегій та перспектив розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів. Безпосередньо саме дослідження передбачає дослідження таких завдань:

- визначити причину проблеми розвитку автомобільного транспорту;
- дослідити та чітко окреслити проблеми, що постали перед Україною на шляху розвитку автомобільного транспорту;
- висвітлити стратегії та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів.

Аналіз існуючих рішень. В країнах з розвиненою економічною діяльністю транспорт - є основою успішного функціонування суб'єктів господарювання, формування налагодженої транспортної системи забезпечує підвищення ефективності економічних процесів та зниження загальних витрат підприємств.

На сьогодні транспортна система України і транспортні засоби в цілому знаходяться у прірві розмежування між виробничою сферою та сферою послуг. Наразі транспорт не створює жодних матеріальних цінностей, а тільки забезпечує перевезення вантажів і людей, розвиваючи зв'язки між підприємствами, галузями та регіонами. Тому цей процес викликає все більше і більше запитань та спонукає до вирішення даної проблеми.

Актуальність дослідження полягає у з'ясуванні проблем щодо розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів [1,с.238]

Транспорт – основна галузь господарства. Людство використовує транспорт лише для власних потреб або для переміщення вантажів. Але особливістю автомобільного транспорту тільки забезпечення зв'язків між підприємствами та галузями, але і між регіонами країни та зарубіжними державами. Без транспортних засобів ми б не змогли реалізувати процес сучасного виробництва, який потребує зв'язків з постачальниками сировини та продукції. Сьогодні нагадує нам, що усього 9,4% працюючих зайнято у транспорті, що є проблемою для неодмінного вирішення.

На сьогодні в галузі існує велика кількість проблем, які потребують негайного та першочергового вирішення. Насамперед, існування великого рівня зношеності основних засобів інфраструктурних об'єктів, становить загрозу для виникнення аварійних ситуацій, а в кінцевому результаті до нестабільного функціонування економіки та національної безпеки країни. Поганий стан інфраструктурного сектору зумовлює низьку якість інфраструктурних послуг. Низька якість транспортної інфраструктури призводить до додаткових непродуктивних витрат, які фактично гальмують ріст реального ВВП. При цьому інфраструктура як галузь економічної діяльності посідає досить важливе місце в економіці України, забезпечуючи приблизно 15% ВВП [2, с.75].

Основними напрямками розвитку потенціалу автотранспорту України на міжнародному ринку мають бути такі:

– пріоритетні напрями в освоєнні транспортних коридорів, обсягів транзитних, місцевих та експортно-імпортних перевезень, іноземного туризму, прискорення просування транспортних засобів на прикордонних переходах.

– створення законодавчої та нормативної бази, яка регламентує умови роботи служб міжнародних автомобільних перевезень, пунктів автомобільного сервісу, їхню взаємодію з підприємствами галузей інфраструктури країни в процесі транспортного забезпечення зовнішньоекономічних зв'язків.

– перехід на міжнародні стандарти і правила, що застосовуються при будівництві об'єктів автомобільного сервісу, транспортних комунікацій, при виробництві транспортних засобів.

– розробка нових правил надання сервісу для транспортних засобів і їхніх екіпажів умов транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників.

– забезпечення безпечної роботи на транспорті всередині і за межами країни.

Потенційне зростання транзитного вантажопотоку вимагає від держав системної узгодженої роботи, направленої на створення умов для розвитку транспортної інфраструктури [3, с 126-129].

Стратегічною метою є формування загального транспортного простору, як можливої форми інтеграції автомобільного транспорту та транспортних засобів, яка потребує реалізації певних цілей задля перспективи розвитку транспортної галузі в цілому, а саме:

- забезпечення інноваційного розвитку транспортних технологій;
- впровадження технологічної прогресивності автомобільного транспорту та транспортних засобів;
- підвищення енергоефективності транспортних засобів і технологій;
- використання високотехнологічних та ергономічних транспортних засобів, принципів мультимодальності, супутникової навігації, інтелектуальних транспортних систем, інформаційних технологій, електронного документообігу;

- забезпечення транспортної доступності для населення, високої мобільності трудових ресурсів, збільшення дальності та скорочення часу поїздки пасажирів у мегаполісах;
- насичення автомобілізацією розвинутих країнах, її подальше стримування у містах завдяки розвитку громадського мускульного транспорту[4].

На основі проведених досліджень можемо дійти висновку, що з кожним роком автомобільний транспорт все ж таки рухається до розвитку, але дуже маленькими кроками, тому Україні слід пришвидшити темп та активніше залучатись до досвіду іноземних країн-партнерів задля щасливого майбутнього зі «здоровим», потужним та «розумним» автомобільним транспортом та транспортними засобами.

Висновки. Транспортна галузь України має високий потенціал порівняно з іншими європейськими країнами завдяки вигідному географічному розташуванню та обсягу автомобільних вантажних перевезень. Прибутки регіону сильно залежать від витрат на енергоносії, коливань валютних курсів, квот і міжнародних потоків з інших країн. Заходи щодо підвищення економічної безпеки та збільшення державної підтримки можуть мати значний вплив на транспортний сектор та національне економічне зростання України.

Список використаних джерел

1. Гудима Р.Р. Проблемні аспекти розвитку транспортної інфраструктури України / Гудима Р.Р. // Проблеми і перспективи розвитку національної економіки в умовах євроінтеграції та світової фінансово-економічної кризи. Чернівці / МФУ, БДФА та ін. гол. ред. В.В.Прядко – Чернівці, 2009. – с.238 – 239.
2. Мягких І.М. Роль і місце автомобільного транспорту в системі споживчої кооперації та напрями покращення транспортних послуг в Україні / Мягких І.М. // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 7. – с. 71 – 75.
3. Партола А.І. Аналіз транспортно-логістичного комплексу України. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2016. № 9. С. 126–129.
4. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: закон України від 30 травня 2018 р. №430-р // Розпорядження Кабінету Міністрів України - 2018. - [Електронний ресурс].-Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>

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

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

Коваль Руслана Володимирівна – студентка, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ruslaaana69@gmail.com

Tsymbal Serhii - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Tsymbal Olga - Assistant of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: unicorne@ukr.net

Koval Ruslana - student, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ruslaaana69@gmail.com

УДК 656.132

Чуйко С. П., д-р. філософ.; Кравченко О. П., д.т.н., проф.

ОПТИМІЗАЦІЯ СОЦІАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Функціонування громадського транспорту, як передусім соціального явища, призводить до реалізації значного соціального ефекту. Методи і важелі управління системою міських автобусних перевезень, в частині якості, зумовлено організаційними, техніко-технологічної, соціальної і правовими факторами. Чим більш розгорнутий і якісний рівень перевезень, тим більший соціальний ефект. Це також підвищує якість обслуговування пасажирів та використання автобусів підвищеної комфортності.

The functioning of public transport, primarily a social phenomenon, leads to a significant social effect. Methods and levers of management of the system of urban bus transportation, in terms of quality, due to organizational, technical, technological, social and legal factors. The more detailed and high-quality level of transportation, the greater the social effect. It also improves the quality of passenger service and the use of luxury buses.

Вступ. Міські автобусні перевезення, в найближчій перспективі, залишаються для більшості міст України основним видом пасажирських перевезень і мають велике соціальне значення.

