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

IX-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

"ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ"

14-15 квітня 2021

MATERIALS

OF IX-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL INTERNET-CONFERENCE

«PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT AUTOMOBILE TRANSPORT»

April 14-15, 2021

ВНТУ, Вінниця, 2021

УДК 629.3
М-34

Відповідальні за випуск **В. А. Макаров, В. А. Кашканов**

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

Анісімов В. Ф., доктор технічних наук, професор

М-34 **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. – (PDF 270 с.)

ISBN 978-966-641-851-0 (PDF)

Збірник містить Матеріали IX-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.

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.

УДК 629.3

ISBN 978-966-641-851-0 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2021

ЗМІСТ
(CONTENTS)

Аль-Амморі А. Н., Іщенко Р. М., Верховецька І. М. Використання енергії коливального руху в електромобілях 6
Аулін В. В., Голуб Д. В., Замуренко А. С., Гордієнко Д. С. Формування завдань оцінки ефективності транспортної системи 9
Бажинов А. В., Подригало М. А., Сериков Г. С., Серикова И. А. Совместное использование рекуперативного и диссипативного торможений автомобиля 12
Балицький О. І., Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р. Стан розвитку та впровадження водневих технологій 15
Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В. Формування системи транспортного обслуговування міста 20
Борисюк Д. В., Зелінський В. Й. Підвищення довговічності карданних шарнірів тракторів при технічному обслуговуванні 24
Буда А. Г., Кужель В. П., Гладій В. А. Аналіз аеродинамічних властивостей кузовів сучасних автомобілів 27
Бурдун В. В., Ревякіна О. О., Колеснікова Є. Б. Деякі приклади застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі та освіті 30
Ваховський Д. Д., Шепеленко І. В., Красота М. В. Стан і перспективи використання біопалива на автомобільному транспорті 35
Вдовиченко В. О., Іванов І. Є. Вибір керуючих впливів в умовах багатоваріантності рішень підвищення якості транспортного обслуговування МГПТ 46
Вдовиченко О. В., Галущак Д. О., Галущак О. О. Вінницький музей моделей транспорту як виховний та профорієнтаційний заклад для молоді 48
Войтків С. В. Аналіз тягових мостів з електричним приводом міських електробусів великого класу 52
Войтків С. В. Визначення параметрів мас міських електробусів великого класу на етапі ескізного проектування 59
Войтків С. В. Розрахунок пасажировмістимості автобусів ІІ класу на етапі розроблення ескізних пропозицій 65
Горяйнов О. М. Реалізація контрольного заміру знань (екзамен) на прикладі дисципліни з вантажних перевезень 70
Губін Є. І., Янчарський Я. О., Шарай С. М. Системний підхід до визначення загальних витрат на виконанні перевезень вантажів у міжнародному сполученні 76
Гурский А. С., Кириленко В. Г., Мальцев А. Н. Разработка концепции исследовательского комплекса для определения диагностических параметров современных автотранспортных двигателей с электронной системой топливоподачи 79
Єльбакієв Д. Г., Калашник А. С., Колесніков В. О. Враховування деяких аспектів при проведенні ремонтних робіт з відновлення геометрії кузова автомобіля 83
Єльбакієв Д. Г., Мілютін Є. В., Колесніков В. О. Системи мульти-зарядки для електромобілів 88
Ємець Б. В., Мельничук С. В., Рудзінський В. В., Ломакін В. О. Моделювання динамічності автомобілів сільськогосподарського призначення під час роботи на альтернативному паливі 93
Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Інформаційно-логістичні технології як засіб підвищення ефективності вантажних перевезень автотранспортних підприємств 98
Кашканов В. А., Головащенко Б. В. Аналіз показників вибору ефективного вантажного автомобіля 103
Кашканов В. А., Каспрук В. О. Напрямки підвищення рівня обслуговування дорожнього руху 107
Кищун В. А. Обмежувачі швидкості і засоби заспокоєння руху 112

Козлов Л. Г., Товкач А. О. Експериментальні дослідження електрогідравлічного регулятора насоса 115
Колесніков В. О. Деякі матеріалознавчі аспекти при механічній обробці сталей і сплавів для транспортної та енергомашинобудівних галузей. Частина 3. Застосування комп'ютерного моделювання 120
Колесніков В. О. Деякі приклади застосування комп'ютерних програм для дизайну та рестайлінгу автомобілів 127
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 131
Колеснікова Є. Б. Сучасні тенденції при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом. Перспективи застосування технологій віртуальної і доповненої реальності 135
Колодницька Р. В. Проблеми і перспективи використання дизельного біопалива та водню в автомобільному транспорті 139
Корнікова К. М., Ільченко А. В., Шумляківський В. П. Особливості розвитку тролейбусного транспорту в деяких містах України 144
Корпач А. О., Корпач О. А. Особливості системи метробуса 151
Красноштан О. М. Визначення можливості використання та основних характеристик локомобілів для виконання маневрових робіт в моторвагонному депо 155
Красота М. В., Шепеленко І. В., Осін Р. А. Огляд методів підвищення ефективності систем охолодження автомобільних двигунів 160
Кристопчук М. Є. Зниження транспортних затримок в центральній частині міста шляхом координованого управління транспортними потоками 163
Кужель В. П., Макогонюк Ю. М. Впровадження спеціальних смуг для пріоритетного руху міського громадського транспорту 167
Лехан В. С. Сучасні технології на автомобільному транспорті 170
Макаров В. А., Гурський О. С., Макарова Т. В. Аналіз методичного підходу до формування процесу пізнання студентів автомобільної галузі 173
Мармут І. А. До питання визначення параметрів тягових властивостей автомобілів при стендовому діагностуванні 176
Миколайчук В. В., Канчуга М. К. Розвиток безпілотних технологій автомобільної техніки в Збройних силах України 179
Митко М. В., Савін Ю. Х. Результати впровадження рекомендацій дослідження для комунального унітарного підприємства «ЕкоВін» місто Вінниця 181
Мілютін Є. В., Пронін О. С., Колесніков В. О. Електрична платформа для майбутніх електромобілів брендів Hyundai, Kia, Genesis та Ionic 185
Морозов Ю. В. Планування багатофакторного розрахункового експерименту в технічних дослідженнях 190
Назаров А. И., Галкин В. А., Назаров В. И. Контроль функциональной пригодности тормозных систем легковых автомобилей по изменению пути торможения в процессе эксплуатации 193
Новаківський С. А., Богатчук І. М., Прунько І. Б. Відновлення розмірних параметрів шипів хрестовин карданних валів за допомогою електроіскрового нарощування 199
Павленко В. М., Кужель В. П., Мануйлов В. М. Сучасні програмні продукти для розробки мультиагентної системи в системі діагностування та технічного обслуговування автомобілів 203
Пікула М. В. Автомобільна термінологія англійською мовою як засіб професійного спілкування 207

Подригало М. А., Кириченко В. В., Краснокутский В. Н., Никорчук А. И., Закапко А. Г., Ткаченко А. С. Совершенствование проектного тягового расчета автомобиля с учетом уточнения аэродинамического сопротивления 210
Поляков А. П., Терещенко О. П., Мороз Л. В. Підвищення ефективності використання машин спеціального призначення за рахунок впровадження тренажерних комплексів 213
Разбойніков О. О., Поляков В. М., Шарай С. М. Визначення тангенціальних реакцій нерівностей дороги на колеса автомобіля 218
Риб'янець С. Р., Колесніков В. О. Розвиток та впровадження водневих технологій на автомобільному транспорті 223
Романюк С. О., Бабій С. М., Бедлевич М. Р. Програмно-цільовий підхід до розробки проекту організаційно-технічного розвитку підприємств 227
Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я., Крайник М. В. Оцінка пасивної безпеки кузова автобуса під час експлуатації 229
Сакно О. А., Колеснікова Т. М., Антропов О. В. Забезпечення ефективної технічної експлуатації автомобілів на основі функціонально-орієнтованих технологій їх обслуговування 232
Свершок А. В., Біліченко В. В., Цимбал С. В. Підвищення якості та ефективності пасажирських перевезень за допомогою використання експресного режиму руху 234
Скляров М. В. Метод дослідження регулювання гальмівних сил автомобіля 240
Смирнов Є. В., Огневий В. О. Перспективи створення вузькоспеціалізованих автосервісних підприємств 244
Сніжко Л. Л., Бузун Т. М. Обґрунтування управлінських рішень в операційній діяльності автотранспортних підприємств 246
Стадник О. С., Кнап Є. А. Аналіз методів сортування кольорових металів і сплавів у технології утилізації автомобілів 252
Стороженко А. В., Дубовик С. О. Використання системи автопілоту як одна з ключових засад підвищення рівня безпеки дорожнього руху 256
Хітров І. О. Пасажирська транспортна система міста Дубно та особливості її функціонування 259
Худяков І. В., Грицук І. В., Черненко В. В., Манжелей В. С., Котов А. І. Ідентифікація режимів праці та відпочинку водія в системі дистанційного моніторингу транспортних засобів 262
Шраменко Н. Ю., Шраменко В. О. Імітаційна модель прийняття рішення щодо вибору транспортно-технологічної системи інтермодальної доставки вантажів 267

УДК 621.8.036:656.01(02)

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

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ В ЕЛЕКТРОМОБІЛЯХ

Розглянуто спосіб отримання додаткової електричної енергії під час механічних коливань електромобіля, що виникають в процесі його руху. Встановлено, що отримана додаткова електрична енергія надає можливість збільшити дальність ходу вказаного транспортного засобу. Виконано розрахунки коефіцієнта збільшення дальності ходу електромобіля за рахунок використання енергії коливального руху.

The method of obtaining additional electrical energy during mechanical oscillations of the electric car that occur during its movement is considered. It is established that the received additional electrical energy makes it possible to increase the range of the specified vehicle. The calculations of the coefficient of increase of the range of the electric car due to the use of the energy of the oscillating motion are performed.

Вступ. Протягом останнього століття стало зрозуміло, що природні ресурси нашої планети є вичерпними. Крім того, значне погіршення екологічної ситуації призвело до пошуку альтернативних джерел енергії, зокрема альтернативних видів авомобільного палива. Відповідно, наукові дослідження, спрямовані на вдосконалення технічних характеристик електромобілів, які в якості палива використовують електричну енергію, на даний час є актуальними.

Під час огляду наукових публікацій виявлено значну кількість робіт, присвячених обраній тематиці дослідження. Зокрема, в роботі [1] проведено аналіз переваг і недоліків класичних і альтернативних видів автомобільного палива та зроблено висновок, що найбільш перспективним видом є електрична енергія. У роботі [2] відзначено переваги і недоліки у роботі електромобілів. Однак, у науковій літературі не знайдено робіт, присвячених використанню енергії механічних коливань транспортного засобу, що виникають в процесі його руху. Відповідно, *мета роботи* полягала у дослідженні можливості використання механічних коливань електромобіля, які виникають під час його руху, для отримання додаткової електричної енергії, що може збільшити дальність ходу вказаного транспортного засобу.

Результати дослідження. Усі транспортні засоби здійснюють коливання в процесі свого руху. Згладження коливань відбувається завдяки ресорам, пружинам та амортизаторам. Як відомо з курсу загальної фізики, під час переміщення феромагнітного стержня всередині котушки індуктивності, в обмотці котушки виникає електричний струм, що називається індукційним. Якщо на електромобілі з пружинною підвіскою феромагнітний стержень закріпити на нижньому кронштейні амортизатора, а саму котушку індуктивності прикріпити до дна кузова, то феромагнітний стержень буде переміщуватися відносно котушки індуктивності за рахунок механічних коливань електромобіля під час його руху. У випадку електромобіля з ресорною підвіскою феромагнітний стержень можна прикріпити до ресор, а котушку індуктивності – до рами чи дна кузова. Таким способом можна отримувати додаткову електричну енергію під час руху електромобіля.

Електричну енергію від механічних коливань електромобіля можна суттєво підвищити, якщо збільшити кількість відповідних котушок індуктивності. При цьому можна створити послідовний резонансний контур, якщо котушки індуктивності з’єднати між собою послідовно, а до них послідовно приєднати конденсатор. Як відомо, в зазначеній електричній схемі створюється резонанс напруг. Останнє обумовить збільшення отриманої електричної енергії за рахунок механічних коливань електромобіля під час його руху. Отже, буде

відбуватися додаткова зарядка акамулятора електромобіля за рахунок енергії коливального руху.

Використовуючи відповідні співвідношення з розділів «Електрика» і «Магнетизм» курсу загальної фізики [3], а також використовуючи теоретичний матеріал з курсу електротехніки [4], отримано напругу $U_{вих}$ на виході описаного вище коливального контуру в наступному вигляді:

$$U_{вих} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot n \cdot L \cdot I \cdot f_м \cdot Q, \quad (1)$$

де n – кількість послідовно зєднаних котушок індуктивності в коливальному контурі (n = 3); L – індуктивність котушки (під час розрахунків L = 0.35 Гн); I – сила струму в коливальному контурі; f_M – частота механічних коливань електромобіля (f_M = 2.23 Гц); Q – добротність коливального контуру (Q = 8).

Тоді електрична енергия $W_{ел}(I)$, отримана за рахунок механічних коливань електромобіля визначається за формулою:

$$W_{ел}(I) = U_{вих} \cdot I \cdot t. \quad (2)$$

З врахуванням формули (1) і виходячи з того, що коліс в електромобілі 4, електричну енергію $W_{ел}(I)$ можна записати у наступному вигляді:

$$W_{ел}(I) = 4 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi \cdot n \cdot L \cdot I^2 \cdot f_м \cdot Q \cdot t, \quad (3)$$

де t – час руху електромобіля (під час розрахунків t = 10 хв).

Енергія $E(\upsilon)$, що витрачається на переміщення транспортного засобу з певною швидкістю, має три складові [5]:

$$E(\upsilon) = E_1 + E_2 + E_3, \quad (4)$$

де E_1– енергія, що необхідна для розгону транспортного засобу до деякої швидкості; E_2 – енергія, що витрачається на подолання лобового опору повітря; E_3 – енергія, що витрачається на подолання сили тертя в процесі руху електромобіля.

Зазначені вище енергії визначаються за формулами:

$$E_1 = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2}, \quad (5)$$

де m – маса електромобіля; υ – швидкість руху електромобіля;

$$E_2 = \frac{\rho \cdot S \cdot \sin\alpha \cdot \upsilon^3 \cdot t}{2}, \quad (6)$$

де ρ – густина повітря (ρ = 1.29 кг/м^3); S – площа передньої частини електромобіля (S = 3 м^2); α – кут нахилу поверхні передньої частини електромобіля відносно горизонту (α = 45^o); t – час руху електромобіля;

$$E_3 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \upsilon \cdot t, \quad (7)$$

g – прискорення вільного падіння (g = 9.81 м/с^2); μ – коефіцієнт тертя (μ = 0.3).

Отже, з врахуванням формул (5), (6), (7), енергія $E(\upsilon)$ визначається співвідношенням:

$$E(\upsilon) = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2} + \frac{\rho \cdot S \cdot \sin\alpha \cdot \upsilon^3 \cdot t}{2} + \mu \cdot m \cdot g \cdot \upsilon \cdot t. \quad (8)$$

Коефіцієнт збільшення дальності ходу K (у відсотках) за рахунок використання електричної енергії механічних коливань електромобіля можна знайти як відношення електричної енергії $W_{ел}(I)$, що визначається за формулою (3), до витрат енергії $E(\upsilon)$ на переміщення електромобіля, що визначається за формулою (8). Таким чином, можна отримати наступне співвідношення:

$$K = \frac{W_{ел}(I)}{E(\upsilon)} \cdot 100\%. \quad (9)$$

На основі вищезазначених формул були проведені розрахунки коефіцієнта K для електромобіля масою 1800 кг і двох значень швидкості його руху: 50 км/год і 100 км/год. При цьому було використано два значення сили індукційного струму: 2 А і 4 А.

Проведені розрахунки показали, що значення коефіцієнта збільшення дальності ходу K електромобіля під час руху зі швидкістю 50 км/год дорівнює 1.7 % (при силі індукційного струму 2 А) та 7 % (при силі індукційного струму 4 А). Під час руху електромобіля зі швидкістю 100 км/год коефіцієнт K дорівнює 0.7 % (при силі індукційного струму 2 А) та 3 % (при силі індукційного струму 4 А). Отже, під час руху електромобіля зі швидкістю 50 км/год коефіцієнт збільшення дальності ходу більший, ніж при 100 км/год. Крім того, вказаний коефіцієнт зростає під час збільшення сили індукційного струму.

Висновки. Таким чином, використання енергії коливального руху електромобіля надає можливість збільшити дальність ходу вказаного транспортного засобу. Необхідно відзначити, що проведені розрахунки коефіцієнта збільшення дальності ходу за рахунок отримання додаткової електричної енергії під час механічних коливань електромобіля в процесі його руху, потребують подальшого дослідження та експериментального підтвердження.

Список використаних джерел

1. Аргун Щ. В., Круковська А. В. Перспективи використання різних видів автомобільного палива. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. 2017. Вип. 12. С. 123-131.

2. Ткачев О. Ю. Перспективы развития электромобилей. Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ»: сб. науч. тр. Темат. вып.: Транспортное машиностроение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. № 39. С. 88-91.

3. Дмитриченко М. Ф., Гололобов Ю. П., Зачек І. Р., Габа В. М., Мороз І. Є. Фізика і транспорт: навчальний посібник. Львів: Українська академія друкарства, 2014. 328 с.

4. Герасимова В.Г. Электротехнический справочник. Том 2. Электротехнические изделия и устройства. М.: МЭИ, 2003. 518 с.

5. Аль-Амморі А. Н., Соченко П. С. Методи і засоби підвищення ефективності використання відновлювальних джерел енергії на транспорті: монографія. К.: НТУ, 2014. 220с.

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

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

Верховецька Інна Миколаївна – аспірантка кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет, e-mail: lonelyspace@bigmir.net

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

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

Verkhovetska Inna – Postgraduate Student of Department of Information and Analytical Activity and Information Security, National Transport University, e-mail: lonelyspace@bigmir.net

УДК 656:338

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

ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Розглянуто формування принципів оцінки ефективності функціонування транспортної системи на різних етапах життєвого циклу на основі дослідження операцій. Представлено їх структурні схеми та сформульовано основні завдання.

The formation of principles for assessing the effectiveness of the transport system at different stages of the life cycle based on the study of operations is considered. Their structural schemes are presented and the main tasks are formulated.

Ефективність складної організаційно-технічної системи (ОТС), якою є і транспортна система, можна розглядати стосовно різних етапів її життєвого циклу [1]. У функціонуванні транспортної системи розрізняють наступну ефективність: цільового використання; процесів розгортання; виробництва; проектування та модернізації.

Схематично завдання дослідження ефективності на різних етапах життєвого циклу створюваних транспортних систем відображено на рис. 1.

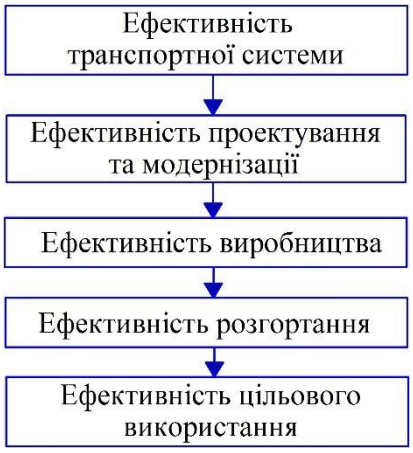


Рисунок 1 – Завдання дослідження ефективності транспортної системи на різних етапах життєвого циклу

Кожен з приведених етапів можливо аналізувати більш детально. Наприклад, на етапі дослідження ефективності процесу проектування і модернізації можна розглядати різні альтернативні шляхи проходження проектів.

Залежно від поставленого завдання один і той же об'єкт дослідження може розглядатися як елемент або як система [2]. Тобто, завжди можна уявити собі більшу систему (надсистему), в яку входить дана. Завжди можна виділити з цієї системи яку-небудь її частину, що є більш обмеженою системою, тобто підсистемою.

Для досягнення поставленої мети перед транспортною системою потрібна її цілеспрямована діяльність – реалізація сукупності операцій [3]. Операція є системою цілеспрямованих дій, об'єднаних загальним задумом і єдиною метою [4].

У загальному випадку спланована операція повинна містити відповіді на наступні питання: На що впливати ? Чим діяти ? Як діяти для успішного досягнення поставленої мети?

Операція формується у рамках S_0 системи, яка в якості основних компонентів містить: орган управління операцією; активні засоби; об'єкт операції (об'єкт дії) S.

Не слід плутати створювану систему, призначену для вирішення конкретної проблеми (система S_A), і систему, в якій здійснюється або досліджується операція (система S_B). Система S_0 включає систему S_A і об'єкт дії (систему S_B), як це схематично зображено на рис. 2.

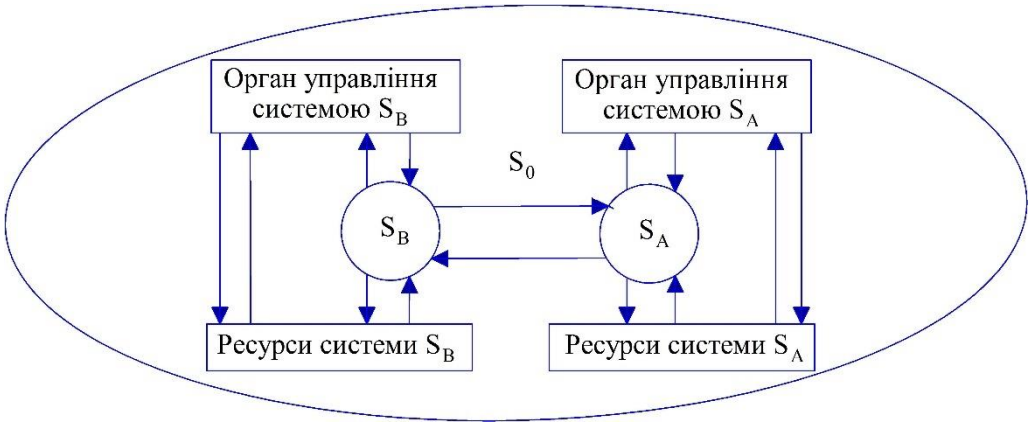


Рисунок 2 – Спрощена схема системи для дослідження операції:
S_B - досліджувана транспортна система; S_A - транспортна система, на яку здійснюється дія;
S_0 - система, в якій проводиться операція

По відношенню до S_0-системи мета A_0 операції виступає основним системотворним чинником як спосіб інтеграції різних дій в єдину послідовність. Ефективність операції в транспортній системі оцінюється з метою вирішення наступних завдань:

- ухвалення рішення відносно допустимості практичного використання оцінюваного способу дій в тій або іншій ситуації;
- виявлення частки внеску різних чинників в загальну ефективність операції, вплив взаємодій чинників на ефективність;
- встановлення шляхів підвищення ефективності операцій (виявлення резервів ефективності);
- виявлення функціональних можливостей технічних засобів, використовуваних при реалізації операцій;
- порівняння декількох альтернативних варіантів дій або технічних засобів, їх ранжирування по рівнях ефективності або встановлення відношення переваг на множині можливих варіантів.

Останнє завдання часто виступає в якості підпроблеми оцінки ефективності, як порівняльна оцінка варіантів [5]. У загальній проблемі вибору раціонального способу використання активних засобів в операції або шляхів розвитку технічних засобів виділяють завдання:

- вибір доцільного способу управління технічними засобами із заданими функціональними характеристиками;
- визначення раціонального режиму експлуатації транспортних систем;
- вироблення оптимального плану операції;
- оптимізація розподілу ресурсів між підсистемами в операції;
- вибір раціонального варіанту проектованої технічної системи;
- формування програми розвитку великих технічних систем;
- розробка техніко-економічних вимог до створюваних засобів та транспортних систем;
- формулювання гіпотез раціональної поведінки підсистем, що знаходяться у взаємодії з досліджуваною транспортною системою.

Принципи оцінки ефективності функціонування транспортної системи на різних етапах життєвого циклу в подальшому можуть бути покладені в основу підходів виявлення слабких сторін транспортних систем в процесі експлуатації та розробку теорії забезпечення їх ефективності.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В., Замуренко А.С. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень // Вісник машинобудування та транспорту. №11(1), 2020. С. 4-10.

2. 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.

3. Антамошкин А.Н., Моргунова О.Н., Моргунов Е.П. Методика исследования эффективности сложных иерархических систем // Вестник Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та. 2006. Вып. 2 (9). С. 9–13.

4. Аксенов К.А., Гончарова Н.В. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах: учебное пособие. Ч.1. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 104 с.

5. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. Методологічний підхід до визначення рівня якості функціонування транспортних систем // Вісник машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. С. 4-9.

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

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

Замуренко Артем Сергійович – аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: Dimchik529@gmail.com

Гордієнко Дмитро Сергійович - головний судовий експерт сектору автотоварознавчих досліджень Кіровоградського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру Міністерства внутрішніх справ України, м. Кропивницький, e-mail: Dmitriy20081983@gmail.com

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

Golub Dmytro – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: Dimchik529@gmail.com

Zamurenko Artem – Postgraduate Student of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, e-mail: Dimchik529@gmail.com

Gordienko Dmytro – Chief Forensic Expert of the Automotive Research Sector of the Kirovohrad Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Kropyvnytskyi, e-mail: Dmitriy20081983@gmail.com

УДК 629.083

Бажинов А. В., д.т.н., проф.; Подригало М. А., д.т.н., проф.; Сериков Г. С., к.т.н. доц.; Серикова И. А., к.т.н. доц.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУПЕРАТИВНОГО И ДИССИПАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЙ АВТОМОБИЛЯ

В статье представлена методика определения совместного торможения транспортного средства с использованием рекуперативных и диссипативных тормозных систем. Рассмотрена эффективность рекуперативного торможения. Предлагаемая эффективность рекуперативного торможения рассчитывается исходя из эффективности цикла.

This article presents a methodology determination of the joint vehicle braking using regenerative and dissipative braking systems. The efficiency of regenerative braking is considered. The suggested regenerative braking efficiency is calculated in terms of the cycle efficiency.

При параллельном включении рекуперативных и диссипативных тормозных систем замедление автомобиля равно

$$\dot{V}_a = \frac{dV_a}{dt} = \dot{V}^{парц.}_{рек.торм.} + \dot{V}^{парц.}_{дис.торм.}, \quad (1)$$

где $\dot{V}^{парц.}_{рек.торм.}$ – параллельное ускорение автомобиля, создаваемое рекуперативной тормозной системой; $\dot{V}^{парц.}_{дис.торм.}$ – параллельное ускорение, создаваемое диссипативной тормозной системой

Автомобильный коэффициент полезного действия рекуперативного торможения, характеризующий долю кинетической энергии тормозящего автомобиля, преобразованной и сохранённой за счет рекуперации, будет равен

$$\eta^{мгн.}_{рек.торм.} = \frac{\dot{V}^{парц.}_{рек.торм.}}{\dot{V}_a} = \frac{\dot{V}^{парц.}_{рек.торм.}}{\dot{V}^{парц.}_{рек.торм.} + \dot{V}^{парц.}_{дис.торм.}} \quad (2)$$

Парциальное ускорение, создаваемое рекуперативной тормозной силой

$$\dot{V}^{парц.}_{рек.торм.} = -\frac{kV_a}{m_a} \quad (3)$$

где V_a - линейная скорость автомобиля; m_a - масса автомобиля; k - коэффициент пропорциональности между скоростью V_a и тормозной силой $P_{Трек}$, создаваемой рекуперативной тормозной системой,

$$k = \frac{P_{Трек}}{V_a} \quad (4)$$

Парциальное ускорение, создаваемое диссипативной тормозной системой

$$\dot{V}^{парц.}_{дис.торм.} = -\frac{P_{Тдис}}{m_a} \quad (5)$$

где $P_{Тдис}$ – тормозная сила, создаваемая диссипативной тормозной системой.

Уравнение (1) с учетом соотношения (3) и (5) примет вид

$$\frac{dV_a}{dt} = -\left(\frac{k}{m_a}V_a + \frac{P_{Тдис}}{m_a}\right) \quad (6)$$

Уравнение (6) представляет собой дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными, решение которого с учетом граничных условий (при t = 0; $V_a = V_0$) имеет вид

$$V_a = \left[\left(\frac{P_{Тдис}}{k} + V_0\right)\exp\left(-\frac{k}{m_a}t\right) - \frac{P_{Тдис}}{k}\right], \quad (7)$$

где V_0 – начальная скорость торможения; t – время.

При отсутствии диссипативного торможения $P_{Тдис} = 0$ и выражение (7) примет вид

$$V_{a\,рек} = V_0 \exp\left(-\frac{k}{m_a}t\right). \quad (8)$$

При совместном торможении

$$V_{a\,рек} = V_{a\,рек}^{парц}, \quad (9)$$

где $V_{a\,рек}^{парц}$ - условная парциальная скорость рекуперативного торможения.

Энергия, поглощенная рекуперативной тормозной системой к моменту времени t

$$W_{рек} = \frac{m_a}{2}\left[V_0^2 - \left(V_{a\,рек}^{парц}\right)^2\right] = = \frac{m_a V_0^2}{2}\left[1 - \exp\left(-\frac{2k}{m_a}t\right)^2\right]. \quad (10)$$

К концу торможения (t = T) энергия, поглощенная рекуперативной тормозной системой будет равна

$$W_{рек} = \frac{m_a V_0^2}{2}\left[1 - \exp\left(-\frac{2k}{m_a}T\right)\right] \quad (11)$$

Цикловой КПД рекуперативного торможения

$$\eta_{рек.торм.}^{цикл} = \frac{W_{рек}}{W_{k0}} = 1 - \exp\left(-\frac{2k}{m_a}T\right), \quad (12)$$

где W_{k0} - кинетическая энергия поступательного движения автомобиля в начальный момент торможения,

$$W_{k0} = \frac{m_a V_0^2}{2}. \quad (13)$$

График зависимости $\eta_{рек.торм.}^{цикл}$ T при различных значениях k приведен на рис. 1.

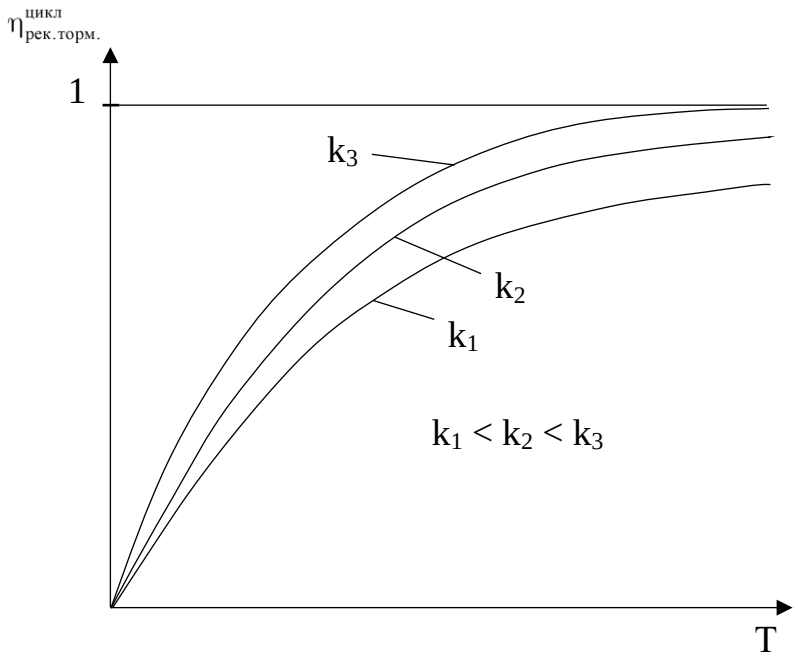


Рисунок 1 - Зависимость $\eta^{цикл}_{рек.торм.}$ t

Выводы. 1. Совместное торможение автомобиля с использованием рекуперативной и диссипативной тормозных систем позволяет обеспечить высокую эффективность торможения (особенно на малых скоростях движения).

2. Эффективность рекуперативного торможения предложено оценивать через цикловой КПД, равный отношению энергии, поглощённой рекуперативной тормозной системой к кинетической энергии поступательного движения автомобиля в начальный момент торможения.

Бажинов Анатолий Васильевич – д.т.н., профессор, професор кафедры организации и безопасности дорожного движения, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Подригало Михаил Абович – д.т.н., профессор, заведующий кафедры технологии машиностроения и ремонта машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: pmikhab@gmail.com

Сериков Георгий Сергеевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры автомобильной электроники, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: georgy301212@gmail.com

Серикова Ирина Алексеевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры автомобильной электроники, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Bazhinov Anatoly – Sc. Dr. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Organization and Road Safety, Kharkiv National Automobile and Highway University

Podrigalo Michael – Sc. Dr. (Eng.), Professor, Department of Technology Engineering and Machine Repair, Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: pmikhab@gmail.com

Serikov Georgy – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automotive Electronics, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: georgy301212@gmail.com

Serikova Irina – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automotive Electronics, Kharkiv National Automobile and Highway University

УДК 629.331:004.94

Балицький О. І., д.т.н., проф.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Гаврилюк М. Р., к.т.н.

СТАН РОЗВИТКУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються розвитку та впровадження водневих технологій, втому числі і в транспортній галузі.

The analysis, generalization and systematization of data related to the development and implementation of hydrogen technologies, including in the transport sector.

Вступ. У багатьох країнах світу та Європейського Союзу "зелений" водень розглядають як перспективне паливо для газових мереж і автомобільного транспорту. Відбувається так тому, що водень допоможе скоротити викиди парникових газів. Відповідно, допомогти вирішити проблему зміни клімату.

Водневі національні стратегії та плани вже розроблені (або на стадії підготовки) в Австрії, Бельгії, Німеччині, Латвії, Франції, Румунії, Португалії, Польщі, Іспанії, Італії, Нідерландах та Швеції. В березні 2021 року в Україні представлено Проект Дорожньої карти для виробництва та використання водню [1]

За інформацією Міжнародного енергетичного агентства, додавання 20% водню в європейську газову мережу скоротить викиди CO_2 на 60 млн тонн на рік. Для прикладу: стільки ж вуглекислого газу виробляється в Данії за рік [2].

Практично у всіх ключових галузях економіки можна застосовувати водень. Наприклад, замість природного газу в опаленні, замість вугілля - в металургії або в якості палива для транспорту [3 -10].

Використання водню не просто б скоротило викиди CO_2, а й дало б можливість заощадити. Суміш газу і водню дає більше тепла, ніж звичайний природний газ

Результати дослідження. Але зараз виробництво водню все ще є проблематичним, бо його собівартість ще завелика і технології його отримання досить різноманітті, а в деяких випадках дуже складні. Крім того, з екологічної точки зору перевага буде надаватись «зеленому водню».

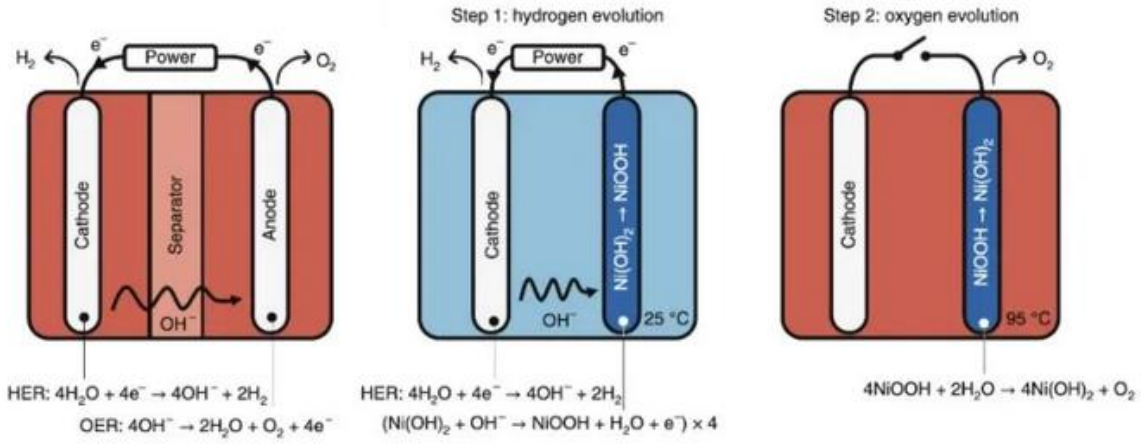
Згідно номенклатурі, використовуваної дослідницькою фірмою Wood Mackenzie, велика частина газу, який вже широко використовується в якості промислового хімічного речовини, або коричневого кольору, якщо він проводиться шляхом газифікації вугілля або лігніту; або сірий, якщо він проводиться шляхом парової конверсії метану, який зазвичай використовує природний газ в якості вихідної сировини. Жоден з цих процесів не є абсолютно безпечним з точки зору викидів вуглецю. Імовірно чистіший варіант відомий як блакитний водень, де газ отримують шляхом парової конверсії метану, а викиди скорочуються за рахунок уловлювання та зберігання вуглецю. Цей процес може приблизно вдвічі скоротити кількість викидів вуглецю, але він все ще далекий від безвуглецевого виробництва. Зелений водень, навпаки, може майже повністю виключити шкідливі викиди, використовуючи поновлювану енергію [11].

Ізраїльська компанія H2Pro стверджує, що її високоефективна технологія поділу води дозволить до 2030 року доставляти зелений водень за ціною менш як $1 за кілограм. [12, 13]. Це буде означати зниження цін на «зелений» H_2 на 60-80% до рівня, при якому він буде дешевше на одиницю енергії, ніж поточні роздрібні ціни на бензин.

Компанія представила лабораторний стенд, що виробляє крихітні кількості водню, але це є стрибок ефективності, а обіцяний ККД всієї системи в 95% [13].

Електроліз з генерацією струму виробляє водень і кисень одночасно, пропускаючи електрику через воду, збагачену лугом або кислотою, для утворення газоподібного кисню, який притягається до анода, а водень притягається до катода. Ця операція виконується в

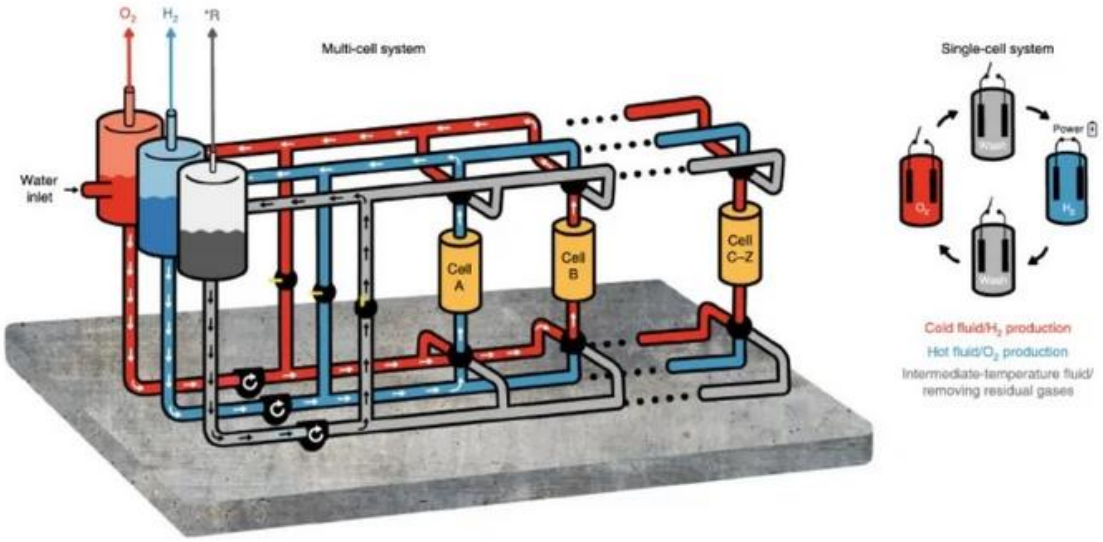
камері, яка фізично розділена мембраною, що дозволяє збирати кожен газ окремо (рис. 1). E-TAC, що означає «електрохімічне – термічно активоване хімічне розщеплення води», був спочатку розроблений в Ізраїльському технологічному інституті. В ході цього процесу виробляються водень і кисень у двох окремих процесах. На першому (електрохімічному) етапі через воду пропускають струм при 25°C, виділяючи H_2, який може збиратися біля катода, і іони гідроксиду (OH-), які притягуються до анода з гідроксиду нікелю (Ni (OH) 2). Це окислює анод до оксігідроксіда нікелю (NiOOH).



а *б*

Рисунок 1 – Типова конструкція одноступінчастого електролізера з мембраною, що розділяє гази водню і кисню (*а*) двоетапний процес E-TAC. Перша, холодна, електрохімічна стадія генерує водень і окислює анод. Другий, термічно активований етап регенерує анод, виділяючи кисень, і не вимагає струму (*б*) [12, 13]

Другий етап відключає електричний ланцюг і нагріває воду до 95°C, оптимальної точки, в якій анод з оксігідроксіду нікелю реагує з водою. Цей процес вивільняє кисень, який він отримав на першому етапі, повертаючи анод назад, в гідроксид нікелю і налаштовує його на інший цикл. Добавки до води, в тому числі кобальту, допомагають запобігти утворенню небажаного кисню на першому етапі.



а *б*

Рисунок 2 – Реалізація E-TAC з декількома осередками (*а*). Праворуч: одноклітинний розчин. Сірі канали є промивною рідиною з проміжною температурою, яка використовується для промивання між ступенями (*б*) [12, 13]

Газоподібні водень і кисень ніколи не змішуються, тому мембрана між ними взагалі не потрібна. Таким чином, ризик вибухонебезпечного змішання газів виключений. Система E-TAC, на відміну від мембранних систем, може підтримувати виробництво під високим тиском – до 100 бар, що означає, що вам не потрібно витрачати більше грошей на компресори. Також відсутність мембрани допомагає скоротити капітальні витрати, експлуатацію та технічне обслуговування.

Кількість водневих заправних станцій зростає. Найактивніше - в Японії, Німеччині, Китаї, США та Канаді. Разом з цим, автомобільні концерни розробляють автомобілі на водневих паливних елементах. Серед найпопулярніших моделей Toyota Mirai, Honda Clarity, Mercedes-Benz GLC F-CELL, BMW Hydrogen 7, Hyundai Nexo та ін. Кросовери Hyundai Nexo недавно поповнили парк поліцейських машин міста Оснабрюк в Німеччині. В Ризі почали їздити тролейбуси на водні. А в Лондоні в цьому році почне курсувати 34 автобуса H2.City Gold на водневих паливних елементах. [2].