На сучасному етапі розвитку міських пасажирських транспортних систем одним із найважливіших завдань є створення економічної, безпечної та екологічно чистої системи міського пасажирського транспорту, орієнтованої на інтереси транспортних підприємств, умовам ринку, суспільства в цілому.

На даний час в Україні реалізуються проекти з розвитку міського громадського транспорту, які фінансуються за рахунок кредитних коштів від міжнародних фінансових організацій. Ціль проектів полягає у реалізації підпроектів з розвитку міського пасажирського транспорту в містах, спрямованих на розвиток екологічно чистого та соціально значущого транспорту, що включає заходи з оновлення парку транспортних засобів, серед яких придбання автобусів підвищеної комфортності, електробусів і реконструкції маршрутної мережі [1].

Удосконалення міських пасажирських перевезень, як соціальна складова, складається із забезпечення інтересів пасажирів, як споживача транспортних послуг, з відображенням суспільних інтересів. У першу чергу повинні бути враховані такі характеристики якості послуг з перевезення пасажирів, як безпека перевезень для життя і здоров'я пасажирів та персоналу, зручність і комфортність перевезень, зберігання навколишнього середовища [2].

Незважаючи на цілий ряд заходів, які направлені на удосконалення транспортного обслуговування населення, організація міських автобусних перевезень та якість обслуговування пасажирів ще не повністю відповідає сучасним вимогам.

Одночасно погіршуються соціальні стандарти якості пасажирських перевезень за такими показниками, як наповненість транспортного засобу, забезпечення автобусами великої місткості, підвищення комфортності перевезення шляхом введення автобусів з кондиціонером, створення законодавчо закріплених умов, забезпечення доступності послуг пасажирського транспорту для населення та регулярність руху. Завдання визначення кількості рухомого складу, рівня комфортності, в більшості методів вирішується без повного урегулювання інтересів пасажирів.

Наразі реформування міської пасажирської транспортної системи вимагає не тільки державного регулювання функціонування транспортних підприємств, але й обґрунтування методів і засобів оптимізації їх діяльності, зокрема організаційної силами замовника перевезень та самих автопідприємств.

Підвищення соціальної ефективності громадського транспорту має визначальну роль у соціально-економічному розвитку великих міст. Якісний транспорт сприяє покращенню культурно-економічних відносин між окремими регіонами, безперервного перевезення пасажирів для виробничих та особистих потреб, що стає основою для покращення умов та рівня життя громадян.

Метою роботи є реалізація соціально-економічних принципів при експлуатації автобусів з кондиціонером на міських маршрутах.

Соціальна ефективність та якість автобусних перевезень. Соціально-економічні реформи України зумовили радикальну структурну зміну автотранспорту для міських маршрутних перевезень. На місці структур централізованого галузевого управління автотранспортом поступово формується нова система, що відповідає вимогам ринкової економіки, заснована на факторах використання автобусів підвищеної комфортності, що поєднує адміністративні та економічні важелі управління.

В якості основного критерію пропонується рівень транспортного обслуговування, а показниками оцінки ефективності роботи – техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники, які включають показники собівартості перевезень та продуктивність роботи транспортної системи [3].

При дослідженні ефективності функціонування впливу транспортної системи на соціальну складову науковцями В.П. Матейчик, В.О. Хрутьба, І. В. Грицук, О.Д. Гульчак, В.О. Вдовиченко, М.Є. Кристопчук та ін. розглядалися різні критерії та показники. При цьому наголошується, що застосування одного критерію чи показника є все ж недостатнім.

На думку авторів [4] соціальна ефективність може бути визначена через оцінку зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування при звичайному та експресному режимах руху, через розрахунок транспортної втомлюваності пасажирів. При однаковому співвідношенні автобусів на лінії загальні витрати мінімальні, що задовольняє як інтереси транспортного підприємства, так і інтереси пасажирів.

У науковій роботі Колісника Г.М. соціально-економічна ефективність розглядається як «сукупність відносин з приводу досягнення кінцевого соціального результату – більш повного задоволення потреб суспільства в продуктах, послугах та інформації для забезпечення зростання добробуту і всебічного, гармонійного розвитку особистості» [5].

Результати досліджень, наведені у [6] свідчать про те, що найважливішими з точки зору пасажирів показниками якості транспортних послуг міського пасажирського транспорту (в порядку спадання вагомості факторів) є: безпека та комфорт поїздки, її тривалість та надійність, зручність розташування зупинок, культура обслуговування, вартість проїзду та екологічна безпека.

Аналогічні підходи до якості надання послуг міським пасажирським транспортом застосовують закордонні науковці. Відзначається, що наряду з ефективністю перевезень, що може відображати різні сторони перевізного процесу, якість як категорія є оцінкою рівня надання транспортних послуг виключно з позиції пасажирів [7]. З введенням в експлуатацію сучасних автобусів, в конструкції яких передбачено кондиціонер, одним з важливіших факторів розвитку транспорту є комфортність його використання населенням.

Європейський стандарт EN 13 816 (2003) визначає показники для вимірювання якості громадського транспорту: час, доступність, комфорт, інформація, обслуговування клієнтів, безпека перевезень, вплив на навколишнє середовище (забруднення і шум).

Отже, чим кращим є розуміння потреб користувачів транспортних послуг, тим точнішим і ефективнішим є програмування соціальних послуг (рис. 1).

Технологічний процес міських автобусних перевезень включає сукупність методів використання ресурсів, які поєднанні з інтересами учасників транспортного процесу. Завданнями технологічної організації перевезень є виявлення і використання організаційних, економічних, техніко-технологічних, соціальних та інших закономірних факторів надання перевізних послуг автобусами на міських маршрутах (табл. 1).



Рисунок 1 – Інтереси учасників транспортного процесу за соціальною складовою

Таке розгалуження спрямоване для повнішого вивчення інтересів учасників транспортного процесу як складової задоволення потреб у перевезеннях, при дотриманні законодавчих норм, що стосується якості транспортного обслуговування пасажирів.

Таблиця 1 – Фактори управління системою пасажирських міських перевезень

Фактори	Характеристика впливу
Організаційні	1. Досконалість організації перевізного процесу. 2. Усунення дублювання маршрутів. 3. Запровадження системи GPS супутникового моніторингу міського транспорту
Економічні	1. Запровадження оплати проїзду в залежності від відстані поїздки. 2. Повне відшкодування перевізникам за пільгове перевезення пасажирів. 3. Реформування діючої системи пільг за поїзд.
Техніко-технологічні	1. Розширення транспортного парку і його оновлення. 2. Придбання автобусів з підвищеними комфортними властивостями. 3. Використання сучасних інтелектуальних технологій.
Соціальні	1. Підвищення якості транспортного обслуговування населення. 2. Соціальна доступність усіх слоїв населення до перевезень. 3. Адекватність тарифів перевезень з достатком населення. 4. Підвищення кваліфікації працівників автомобільного транспорту.
Правові	1. Забезпечення чіткості і прозорості законодавчої бази в системі перевезень 2. Створити законодавчо закріплені умови комфортності міських перевезень
Екологічні	1. Допуск до перевезень рухомим складом з вищими екологічними стандартами.

Разом з тим, експериментальні дослідження [8] показують, що підвищення комфортності транспортних засобів тягне за собою зріст капітальних і експлуатаційних витрат на транспорті.

Це свідчить, що соціальний характер послуг з перевезення пасажирів потребує підпорядкованості цілей економічного зростання першочергової мети соціального розвитку.