Міністр транспорту ФРН Андреас Шойер заявив, що в 2021-2022 роках по дорогах країни повинні їздити 60 тисяч водневих автомобілів. Тим часом в Південній Кореї стартував пілотний проект з переведення на H_2 відразу трьох міст. Мова не тільки про автомобільний транспорт, а й про електроенергетику та теплопостачання, і Hyundai буде поставляти туди свої паливні елементи, розповів в Штутгарті представник німецького відділення цієї південнокорейської компанії Олівер Гут (Oliver Gutt). Одночасно вона нарощує випуск (почався в 2018 році) як водневого позашляховика Hyundai Nexo (ціна в Німеччині: близько 70 тисяч євро), так і H_2-вантажівок [14].

Рисунок 3 – Південнокорейський водневий автомобіль Hyundai Nexo на Франкфуртському автосалоні 2019 [14].

Електромобіль Hyundai NEXO з силовою установкою на водневих паливних елементах отримав нагороду «Автомобіль року на альтернативних видах палива» на щорічній церемонії GQ Car Awards 2021 [15].

Принципово важливим є також питання, звідки береться водень. Виробляти його з вуглеводнів, наприклад, з природного газу, з економічної точки зору видається не дуже виправданим, адже в такому випадку автомобілі можна було б безпосередньо заправляти зрідженим (LNG) або компримованим (CNG) природним газом.

Зараз з точки зору захисту клімату та екології сенс має тільки "зелений" водень, отриманий із звичайної води методом електролізу з використанням надлишкової електроенергії сонячних та вітряних електростанцій.

Список використаних джерел

1. 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.

2. Вместо газа и нефти. Зачем Украине водородная энергетика. URL: https://biz.censor.net/resonance/3192344/vmesto_gaza_i_nefti_zachem_ukraine_vodorodnaya_energetika. (дата звернення 06.04.2021).

3. *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., м. Вінниця. – С. 28-38. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

4. 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” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 23 – 30. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

5. 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” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 31 – 45. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

6. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 144 – 157. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

7. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *“Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”* (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference *“Problems and prospects of automobile transport”*). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158 – 165. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

8. 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.

9. 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.

10. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гребенюк С.О., Еліаш Я.Я., К.Ф. Абрамек. Устаткування для технічної діагностики системи поршень-втулка-циліндр при зношуванні конструкційних сплавів у воденьвмісному газовому середовищі. Патент на корисну модель України 127154 від 25.07.18, МПК (2016.01) G01N 3/56 (2006.01) G01N 15/10 (2006.01). Заявка № u 2017 11856; Чинна від 4.12.2017.- 4 с. Бюл.№ 14, 25.07.2018. http://base.uipv.org/searchlnvStat/. - ідентифікатор 2484230718

11. Що ж таке зелений водень? Energy Club: веб-сайт. Дата оновлення: 16.07.2020. URL: https://iclub.energy/analitika/tpost/36eikvm2sg-itak-chto-zhe-takoe-zelenii-vodorod (дата звернення 06.04.2021).

12. Julia Alexandrova. Зелений водень H2Pro «долар за кілограм»: 20-річний стрибок в області чистої енергії? Root-nation.com: веб-сайт. Дата оновлення: 12.03.2021. URL: https://root-nation.com/ua/news-ua/it-news-ua/ua-zelenij-voden-h2pro (дата звернення 06.04.2021).

13. H2Pro introduction. Дата оновлення: 19.11.2020. URL: https://www.youtube.com/watch?v=s6ISMgT9kYE. (дата звернення 06.04.2021).

14. Андрей Гурков. Водородные автомобили: энтузиазм в Азии, сомнения в Германии. Deutsche Welle: веб-сайт. Дата оновлення: 08.11.2019. URL: https://www.dw.com (дата звернення 06.04.2021).

15. Hyundai NEXO отримав нагороду «Автомобіль року на альтернативних видах палива» на щорічній церемонії GQ Car Awards 2021. Дата оновлення: 03.02.2021. URL: https://fuelcellsworks.com/news/hyundai-nexo-awarded-alternative-energy-car-of-the-year-award-at-annual-gq-car-awards-2021/ (дата звернення 06.04.2021).

Балицький Олександр Іванович – д.т.н., професор, провідний науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, Західнопоморський технологічний університет, Щецін, Польща, e-mail: abalitskii@hotmail.com

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

Balitskii Alexander – Sc. Dr. (Eng.), Leading researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics by G. V. Karpenko NAS of Ukraine, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland, e-mail: abalitskii@hotmail.com

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

Hawriljuk Mariya – Cand. Sc. (Eng), Scientist of Department “Strength of materials and structures in hydrogen containing environments” Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, e-mail: gavrilukm@ukr.net

УДК 629.113

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

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІСТА

Розглянуто вітчизняні та зарубіжні розробки, які враховують витрати при виборі пасажирами шляху переміщення і транспортного засобу. В системі міського пасажирського транспорту виділили чотири зацікавлені сторони – споживач, перевізник, адміністрація системи перевезень і адміністрація муніципалітету. Розроблена система управління міського пасажирського транспорту.

Domestic and foreign developments are considered, which take into account the costs when passengers choose the route and vehicle. In the system of urban passenger transport, four stakeholders were identified – the consumer, the carrier, the administration of the transportation system and the administration of the municipality. The system of management of city passenger transport is developed.

Вступ. На даний момент не існує методики, яка з достатньою достовірністю може змоделювати розподіл пасажирських потоків міста та раціонально розподілити рухомий склад різних типів з урахуванням поточного і перспективного попиту різних груп пасажирів на маршрутній мережі міста.

Більшість розробок є незакінченими і здебільшого не враховують сучасний стан системи транспортного обслуговування міста [1, 2] та тенденції його зміни. Основним чинником при виборі пасажиром здійснення транспортного переміщення в багатьох дослідженнях враховують фактор часу, але практично не враховуються витрати на поїздку. В економічній ситуації, що склалася в країні, цей чинник не можна недооцінювати. Оскільки при виборі пасажиром рухомого засобу та маршруту транспортні витрати є важливим моментом в плануванні бюджету сім'ї.

Результати дослідження. Поява комерційного пасажирського транспорту помітно змінила механізм вибору пасажиром маршруту переміщення і типу транспортного засобу. З погляду пасажирів по швидкості і комфорту переміщення він є привабливішим, але залишається і більш дорогим. В залежності від доходу пасажир має альтернативу: вибирати більш швидкий, але дорогий спосіб переміщення, або більш дешевий, але повільний. Здебільшого ці обставини не враховувалися в дослідженні закономірностей процесу міських пасажирських перевезень.

Зарубіжні розробки побічно враховують витрати при виборі пасажиром шляху переміщення і транспортного засобу, але їх не можна адекватно переносити на транспортну ситуацію в містах України, оскільки вони базуються на застосуванні розкладу і не враховують ймовірнісний підхід до міських пасажирських перевезень. Фінансові і тимчасові витрати не є основними показниками в зарубіжних програмних комплексів при виборі пасажиром маршруту, оскільки вони носять лише оцінювальний характер при реалізації поїздки [3].

Всі розглянуті підходи і моделі мають справу з наступними задачами: визначення попиту на міські пасажирські перевезення, розподіл пасажиропотоків, побудова маршрутної мережі міста. Задачі розв'язуються різними методами, які не зв'язані між собою і не можна здійснити обмін даними, а отже зробити комплексний аналіз системи транспортного обслуговування міста. При розрахунку потоків і проектуванні маршрутної мережі міста слід враховувати поточний і перспективний попит типологічних груп пасажирів по вибору ними різних типів

рухомого складу [4]. Комплексний аналіз при цьому потребує сумісності бази даних.

До основних недоліків методик отримання даних необхідно віднести і малу розмірність розрахункових мереж, що є малопридатним для детального розрахунку пасажирських потоків в сучасних ринкових умовах функціонування транспортної системи і не дасть адекватної картини пасажирських потоків, а отже унеможливлює здійснення розподілу потоків по різних типах транспорту і маршрутах. Не враховується специфіка сучасних міст України та трансформаційні процеси в їх транспортних системах: співіснування пасажирських автотранспортних підприємств різних форм власності, формування альтернативних маршрутів проїзду пасажирів на основі раціонального розподілу різних типів рухомого складу та урахуванням фактичного і перспективного попиту різних груп пасажирів при виборі ними транспортного засобу.

Останнє потребує створення комплексної моделі пасажиропотоку з мінімізацією сумарного пробігу порожніх місць, яка дозволить визначити раціональну кількість транспортних засобів різних типів на маршрутах міста з урахуванням витрат на пасажирські перевезення і найбільшою відповідністю попиту і пропозиції на місця в них.

В системі міського пасажирського транспорту можна виділити чотири зацікавлені сторони - споживач, перевізник, адміністрація системи перевезень і адміністрація муніципалітету [3]. Для них мотивації пасажирських перевезень в загальному вигляді не співпадають, а іноді і діаметрально протилежні.

Перевізник, тобто постачальник послуг пасажирських перевезень, до якого б виду власників він не належав, метою функціонування його підприємства в першу чергу є мінімальні витрати, максимальний прибуток, освоєння найбільш ефективних перевізних маршрутів (з меншою протяжністю маршруту і більшою наповнюваністю пасажирами транспортних засобів), утримання завойованих позицій на ринку пасажирських послуг. Природно, що з цих позицій і оцінюється економічна ефективність експлуатації пасажирських транспортних засобів. При цьому слід пам'ятати, що одночасно підвищувати цю ефективність і якість транспортного обслуговування пасажирів неможливо. Забезпечення високої якості перевізного процесу вимагає великих ресурсних витрат, що одночасно знижує ефективність експлуатації пасажирських транспортних засобів. Тому перевізник вимушений, щоб не втратити позиції на ринку, підтримувати деякий рівень повноти і якості задоволення запитів пасажирів.

Ефективність пасажирських перевезень на макрорівні (від муніципалітету і вище), поза сумнівом, в більшості випадків також вимагає мінімізації загальних витрат. Тому цільова установка владних органів, що реалізовується на сучасному етапі розвитку суспільства в країні, по суті формулюється як оптимізація ефективності перевезень пасажирів при дотриманні якості транспортного обслуговування пасажирів на прийнятному рівні.

Ефективність міських пасажирських перевезень з погляду адміністрації системи перевезень оцінюється відсутністю рекламацій населення і рівнем витрат на їх організацію.

Ефективність міських пасажирських перевезень з погляду пасажирів може бути оцінена ціною поїздки, надійністю і безпекою, загальними витратами часу на пересування від пункту відправлення до пункту призначення, включаючи час очікування транспортного засобу і час поїздки.

Крім цього існує суперечність між інтересами перевізника і пасажира: для перевізника вигідно скоротити кількість транспортних засобів на лінії при одночасному збільшенні їх наповнюваності, в той час як пасажиру вигідно збільшення числа транспортних засобів.

В таких умовах система управління міського пасажирського транспорту повинна адекватно реагувати на різноманітні ситуації, що виникають при транспортному обслуговуванні населення міста (рис. 1).

При знаходженні механізмів управління системою транспортного обслуговування міста забезпечується зв'язок різних районів міста між собою та реалізується один з основних

принципів організації міських пасажирських перевезень: першочергове задоволення вимог споживача.

В здійсненні процесу перевезення пасажир відіграє активну роль: він сам вибирає маршрут і може змінити його в процесі поїздки. В певному значенні можна вважати, що пасажир бере участь в організації транспортного процесу і управлінні ним.

Пасажиропотоки, які складаються в маршрутну пасажирську транспортну систему, характеризують масову поведінку учасників руху, що приймають рішення при виборі маршруту і типів рухомого складу.

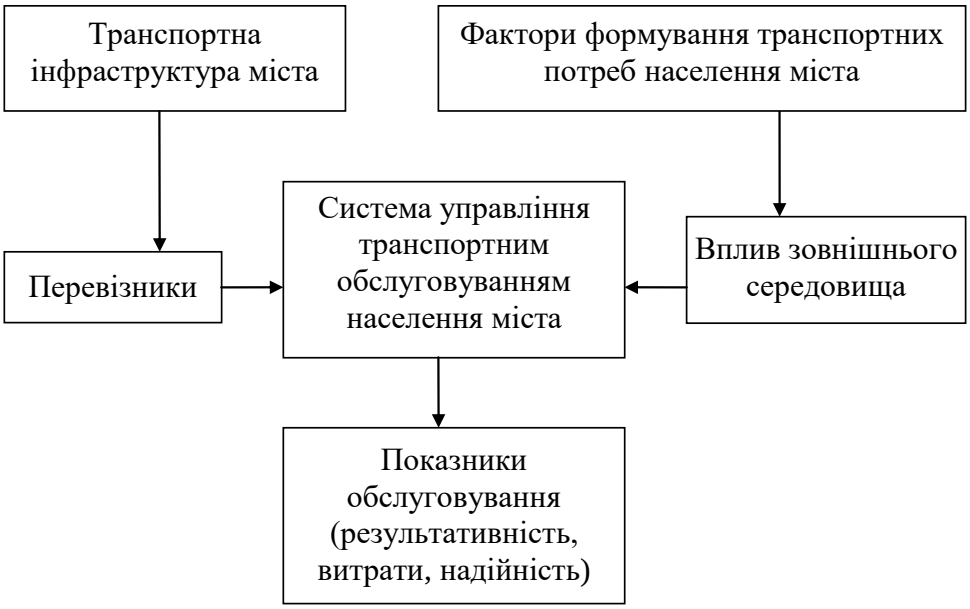


Рисунок 1 – Схема системи транспортного обслуговування міста

Індивідуальний вибір властивий і таким процесам, як зміна місця роботи, житла та ін., які є одним з джерел формування кореспонденції. Інформація про пасажирські кореспонденції головним чином випливає із спостережень, отримання якої є надзвичайно трудомісткою задачею.

Ситуація в сучасних ринкових умовах значно змінилася: значна кількість населення зайнято або у сфері індивідуального бізнесу, або працюють у сфері обслуговування. Транспортна рухомість такого контингенту обумовлена зміною структури і характеру попиту на ринку міських пасажирських перевезень. Попит населення став більш різноманітним по своїх просторових і часових характеристиках. В зв’язку з цим змінився характер і структура пасажиропотоку, який також став більш різноманітним.

Висновки. Отже важливими змінами є завантаженість маршрутів і перерозподіл перевезень пасажирів по різних типах транспортних засобів. При цьому доцільно отримати об'єктивну інформацію про пасажиропотоки, структурний склад пасажирів, особливості споживання ними послуг системи транспортного обслуговування міста, визначення і прогнозування їх попиту на різні типи транспортних засобів. Доцільне врахування і основних параметрів, що характеризують пасажиропотік: пасажироутворюючі і пасажиропоглинаючі пункти; протяжність шляху руху, траєкторія шляху, що відображає конфігурацію маршрутної мережі; швидкість і час руху; інтенсивність руху, що визначається кількістю перевезених пасажирів по маршрутній мережі.

Список використаних джерел

1. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков [и др.]; под ред. В.А. Гудкова - М.: Горячая линия -Телеком, 2004. - 448 с.

2. Маринцева К.В. Пасажирські перевезення – Київ: Видавництво Національного авіаційного університету "НАУ-друк" / Маринцева К.В., 2009 – 228с.

3. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення / Босняк М.Г. - Київ: Видавничий Дім "Слово", 2009. - 272 с.

4. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими перевозками: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 400 с.

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

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

Цимбал Ольга Василівна – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: unicorne@ukr.net

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

Tsymbal Serhiy – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Tsymbal Olga – graduate student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: unicorne@ukr.net

УДК 629

Борисюк Д. В., к.т.н.; Зелінський В. Й.

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ ТРАКТОРІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ

В роботі розглянута модель довговічності карданних шарнірів тракторів з урахуванням проведення ТО.

A model of the durability of the cardan joints of the tractors for the maintenance of the maintenance is shown at this thesis.

Вступ. Машинно-тракторний парк підприємств є важливою ланкою з виробництва продукції різних галузей промисловості України. Від його ефективної роботи в значній мірі залежать своєчасне виконання транспортних, сільськогосподарських, дорожньо-будівельних та інших робіт, і в кінцевому випадку собівартість продукції чи послуг [1-4].

Різноманітність умов експлуатації колісних тракторів обумовлює неоднакові терміни зношування різних деталей, в тому числі карданних шарнірів.

Основна частина. Довговічність карданних шарнірів визначається періодичністю заміни і включається до відповідного поточного ремонту за рекомендацією заводу-виробника. З іншого боку виникає розсіювання термінів служби, яке призводить до недовикористання потенційної довговічності карданних шарнірів або до зростання ймовірності відмови в міжремонтний період [5].

Оцінити ефект підвищення довговічності карданних шарнірів можна за рахунок прогнозування напрацювання до настання граничного технічного стану карданних шарнірів, якщо відомі гранична величина і тенденція зміни радіального зазору та навантаженості в процесі експлуатації і стан карданних шарнірів за попереднє напрацювання. Також необхідно, щоб термін служби карданних шарнірів коректувався з урахуванням умов навантаженості. Для збільшення терміну безвідмовної роботи протягом міжремонтного періоду проводиться контроль поточного технічного стану карданних шарнірів під час діагностичного огляду. Залежно від даних по навантаженості і радіальному зазору приймається рішення про проведення відповідних ремонтно-обслуговуючих робіт.

Даний підхід повинен забезпечити найбільше використання терміну служби з одночасною гарантією високої безвідмовності карданних шарнірів, однак будуть потрібні додаткові витрати на проведення поточного діагностування. В даному випадку відкривається можливість проведення обслуговування за технічним станом машини, коли обсяги роботи кожен раз коригуються відповідно до дійсних потреб.

Відомий один із способів нормування і коригування періодичності ТО і пробігу транспортних засобів до капітального ремонту в залежності від дорожніх і кліматичних умов [6-8]. Суть методу полягає в коригуванні періодичності ТО шляхом урахування темпів накопичення рівня навантаженості в залежності від зміни умов їх використання та умов дослідної (підконтрольної) експлуатації.

У нашому дослідженні проведемо контроль технічного стану карданних шарнірів по радіальному зазору і навантаженості на прикладі тракторів John Deere. Припускаємо, що в залежності від зміни умов експлуатації буде змінюватися і значення радіального зазору.

В основу розробки моделі довговічності карданних шарнірів з урахуванням проведення ТО покладемо формулу (4), в якій врахуємо тільки коефіцієнт, що характеризує сукупність ефекту проведення ТО після вироблення основного ресурсу [3-6]. У зв'язку з цим сумарне граничне напрацювання карданного шарніру $L_{h\Sigma}$ (год), з урахуванням вироблення ресурсу до і після ТО, буде виражене залежністю

$$L_{h\Sigma} = L_{h0}\cdot(1+\Sigma k_{TOi})=L_{h0}+L_{h0}\cdot\Sigma k_{TOi}, \quad (1)$$

де L_{h0} - довговічність до застосування ТО; Σk_{TOi} - сумарний відсоток збільшення довговічності при проведенні ТО, наприклад, шляхом заміни робочих поверхонь, з урахуванням кратності TO_i.

Виконаємо порівняльну графічну інтерпретацію вироблення ресурсу карданних шарнірів без ТО, в умовах нормальної експлуатації, і з ТО на основі поточного діагностування за формулою (1) (рис. 1). На рис. 1 представлені наступні позначення: інтервал L_{h0} означає довговічність карданних шарнірів з урахуванням напрацювання, рекомендованого заводом-виробником; інтервал L_H - довговічність карданних шарнірів до проведення ТО з урахуванням навантаженості і технічного стану; інтервал L_{TO} - довго-вічність карданних шарнірів, збільшена шляхом застосування способу ТО; інтервал $L_{h\Sigma}$ - сумарне напрацювання за формулою (1).

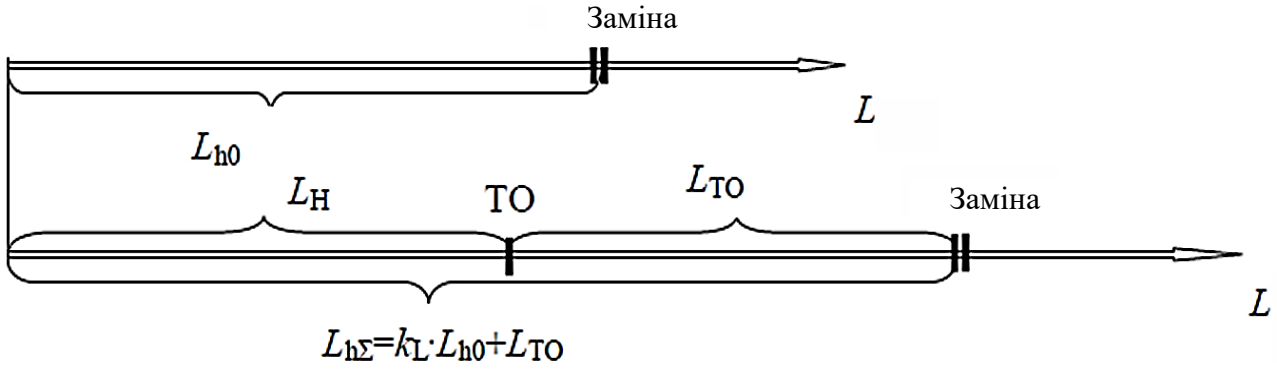


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація впливу ТО на ресурс карданний шарнір

Для оцінки напрацювання до ТО і сумарного напрацювання після проведення ТО з урахуванням досягнення граничного стану виходимо з таких міркувань:

- ТО вузлів проводять при наявності залишкового ресурсу, що характеризується коефіцієнтом k_L напрацювання до ТО у відсотках від рекомендованого напрацювання, тоді напрацювання карданних шарнірів до ТО буде

$$L_H = k_L\cdot L_{h0}; \quad (2)$$

- з іншого боку, так як L_{TO} - напрацювання отримане шляхом застосування способу ТО, тоді формула сумарного напрацювання матиме вигляд

$$L_\Sigma = L_H+L_{TO}, \quad (3)$$

тоді з урахуванням формули (2) по формулі (3) отримуємо

$$L_\Sigma = k_L\cdot L_{h0}+L_{TO}. \quad (4)$$

Таким чином, для реалізації підвищення довговічності при проведенні ТО карданних шарнірів слід встановити значення коефіцієнта напрацювання до ТО, визначити вид і зміст технологічного впливу.