У свою чергу, економічне зростання системи міського пасажирського транспорту має впливати на рівень задоволення потреб пасажирів, супроводжуватись зростанням якості перевезень, тобто призводити до соціального розвитку системи.

В даний час приділяється велика увага розвитку технічних засобів щодо забезпечення комфортного мікроклімату у транспортних засобах.

З плином часу, вимоги до мікроклімату салонів автобусів мають змінюватись із введення в експлуатацію міських автобусів оснащених кондиціонером.

Ефективність моніторингу транспортного процесу міських перевезень автобусами з підвищеними комфортними властивостями важливо розглядати в чотирьох площинах: позитивний соціальний ефект, економічна доцільність, оптимальна витрата палива при роботі з кондиціонером, покращення транспортної системи міста.

Реалізація цих заходів, так як і інших, потребує певних витрат, в першу чергу від перевізника. Відтак, важливість і соціальну доцільність цих витрат складно переоцінити.

При розробці стратегії розвитку системи міських автобусних перевезень доцільно враховувати як економічний так і соціальний ефект, і навіть встановлювати компроміс між рівнем економічної та соціальної ефективності.

Економічний ефект може бути розрахований як економія витрати палива (внаслідок запровадження ефективного використання кондиціонера, введення в експлуатацію автобусів більшої місткості, сумарного пробігу, запровадження GPS моніторингу транспортного процесу) з розрахунку на одного пасажирів, за підходами [8, 9]:

$$E_s = \sum_{k=0}^3 \frac{L_k \cdot P_k \cdot C_n}{100 \cdot N_k \cdot q_n}, \quad (1)$$

де k – тип автобусів, які експлуатуються на маршруті: при $k = 1$ - автобуси відповідної місткості (варіант 1), які працюють на дизельному паливі; при $k = 2$ - автобуси відповідної місткості (варіант 2), які працюють на дизельному паливі; $k = 3$ – автобуси більшої місткості, які працюють з кондиціонером (у визначений період); L_k – сумарний пробіг всіх автобусів типу k , км; P_k – витрата палива автобусами типу k , грн/100км; C_n – ціна палива, яке використовують автобуси типу k , грн.; N_k – кількість автобусів типу k , од. q_n – пасажиромісткість автобуса типу k , чол.

Відповідно, економічний ефект заходів науково-технічного прогресу за розрахунковий період становить

$$E_{st} = R_{st} - V_{st}, \quad (2)$$

де R_{st} – вартісна оцінка результатів здійснення заходів за розрахунковий період, грн.; V_{st} – вартісна оцінка витрат на здійснення заходу технічного прогресу за розрахунковий період, грн.

Одним із критеріїв, що враховує соціальне значення результатів функціонування транспорту, може бути використаний зекономлений за поїзду час.

Позитивний соціальний ефект може бути оцінено обсягом перевезених пасажирів, а також зниженням тимчасових затримок, зв'язаних з часом очікування автобуса, часом простою автобуса на планових зупинках, заторах, інших факторах, що характеризують складність маршруту. Для того, щоб об'єднати часові показники доставки пасажирів між регіонами маршрутної мережі в єдиний показник соціальної ефективності, їх необхідно привести до єдиної бази (на одного перевезеного пасажирів):

$$PR = \frac{\sum t_{l-m}^{gost}}{\sum_{k=1}^2 N_k \cdot q_k}, \quad (3)$$

де l – район відправлення; m – порядковий номер прибуття; $t_{l-m}^{дост}$ – час доставки пасажирів із району l в район m , хв.

Зниження часу доставки пасажирів зумовлено, зокрема, скороченням затримок рухомого складу на технологічних зупинках, що може бути досягнуто заміною автобусів малого класу автобусами великої місткості.

Проведеними дослідженнями [8, 9] підтверджено, що використання на маршруті автобусів з кондиціонером з більшою пасажиромісткістю приводить до зменшення витрат на паливо, чим підвищує соціальний ефект надання послуг.

Позитивний соціальний ефект також полягає у можливості використання дистанційної супутникової системи GPS моніторингу за роботою автобусів на маршрутах. Це дозволяє:

- підвищити безпеку руху та втрати від дорожньо-транспортних пригод;
- суттєво скоротити витрати палива;
- контроль за якістю надання транспортних послуг;
- інформувати користувачів послуг про прибуття автобусу на чергову зупинку;
- отримати додатковий ефект від суспільно корисної праці.

Висновки. Соціальна ефективність міських автобусних перевезень виявляється в результатах витрат на досягнення певного соціального ефекту. Чим вища якість громадського транспорту, тим вища його соціальна ефективність.

Велика кількість факторів, що впливають на ефективність функціонування міського пасажирського транспорту, дозволяє обирати стратегії і шляхи підвищення ефективності, дозволяє підприємству автомобільного транспорту успішно функціонувати в конкурентному середовищі, підвищувати прибутковість та ефективність всієї транспортної діяльності.

Результати дослідження можуть бути використані як складова соціального ефекту при плануванні або покращенні якості послуг автобусами з кондиціонером на міських маршрутах.

Різноманітність методів оцінки якості послуг пасажирського транспорту призначені для використання різноманітними автотранспортними підприємствами, які експлуатують автобуси з кондиціонерами та прагнуть підвищити транспортну привабливість.

Розглянуті методи оцінки якості пасажирських послуг вимагають удосконалення та систематизації показників якості. Для ефективного керування транспортним підприємством необхідно проводити оцінку задоволеності пасажирів, яка здатна впливати на рівень якості послуг пасажирського транспорту.

Список використаних джерел

1. Урядовий портал. Мінфін: у рамках реалізації проекту «Міський громадський транспорт України II» Україна отримає 200 млн євро на оновлення громадського транспорту. 29 листопада 2021 року. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/minfin-u-ramkah-realizaciyi-proektu-miskij-gromadskij-transport-ukrayin>.

2. Управління міським пасажирським транспортом: навч. посібник / К.Є. Вакуленко, К.В. Доля // Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 257 с.

3. Кристопчук М.Є. Соціально-економічна ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: Монографія / Кристопчук М.Є. Рівне: НУВГП, 2012. 158 с.

4. Вакуленко К.Є. Соціальна ефективність організації комбінованого режиму руху на автобусних маршрутах міста / К.Є. Вакуленко, Н.А. Соколова // Перша міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: тези доповідей, (21-23 травня 2019 р., Рівне). – Рівне: НУВГП, 2019 р. - С. 82-84.

5. Колісник Г.М. Соціально-економічна ефективність підтримки малого підприємництва в Україні та світі / Г.М. Колісник // Науковий вісник ЛНТУ. – Луцьк: ЛНТУ, 2004. – Вип. 14.4. – С. 202-211.
6. Кужель В.П. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажирів / В.П. Кужель, А.П. Іщенко, М.О. Бишко // Вісник СНУ ім. В. Даля, 2013. №5. – С. 274-278.
7. Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition: TRCP Report 165 / KFH Group [et. al.]. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2013. – 685 p.
8. Чуйко С.П. Зниження енергоємності автобусів категорії МЗ на міських маршрутах. Дис. ... докт. філософії: 274 Автомобільний транспорт. – К.: НТУ, 2021. – 210 с.
9. Makarova, I. Ensuring Sustainability of Public Transport System through Rational Management / I. Makarova, R. Khabibullin, A. Pashkevich, K. Shubenkova // Procedia Engineering. – 2017. – № 178. – P. 137-146.