Коефіцієнт підвищення довговічності карданних шарнірів за результатами проведення ТО буде визначатися з формули

$$k_{dTO} = L_\Sigma/L_{h0}=(k_L\cdot L_{h0}+L_{TO})/L_{h0}. \quad (5)$$

Висновок. Отримана модель довговічності карданних шарнірів тракторів з урахуванням проведення ТО може реалізовуватись при експлуатації як тракторів, так і автомобілів.

Список використаних джерел

1. Біліченко В. В., Борисюк Д. В. Методи віброакустичного діагностування технічного стану вузлів і агрегатів машин. *Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій* : VI-а Міжн. конф., м. Вінниця, 13-15 вересня 2018 р.: тези доповіді. Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 34-36.

2. Борисюк Д. В. Перспективи розвитку методів і засобів діагностування сільськогосподарських тракторів. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : X-а Міжн. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 23-25 жовтня 2017 р.: тези доповіді. Вінниця, 2017. С. 138-142.

3. Біліченко В. В., Борисюк Д. В. Значення технічного діагностування тракторів і автомобілів в сільському господарстві. *XLVI-а наук.-техн. конф. фак.-ту машинобудування та транспорту ВНТУ, м. Вінниця, 27-28 березня 2017 р.* : тези доповіді. URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt2017/paper/ view/ 1764/2362 (дата звернення: 12.04.2018).

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

5. Байхельт Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. Москва : Радио и связь, 1988. 329 с.

6. Вишняков В. С. Пути повышения долговечности игольчатых подшипников карданных передач. *Вестник машиностроения*. 1976. №8. С. 25-26.

7. Дегтярев, М. Г., Ульман И. Е. Определение предельного технического состояния карданных передач тракторов К-700. *Техника в сельском хозяйстве*. 1975. № 11. С. 73-74.

8. Ерохин М. Н., Пастухов А. Г. Анализ математических моделей долговечности карданных передач транспортных и технологических машин. *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2014. № 1. С. 11-26.

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

Зелінський Вячеслав Йосипович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com

Borisyuk Dmitro – Cand. Sc. (Eng), Assistant of the Department of Automotive and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: bddv@ukr.net

Zelinskiy Vyacheslav – Assistant of the Department of Automotive and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com

УДК 629.113

Буда А. Г., к.т.н., доц.; Кужель В. П., к.т.н., доц.; Гладій В. А.

АНАЛІЗ АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КУЗОВІВ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ

Проаналізовані особливості впливу швидкості автомобіля, напрямку руху повітря, стану поверхні кузова та його форми на головний показник, коефіцієнт аеродинамічного опору.

The peculiarities of the influence of the car speed, the direction of air movement, the condition of the body surface and its shape on the main indicator, the coefficient of aerodynamic drag are analyzed.

Питання поліпшення показника коефіцієнту аеродинамічного опору C_x на сучасному етапі проектування кузовів автомобілів є досить актуальним, оскільки прихильність споживача до певного стилю щодо зовнішнього вигляду автомобіля формується розрахунковою аеродинамікою [1, 2]. У більшості сучасних машин автомобілів він дорівнює 0,30-0,35; найдосконаліші досягають значень 0,26-0,27.

Сформулюємо головні цілі покращення аеродинамічних якостей автомобіля: зменшення опору повітря і, як наслідок, збільшення максимальної швидкості та зниження витрати палива; зниження рівня шуму; запобігання появи підйомних сил (забезпечення притискної сили) та інших проявів аеродинамічній нестійкості.

Поняття «аеродинаміка автомобіля» включає в себе багато аспектів, найважливішими з яких є: забезпечення мінімальної сили опору повітря при русі автомобіля або підвищення швидкості руху; зменшення аеродинамічної підйомної сили, що прагне «відірвати» автомобіль від дороги і знижує зчеплення коліс з дорожнім покриттям; зниження забруднення скла, ручок дверей та інших поверхонь автомобіля; забезпечення оптимальних повітряних потоків для забезпечення двигуна повітрям, для його охолодження, вентиляції салону; зниження аеродинамічного шуму.

Зниження коефіцієнта C_x для кузова автомобіля, особливо легкового, створює вирішальний вплив на характер взаємодії автомобіля з повітряним середовищем. Аеродинамічний опір (опір повітря), яке заважає автомобілю рухатися вперед, різко збільшується (в квадратичній залежності) з ростом швидкості руху, а також залежить від площі поперечного перерізу автомобіля і досконалості форми кузова [3-5], яке визначається коефіцієнтом повітряного опору C_x.

Зазначимо, що кузов сучасного легкового автомобіля в профіль (рис. 1) за формою схожий на крило літака. Тому в робочому стані на автомобіль діє аеродинамічна підйомна сила, яка погіршує керованість, стійкість і безпеку руху.

Рисунок 1 – Дія аеродинамічної підйомної сили

Більш ґрунтовні дослідження аеродинаміки, проведені за останні 40 років, дозволили зменшити коефіцієнт C_x легкових автомобілів практично в два рази та заощадити в середньому близько 1,5 л пального на 100 км.

Останнім часом актуальність зменшення аеродинамічного опору знаходить своє підтвердження у високошвидкісних автомобілів (автомобілі для перегонів, спортивні). Заслуговує уваги схема установки аеродинамічних елементів на гоночному автомобілі (рис. 2): 1 – переднє антикрило; 2 – бічна секція; 3 – заднє антикрило; P1, P2, P3 – аеродинамічні притискні сили переднього крила, бокові секції і заднього антикрила відповідно.

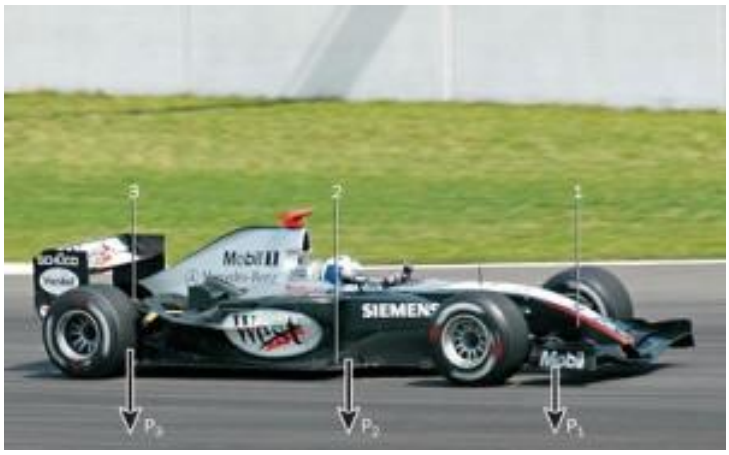


Рисунок 2 – Аеродинамічні елементи на гоночному автомобілі

Аеродинаміка вантажних автомобілів і автобусів гірша, ніж у легкових, що пояснюється неможливістю принципово змінити форму кузова: для оптимального розміщення вантажів і пасажирів основа кузова повинна наближатися до прямокутного паралелепіпеда. Вплив аеродинаміки на експлуатаційні властивості таких автомобілів менше, що пов'язано з більш низькими швидкостями руху вантажівок і автобусів.

На даному етапі кабіни і кузови названих транспортних засобів проектуються з урахуванням аеродинамічних вимог. Це проявляється в наданні кабіні більш округлих форм, збільшенні кута нахилу вітрового скла, встановлення між кабіною і кузовом аеродинамічних обтічників і закрилків (рис. 3).

Рисунок 3 – Зовнішній вигляд кабіни вантажного автомобіля Volvo FH

Крім обтічності машини в поздовжньому напрямку, також враховують обтічності вітрових потоків збоку, дію підйомної сил, адже підйомна сила – це друга за значимістю проблема в аеродинаміці автомобілів, крім лобового опору повітря. Автомобіль за своїми формами схожий на профіль крила літака: знизу плоский, а зверху – опуклий. Це означає, що повітря, що протікає над автомобілем, здійснює довший шлях, ніж повітря знизу. До того ж швидкість потоку знизу вище, ніж зверху. Через це, над машиною з'являється зона розрідженого повітря, а під нею, навпаки, зона підвищеного тиску. Із зростанням швидкості, сила повітря знизу починає піднімати автомобіль. Різного роду аеродинамічні елементи на зразок антикрила, спойлерів, сплітерів, дифузорів і накладок на дні покликані створити притискну силу. У випадку з гоночними болідами швидкісний автомобіль притискається до землі (рис. 4). Це збільшує зчеплення коліс з дорогою і робить транспортний засіб більш стабільним на високих швидкостях.

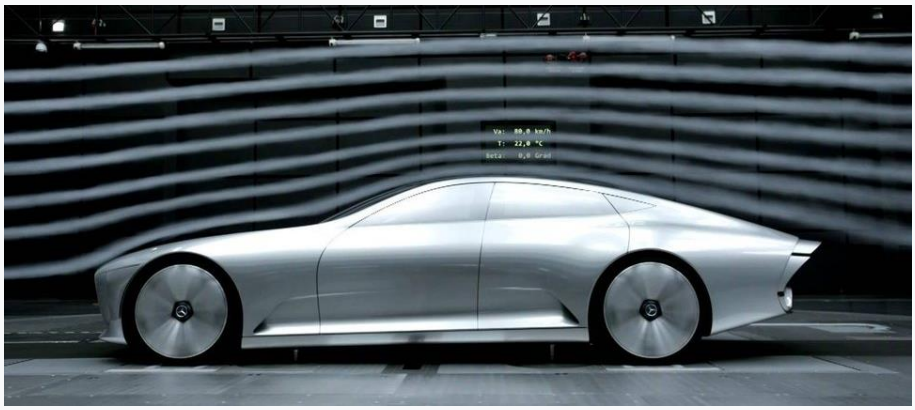


Рисунок 4 – Аеродинамічні контури кузова сучасного автомобіля

Важливе значення має момент крену (вимірюються при повороті автомобіля під кутом до повітряного потоку). Цей показник відображає схильність машини реагувати на бічні пориви вітру. Чим менше ця цифра, тим краще машина тримає швидкісну пряму і менше відхиляється від траєкторії, наприклад, при проїзді зустрічної фури.

Таким чином, описані аеродинамічні характеристики дозволяють обґрунтувати в подальших працях рейтинг найгірших та найкращих моделей автомобілів з відповідними показниками C_x та запасом ходу.

Список використаних джерел

1. 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.

2. 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.

3. Avershin A.G. Experimental study of aerodynamic characteristics of racing car/ A.G. Avershin, V.G. Solodov. // Транспорт, экология – устойчиво развитие: XVI научно-техническая конференция с международным участием, 21–23 мая 2009 г.: – Варна, Болгария, 2009. – С. 462–469

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 тривимірно-му просторі за допомогою сплайнів / Буда А. Г, Кужель В. П., Юров А. Р. // Вісник Машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. – С. 26 – 34.

Буда Антоніна Героніївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Гладій Владислав Андрійович – студент групи 3ОП1, Вінницький технічний коледж.

Buda Antonina – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University

Kuzhel Volodymyr – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Gladiy Vladyslav – student of group 3OP1, Vinnytsia Technical College.

УДК 004:37.013:629.331

Бурдун В. В., к.п.н.; Ревякіна О. О., к.т.н., доц.; Колеснікова Є. Б.

ДЕЯКІ ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ ТА ОСВІТІ

Зроблено огляд та аналіз застосування інформаційних технологій, що використовуються в автомобільній галузі та освіті. Наведені припущення стосовно подальшого розвитку та впровадження.

A review and analysis of the application of information technology used in the automotive industry and education. Assumptions regarding further development and implementation are given.

Вступ. Інформаційні технології та освіта пліч-о-пліч йдуть та доповнюють один одного. Особливо це стосується викладання інженерних дисциплін [1 – 4].

Бурхливий розвиток інформаційних технологій сприяв розвитку і поширенню неперервного навчання, до скорочення аудиторних занять за рахунок самоосвіти та дистанційного навчання. Інформатизація освіти сприяє розкриттю особистісних якостей людини, збереженню та розвитку індивідуальних можливостей тих, кого навчають; формуванню в здобувачів освіти пізнавальних інтересів, прагнення до самовдосконалення; забезпечення комплексності вивчення явищ дійсності, нерозривності взаємозв'язку між природознавством, технікою, гуманітарними науками та мистецтвом; постійного відновлення освіти, форм і методів процесу навчання і виховання [1].

Мета використання інформаційних технологій – забезпечення ефективної інформаційної підтримки навчально-виховного процесу. Це дає змогу найбільш повно використовувати педагогічні можливості нових інформаційних технологій, реалізовувати процеси інтенсифікації й оптимізації навчального процесу, індивідуалізації та диференціації; розвивати самостійність дорослих у виконанні конкретних навчальних завдань; застосовувати поетапний і підсумковий контроль результатів навчання з наступною оцінкою ефективності навчального процесу [1, 2].

На кафедрі технологій виробництва та професійної освіти вже давно відбувається систематизація та узагальнення матеріалу, що стосується впровадження та застосування інформаційних технологій в учбовому процесі, в тому числі і для здобувачів вищої освіти, що навчаються за спеціальністю «Професійна освіта. Транспорт» [5 – 23].

Результати дослідження. Інтеграція систем автоматизованого проєктування САПР в учбовий процес є актуальною задачею. Систе́ма автоматизо́ваного проєктува́ння (САП або САПР) або автоматизо́вана систе́ма проєктува́ння (АСП) – автоматизована система, яка призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об’єкта проєктування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв [24].

Про актуальність застосування в навчальному процесі САПР SolidWorks, говорить наявність у ній інтегрованих розрахункових модулів сімейства Simulation: власне Simulation (раніше – CosmosWorks); Flow Simulation (CosmosFloworks) і SolidWorks Motion (CosmosMotion) – які дозволяють виконувати складні розрахунки й аналіз проєктованих систем на всіх етапах створення автомобіля. А застосування 3D-моделювання вже на початковому етапі проєктування, при проведенні проєктно-конструкторських і дослідницьких робіт, має незаперечні переваги перед плоским моделюванням (2D). Саме сприйняття інформації із тривимірного простору не тільки більш точне, але й значно полегшує розуміння здобувачем вищої освіти сутності проєктної роботи [25].

Сьогодні світ програмного забезпечення для 3D-дизайну є віртуальною індустрію програм і графічних пакетів, які роблять практично все, що може собі уявити дизайнер або інженер. Ось кілька основних прикладів сучасних рішень для 3D CAD проєктування: Kompas 3D, 3ds Max, Blender, Cinema 4D, Rhino3D, SketchUp, Fusion 360 і SolidWorks.

В даний час на ринку залишилося лише три САПР верхнього цінового класу - Unigraphics NX компанії EDS, CATIA французької фірми Dassault Systemes (яка просуває її разом з IBM) і Pro / Engineer від PTC (Parametric Technology Corp.). Раніше потужних системи було більше, але після низки злиття і поглинань компаній, число пакетів скоротилося [26].

Головна особливість «важких» САПР – великі функціональні можливості, висока продуктивність і стабільність роботи – все це результат тривалого розвитку. Однак, ці системи немолоді – CATIA з'явилася в 1981 році, Pro / Engineer – в 1988 році, а Unigraphics NX, хоча і вийшла у 2002 році, є результатом злиття двох вельми поважних за віком систем – Unigraphics і I-Deas, отриманих фірмою EDS в результаті придбання компаній Unigraphics і SDRC. Незважаючи на те, що важкі системи коштують значно дорожче своїх більш «легких» побратимів (десятки тисяч доларів за одне робоче місце), витрати на їх придбання окупаються, особливо коли мова йде про складне виробництво, наприклад машинобудування, двигунобудування, авіаційну та аерокосмічну промисловості. Однак великих клієнтів, здатних платити за САПР мільйони доларів не так багато. Деякі з них навіть абсолютно безкоштовні: Blender, MeshLab, Google SketchUp, BRL-CAD, K-3D, MakeHuman, OpenSCAD, що є досить чудовим показником того, як далеко просунулася ця конкретна галузь з моменту її появи [26].

Наприклад, за допомогою Blender є можливість проводити моделювання та створювати 3D об'єкти різної складності, такі як, автомобіль Nissan350z [27]. Для цього можна завантажити креслення з ресурсу www.the-blueprints.com [28].

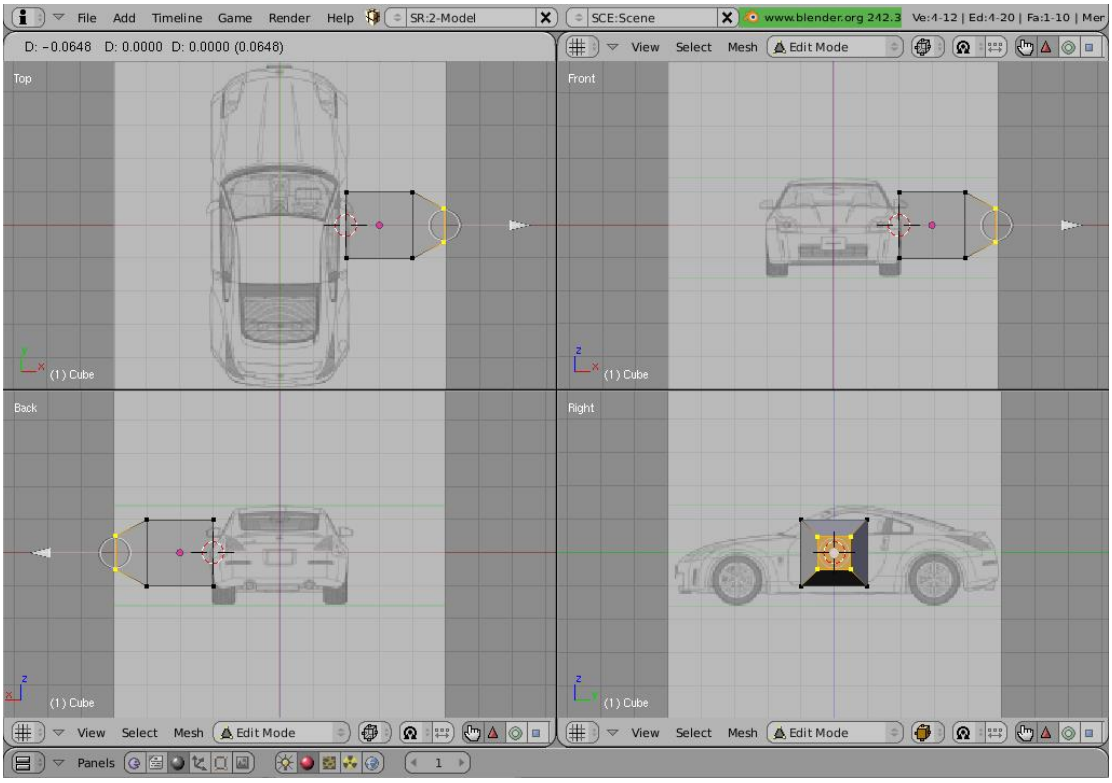


Рисунок 1 – Приклад моделювання автомобіля в програмі Blender [27].

Основне завдання систем САПР це скорочення часу проєктування. В цьому плані всі сучасні системи перевершують кульман і логарифмічну лінійку в сотні разів. Для цього використовується три основні інструменти:

– створення бібліотек рішень в рамках обмежень, норм і правил проєктування;

– створення адаптивних наскрізних моделей, здатних до адаптації;

– створення комунікативних середовищ проєктування (Windchill або Teamcenter і ін.).

У зв'язку з цим за думкою експерта [26] зараз ми знаходимося в середині наступної комп'ютерної революції, яка неминуче зробить більш глибокий вплив на процес розробки, ніж впровадження потужних персональних комп'ютерів у середині 1990-х років. Комп'ютерна хмара робить дані додатків надійно доступними для будь-якого пристрою в будь-який час. Еластичні обчислення надають ресурси програмам в безпрецедентному масштабі. Зараз ринок розвивається еволюційно: розширюються функціональні можливості продуктів, підвищується продуктивність, спрощується використання. Більшість постачальників програмного забезпечення постійно додавали нові функції і розширювали свої портфелі. Мета завжди полягала в тому, щоб задовольнити найбільшу кількість потреб користувачів. Проте, значна кількість користувачів потребують функцій, які не надаються як частина доступних в даний час в пакетах програмного забезпечення. В результаті цього попиту майбутнє технологій пов'язано з продуктами, які легко настроюються і доповнюються спеціалізованими для конкретної галузі виробництва бібліотеками. Програмні продукти в майбутньому повинні спростити виявлення користувачів і здатність тестувати програмні «надбудови», а також сторонні вертикальні додатки, здатні доповнювати базовий продукт.

Список використаних джерел

1. Сігаєва Л.Є. Використання сучасних інформаційних технологій в освіті дорослих України. Веб-сайт. Опубл. 12.09.2018. URL: https://lib.iitta.gov.ua/ (дата звернення: 04.04.2021).