Чуйко Сергій Петрович – доктор філософії, голова циклової комісії «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», Відокремлений структурний підрозділ Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету, e-mail: expertauto@ukr.net

Кравченко Олександр Петрович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: avtoap@ukr.net

Chuiko Serhiy - Ph. D., Chairman of the Cycle Commission "Transport Technologies (by Road)", Separate structural unit Zhytomyr Automobile and Road Vocational College of the National Transport University, e-mail: expertauto@ukr.net

Kravchenko Oleksandr - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: avtoap@ukr.net

УДК 656.025.4 : 519.872

Шарай С. М., к.т.н., доц.; Рой М. П.; Тугай Д. С.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Розроблені стратегії обслуговування замовлень на перевезення вантажів. Розглядається методика імітаційного моделювання взаємопов'язаних транспортних процесів при випадковій періодичності надходження замовлень на перевезення вантажів, які можуть виконуватись автотранспортними підприємствами при їх організаційно-технологічній взаємодії.

Strategies for servicing cargo orders have been developed. The method of simulation modeling of interconnected transport processes at random periodicity of receipt of orders for transportation of cargoes which can be executed by the motor transport enterprises at their organizational and technological interaction is considered.

Вступ. При виконанні процесу вантажних автомобільних перевезень автотранспортні підприємства, які надають послуги з перевезення вантажів, прагнуть отримати максимальний прибуток від виконання замовлень на перевезення. Автотранспортні підприємства можуть кооперуватися для виконання спільних виробничих задач, зокрема, для обслуговування замовлень на виконання перевезень вантажів. Замовлення, які виконуються одним або декількома перевізниками, повинні бути технологічно сумісними, а послідовність їх виконання має призводити до вищих показників ефективності. Потік замовлень на перевезення вантажів, які надходять транспортному підприємству, має стохастичний характер, замовлення мають випадкові взаємні часові зв'язки, вони характеризуються не лише випадковою тривалістю їх виконання, але і певними часовими вікнами, які мають певні допустимі межі їх виконання [1]. Якщо не враховувати характеристики постійних та випадкових замовлень, тоді при виконанні перевезень виникають затримки, які створюють проблеми для учасників транспортного процесу та знижують ефективність його виконання. Можливість визначати приховані залежності між прийняттям управлінських рішень та виконанням замовлень на перевезення вантажів за допомогою певного автоматизованого способу є актуальною задачею для автотранспортних підприємств [2-4].

Результати дослідження. Аналіз ймовірних спільних дії автотранспортних підприємств при виконанні замовлень на перевезення вантажів на предмет обміну матеріальними та інформаційними ресурсами з метою отримання короткотривалої або перспективної вигоди показав, що їх кооперація може існувати у таких діях:

- 1) надання партнеру по кооперації інформації про наявність готових замовлень в разі неможливості їх виконання власними автотранспортними засобами (АТЗ);
- 2) отримання від партнера по кооперації інформації про додаткові замовлення, які можна виконати власним парком АТЗ;
- 3) оренда у партнера по кооперації АТЗ для виконання замовлень, які залишились без виконання, але мають допустимі часові вікна для цього;
- 4) здача в оренду партнерові по кооперації власних АТЗ, які не задіяні впродовж поточного циклу і/або не будуть задіяні в майбутньому.

В зв'язку із тим, що процеси надходження на обслуговування замовлень на перевезення вантажів мають стохастичний характер, найбільш вдалим для їх аналізу та розподілу на обслуговування при взаємодії автотранспортних підприємств є засоби імітаційного моделювання [5].

Розглядається методика та алгоритм імітаційного моделювання процесу виконання заданого потоку замовлень на перевезення вантажів із раціональним розподілом АТЗ за критерієм мінімальних простоїв і мінімальних їздок без вантажу, що виконуються ними, при

організаційно-технологічній взаємодії автотранспортних підприємств. Вирішення задачі оптимізації плану виконання замовлень із використанням запропонованого алгоритму дозволяє отримати чисельне значення сумарного прибутку від виконання перевезень вантажів. Вираз для знаходження максимального прибутку має вид:

$$\begin{aligned} \Pi = & (R - R_z) \cdot P_r - (R_z - R) \cdot C_r - (R_z - R) \cdot C_z + \\ & + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^m \cdot (1 - x_{i,j}) \cdot P_z + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^m \cdot x_{i,j} \cdot P_m - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^m \cdot x_{i,j} \cdot C_m - \\ & - \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{i,j}^s \cdot x_{i,j} \cdot C_s \Rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

де $x_{i,j}$ – набуває значення «1», якщо замовлення виконується АТЗ підприємства, якому воно надійшло, і значення «0», якщо не виконується; $a_{i,j}^m$ – час руху m -го АТЗ під час виконання замовлення j , яке виконується після виконання замовлення i , год.; $a_{i,j}^s$ – витрати часу на простій АТЗ у пунктах відправлення і призначення вантажу, год.; R, R_z – відповідно кількість наявних АТЗ і фактично необхідних АТЗ для виконання заданої множини відомих замовлень. R_z є наперед заданою кількістю АТЗ, які використовуються в процесі виконання перевезень. Ця величина застосовується тому, що при кожному кроці моделювання спочатку невідомо, при якому значенні R_z числове значення критерію (1) буде максимальним. Тому величина R_z змінюється в межах $1 \leq R_z \leq R$, де R – максимальна кількість АТЗ (власних та орендованих), які можна залучити до перевезень. Очевидно, що $R < N$; N – кількість замовлень на перевезення вантажу; P_r – доходи підприємства від здачі АТЗ в оренду (враховується вартість оренди одиниці АТЗ), грн.; P_z – доходи підприємства від продажу інформації про замовлення, яке воно не може виконати із-за відсутності вільного АТЗ, грн.; P_m – доходи підприємства від виконання перевезень власним АТЗ, грн.; C_r – витрати на оренду АТЗ, грн.; C_z – витрати на придбання підприємством інформації про одне замовлення на виконання перевезення вантажів, грн.; C_m, C_s – витрати, які пов'язані із рухом АТЗ C_m і його простоем C_s грн/год.

В розробленій імітаційній моделі, алгоритм якої може бути змінений в залежності від стратегії обслуговування замовлень на перевезення вантажів, яка буде застосована в конкретному автотранспортному підприємстві, розглядаються три стратегії, якими передбачається випадкова періодичність надходження замовлень на перевезення.

Стратегія I передбачає, що до виконання приймаються всі замовлення, які надійшли до автотранспортного підприємства, та які генеруються випадковим чином і повторюються із випадковою періодичністю.

Стратегія II передбачає, що, у випадку відсутності замовлень на виконання перевезень вільним автотранспортним засобом АТЗ, такий транспортний засіб не залишається у транспортному пункті, який обслуговується автотранспортним підприємством, а переміщується у найближчий сусідній транспортний пункт того автотранспортного підприємства, де є в наявності невиконане замовлення. Тобто, у цьому варіанті пробіг без вантажу є допустимим. Він може компенсувати ймовірні простоя АТЗ через відсутність замовлень.

Стратегія III передбачає, що замовлення є випадковими (за обсягом перевезень, за часовим вікном), але вони виникають в приблизно прогнозовані моменти часу з прогнозованою періодичністю. Періодичність різних замовлень може відрізнятися, однак, можуть бути замовлення, які мають однакову періодичність.

Стратегії II та III відрізняються від стратегії I тим, що генерування нових замовлень виконується за допомогою величини періодичності їх надходження, яка, в залежності від обраної стратегії моделювання, може бути випадковою або постійною.

Характерними особливостями запропонованих стратегій є:

- для стратегії I – відсутність порожнього пробігу автотранспортного засобу, однак, спостерігається найбільша кількість відмов на обслуговування замовлення та простої АТЗ можуть бути довготривалими;
- для стратегії II – велика кількість виконуваних їздок із вантажем, але будуть виконуватись маршрути з порожнім пробігом при мінімальних простоях АТЗ;
- для стратегії III – кількість відмов в обслуговуванні замовлень буде мінімальною, тривалість пробігу з вантажем буде невеликою.

Використання розробленої методики та алгоритму її реалізації дозволяє автотранспортному підприємству визначати стратегію обслуговування замовлень на перевезення вантажів. Методика передбачає таке:

- визначення залежності техніко-експлуатаційних показників роботи парку рухомого складу від параметрів вхідних потоків замовлень та способів їх виконання;
- оцінка впливу різних способів генерування вхідних потоків замовлень на роботу парку рухомого складу одного перевізника;
- обґрунтування критерію оцінки ефективності роботи перевізника;
- визначення залежності числового значення критерію від параметрів вхідних потоків замовлень.

Розроблена методика забезпечує такі переваги:

- можливість визначення частки відмов у виконанні замовлень на перевезення вантажів;
- можливість визначення закономірностей виникнення, прийому та виконання транспортних завдань;
- можливість відображення різних стратегій обслуговування замовлень на перевезення вантажів;
- можливість використання методики для дослідження системи управлінських рішень автотранспортного підприємства, включаючи дослідження умов організаційно-технологічної взаємодії різних перевізників.

Висновки. Розроблені методика та алгоритм імітаційного моделювання взаємопов'язаних процесів перевезення вантажів при випадковій періодичності надходження замовлень на перевезення дозволяють не лише вирішити задачу планування перевізного процесу із великим обсягом вхідних масивів даних, але і отримати більш точні чисельні значення критеріїв оптимізації. Запропонована методика використовувалась для дослідження виробничої програми автотранспортних підприємств при виконанні перевезень сільськогосподарських вантажів. Було виконано порівняння декількох стратегій обслуговування замовлень на перевезення вантажів при прийнятті управлінських рішень, виявлені переваги та недоліки використання маршрутів із порожнім пробігом автотранспортного засобу, запропонований розподіл рухомого складу в залежності від обсягів перевезень.

Список використаних джерел

1. Consonni C., Sottovia P., Montresor A., Velegrakis Y. Discovering order dependencies through order compatibility. *Advances in Database Technology-EDBT. OpenProceedings. org*, 2019. Vol. 2019, pp. 409 – 420. https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/384380/EDBT19_paper_93.pdf
2. Павленко О. В., Великодний Д. О. Формування раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством /О. В. Павленко, Д. О. Великодний// *Комунальне господарство міст*, 2020. №154, с. 223 – 230. DOI 10.33042/2522-1809-2020-1-154-223-230
3. Єфремов М. Ф., Єфремов Ю. М., Єфремов В. М. Проблеми і вимоги до АСУ автотранспортного підприємства /М. Ф. Єфремов, Ю. М. Єфремов, В. М. Єфремов// *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*, 2017. №1(2 (80)), с. 135 – 138. DOI: 10.26642/tn-2017-2(80)-135-138

4. Прокудін Г. С., Дмитриченко А. М., Цимбал Н. М., Дудник О. С., Омаров Д. А. Застосування сучасних інформаційних технологій при розв'язуванні багатоступінчатих транспортних задач /Г. С. Прокудін, А. М. Дмитриченко, Н. М. Цимбал, О. С. Цимбал, Д. А. Омаров// Вісник Національного транспортного університету, 2015. №31, с. 450 – 462.

5. Горбачов П. Ф. Імітаційна модель обслуговування разових замовлень на міжміські вантажоперевезення /П. Ф. Горбачов, Н. В. Мосьпан// Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університету. 2017. Вып. 76. С. 32-39. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vhad_2017_76_8.

Шарай Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: Svetasharai@gmail.com

Рой Максим Петрович – асистент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: 7569027@ukr.net

Тугай Дарина Сергіївна – студентка факультету транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: kostyavorobushkin@gmail.com

Sharay Svitlana - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: Svetasharai@gmail.com

Roy Maksym - Assistant of the Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: 7569027@ukr.net

Tugay Daryna - student of the Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: kostyavorobushkin@gmail.com

УДК 621.791.92

Шепеленко І. В., д.т.н., доц.; Красота М. В., к.т.н., доц.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕНОВАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНПОРТУ

Представлено перспективність використання технологій реновації деталей стосовно автомобільного транспорту. Розглянуто існуючі підходи щодо вибору раціонального способу відновлення деталей. Особливу увагу приділено методам відновлення деталей, пов'язаних з нанесенням зносостійких та антифрикційних покриттів. Обґрунтовано доцільність використання контактної наплавки при реновації та зміцнення автомобільних деталей. На прикладі гільзи циліндрів ДВЗ показана ефективність застосування фінішної антифрикційної безабразивної обробки для підвищення якості робочої поверхні деталі.

The prospects of using the technology of renovation of parts in relation to road transport are presented. The existing approaches to the choice of a rational way to restore the details are considered. Particular attention is paid to the methods of restoration of parts associated with the application of wear-resistant and antifriction coatings. The expediency of using contact surfacing in the renovation and strengthening of automotive parts is substantiated. The example of the cylinder liner of the internal combustion engine shows the effectiveness of the application of anti-friction finishing non-abrasive treatment to improve the quality of the working surface of the part.

Ресурсозберігаючим і екологічно чистим напрямком при проведенні ремонту автомобілів є відновлення їх зношених деталей. Відновлення деталей автомобілів є ефективним методом, що дозволяє успішно вирішувати проблему запасних частин, а також повторно і багаторазово використати ті деталі, що визначають ресурс автомобіля. При цьому витрачається значно менше металу, електроенергії та праці, ніж при виготовленні нових деталей. Середні витрати на матеріали при відновленні складають 6,6% від загальної собівартості, а при виготовленні деталей – 38%. У порівнянні з виготовленням нових деталей, для відновлення зношених деталей потрібно в 5 – 8 разів менше технологічних операцій [1].

Реновація (від лат. *Renovatio* – оновлення, відновлення) як окремих деталей і вузлів, так і автомобіля в цілому разом з економією матеріальних, енергетичних, трудових і природних ресурсів багаторазово знижує забруднення довкілля. Вторинне використання матеріалів дозволяє успішно вирішувати проблему утилізації автомобілів, що вимагає значного скорочення відходів виробництва. Вже сьогодні абсолютно очевидно, що утилізація стає найважливішим завданням сучасності, рішенням якої може бути повторне використання як мінімум 85% матеріалів від сухої маси автомобіля [2].

Сучасні технології відновлення і матеріали, що використовуються при цьому, дозволяють підвищити термін служби деталей в порівнянні з новими шляхом надання їм поліпшених властивостей. Це може бути досягнуто в тому числі нанесенням на робочу поверхню різних за призначенням покриттів. З точки зору підвищення надійності і ресурсу необхідно, щоб кожна деталь незалежно від матеріалу виготовлення мала захисне покриття відповідно до свого прямого призначення та умов експлуатації [3].