2. Стефаненко П. Дидактичні особливості дистанційного навчання у вищій школі / Павло Стефаненко // Педагогіка і психологія професійної освіти. — 2004. — № 1. — С. 22-32.

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 Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // Зб. 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. 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.

6. 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. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf (дата звернення: 04.04.2021).

7. 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.

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

9. Павлова Ю.В., Рулєвська 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. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf/ (дата звернення: 04.04.2021).

10. 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.

11. Колесніков В.О., Павлова Ю.В., Савінова В.В., Прохорова Т.В. Взаємозв'язок між матеріалознавством, комп'ютерним моделюванням (графікою) та діагностикою технічних систем. XXV відкрита наук.-техн. Конф. молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2017. С. 133 – 136.

12. Балицький О., Колесніков В., Гаврилюк М., Еліаш Я. Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання // 13-й Міжн. симпозіум українськиї інженерів-механіків у Львові. Тез. доповідей. – Львів. 18-19 травня 2017. – С. 189-191.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 216 - 223.

18. 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.

19. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування // Матеріали V конференції "Обчислювальні методи і системи перетворення інформації" 4, 5 жовтня м. Львів. С. 147 – 151.

20. 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" (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference "Problems and prospects of automobile transport"). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203. ISBN 978-966-641-793-3.

21. 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.

22. 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.

23. Прохорова Т.В., Колесніков В.О. Перспективи впровадження та застосування технологій штучного інтелекту та Big Data в нових технологічних процесах. І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 43 – 46.

24. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни і визначення.

25. Методичні вказівки з вивчення дисципліни "Автоматизоване проєктування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби"), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. 62 с.

26. Самута П. Эволюция 3D САПР проєктирования. Мінськ. Білорусь. Веб-сайт livejournal.com. Опубл. 23.12.2019. URL: https://pavel-samuta.livejournal.com/18055.html (дата звернення: 04.04.2021)..

27. Моделирование машины в Blender: общий подход. Опубл. 20.06.2008. URL: http://b3d.mezon.ru/. (дата звернення: 04.04.2021).

28. The-blueprints Опубл. 2.04.2021. URL: www.the-blueprints.com. (дата звернення: 04.04.2021.

Бурдун Віктор Васильович – к.п.н., доцент, завідувач кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, e-mail: burdun_v_v@ukr.net

Ревякіна Ольга Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, e-mail: olga.0509239777@gmail.com

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр, випускник ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», викладач, соціальний педагог, ДЗ «84 школа ім. Йосафати Гордашевської», м. Львів, e-mail: kladova@ukr.net

Burdun Viktor – Cand. Sc. (pedagogical), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, e-mail: burdun_v_v@ukr.net

Revyakina Olga – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, e-mail: olga.0509239777@gmail.com

Kolesnikova Iylizaveta – Magistr, a graduate of the Taras Shevchenko National University of Luhansk, a teacher, social pedagogue at the 84th School named after Josaphaty Hordashevska », Lviv, e-mail: kladova@ukr.net

УДК 620.92

Ваховський Д. Д.; Шепеленко І. В., к.т.н., доц.; Красота М. В., к.т.н., доц.

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Розглянуто стан і перспективи використання біопалива в Україні на прикладі міста Кропивницький. Проведення соціологічного дослідження дозволило зробити узагальнені рекомендації щодо подальшого розвитку галузі біопалива.

The state and prospects of biofuel use in Ukraine on the example of the city of Kropyvnytskyi are considered. Conducting a sociological study allowed to make generalized recommendations for the further development of the biofuel industry.

Вступ. На сьогодні Україна є енергодефіцитною державою, яка покриває свої потреби в енергоспоживанні приблизно на 53 %, імпортуючи при цьому 75 % необхідного обсягу природного газу та 85% сирої нафти та нафтопродуктів [1]. Тому, Україна має використовувати біопаливо, що дасть можливість покращити екологічну ситуацію, посилити енергетичну незалежність України і створити перспективу для сільського господарства [2]. Розвиток біоенергетики є дуже актуальним для України з її значним потенціалом місцевих палив, доступних для отримання електроенергії [3].

Слід зазначити, що останнім часом у зв'язку з кризою у машинобудуванні, Україна стає більш індустріально-аграрною державою. В Україні для проведення сільськогосподарських робіт щороку необхідно близько 1870 тис. т дизельного палива і 620 тис. т бензину. Для виробництва такої кількості пального використовується близько 4,5 млн. т. нафти яке, переважно, імпортується. Таким чином, необхідно зменшити залежність від імпорту нафтопродуктів за рахунок забезпечення сільськогосподарських товаровиробників біопаливом, що виробляється з біомаси [4].

З огляду на те, що Україна має значний потенціал в аграрному секторі, виробництво біопалива в країні має гарні перспективи. Біопаливо можливо отримати з олійних сільськогосподарських культур (біодизельне паливо). Його можна використовувати як додаток до традиційного дизельного палива та як чисте біопаливо. Біопаливо, яке отримують із цукровмісних, крахмалевмісних і зернових культур, використовують як суміш зі звичайним бензином. Разом з тим, у біопалива є серйозний недолік: більшість рослин, з яких його можливо отримати, сильно виснажують ґрунт, а деякі, навіть отруйні для людей і тварин. З рослин, придатних для виготовлення біопалива, в Україні найбільша посівна площа у пшениці та соняшнику. Вирощується також ріпак ярий та ріпак озимий, соя, кукурудза та цукровий буряк.

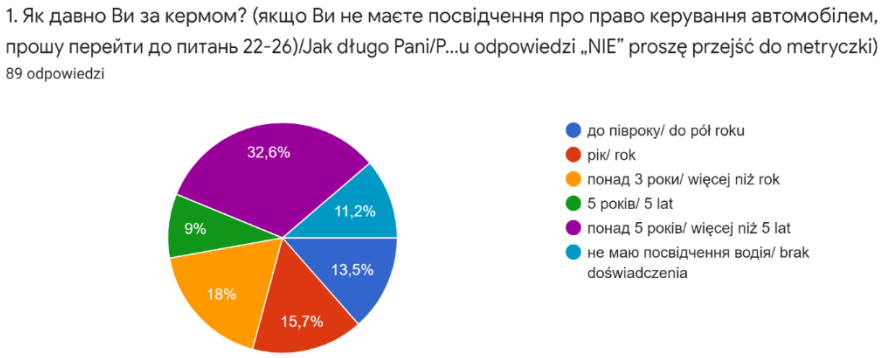
Розглянемо стан використання біопалива та відношення до нього громадян на прикладі м. Кропивницький – обласного центра Кіровоградської області, заснованого у 1754 році та розташованого у самому центрі України.

Результати дослідження. Для отримання інформації про стан питання проводилися анкетні опитування водіїв – жителів м. Кропивницький. Зазначимо, що анкетне опитування (анкетування) є найпопулярнішим методом кількісного соціологічного дослідження. Професійно складене анкетування дозволило знайти відповіді на більшість питань і надати якісну інформацію для аналізу.

Анкетування проводилося з використанням заздалегідь складених електронних анкет, розповсюджуваних за допомогою з соціальних мереж (Facebook, Instagram, Twitter, Telegram), інших засобів зв'язку (SMS, e-mail, WhatsAPP, Viber), а також в громадських групах, пов'язаних з містом Кропивницький. В анкетуванні взяли участь 96 респондентів – осіб, які

добровільно погодилися відповісти на питання. Узагальнюючі відповіді, маємо таку інформацію від водіїв – жителів м. Кропивницький (рис. 1–9).

Більшість прийнятих у опитуванні водіїв мають стаж більше 5 років (рис. 1, *а*), при цьому абсолютна більшість з них – близько 52% знаходяться за кермом автомобіля до 2 годин (рис. 1, *б*), тобто не є професійними водіями. Як правило, за рік більшість водіїв долає на автомобілі від 10 000 до 25000 км (рис. 1, *в*).



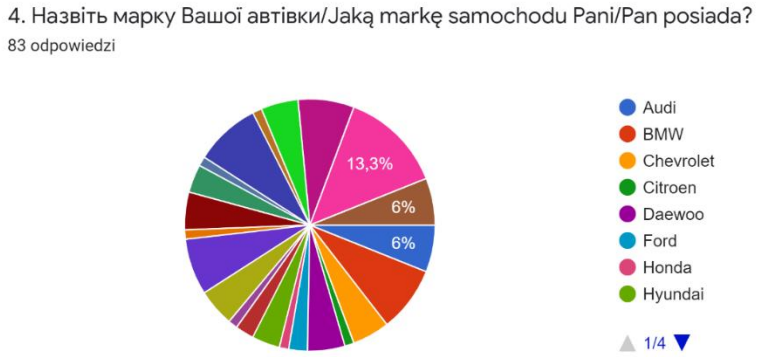
а)

б)

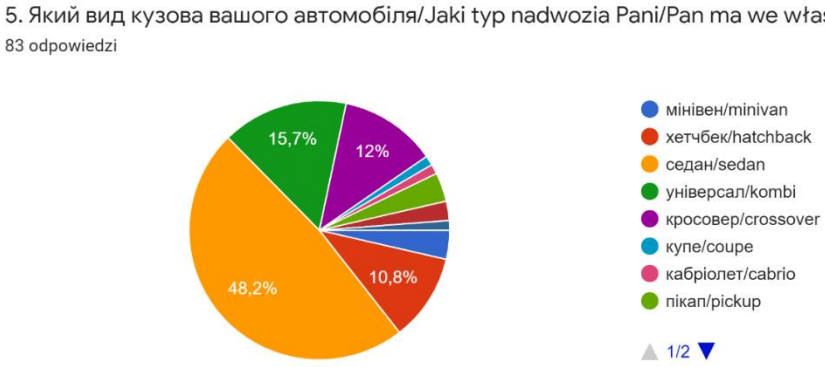
в)

Рисунок 1 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

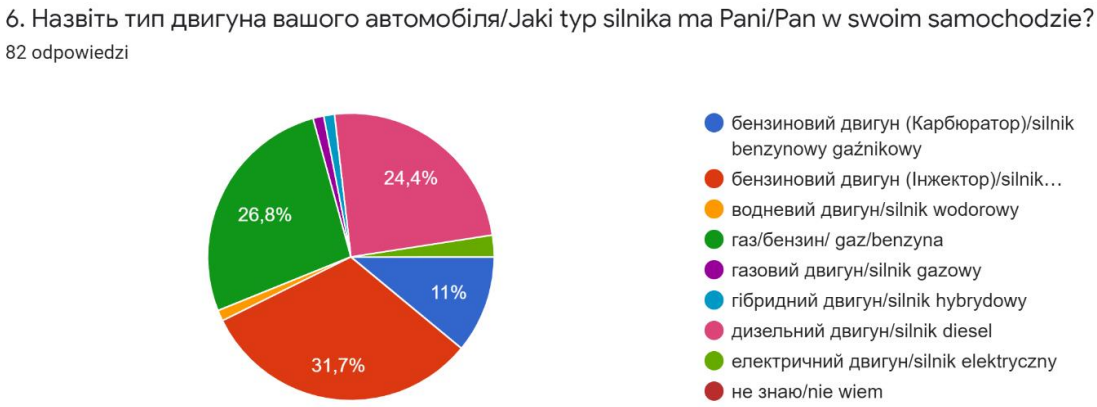
Встановлено, що переважна більшість автомобілів має кузов седан (рис. 2, *б*) з бензиновим, газ–бензиновим і дизельним двигуном (рис. 2, *в*) при відносно різних автомобілях за маркою і класом (рис.2, а)



а)



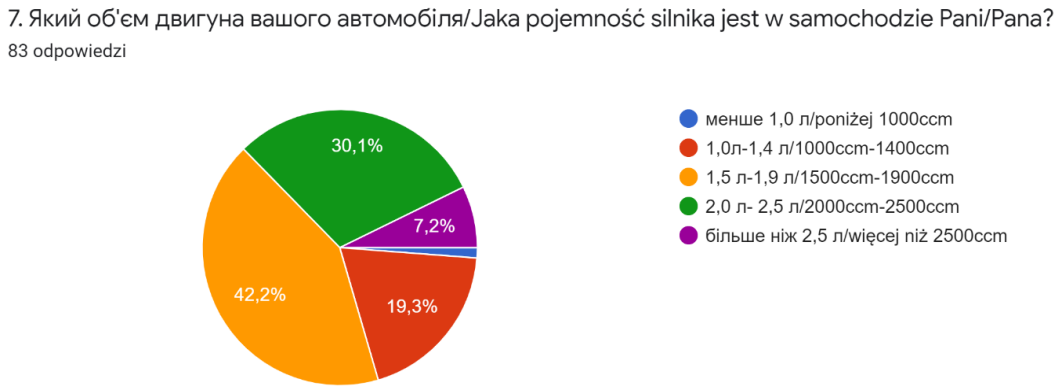
б)



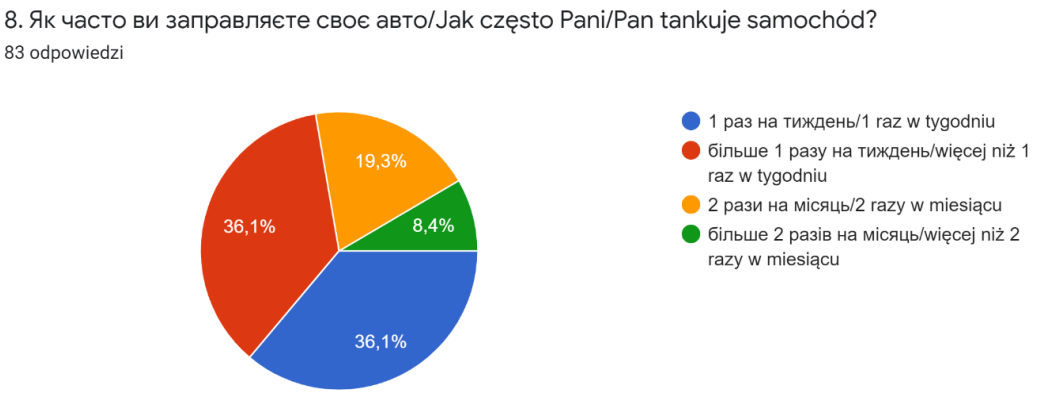
в)

Рисунок 2 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

Переважна більшість респондентів мають об’єм двигуна автомобіля від 1,5–1,9 л (42,2%), 2,0–2,5 л (30,1%) (рис. 3, *а*), заправляються приблизно раз на тиждень (рис. 3, *б*), як правило, на однієї АЗС (рис. 3, *в*).



а)

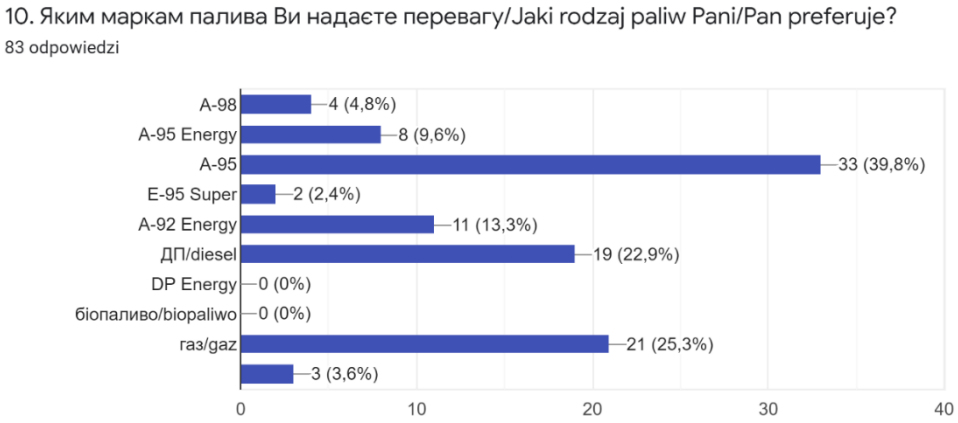


б)

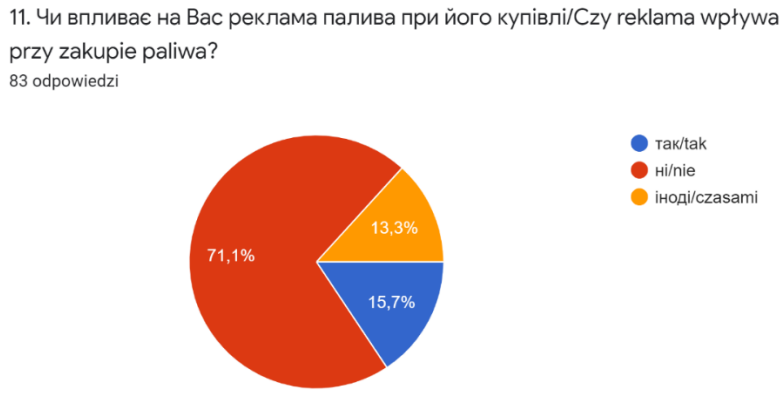
в)

Рисунок 3 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

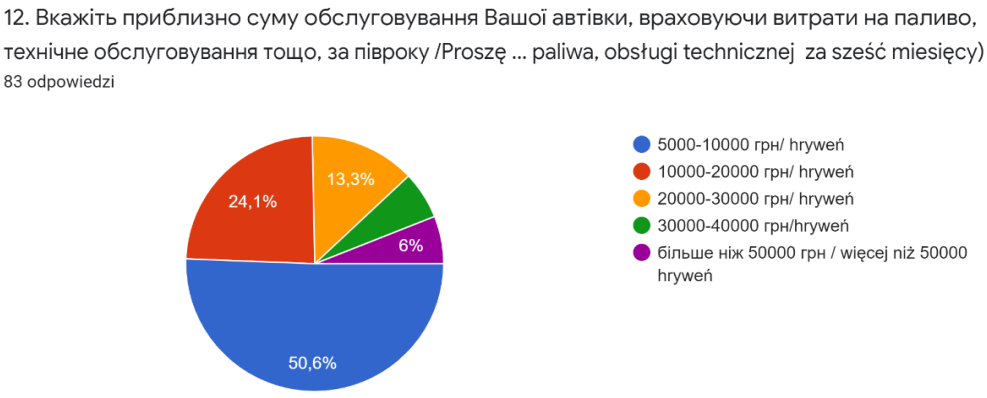
Враховуючи марочний склад автомобіля і тип двигуна найчастіше автомобілі у м. Кропивницький заправляюся бензином марки А-95 (39,8%) та газом (25,3%) (рис. 4, *а*). Причому абсолютна більшість респондентів зазначило, що реклама палива при його купівлі не впливала на їх вибір (рис. 4, *б*). Вартість витрат на обслуговування автомобіля, у тому числі враховуючи витрати на паливо, не перевищує 10000 грн на півроку (рис. 4, *в*).



а)



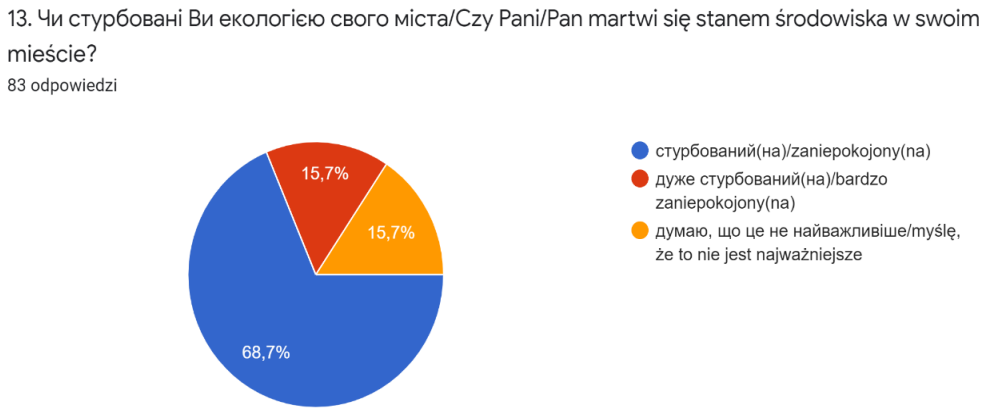
б)



в)

Рисунок 4 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

68,7% респондентів стурбовані екологічної ситуацією у м. Кропивницький, бажають його покращення (рис. 5, *а*) та відчувають погіршення стану навколишнього середовища через збільшення кількості автомобілів – 45,8% (рис. 5, *б*) та відповідальність за стан повітря – 54,2%, інші причини – 31,3% (рис. 5, *в*).