Таким чином відновлення зношених деталей автомобілів є об'єктивною необхідністю, яка обумовлена технічними, економічними і екологічними причинами. В зв'язку з цим дуже актуальним стає питання вибору методів і раціонального маршруту технології відновлення деталей.

На сьогодні для підвищення довговічності деталі успішно використовуються різні технологічні процеси зміцнення і модифікації поверхневого шару: фізико-хімічна обробка, термічна обробка, поверхнево-пластична обробка, наплавлення, нанесення покриттів різними способами та ін. Незважаючи на різноманіття існуючих методів відновлення робочих поверхонь деталей не один з них не є універсальним і у кожному конкретному випадку слід

вибрати саме той метод, який повною мірою забезпечує необхідну якість і є економічно доцільним.

Вирішенням питання вибору раціонального способу відновлення деталей присвячені роботи В.А. Щадричева [4], В.В. Єфремова [5], М.А. Масино [6], С.О. Лузана [7] та ін. В роботі [8] виділений три основні методи вибору технологічного процесу відновлення деталі, що відрізняються різною мірою врахування технологічних і економічних показників. Перший метод ґрунтується на розрахунку вартості відновлення деталі і співставлення її з ціною нової деталі. Згідно другого методу порівнюються між собою комплексні величини у вигляді відношення вартості та ціни до ресурсу деталі – нової і відновленої. Третій метод враховує вартість та довговічність нової і відновленої деталей.

В.А. Щадричевим для оцінки способів відновлення деталей запропоновані часткові критерії: застосовності, довговічності та економічності [4]. М.А. Масино розробив методiku визначення застосовності способів відновлення деталей з визначенням чисельних значень коефіцієнта застосовності для конкретних груп деталей [6]. А.Н. Батищев ввів комбінований критерій, що відображає енергоємність, трудомісткість, приведені витрати та довговічність деталі [9].

Авторами [10, 11] запропоновано оцінювати способи відновлення з точки зору якості, використовуючи конструктивні та технологічні характеристики деталей. На підставі цих характеристик визначають можливі способи відновлення та їх питомі показники. С.О. Лузан розробив метод вибору способу і оптимізації технології відновлення деталі шляхом виключення нездійснених операцій і вибору найбільш близького до оптимального [7]. У роботі [12] надана концепція вибору способу відновлення, що враховує комплексний техніко-економічний критерій і структуру технологічного процесу на основі графового представлення можливих варіантів поєднання технологічних операцій. Розглянуті підходи до вибору методу відновлення деталей машин знайшли своє широке застосування в ремонтному виробництві та можуть успішно використовуватися стосовно деталей автомобільного транспорту.

При реновації автомобільних деталей найбільшого поширення знайшли технології, що передбачають нанесення зносостійких шарів. В роботі [13] зазначено необхідність врахування таких факторів: конструктивні особливості деталі, умови її роботи у вузлі, величину та характер зносу, матеріал та термічну обробку, розміри поверхні, що піддаються реновації, наявність на сервісному або на ремонтному підприємстві спеціалізованого обладнання, надійність роботи деталі у складі системи чи механізму автомобіля тощо.

Серед найбільш ефективних способів створення зносостійких шарів слід виділити метод напилювання та основні різновиди її технології: газополуменеве напилювання, електродугова металізація, детонаційне та плазмове напилення. Разом з тим перелічені технології відрізняються значними енерговитратами та високим термічним впливом на покриття та деталей [14].

Перспективними для відновлення автомобільних деталей є методи механотермічного формування, до яких відносяться наварювання контактних та порошкових матеріалів, що використовують електроконтактне нагрівання [15]. Покриття, що наносяться методом електроконтактного наварювання, володіють високими фізико-механічними властивостями. Враховуюче те, що контактне наварювання має малу зону термічного впливу, а отже і термічні деформації після наварювання будуть мінімальні. Це дає можливість відновлювати таким методом деталі малої товщини та діаметру, тобто деталі низької жорсткості. До деталей такого типу слід віднести вали, вісі, штоки, тонкостінні трубчаті деталі (табл. 1).

Інший прикладом застосування технологій нанесення покриттів щодо реновації деталей автомобілів – відновлювання гільз циліндрів ДВЗ в I ремонтний розмір з використанням в якості методу обробки – фінішну антифрикційну безабразивну обробку (ФАБО) [16].

В роботі [17] виконано порівняння технологічних процесів відновлення гільз з використанням операцій хонінгування і ФАБО після проведення стендових випробувань.

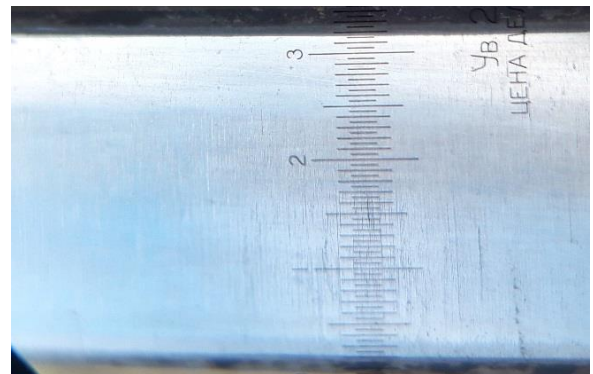
Таблиця 1 – Номенклатура деталей автомобілів, які доцільно відновлювати контактним наварюванням [13]

Найменування деталі, поверхні	Матеріал	Твердість, HRC	Величини зносу
Розподільчий вал, опорні шийки	Сталь 40-45, 40X	54...62	0,06...0,8
Розтискний кулак	Сталь 45	50...62	0,16...0,2
Хрестовина карданного валу, шипи	Сталь 18ХГТ	56...62	0,03...0,1
Хрестовина диференціалу, шипи	Сталь 18ХГТ	56...62	0,16...0,2
Вісь колодок гальмів	Сталь 45	50...62	0,14...0,22
Ведений вал КПП, поверхні під підшипники	Сталь 40X	48...59	0,1...0,15
Піввісь, поверхні під підшипники	Сталь 30X, 35X	40...45	0,1...0,2
Шворні	Сталь 40X	45...55	0,1...0,16
Поворотна цапфа	Сталь 40ХГНМ	50...55	0,15...0,25

Встановлено мінімальний знос деталей саме при використанні технології ФАБО. Більш того, після операції чистового хонінгування на обробленій поверхні залишаються мікрочастинки абразиву, які погіршують зносостійкість поверхні, а також поверхні поршневого кільця (рис.1, а).



а)



б)

Рисунок 1 – Поверхня поршневого кільця (поверхня гільзи, оброблена за технологічним процесом з використанням операцій:

а) хонінгування; б) ФАБО

Доведено, що ФАБО забезпечує мінімальну трансформацію шорсткості поверхневого шару в процесі експлуатації, покращення антифрикційних властивостей, мінімальний знос робочої поверхні гільзи при її експлуатації, відсутність частинок абразиву на обробленій поверхні і як наслідок – відсутність абразивного зносу на поверхні поршневого кільця (рис.1, б). Наведені приклади свідчать про доцільність використання технологій нанесення покриттів при реновації та зміцненні автомобільних деталей.