а)

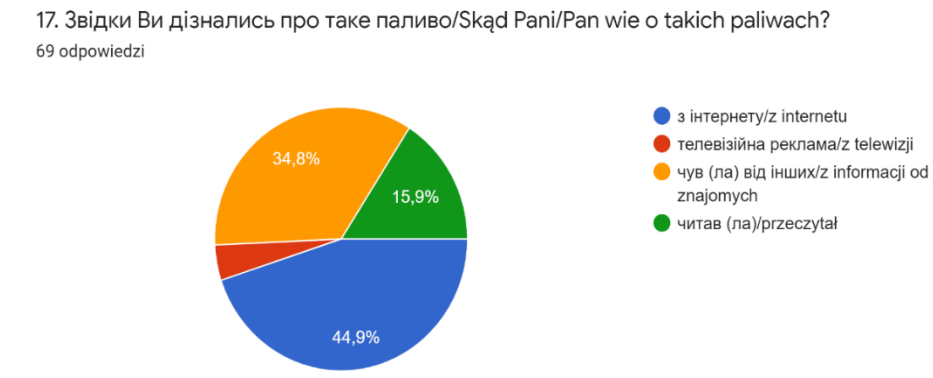
б)

в)

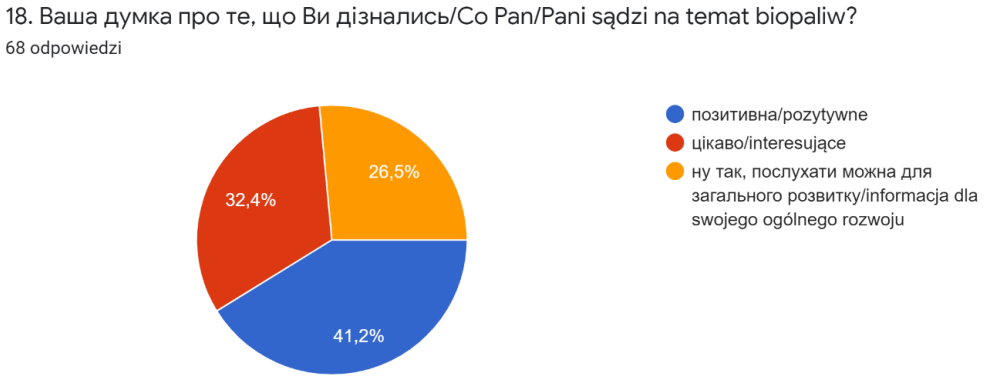
Рисунок 5 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

Як показують результаті опитування, більшість водіїв має уявлення про переваги та недоліки використання біопалива – 69,9% (рис. 6, *а*), в основному з мережі Internet – 44,9% (рис. 6, б), і в цілому позитивно відносяться до можливості широкого використання цього виду палива – 41,2% (рис. 6, *в*).

а)



б)



в)

Рисунок 6 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

Питання переходу на біопаливо не дало однозначної відповіді (рис. 7, *а*) як і питання про цікавість про новинки біопалива (рис. 7, *б*) – тут відповіді приблизно однаково розійшлися: від «так» чи «ні» або «треба подумати». Разом з тим, більшість респондентів не змогли відповісти про можливість зменшення витрат при використанні біопалива – 40% (рис. 7, *в*). Це свідчить про недостатню інформованість населення про безперечні переваги біопалива.

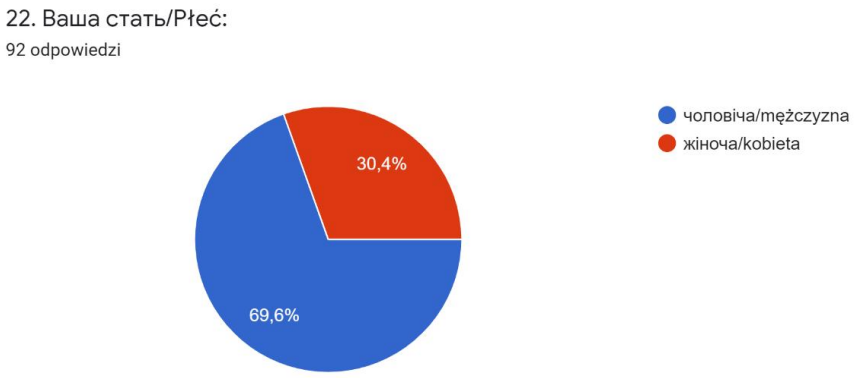
а)

б)

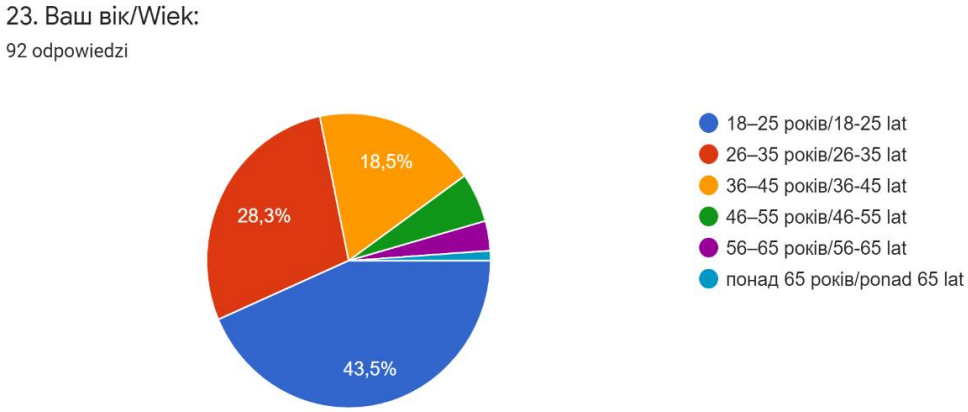
в)

Рисунок 7 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

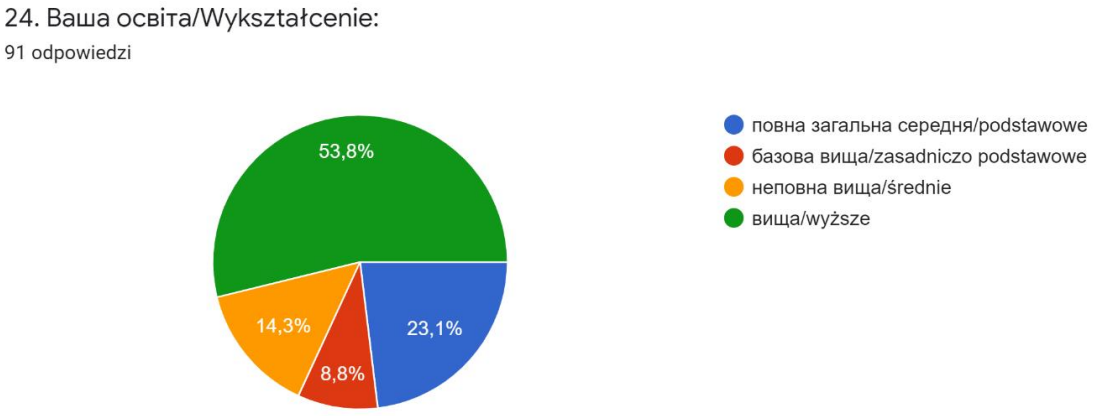
Зазначимо, що більшість опитаних респондентів – водіїв – чоловіки 69,6% при 30,4% жінок (рис. 8, а) мали вік 18 – 35 років – 71,8% (рис. 8, *б*), вищу освіту – 53,8% та повну загальну середню освіту – 23,1% (рис. 8, *в*).



а)



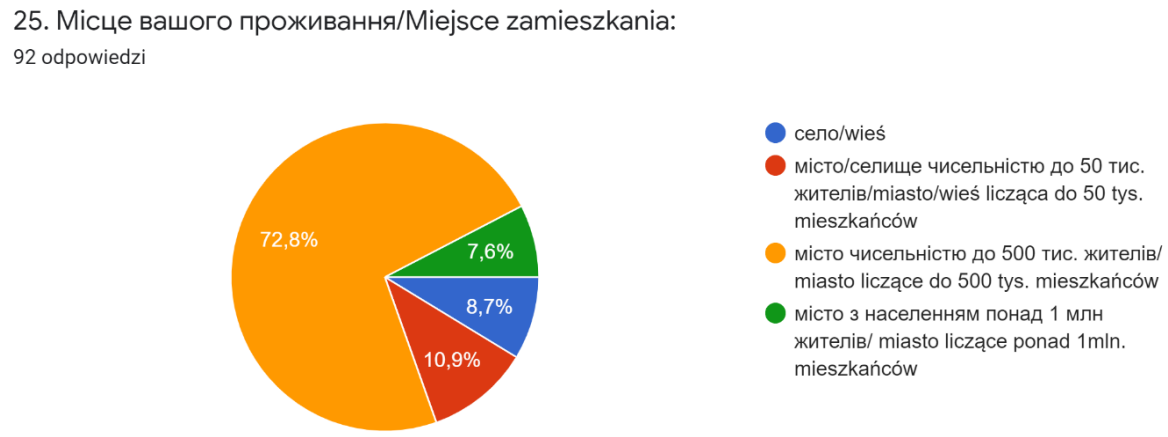
б)



в)

Рисунок 8 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

Слід підкреслити, що більшість опитуваних водіїв – мешканці м. Кропивницький – 72,8% (рис. 9, *а*), які мають середнє для України матеріальне становище – 51,6% та більше – 30,8% (рис. 9, *б*).



а)

б)

Рисунок 9 – Результати маркетингового опитування водіїв – жителів м. Кропивницький

Проведений аналіз стану використання біопалива в Україні та проведення соціологічного дослідження серед водіїв – жителів м. Кропивницький дозволило зробити узагальнені рекомендації щодо подальшого розвитку галузі біопалива, які стосуються:

- регіонального розвитку (наприклад, Кіровоградської області);
- розвитку інфраструктури;
- широкої популяризації біопалива.

Як показали соціологічні дослідження, досить велика частка респондентів (30%) не мають уявлення про переваги цього виду палива. Тому, потрібно проведення інформаційної кампанії, яка б висвітлювала позитивні характеристики використання моторного біопалива для транспортних засобів, для довкілля та наголошувала на можливості створення нових робочих місць і підвищення енергетичної безпеки України [5].

Слід зазначити, що біопаливо – такий же вичерпний ресурс, як і нафта, оскільки під час його отримання «витрачається» родючість земель сільськогосподарського призначення. Тому, вирощувана сировина для виробництва біопалива має спрямовуватися насамперед на забезпечення енергетичної безпеки України.

Список використаних джерел

1. Дворник І.В. Біопаливо та перспективи його розвитку в Україні / І.В. Дворник, М.П. Талавиря // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. – 2013. – Вип. 181 (6). – С. 113–120 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_econ_2013_181%286%29__18.

2. Гелетуха Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 1. / Г.Гелетуха, Т.Желєзна [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/60547/11-Geletukha.pdf?sequence=1.

3. Дубровін В.О. Забезпечення якості біопалива / В.О. Дубровін, М.Д. Мельничук, С.В. Драгнєв // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 4.

4. Калетник Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні : монографія / Г.М. Калетник. – К.: Аграрна наука, 2008. – 464 с.

5. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження КМУ від 18.08.2017 № 605-р. / Кабінет Міністрів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250250456.

Ваховський Дмитро Дмитрович – магістр, Економічний університет в Катовіцах (Польща), e-mail: 362371@ukr.net

Шепеленко Ігор Віталійович – к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Красота Михайло Віталійович – к.т.н., доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: krasotamv@ukr.net

Vakhovskyi Dmytro – Master, University of Economics in Katowice (Poland), e-mail: 362371@ukr.net

Shepelenko Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of of Exploitation and repairing machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Krasota Mykhaylo – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of of Exploitation and repairing machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: krasotamv@ukr.net

УДК 656.025.2

Вдовиченко В. О., д.т.н., проф.; Іванов І. Є., к.т.н., доц.

ВИБІР КЕРУЮЧИХ ВПЛИВІВ В УМОВАХ БАГАТОВАРІАНТНОСТІ РІШЕНЬ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МГПТ

Представлена структура моделі вибору керуючих впливів в межах реалізації комплексу управлінських дій спрямованих на підвищення якості транспортного обслуговування населення міським громадським пасажирським транспортом.

The structure of the model of choice of control influences within the implementation of a set of management actions aimed at improving the quality of public transport services by urban public passenger transport is presented.

Відповідно до принципу необхідної різноманітності, успіх в роботі системи управління міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) може бути досягнуто лише при обов'язковій реалізації достатньої багатоваріантності як в рішенні структурних проблем, так і при виборі оптимальних параметрів управлінських рішень [1]. Реалізація даного принципу в умовах проектування системи управління якістю транспортного обслуговування МГПТ передбачає обов'язкову наявність достатньої кількості альтернатив керуючих впливів. Це призводить до значного ускладнення процесу вибору конкретних ефективних рішень, що дають можливість забезпечити досягнення бажаного стану об'єкта в умовах використання наявних ресурсних можливостей транспортної системи міста та МГПТ. Останнє означає, що система управління повинна володіти не тільки достатнім набором моделей і засобів опису можливих варіантів поведінки об'єкта управління, а й повинна вміти реалізувати складну процедуру багатоваріантного вибору кращої альтернативи керуючих впливів. Ефективним інструментом відбору раціональних керуючих впливів є використання нечітких продукційних правил усунення місць та джерел зниження якості транспортного обслуговування населення (ЯТОН). Правило нечіткої продукції встановлення доцільності реалізації конкретного керуючого впливу з доступних альтернатив представлено виразом

$$(p_r): A_i, H_r, E_r \to B_r, G_r, U_r, F_r, \qquad (1)$$

де p_r – ім'я нечіткої продукції; A_i – рівень управління, який описує продукція; H_r – умова застосовності ядра нечіткої продукції (логічний вираз, при істинності якого стає можливою активізація ядра продукції); $E_r \to B_r$ – ядро нечіткої продукції (правило визначення результативності керуючих заходів); E_r – антецедент (умова) ядра; B_r – висновок ядра; G_r – спосіб визначення кількісного значення ступеня істинності висновку ядра на основі значення ступеня істинності умови; U_r - коефіцієнт визначеності нечіткої продукції (ваговий коефіцієнт нечіткого правила продукції), приймає значення з інтервалу [-1,1]; F_r – постумова продукції (дії, які повинні бути виконані при реалізації ядра продукції).

Ядро продукції записується в формі: «Якщо E_r то B_r». У системах нечіткого виведення умови H_r і укладення B_r ядра продукції формуються у вигляді нечітких лінгвістичних висловлювань. Система нечітких правил продукції вибору рішень - це узгоджена сукупність окремих нечітких продукцій форми $E_r \to B_r$, що описують зв'язок конфліктних інцидентів (скарг пасажирів) та можливості їх усунення. В якості умов правил нечіткої продукції виступають складові висловлювання, освічені з характеру міжрівневого параметричного зв’язку, що встановлюються в межах структури ЯТОН [2]. На рис. 1 наведена структура нечіткої продукції визначення доцільності реалізації керуючих впливів.

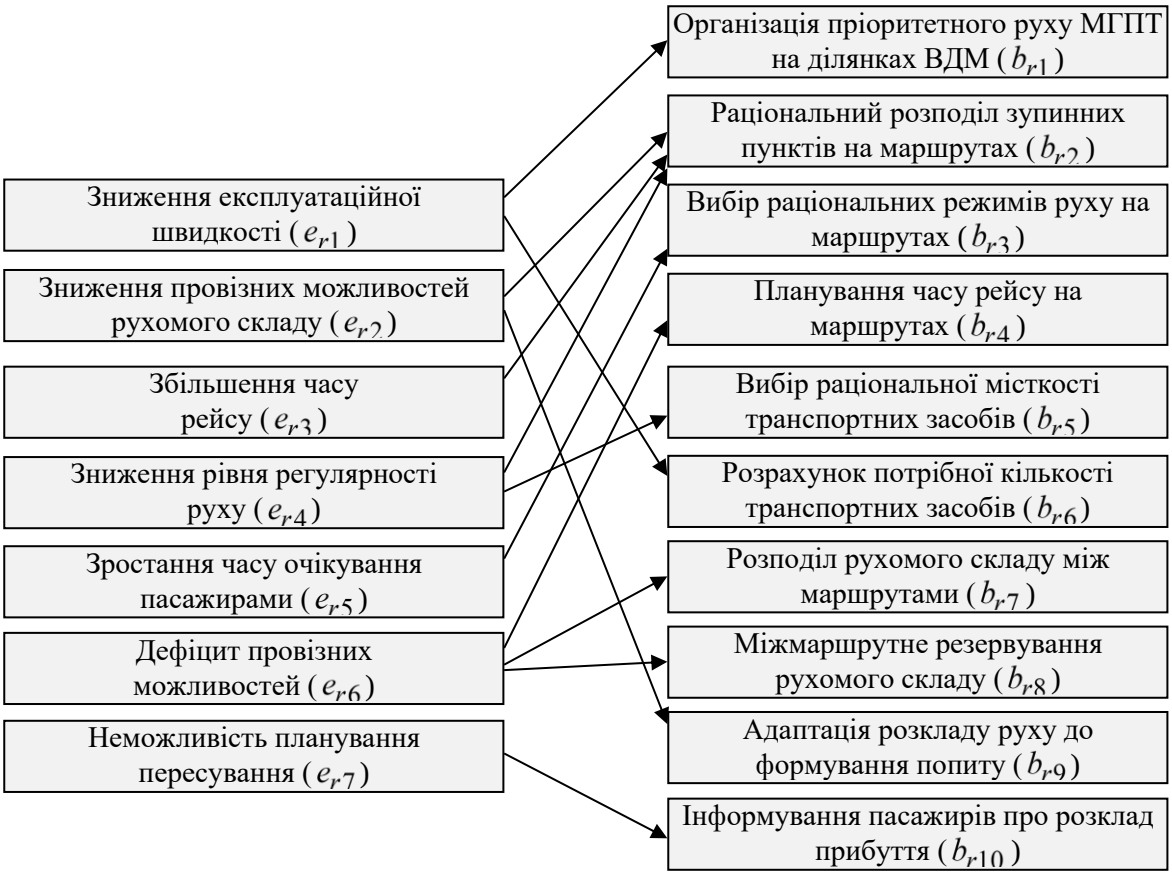


Рисунок 1 – Структура продукційної моделі вибору керуючих впливів

Процедура вибору управлінського рішення передбачає проведення попереднього моніторингу стану ЯТОН. Це дає можливість встановлення сукупності основних видів критичних інцидентів (скарг) транспортного обслуговування ($e_{r1}-e_{r7}$) та проведення їх частотного аналізу. На основі структури зв'язку моделі визначається комплекс управлінських рішень ($b_{r1}-b_{r10}$). Кінцеве рішення про доцільність впровадження заходів приймається після встановлення коефіцієнту визначеності нечіткої продукції ($u_{r1}-u_{r10}$). Значення $u_{r1}-u_{r10}$ встановлюються в ході моделювання функціонування об'єкту дослідження.

Список використаних джерел

1. Vdovychenko V., Samchuk G., Velikodnyi D. Formation of system efficiency of urban public passenger transport under conditions of open competition. *Innovative Economy: Processes, Strategies, Technologies:* International scientific conference, Part I. Kielce, Poland: Baltija Publishing, 27 January 2017. P. 150-152.

2. Vdovychenko V., Ivanov I. Levels of formation of service quality of urban passenger transport services. *Modern science, practice, society*. Abstracts of XVIII International Scientific and Practical Conference Boston, USA 25-26 May 2020. P. 183-186.

Вдовиченко Володимир Олексійович – д.т.н., професор кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: Vval2301@gmail.com

Іванов Ігор Євгенович – к.т.н., доцент, докторант кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: zpavtotrance@ukr.net

Vdovychenko Volodymyr – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Transport Technologies, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: Vval2301@gmail.com

Ivanov Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, doctoral student of the Department of Transport Technologies, Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: zpavtotrance@ukr.net

УДК 069:378.8

Вдовиченко О. В.; Галущак Д. О., к.т.н.; Галущак О. О., к.т.н.

ВІННИЦЬКИЙ МУЗЕЙ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТУ ЯК ВИХОВНИЙ ТА ПРОФОРІЄНТАЦІЙНИЙ ЗАКЛАД ДЛЯ МОЛОДІ

У роботі представлено приклад створення нових технічних музеїв в сьогоднішні часи, а саме мова йтиметься про єдиний в Україні музей моделей транспорту, що діє з 27 квітня 2018 року в м. Вінниця.

The paper presents an example of the creation of new technical museums today, namely it will be the only museum of transport models in Ukraine, which operates from April 27, 2018 in Vinnytsia.

Вступ. Музей моделей транспорту створено за ініціативи, під керівництвом і на основі особистої колекції співавтора доповіді О.В. Вдовиченка. Слід зауважити, що керівництво міської влади в особі міського голови досить позитивно віднеслося до ідеї створення подібного музею. Для підвищення туристичної привабливості міста в самому центрі на вул. Соборній № 64 музею було надано частину першого поверху колишнього Будинку побуту. Було здійснено ремонт приміщень, оснащення музею виставковими вітринами (всього 45 одиниць) та інше.

Основна частина. Збирати власну колекцію масштабних моделей О.В. Вдовиченко розпочав ще в 1973 р. Захоплення колекціонуванням, посприяло в виборі майбутньої професії. Автор закінчив Вінницький політехнічний інститут за фахом «Автомобілі та автомобільне господарство», а згодом став в ньому ж викладати. До речі, колекція масштабних автомобілів розпочалася з придбаної моделі легковика Фіат-125 (М 1:43). Згодом купувалися або обмінювалися все нові і нові моделі. Незабаром власна квартира стала справжнім музеєм і вже скоро не могла вмістити всю колекцію.

В 2017 р. музей мав орендоване приміщення (30 м^2) в районі фонтанного комплексу. Проте, незабаром стало зрозумілим, що цієї площі недостатньо. Музей було переведено в нове приміщення в центрі міста на вул. Соборній.

Офіційною датою заснування Вінницького музею моделей транспорту є 27 квітня 2018 р. (рис. 1) [1]. А напередодні, 24.04.2018 р. було зафіксовано Рекорд України в номінації «Найбільша кількість моделей транспорту» - 5037 од. в одній колекції.

Рисунок 1 - Відкриття Вінницького музею моделей транспорту

Загальна площа приміщень музею – 180 м2. В тому числі: виставкові зали – 150 м2; сховище – 5 м2; кабінет; підсобне приміщення.