Список використаних джерел

1. Коробейник А.В. Ремонт автомобилей / Серия «Библиотека автомобилиста». Ростов н/д: «Феникс» 2004. – 288 с.
2. Мураткин Г.В. Основы восстановления деталей и ремонт автомобилей/ Г.В. Мураткин, В.С. Малкин, В.Г. Доронкин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. Ч 1. – 247 с.
3. Черновол М.И. Способы формирования антифрикционных покрытий на металлические поверхности трения / М.И. Черновол, И.В. Шепеленко// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету, Кіровоград, 2012. – Вип.25 (1). – С.3–8.

4. Шадричев В. А. Основы технологии автостроения и ремонта автомобилей / В.А. Шадричев. – Л.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
5. Ефремов В.В. Ремонт автомобилей / В.В. Ефремов. – М.: Транспорт, 1965. – 315 с.
6. Масино М. А. Повышение долговечности автомобильных деталей при ремонте / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1972. – 148 с.
7. Лузан С.А. Критерии выбора способа восстановления деталей машин и определение рационального маршрута технологии/ С.А. Лузан// Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2017. Вип.183. – С.45–56.
8. Иванов В.П. Выбор способа восстановления деталей/ В.П. Иванов// Наука и техника. – 2016. - №1. – С. 9–17.
9. Батищев А.Н. Методика обоснования рационального способа восстановления изношенных деталей/ А.Н. Батищев// Современное оборудование и технологические процессы для восстановления и упрочнения деталей машин: тез. докл. науч-техн. конф. Стран – членов СЭВ «Ремдеталь», г.Пятигорск, 1988. – С. 23–24.
10. Беляев А.И. Оценка методов восстановления деталей дорожно-строительных машин в многокритериальной постановке/ А.И. Беляев, А.В. Терентьев, А.Е. Пушкарев// Вестник гражданских инженеров, 2018. – № 1 (66). – С. 123–127
11. Кудряшов Е.А. К выбору рационального способа восстановления работоспособности изношенных поверхностей деталей/ Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов// Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. «Техника и технологии», 2014. – №1. – С. 8–15.
12. Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей машин/ Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов// под. ред. В.П. Иванова. М.: Машиностроение, 2003. 672 с.
13. Красота М.В. Ресурсозберігаючі технології реновації автомобільних деталей/ М.В. Красота, І.В. Шепеленко, Р.А. Осін// Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу - 2021» (07 – 10 вересня 2021 р.), випуск 7. – Херсон: ХНТУ, 2021. – С.84–86.
14. Дорожкин Н.Н. Электрофизические методы получения покрытий из металлических порошков/ Н.Н. Дорожкин, Н.Н. Миронов, В.А. Верещагин. – Рига: Зинатне, 1985. – 131 с.
15. Красота М.В. Дослідження впливу параметрів циліндричних електродів на формування покриттів при контактному наварюванні порошків/ М.В. Красота, А.М. Артюхов, І.В. Шепеленко, В.О. Дубовик// Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, випуск 40, ч.1. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – С.179–185.
16. Черновол М.И. Повышение качества финишной обработки отверстий/ М.И. Черновол, И.В. Шепеленко, Мохамед Р.Ф. Будар // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету, Кіровоград, 2016. – Вип.29. – С.104–111.
17. Nemyrovskiy Yakiv. Improving the processing quality of cylinder liners using combined technology/ Yakiv Nemyrovskiy, Ihor Shepelenko, Ruslan Osin, Eduard Posviatenko// Cutting and Tools in Technological Systems, №96, 2022. – P.121–130.

Шепеленко Ігор Віталійович – д.т.н., доцент, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Красота Михайло Віталійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: krasotamv@ukr.net

Shepelenko Igor - Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Krasota Mykhailo - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: krasotamv@ukr.net

УДК 656.11

Шльончак І. А., к.т.н., доц.; Тараненко І. І.; Фесенко В. О.

ДО ПИТАННЯ ПРОБЛЕМИ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ У МІСТАХ УКРАЇНИ

В роботі розглядається проблеми паркування автомобілів з точки зору збільшення кількості транспортних засобів і погіршення екологічної ситуації. Проведено аналіз існуючих досліджень даної тематики, а також представлені пропоновані рішення поліпшення ситуації, що має місце в містах України.

The paper considers the problems of car parking in terms of increasing the number of vehicles and deteriorating environmental situation. The analysis of existing researches on this subject is carried out, and also the offered decisions of improvement of a situation which takes place in the cities of Ukraine are presented.

Вступ. Проблема паркування автомобілів у містах – одна з найважливіших проблем, які стоять перед водіями сьогодні. Швидке зростання рівня автомобілізації призвело до того, що автомобілі захопили і продовжують захоплювати значні території міст. Перевантажена рухом транспортних потоків транспортна мережа втрачає свою пропускну здатність через велику кількість припаркованих автомобілів. Дворові території переповнені транспортними засобами, що перешкоджають доступу, наприклад, автомобілям швидкої медичної допомоги, пожежникам тощо. Пройти до житлового під'їзду часто не можливо, не зачепивши припаркований автомобіль. На існуючих автостоянках можна знайти паркувальні місця. Але зазвичай автовласники користуються послугами стоянок, якщо останні знаходяться на відстані комфортного доступу до місця їх проживання. Під відстанню комфортного або оптимального доступу розуміється відстань від автостоянки до будинку автовласника, яку він вважає для себе максимально прийнятною.

Метою роботи є пошук можливих варіантів вирішення проблем паркування автомобілів у містах України.

Аналіз існуючих досліджень та прийнятих рішень. Нажаль, в нашій країні не ведеться статистика аварійності на дворових територіях міст, незважаючи на те, що щорічно, напевне, десятки тисяч автовласників зазнають матеріальних і моральних втрат у дорожньо-транспортних пригодах на територіях житлових дворів. Проблеми найчастіше виникають при з'ясуванні вини водіїв, пріоритетності проїзду під час аналізу дорожньо-транспортних пригод на дворовій території. В даний час дворові території побудовані переважно наприкінці минулого століття і давно потребують капітального ремонту [1, 2].

З кожним роком кількість автомобілів на дорогах населених пунктів стрімко збільшується, тому питання паркування стає все більш проблемним в транспортній системі великих міст. Особливо, коли мова йде про автостоянки, невпорядковані автоматичним контролем вільних місць. Такі автостоянки є незручними як для клієнтів, так і для адміністрації. Водії змушені маневрувати темними підземними або багатоярусними стоянками або об'їжджати квартали в пошуках вільного місця. Це у свою чергу викликає лише подратування та хвилювання через надмірно вузькі проїжджі частини. Іноді через це трапляються невеликі дорожньо-транспортні пригоди, що призводить до втрати клієнтів та зайвих проблем [3].

Потрібно зазначити, що головною вимогою планування паркінгу в районах, як нової, так і існуючої житлової забудови – максимально комфортна організація проживання та відпочинку населення. Одним із можливих рішень даної проблеми є виконання ряду архітектурно-планувальних, санітарно-гігієнічних та інженерних робіт. Одним із найважливіших напрямків удосконалення міської планувальної структури є організація паркування в центральній частині міст, де зосереджується значна частина автомобілів [4].

У [5] доведено, що існуючі наземні чи підземні паркінги не в змозі забезпечити потреб населення в автостоянках, а побудова нових вимагає додаткових місць та фінансових дотацій.