В засклених виставкових вітринах якісного дизайну наразі експонується понад 6 тис. експонатів. Серед них моделі автомобілів: легкових, вантажних, спецтехніки, пожежних, швидкої допомоги, поліції та інші, як зарубіжних так і вітчизняних (рис. 2). Виготовлені вони в певних масштабах 1:43 (90 %) та 1:24, 1:18. Тут же моделі міського транспорту: автобуси, тролейбуси, трамваї, вагони метро, в масштабі 1 : 43 та інше.

Рисунок 2 - Виставкові зали музею

Є в колекції й моделі залізниці: паротяги, тепловози, електровози та пасажирські і вантажні вагони в масштабах 1:35 та 1:72. Морські судна і морська техніка в масштабі 1:200 (рис. 3). Нарешті, військова техніка: танки, самохідні гармати, бронетранспортери, військові автомобілі, системи залпового вогню, в тому числі БМ – 13 «Катюша» в масштабах 1:35, 1:43, 1:72.

Рисунок 3 - Моделі морських суден та морської техніки

Частина виставкових експонатів доповнена тематичними масштабними фігурками (так звані «олов’яні солдатики»). Серед колекції транспорту є й такі, що вже стали самі по собі пам’ятками історії: скажімо, англійські (лондонські) двоповерхові автобуси (так звані

«Даблдекери»), або легковики різних часів і епох, що перевозили й визначних осіб і диктаторів. Є в колекції й моделі дво- і триколісного транспорту: велосипеди, мопеди, скутери, мотоцикли, трицикли та інші.

В музеї частина приміщення виділена під бібліотеку з літературою переважно транспортного напрямку (3000 екз.) (рис. 4). Тут же зала зі стільцями (на 30 місць) для занять зі студентами чи презентацій. Є в ній і розрізи натурних зразків автотранспортної техніки: двигуни, редуктор, мости, коробки передач, світлотехніка. Є й доволі цікава колекція фотопортретів і біографій видатних конструкторів автомобілів: Форд, Мерседес-Бенц, Феррарі, Ламборджині, Бугатті, Ліпхард, Кирилов та інші, що вже стали легендою світового автомобілебудування.

Рисунок 4 - Бібліотека Вінницького музею моделей транспорту

У вересні 2020р. на базі діючого музею було відкрито «Виставку колекцій та мініатюр», де представлена діюча модель залізничної станції Вінниця (рис. 5), з відтворенням вокзальної площі, звукових та світлових сигналів та інше (період 60-х - 80-х рр. XX ст.) [2]. Для здійснення цього задуму міська влада додала музею ще приміщення. Для збільшення зацікавлення відвідувачів, в музеї будуть влаштовуються періодичні тематичні виставки з транспорту та з інших галузей.

Рисунок 5 - Модель залізничної станції Вінниця 60-х - 80-х рр. XX ст.

Список використаних джерел

1. Укрінформ. Мультимедійна платформа іномовлення України. - Режим доступу: https://www.ukrinform.ua/rubric-tourism/2450341-u-vinnici-vidkrivsa-edinij-v-ukraini-muzej-transportu.html

2. Суспільне. Новини. - Режим доступу: https://suspilne.media/63073-vinnica-v-miniaturi-maket-mista-70-h-rokiv-stvorili-v-muzei-transportu/

Вдовиченко Олександр Володимирович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: avtomuzeum@ukr.net

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

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

Vdovichenko Oleksandr – Assistant of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: avtomuzeum@ukr.net

Halushchak Dmytro – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galuschak.d@gmai.com

Halushchak Oleksandr – Cand. Sc. (Eng.), Senior lecturer of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galushchak.gs@gmail.com

УДК 629.341, 629.3.027.12

Войтків С. В., к.т.н.

АНАЛІЗ ТЯГОВИХ МОСТІВ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ ВЕЛИКОГО КЛАСУ

Розглянуті та проаналізовані тягові портальні мости балкового та інтегрально-балкового типу та тягові розрізні мости з незалежною підвіскою коліс, які застосовуються в конструкціях сучасних електробусів категорії M_3 класу I, призначених для міських перевезень пасажирів. Визначений оптимальний тип тягового моста для створення вітчизняних перспективних конкурентоспроможних міських електробусів.

The traction gantry bridges of beam and integral-beam type and traction bridges with independent wheel suspension, which are used in the construction of modern electric buses of category M3 class I, intended for urban passenger transport, are considered and analyzed. The type of traction bridge for creation of domestic perspective competitive city electric buses is defined.

Вступ. На нинішній час електробуси являються найбільш перспективними колісними транспортними засобами, призначеними для міських перевезень пасажирів, зокрема, на внутрішньоміських маршрутах. На нинішній час найбільшого поширення набули одинарні електробуси I класу відповідно до класифікації, наведеної у Правилах ЄЕК ООН № 107. Практично, більшість моделей сучасних міських електробусів великого класу з габаритною довжиною у межах 11,9-12,3 м створені на основі максимальної уніфікації з автобусами аналогічного призначення, обладнаними дизельними двигунами. Українськими фахівцями теж спроектовані і виготовлені дослідні зразки таких електробусів – моделі А70100 "Богдан" ("Автоскладальний завод №1", АТ АК "Богдан Моторс", м. Луцьк спільно з польською компанією URSUS) у 2014 році та моделі Е19101 "Електрон" (СП "Електронтранс", концерн "Електрон", м. Львів) у 2015 році. Але вони так і залишились єдиними зразками, оскільки велика вартість цих електробусів на рівні 8-9 млн. грн. є суттєвою перепоною для їх придбання як муніципальними структурами так і приватними фірмами-перевізниками.

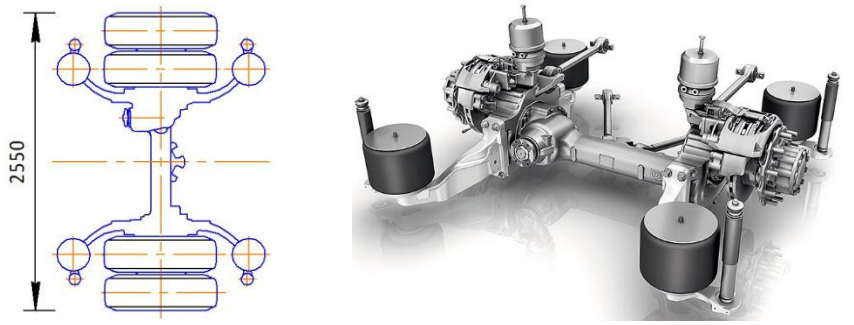
І все ж, з огляду на бурхливий розвиток електробусного міського транспорту громадського користування у європейських та інших країнах, створення конструкцій та організація дрібносерійного виробництва перспективних конкурентоспроможних міських електробусів категорії M_3 являється одним із найактуальніших завдань вітчизняного автобусобудування.

Метою роботи є аналіз та вибір, на його основі, оптимального типу тягового моста для створення конструкцій міських електробусів категорії M_3 і подальшого освоєння їх серійного виробництва на підприємствах України.

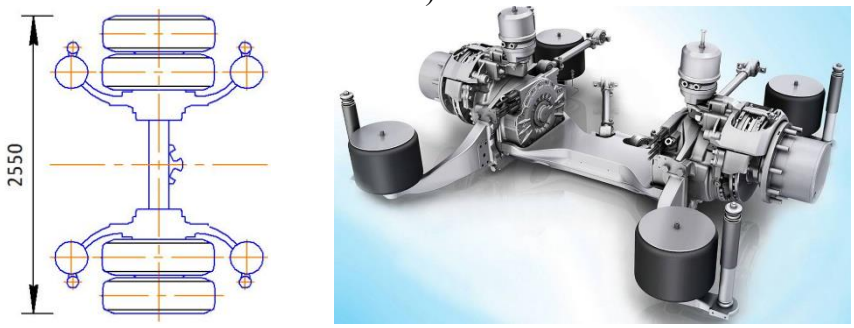
Аналіз публікацій. Сучасні електробуси великого класу категорії M_3, призначені для перевезень пасажирів на міських маршрутах, виробництва провідних європейських, азіатських та інших компаній характеризуються застосуванням різних компонувальних схем, одними з основних та найбільш характерних ознак яких являються:

- колісні формули, які характеризують кількість керованих і тягових мостів, тип коліс, якими вони обладнані, та розподіл навантаг на мости;
- типи тягових мостів за конструкціями.

Практично, майже усі моделі міських електробусів великого класу спроектовані за традиційною для аналогічних автобусів класичною колісною формулою 4х2.2 з переднім керованим мостом та заднім тяговим мостом балкового (рис. 1а) або інтегрально-балкового типу (рис. 1б), обладнаним здвоєними колесами [1].



а)



б)

Рисунок 1 – Типи портальних мостів фірми "ZF Friedrichshafen AG" для електробусів [2,3]: а – балковий ZF (механічний); б – інтегрально-балковий AVE 130 (електромехаанічний)

Проте, у минулому десятилітті було створено кілька моделей міських електробусів великого класу за ще двома колісними формулами:

- 4х2.1ш – з тяговим мостом, обладнаним одинарними колесами з широкими шинами типорозміру 455/45 R22,5, допустима навантага яких близька до сумарної навантаги здвоєних коліс (рис. 2);
- 4х2.1о – з тяговим мостом, обладнаним одинарними колесами з шинами типорозміру 385/55 R22,5 допустима навантага яких становить 10500 кГс (рис. 3).

Рисунок 2 – Портальний міст інтегрально-балкового типу "ZAwheel SM 530" (електричний) німецької фірми "Ziehl-abegg SE" зі спеціальними шинами типорозміру 455/45 R22,5 [4]

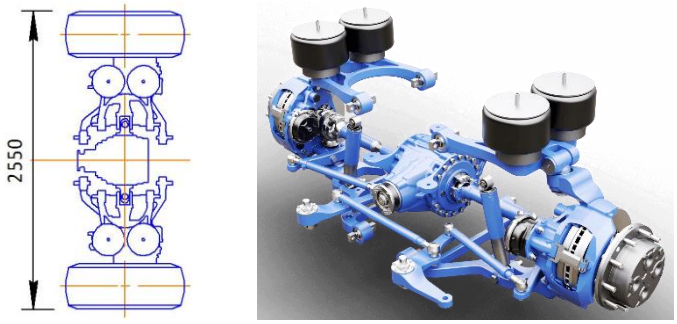


Рисунок 3 – Тяговий міст з незалежною підвіскою одинарних коліс IDS TJ 105-225 HR італійської фірми "Brist Axle Systems Srl." з шинами типорозміру 385/55 R22,5 [5]

Тяговий міст моделі IDS TJ 105-225 HR виготовляється у варіанті з керованими колесами на кут повороту до 35°, що забезпечує можливість створення електробусів з великими колісними базами і мінімізованим заднім звисом.

Але після презентацій тягового моста моделі "ZAwheel SM 530", обладнаного вбудованими в ступиці одинарних коліс тяговими електричними двигунами (ТЕД), фірма "Ziehl-abegg SE" показала також і його модифікацію [6], яка обладнується здвоєними колесами з шинами 275/70 R22,5 (рис. 4).

Рисунок 4 – Портальний тяговий міст інтегрально-балкового типу німецької фірми "Ziehl-abegg SE", обладнаний здвоєними колесами з шинами типорозміру 275/70 R22,5

Варто зауважити, що створення портальних мостів інтегрально-балкового типу продовжується і надалі. Наприклад, прототипи власних конструкцій таких мостів показали американські фірми "AxleTech International" (рис. 5а) та "Allison Engine Company" (рис. 5б).

Рисунок 5 – Портальні тягові мости інтегрально-балкового типу американських виробників: а – компанії "AxleTech International, LLC" [7]; б – компанії "Allison Engine Company" [8]

У конструкції тягового моста компанії "AxleTech International" застосовані два ТЕД канадської фірми "TM4 Inc.", а у конструкціях тягового моста серії ABE, які являються, по суті, уже цілою системою, в якій об’єднані два електродвигуни, силова електроніка, одно- або двошвидкісні бортові редуктор, масляний охолоджувач та масляний насос.

Отже, у конструкціях тягового приводу міських електробусів великого класу застосовуються:

– три типи тягових мостів за конструкцією: портальні балкові (ZF AV 133), інтегрально-балкові ZF AVE 130, "AxleTech-TM4", "Allison ABE", "Dongfeng-Dana EP19" "ZAwheel SM 530") та розрізні з незалежною підвіскою одинарних коліс ("Brist IDS TJ 105-225" і "Brist IDS TJ 105-225 HR");

– три типи тягових мостів за приводом: механічні (ZF AV 133 та "Brist IDS TJ 105-225" і "Brist IDS TJ 105-225 HR"), електромеханічні з (ZF AVE 130, "AxleTech-TM4", "Allison ABE", "Dongfeng-Dana EP19") або електричні, тобто безредукторні ("ZAwheel SM 530");

– два типи тягових мостів за колесами: з подвійними колесами (ZF AV 133, ZF AVE 130, "AxleTech-TM4", "Allison ABE", "Dongfeng-Dana EP19" "ZAwheel SM 530"), з одинарними колесами ("Brist IDS TJ 105-225", "Brist IDS TJ 105-225 HR" та "ZAwheel v1".

Технічні параметри портальних розглянутих тягових мостів з електричним приводом наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні параметри тягових мостів електробусів І-го класу

Параметр	Модель моста				
	AV 133	AVE 130	AxleTech-TM4	ABE 130D1/ ABE 130D2	EP19 [9]
Виробник	ZF Friedrichshafen AG		AxleTech International	Allison Engine Company	Dongfeng-Dana
Тип приводу	механічний	електромеханічний			
Тип за конструкцією	баковий	інтегрально-балковий			
Допустима навантага, кГс	13000		13500	13000	
Потужність ТЕД, кВт	-	2x125	2x205/ 2x250	2x200	2x75/ 2x95
Передавальне число редуктора	5,12/ 5,73/ 6,19/ 9,81	20,66	н.д.	н.д.	20,05
Крутний момент ТЕД/ на колесах*, Н·м	-	/ 11000*	н.д.	22800*/ 37200*	2x225/ 2x275
Тип коліс	здвоєні				
Маса без коліс з підвіскою, кг	973	1220	н.д.	н.д.	н.д.
Типорозмір шин	275/70 R22,5		315/80 R22,5	275/70 R22,5	

Продовження табл. 1

Параметр	Модель моста			
	ZAwheel v1	SM 530	IDS TJ 105-225	IDS TJ 105-225 HR
Виробник	Ziehl-abegg SE		Brist Axle Systems Srl.	
Тип приводу	електричний		механічний	
Тип за конструкцією	інтегрально-балковий		розрізний, з незалежною підвіскою	
Допустима навантага, кГс	13000		10500	
Потужність ТЕД, кВт	2x113		-	
Передавальне число редуктора	-		5,29	6,0 (4,0x1,5) / 8,92 (4,0x2,23)
Крутний момент, Н·м	2x2700		-	
Тип коліс	одинарні	здвоєні	одинарні	
Маса без коліс з підвіскою, кг	н.д.	646	574	650
Типорозмір шин	455/45 R22,5	275/70 R22,5	385/55 R22,5	

Результати дослідження. Аналіз технічних параметрів розглянутих конструкцій тягових мостів проведений на основі наступних показників:

- допустимих варіантів компонувальних схем за колісними формулами;
- питомих мас тягових мостів з підвіскою без коліс та мостів з підвіскою, обладнаних колесами;
- собівартості виготовлення тягових мостів і ринкової вартості їх придбання.

Одним з найбільш визначальних параметрів, які мають чи не найбільший вплив на технічну досконаліть проектованих міських електробусів, являється компонувальна схема за колісною формулою. Адже, застосування традиційної для електробусів колісної формули 4x2.2 передбачає, практично, застосування компонувальної схеми з великими переднім та заднім звисами. А прагнення щодо забезпечення якомога більшого автономного ходу електробусів типу ONC (з заряджанням тягових АКБ у нічний період доби) спонукає до використання тягових мостів з допустимою навантагою 13000 кГс, що призводить до збільшення повної маси електробусів до максимально дозволеної у 19500 кг. Оскільки така

величина допустимої повної маси призводить до пришвидшеного руйнування покриття міських вулиць, цей напрям створення перспективних міських електробусів видається недоцільним. Тому, для вітчизняних новостворюваних електробусів І-го класу пропонується на законодавчому рівні обмеження допустимої повної маси на рівні 18000 кг, тобто максимально допустимої для усіх двомостових автобусів та тролейбусів. Звідси висновок: традиційна компонувальна схема з колісною формулою 4х2.2 та розподілом навантаг на мости 1:2…1:2,25 являється неперспективною. Хоча інженерами конструкторського бюро ВАТ "Керуюча компанія холдингу Белкомунмаш" (Білорусія) створений модель одинарного електробуса на основі колісної формули 4х2.2 з розподілом навантаг на мости у відношенні 1:1,77. Електробус моделі Е420 "Vitovt electro" [10] при довжині кузова 11,79 м має колісну базу 8,005 м, передній і задній звиси довжиною, відповідно, 1,36 м та 2,345 м. У стандартних електробусів колісна база складає 5,9…6,14 м, передній і задній звиси, відповідно, 2,465…2,7 м та 3,38…3,49 м. При цьому, формула дверей у стандартних електробусів 2-2-2, а у автобуса Е420 0-2+2-0, що забезпечує суттєво кращий пасажирообмін під час висадки-посадки пасажирів.

Застосування розрізних тягових мостів з незалежною підвіскою коліс забезпечує ще краще співвідношення навантаг на мости, яке складає 1:1,4 при допустимих навантагах на керований міст 7500 кГс, на тяговий міст – 10500 кГс. За цією колісною формулою спроектований електробус великого класу моделі "Aptis" [11] французької фірми NTL – ДП компанії "Alstom". Його колісна база становить 9,6 м при рівних звисах у 1,2 м.

Аналіз компонувальних схем за колісними формулами і формулами пасажирських дверей наведений у табл. 2.

Таблиця 2 – Компонувальні схеми електробусів І-го класу за різними ознаками

Параметр	Колісна формула			
	4х2.2			4х2.1
Розподіл навантаг	1:2,225	1:2	1:1,77	1:1,4
Допустима повна маса, кг	19500		1800	
Допустима навантага на мости, кГс				
- керований	6000	6500	6500	7500
- тяговий	13500	1300	11500	-
- тягово-керований	-			10500
Типорозмір шин коліс:				
- керованого моста	275/70 R22,5			315/70 R22,5
- тягового моста	315/80 R22,5	275/70 R22,5		-
- керованого-тягового моста	-			385/55 R22,5
Допустима формула дверей	2-2-2/ 2-2+2-2		0-2+2-0	0-2+2+2-0

Питомі маси тягових мостів в однакових або близьких комплектаціях визначаються за наступними виразами (табл. 3)

$$\Delta m_{тм} = \frac{M_{тм}}{[P_{тм}]}, \tag{1}$$

де $M_{тм}$ – маса тягового моста з підвіскою, кг; $[P_{тм}]$ – допустима навантага на тяговий міст, кГс.

Оскільки тягові мости різних типів і конструкцій обладнуються колесами з шинами різних типорозмірів, які відрізняються масою, доцільним видається визначення питомих мас мостів не тільки з підвісками, а й з колесами

$$\Delta m^{к}_{тм} = \frac{M_{тм} + n_{кол}\left(m_{кд} + m_{ш}\right)}{[P_{тм}]}, \tag{2}$$

де $n_{кол}$ – кількість коліс, якими обладнується тяговий міст, од.; $m_{кд}$ – маса одного колісного диска відповідного типорозміру, кг; $m_ш$ – маса однієї шини відповідного типорозміру, кг.

Таблиця 3 – Питомі маси тягових мостів електробусів І-го класу

Параметр	Тип моста			
	балковий	інтегрально-балковий		розрізний
Маса моста, кг:				
- з підвіскою без коліс	973	1220	646	574/ 650
- з підвіскою і колесами	1349	1596	1022	826/ 902
Маса тягового електродвигуна, кг	340	-		340
Маса карданної передачі, кг	40	-		10
Загальна маса приводу, кг:				
- мости з підвіскою	1353	1220	646	924/ 1000
- мости з підвіскою і колесами	1729	1596	1022	1176/ 1252
Питома маса мостів, кг/кГс:				
- з підвіскою	0,104	0,094	0,05	0,088/ 0,095
- з підвіскою і колесами	0,133	0,123	0,079	0,112/ 0,119

Щодо оцінки ринкової вартості тягових мостів різних типів зібрати адекватну інформацію практично не можливо, оскільки вона залежить від багатьох чинників і, здебільшого, являється комерційною таємницею. Проте, з огляду на собівартість їх виробництва видається, що найдорожчим типом являється електричний тяговий міст інтегрально-балковго типу моделі "ZAwheel SM 530". Про це свідчить і той факт, що реальних моделей електробусів на основі цього моста майже не має. Вартість портальних електромеханічних мостів інтегрально-балкового типу орієнтовно у 2 рази більша ніж системи тягового приводу на основі портальних механічних тягових мостів, окремих ТЕД адекватної потужності та карданної передачі. Системи тягових приводів на базі тягових мостів розрізного типу фірми "Brist Axle Systems Srl." видаються виробами з найнижчою ринковою вартістю за умови їх достатньо широкого застосування.