Особливо це стосується центрів міст. Але це твердження справедливе і для двірних територій. Авторка роботи зазначає можливість рішення проблеми шляхом утворення альтернативних місць та способів паркування, тобто систем паркінгу. У свою чергу зазначається, що формування системи паркінгу вимагає послідовного вирішення ряду задач, однією з яких є визначення сумарної потрібної кількості та місткості всієї системи паркінгів, яка у свою чергу базується на визначенні попиту на паркування.

Виконуючи огляд та аналіз існуючих досліджень та їх результатів, можна виділити кілька основних перспективних рішень щодо поліпшення проблеми паркінгу у містах. Так, необхідно виконати системний підхід до формування міських паркінгів, що повністю задовольняло б потреби всіх центрів транспортного тягіння в місцях паркування. Також є потреба у додатковому дослідженні процесів формування попиту на паркування та його розподілу територією центральної ділової частини міста [6-7]. Крім цього автори робіт виділяють потребу в розробці методики визначення основних параметрів системи паркінгів центральної частини міст.

В роботі [9] розглядаються математичні моделі прогнозування зміни рівня забруднення атмосферного повітря пересувними транспортними засобами залежно від рівня автомобілізації в місті Харків. Наведено практичні рекомендації з поліпшення екологічного навантаження на окремих ділянках вулиць міста шляхом використання раціональних сполучень заходів організації дорожнього руху в транспортних системах міст та двірних територій. Це дозволяє спрогнозувати рівень екологічної безпеки в містах у зв'язку зі зростанням кількості автомобілів в містах та потребою додаткових паркувальних місць.

Разом зі збільшенням кількості автомобілів та паркувальних ділянок погіршується екологічна ситуація міст. В роботах [10 - 13] наведені практичні рекомендації щодо поліпшення екологічної ситуації міст зі збільшенням автомобілів та відповідно паркувальних майданчиків. Зокрема авторами пропонується проблему вирішити за умови комплексного підходу, а саме: зменшення токсичності викидів окремого транспортного засобу, раціональне планування та забудова примігстральних територій, газозахисних споруд, озеленення, а також удосконалення планувальних характеристик транспортної мережі міста.

Висновки. В ході проведення аналітичних досліджень щодо можливих рішень проблеми паркінгу в містах України можна зробити основні наступні висновки.

На сьогодні постає нагальна потреба у створенні нових підходів для формування та оновлення об'єктів паркування зокрема вдосконалення міської планувальної структури. Більшість дворових територій побудовані переважно наприкінці минулого століття і давно потребують капітального ремонту. Все більше виникає потреба у будівництві нових або реконструкція існуючих автостоянок та їх комплектація автоматичним контролем вільних місць. Одним із найважливіших напрямків удосконалення міської планувальної структури є організація паркування в центральній частині міст, де зосереджується значна частина автомобілів. Іншим рішенням проблеми паркінгу в Україні є створення альтернативних місць та способів паркування, тобто цілісної системи паркінгу. В питанні поліпшення екологічної ситуації, що виникла в результаті збільшення кількості автомобілів на паркувальних майданчиках потрібно звернути увагу на більш ретельне зменшення токсичності викидів окремо взятого транспортного засобу. А також є потреба в раціональному плануванні та забудові примігстральних територій, газозахисних споруд, озеленення тощо.

Всі ці та інші актуальні проблеми паркування автомобілів у містах потребують подальших наукових досліджень. Вирішення яких априорі повинні значно покращити ситуацію, що склалася на паркувальних майданчиках міст України.

Список використаних джерел

1. Транспортний колапс [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://zik.ua/blogs/top_problem_kyieva_stan_sprav_ta_metody_rozviazannia_98_4139 (дата звернення 22.04.2022).
2. Савчук С. О. Визначення просторової видимості на автомобільних дорогах. Вісник НТУ

: науково-технічний збірник. 2017. Вип. 1(37). С. 358-362

3. Система контролю та оплати стоянок FIDPARK [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://fidpark.com/content/en/103/Car-Parkings-FidParkCar.html> (дата звернення 12.09.2020).

4. Холодова О.О. Процес формування і задоволення попиту на паркування в центральній частині мегаполісів / О.О. Холодова, О.С. Токмиленко // Комп'ютерне моделювання в наукових технологіях КМНТ-2010: наук.-техн. конф., 18–21 травня 2010 р.: Праці. – Х., 2010. – Ч. I. – С. 341 – 342

5. Холодова О.О. Формування систем паркінгів в центральних ділових частинах великих та найбільших міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Холодова Ольга Олександрівна, 2013. – 24 с.

6. Бурко Д.Л. Підхід до визначення перспективного рівня автомобілізації у містах / Д.Л. Бурко // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2008. - №6/6. – С. 33-36.

7. Кірзнер Ю.С. Про основи теорії міського пасажирського транспорту / Ю.С. Кірзнер // Соціально-економічні проблеми розвитку транспортних систем міст та ділянок їх впливу. – 2001. – С. 16-22.

8. Холодова О.О. Визначення місць дислокації паркінгів в транспортній системі мегаполісу / О.О. Холодова, І.М. Тимченко // Комп'ютерне моделювання в наукових технологіях КМНТ-2010: наук.-техн. конф.– Х., 2010. – Ч. II. – С. 271 – 272.

9. Холодова О. О., Семченко Н. О., Левченко О. С. Проблема забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом в м. Харків // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України; ХНАДУ ; редкол.: А. Г. Батракова (гол. ред.) та ін. - Харків, 2020. - Вип. 90. - С. 155-161.

10. Gorodokin V., Almetova Z., Shepelev V. Procedure for calculating on-time duration of the main cycle of a set of coordinated traffic lights. Transportation Research Procedia. 2017. Vol.20. Pp. 231–235.

11. Panis L., Broekx S., Liu R. Modelling instantaneous traffic emission and the influence of traffic speed limits. Science of the Total Environment. 2006. Vol. 371(1-3). Pp. 270–285.

12. Goryaev N., Myachkov K., Larin O. Optimization of “green wave” mode to ensure priority of fixed-route public transport. Transportation Research Procedia. 2018. Vol.36. Pp. 231–236. 19.

13. Improving safety on the crosswalks with the use of fuzzy logic / Makarova I., Shubenkova K., Mavrin V., Buyvol P. Transport Problems 2018. Vol. 13(1). Pp. 97–109.

Шльончак Ігор Анатолійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет, e-mail: igor_shlionchak@ukr.net

Тараненко Іван Іванович – магістрант кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет

Фесенко Владислав Олександрович – магістрант кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технічний університет

Shlionchak Igor - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technical University, e-mail: igor_shlionchak@ukr.net

Taranenko Ivan - Master of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technical University

Fesenko Vladyslav - Master's student of the Department of Automobiles and Technologies of Their Operation, Cherkasy State Technical University

*Електронне наукове видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

**Матеріали X-ої міжнародної
науково-технічної інтернет-конференції
«Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту»,
14-15 квітня 2022 року**

Збірник наукових праць

Підписано до видання 13.05.2022 р.
Гарнітура Times New Roman.
Об'єм 14 Мб. Зам. № P2022-017

Видавець - Вінницький національний технічний університет,
редакційно-видавничий відділ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. +380 432 65-18-06.

press.vntu.edu.ua; *email*: irvc.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 31.07.2012 р.