Висновки. На основі проведеного аналізу тягових мостів, які застосовуються у конструкціях електробусів великого класу, можна зробити наступні висновки:

1. Тягові портальні мости механічного типу, не зважаючи на низьку ринкову вартість, практично для створення сучасних міських електробусів застосовуються дуже рідко у зв'язку з найбільшою масою системи "тяговий міст-підвіска-колеса", адже їх питома маса на 68,4 % вища за питому масу електричних тягових мостів моделі "ZAwheel SM 530", і на 8,1...18,8 % за питомі маси мостів конкурентних типів. Тому, тягові мости цього типу не можуть бути рекомендованими для створення вітчизняних перспективних конкурентоспроможних міських електробусів.

2. З умови розміщення здвоєних пасажирських дверей кращими видаються колісна формула 4х2.2, яка забезпечує встановлення у правій боковині трьох або й чотирьох дверей, та формула 4х2.1, яка допускає встановлення трьох дверей. Оскільки четверо дверей застосовано лише на кількох моделях автобусів, можна вважати, що за кількістю можливого встановлення здвоєних пасажирських дверей ці колісні формули рівноцінні.

3. З огляду на організацію зручних умов посадки-висадки пасажирів та їх просування по пасажирських салонах очевидну перевагу мають електробуси, створені на основі компонувальної схеми з колісною формулою 4х2.1 та розподілом навантажень на керований і тяговий мости 1:1,4 (модель "Aptis" з трьома здвоєними пасажирськими дверима).

4. Застосування тягових мостів з допустимою навантагою 13000…13500 кГс видається безперспективним, більше того, воно повинно бути заборонене на законодавчому рівні з огляду збереження і довшого терміну експлуатації покриття міських вулиць без ремонту.

5. За питомою масою найкращими, безперечно, являються електричні інтегрально-балкові мости "ZAwheel SM 530", а з урахуванням великої вартості таких мостів – тягові мости розрізного типу фірми "Brist Axle Systems Srl.".

Отже, для створення вітчизняних перспективних конкурентоспроможних міських електробусів великого класу, хоча більш правильним являється термін "великої пасажировмістимості", оптимальним напрямком являється застосування тягових мостів розрізного типу моделей "Brist IDS TJ 105-225" або "Brist IDS TJ 105-225 HR" та тягових електродвигунів з номінальною потужністю 180…250 кВт (наприклад, моделі SUMO MD HV2200-6P канадської фірми TM4 потужністю номінальною 190 кВт, піковою 255 кВт масою всього 251 кг з інвертором). Лише за рахунок застосування цих тягових мостів загальна вмістимість перспективних електробусів за однакових розмірних та інших параметрів збільшується на 5…7 пасажирів, що уже забезпечує їм відповідну конкурентну перевагу. А у сукупності з перевагами планування пасажирських салонів – зручніших умов входу-виходу, легшого переміщення у ширших проходах, можливості простого формування різних варіантів за співвідношенням кількості пасажирських сидінь до кількості стоячих пасажирів – уже, щонайменше, три-чотири конкурентні переваги.

Список використаних джерел

1. Войтків С. В., Тараненко М. Є. Напрямки розвитку конструкцій електричних тягових приводів комерційних електромобілів на основі ведучих мостів балкового і портального типів. *Автомобільний транспорт*. 2019. № 45. С. 79-90.

2. ZF. Achs- und Getriebesysteme für Busse. URL: https://www.zf.com/master/media/corporate/m_zf_com/company/download_center/products/trucks/2020_3/TU_Product_Overview_202012_DE_EN_LowRes.pdf (дата звернення 1.04.2021).

3. Электропортальный мост ZF AVE 130. Концептуальное решение последовательного гибридного привода. Москва, 2008. 4 с.

4. ZAwheel - ZIEHL-ABEGG - PDF Catalogs. URL: https://pdf.directindustry.com/pdf/ziehl-abegg/zawheel/19324-601769.html (дата звернення 02.04.2021).

5. e-Drive Product Independent & Driven Axle. URL: https://bristaxle.com/products/independent-drive-axle-and-single-speed-transmission/ (дата звернення 1.04.2021).

6. ZAwheel® - Achsantriebsmodul. URL: https://www.ziehl-abegg.com/produkte/achsantriebsmodul#ueberblick (дата звернення 2.04.2021).

7. Proterra Develops New Electric Drivetrain System with Support from AxleTech. URL: https://www.oemoffhighway.com/drivetrains/axles-driveshafts/axles/press-release/20978510/axletech-international-proterra-develops-new-electric-drivetrain-system-with-support-from-axletech (дата звернення 2.04.2021).

8. Allison to offer an electric axle drivetrain for electric buses. URL: https://www.sustainable-bus.com/parts/allison-to-offer-an-electric-axle-drivetrain-for-electric-buses/ (дата звернення 2.04.2021).

9. EP19 Electric Driven Axle. URL: http://www.dana-axle.com/products/dana-electric-driven-axle/dana-ep19/ep19-electric-driven-axle.html. (дата звернення 3.04.2021).

10. Электробус модели E420 "Vitovt electro". URL: https://bkm.by/catalog/elektrobus-modeli-e420-vitovt-electro/ (дата звернення 3.04.2021).

11. Aptis: A new mobility experience. URL: http://newtl.com/wp-content/uploads/2017/03/aptis_product_sheet_march_17_en.pdf (дата звернення 3.04.2021).

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

Voytkiv Stanislav – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: voytkivsv@ukr.net

УДК 629.341, 629.3.013

Войтків С. В., к.т.н.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАС МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ ВЕЛИКОГО КЛАСУ НА ЕТАПІ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Запропонована методика розрахунку спорядженої та повної допустимої мас і загальної пасажировмістимості електробусів І-го класу з тримальним кузовом, призначених для перевезень пасажирів на внутрішньоміських маршрутах, на етапі розроблення ескізних пропозицій по створенню їх перспективних конкурентоспроможних конструкцій.

The method of calculation of the equipped and full admissible weights and the general passenger capacity of electric buses of the I class with a holding body intended for transportations of passengers on intracity routes, at a stage of development of sketch offers on creation of their perspective competitive designs is offered.

Вступ. Електробуси І-го класу (міські електробуси) призначені для перевезень пасажирів на міських і, особливо, на внутрішньоміських маршрутах, які проходять через центральні частини міст. На протязі 2010-2020 років застосування електробусів для міських перевезень пасажирів набуло широкого розповсюдження у європейських країнах, а найбільшого – у Китаї. В Україні, наразі, відмічені лише поодинокі спроби дослідної експлуатації електробусів на міських маршрутах. Однією з основних причин такої ситуації являється значно більша вартість електробусів та недосконалість вітчизняного законодавства у напрямку стимулювання створення та експлуатації таких пасажирських колісних транспортних засобів громадського користування (КТЗ ГК).

Тим не менше, бурхливий розвиток електробусобудування у всьому світі не може залишати осторонь фахівців конструкторських бюро вітчизняних підприємств сфери автобусобудування. Хоча у корпораціях "Електрон" та "Богдан" ще у 2015 році були виготовлені перші дослідні зразки вітчизняних електробусів, необхідна різка активізація у напрямку проведення дослідно-конструкторських робіт зі створення нових перспективних і, головне, конкурентоспроможних моделей міських електробусів на основі застосування нових інноваційних конструктивних рішень. Тому, розроблення спрощеної методики визначення параметрів мас та пасажировмістимості нових проектованих електробусів уже на початкових етапах – етапах формування ескізних пропозицій та ескізного проектування, видається актуальним завданням.

Результати дослідження. Огляд конструкцій сучасних моделей міських електробусів великого класу показав, що вони створені за різними компонувальними схемами, які характеризуються відповідними ознаками. Саме тому, вони доволі суттєво різняться за параметрами мас і загальною пасажировмістимістю. Одними з найбільш вагомих конструктивних факторів, які впливають на споряджену масу міських електробусів, а, відтак, і на їх пасажировмістимість, являються:

- тип і конструкція тягового моста;
- тип електробуса за системою заряджання/ підзаряджання автономних накопичувачів електричної енергії (НЕЕ);
- габаритна довжина кузова електробуса (ефективність її використання),

Тип і конструкція тягового моста електробуса залежать, перш за все, від застосованої колісної формули, яка характеризує співвідношення допустимих навантаг на передній керований та задній тяговий мости. За колісною формулою більшість моделей електробусів І-го класу створена за традиційною для автобусів формулою 4х2.2, яка передбачає застосування тягових мостів, обладнаних здвоєними колесами. Широке використання цієї компонувальної схеми пояснюється простотою створення електробусів на основі застосування кузовів

автобусів, які перебувають у виробництві. Хоча, складові частини тягового електричного приводу, особливо з появою тягових електромеханічних мостів інтегрально-балкового типу та мостів з незалежною підвіскою одинарних коліс, сприяють застосуванню інших колісних формул, таких як 4х2.1ш та 4х2.1о з одинарними колесами, які відрізняються шириною шин. Зрозуміло, що споряджені маси таких мостів є різними.

Тип електробусів за системою підзаряджання/ заряджання автономних НЕЕ, здебільшого це тягові АКБ, хоча застосовуються і суперконденсатори (іоністори), має чи не найбільший вплив на їх споряджену масу та, відповідно, загальну пасажировмістимість. Для збільшення якої електробусам з колісною формулою 4х2.2 збільшили навіть допустиму повну масу на 1500 кг, тобто до 19500 кг замість 18000 кг – допустимої повної маси автобусів з такою ж колісною формулою. Але збільшення допустимої повної маси електробусів не можна вважати позитивним напрямком, адже збільшення допустимої навантаги на задній тяговий міст до 13,5 кН суттєво пришвидшує руйнування дорожнього покриття міських вулиць, особливо в умовах вітчизняних реалій не надто якісного їх виготовлення.

Ще один фактор зайвої спорядженої маси – стандартна довжина електробусів великого класу, рівна 12,0±0,2 м, завдяки чому площа пасажирського салону використовується не надто ефективно. Тобто, пасажировмістимість більшості електробусів з довжиною по кузову близькою до 12,0 м, може бути забезпечена застосуванням менших кузовів на 1,0…2,0 м.

Вираз для визначення повної маси міських електробусів можна записати наступним чином

$$M_п = M_{сп} + m_{вод} + M_{пас} \le \left[M_п\right], \tag{1}$$

де $M_{сп}$ – споряджена маса електробуса, кг; $m_{вод}$ – маса водія, приймається рівною 75 кг; $\left[M_п\right]$ – допустима повна маса електробуса, кг; $M_{пас}$ – маса пасажирів, кг;

$$M_{пас} = N_{пас} \times m_{пас}, \tag{2}$$

де $m_{пас}$ – маса 1-го пасажира, кг; для електробусів І-го класу $m_{пас}$ =68 кг.

Допустима повна маса електробуса задається допустимим навантагами на керований та тяговий мости.

Розрахункову споряджену масу проектованих міських електробусів на початковій стадії формування ескізних пропозицій пропонується визначати за наступним виразом

$$M_{сп} = M_{к0} + m_{нее} + \sum M_м, \tag{3}$$

де $M_{к0}$ – маса кузова електробуса без маси керованого і тягового мостів з колесами та маси автономних НЕЕ, кг; $m_{нее}$ – маса автономних НЕЕ, кг; $\sum M_м$ – маса керованого і тягового мостів , обладнаних колесами, кг,

$$\sum M_м = m_{км} + m_{тм}, \tag{4}$$

де $m_{км}$ – маса керованого моста з колесами, кг; $m_{км}$ – маса тягового моста з колесами, кг; або, за відсутності інформації по масах мостів з колесами

$$\sum M_м = m^0_{км} + m^0_{тм} + n_{кол}\left(m_{дк} + m_{шк}\right), \tag{5}$$

де $m^0_{км}$ – маса керованого моста без коліс, кг; $m^0_{тм}$ – маса тягового моста без коліс, кг; $n_{кол}$ – кількість коліс, якими обладнані керований і тяговий мости, од.; $m_{дк}$ – маса одного колісного диска, кг; $m_{дк}$ – маса однієї шини відповідного типорозміру, кг.

Розрахункову масу кузовів електробусів без керованого і тягового мостів, обладнаних колесами, та автономних НЕЕ, пропонується визначати за виразами

$$M^l_{к0} = \Delta m^l_{к0} \times L_к, \tag{6}$$

де $\Delta m^l_{к0}$ – питома маса 1-го погонного метра кузова електробуса без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг/м; $L_к$ – довжина кузова електробуса, м;

$$M^s_{к0} = \Delta m^s_{к0} \times S_к, \tag{7}$$

де $m^s_{к0}$ – 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, м^2;

$$S_к = L_к \times B_к, \tag{8}$$

де $B_к$ – ширина кузова електробуса, м;

$$M^v_{пр} = \Delta m^v_к \times V_к, \tag{9}$$

де $m^v_{к0}$ – 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, м^3;

$$V_к = L_к \times B_к \times H_к, \tag{10}$$

де $H_к$ – висота кузова автобуса, м.

Розрахункові питомі маси 1-х одиниць довжини, площі та об’єму кузовів проектованих електробусів визначаються на основі технічних параметрів електробусів-аналогів, максимально близьких за конструкцією [1-4] (табл. 1) за виразами

$$\Delta m^l_{к0} = \frac{M^e_{пор0}}{L^e_к}, \tag{11}$$

$$\Delta m^s_{к0} = \frac{M^e_{пор0}}{L^e_к \times B^e_к}, \tag{12}$$

$$\Delta m^v_{к0} = \frac{M^e_{пор0}}{L^e_к \times B^e_к \times H^e_к}. \tag{13}$$

де $M^e_{пор0}$ – споряджена маса кузова електробуса-аналога, без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ, кг; $L^e_к$ – довжина кузова електробуса-аналога, м;

$B_к^e$ – довжина кузова електробуса-аналога, м; $H_к^e$ – довжина кузова електробуса-аналога (по кузову, без урахування висоти аварійно-вентиляційних люків та кондиціонера – за наявності, а також відстані від низу кузова до опорної поверхні), м.

Таблиця 1 – Технічні параметри електробусів-аналогів I-го класу

Параметр	Модель електробуса			
	Dancer	E321		E420
Виробник	Vėjo Projektai, Литва	Белкоммунмаш, Білорусія		
Тип за системою заряджання/ підзаряджання НЕЕ	ОС	ОС	ONC	
Пасажировмістимість, чол.	90 (34+56)	83 (30+53)	81 (30+51)	83 (30+53)
Габаритні розміри, м:				
- довжина/ ширина	12,1/ 2,5	12,09/ 2,55		12,23/ 2,55
- висота кузова	2,82	2,561		2,562
- висота габаритна по кузову	3,12	2,861		2,862
Базові агрегати:				
- керований міст	ZF RL 82 EC			
- маса керованого моста без коліс, кг	482			
- тяговий міст	ZF AVE 130	ZF AV 133		
- маса тягового моста без коліс, кг	-	767		
- маса тягового моста без коліс з підвіскою, кг	1220	973		
Типорозмір шин:				
- керованого моста	275/70 R22,5			
- тягового моста	385/55 R22,5	275/70 R22,5		
Параметри мас коліс, кг:				
- колісний диск 8,25x22,5	46,8			
- шина 275/70 R22,5	47,0			
- колісний диск 11,75x22,5	47,3	-		
- шина 385/55 R22,5	79	-		
Параметри мас електробуса, кг				
- споряджена маса	10100	12355	12495	12355
- повна маса	16295	18000		
Параметри автономних НЕЕ				
- тип	АКБ – LTO	СК	АКБ – $LiFePO_4$	
- потужність, кВт·год.	60,0	34,0	167	140
- маса НЕЕ, кг	625	1360	1500	1512
- час заряджання, хв.	10	8	180	
Автономний хід, км	-	20	160	

Питомі маси електробусів, визначені за формулами (11-13) наведені у табл. 2.

Для проведення попередніх розрахунків з визначення параметрів мас проектованих міських електробусів з кузовами зі сталевих профілів та композитними панелями зовнішнього облицювання і внутрішнього оздоблення рекомендовані наступні значення питомих мас їх кузовів без мас керованого і тягового мостів з колесами та автономних НЕЕ: $\Delta m_{к0}^l = 655$ кг/м; $\Delta m_{к0}^s = 260$ кг/м^2; $\Delta m_{к0}^v = 100$ кг/м^3.

Таблиця 2 – Питомі маса електробусів-аналогів І-го класу

Параметр	Модель електробуса		
	Dancer	E321	E420
Споряджена маса, $M^{e}_{пор0}$, кг	7333	8037	
Питома маса кузова без НЕЕ, керованого і тягового мостів:			
- по довжині, кг/м	606	655	657
- по площі, кг/м^2	242	261	258
- по об'єму кузова, кг/м^3	86	102	101

Порівняння споряджених та повних мас пропонованих міських електробусів, розрахованих за виразами (3) та (1), та адекватних за розмірними параметрами кузовів та іншими технічними параметрами електробусів-аналогів [5 і 6] (табл. 3) наведено у табл. 4, з урахуванням мас автономних НЕЕ, розрахованих за пропонованими виразами:

$$m_{нее} = \Delta m^{i}_{нее} \times W_{нее}, \quad (14)$$

де $\Delta m^{i}_{нее}$ – питома маса автономних НЕЕ відповідного типу (тягових АКБ , СК або інших), кг/кВт·год.; $W_{нее}$ – енергетична потужність НЕЕ відповідного типу, кВт·год.

Таблиця 3 – Технічні параметри електробусів-аналогів І-го класу

Параметр	Модель електробуса	
	КамАЗ-6282	Avenue EV TR
Тип за системою заряджання/ підзаряджання НЕЕ	ОС	
Пасажировмістимість, чол.	85 (33+52)	89 (35+54)
Габаритні розміри, м:		
- довжина/ ширина	12,4/ 2,54	12,1/ 2,55
- висота габаритна по кузову	3,26	3,237
Базові агрегати:		
- керований міст	ZF RL 82 EC	
- тяговий міст	ZF AVE 130	
Типорозмір шин	275/70 R22,5	
Параметри мас електробуса, кг		
- споряджена маса	12145	11873
- повна маса	18000	
Параметри автономних НЕЕ		
- тип	АКБ – LTO	АКБ – Li-NMC
- потужність, кВт·год.	80,0	70,0
- маса НЕЕ, кг		
- час заряджання, хв.	10-20	8-10
Автономний хід, км	70	50-60

Для тягових АКБ типу Li-NMC розрахункова питома маса становить $\Delta m^{nmc}_{акб}$ =6,7 кг/кВт·год., для тягових АКБ типу LTO – $\Delta m^{lto}_{акб}$ = 10,4 кг/кВт·год. а для тягових АКБ типу LiFePo4 – $\Delta m^{lfpo}_{акб}$ = 7,9 кг/кВт·год.

Аналіз результатів розрахункових досліджень показує, що похибки величин споряджених мас електробусів-аналогів моделей "КамАЗ-6282" та "Avenue EV TR", визначених за виразами (8), (9) і (3) становлять 3,6-10,2 %, а їх повних мас, обчислених за виразом (1) – 2,5…6,7 %, які цілком допустимі при проведенні таких інженерно-технічних розрахунків. Більша похибка розрахунків параметрів мас електробуса-аналога моделі "Avenue

EV TR" пояснюється меншим значенням розрахованої маси тягових АКБ типу Li-NMC, оскільки їх питома маса залежить від кількості окремих елементів АКБ, конструкції блоків тягових АКБ та виробника. Тобто, встановлені на електробусі моделі "Avenue EV TR" блоки тягових АКБ мають сумарну більшу масу.

Таблиця 4 – Аналіз реальних та розрахункових мас електробусів І-го класу

Тип автобуса за силовою структурою	Модель автобуса			
	КамАЗ-6282	проект	Avenue EV TR	проект
Параметри мас автобуса-аналога, кг:				
- споряджена маса	12145	-	11873	-
- повна маса	18000	-	18000	-
Розрахункова споряджена маса електробуса, кг, / похибка, %, розрахована за:				
- формулами (8) і (3)	-	11637/ 4,2	-	10661/ 10,2
- формулою (9) і (3)	-	11704/ 3,6	-	10757/ 9,4
Розрахункова повна маса автобуса, кг, / похибка, %, розрахована за:				
- формулами (8), (3) і (1)	-	17492/ 2,8	-	16788/ 6,7
- формулою (9), (3) і (1)	-	17559/ 2,5	-	16884/ 6,2

Висновки. Запропонована методика придатна для проведення розрахунків параметрів мас та загальної пасажировмістимості на початковому етапі формування ескізних пропозицій по створенню нових моделей перспективних міських електробусів великого класу. При наявності електробуса-прототипа оптимальним варіантом являється застосування виразів (11), (12) або (13) для визначення розрахункових питомих мас кузова проектованого електробуса.

Застосування пропонованої методики з огляду на забезпечення більшої точності результатів розрахунків параметрів мас та пасажировмістимості проектованих міських електробусів вбачається у проведенні розрахункових досліджень на основі попередньо вибраних конкретних типах тягових АКБ або СК з наведеними виробником параметрами мас.

Список використаних джерел

1. Welcome to the Dancer bus. URL: http://bus.ck.ua/avtobus-ru.html (дата звернення 15.03.2021).

2. Завод "Белкоммунмаш" представил первый электробус на базе массовой "321-й" модели. URL: https://traffic.od.ua/news/worldtrans/1211192 (дата звернення 21.03.2021).

3. BKM Holding: Інновації у міському пасажирському транспорті. URL: https://bkm.com.ua/wp-content/uploads/2020/09/bkm-ukrayina-prezentacziya-ukr.-07.20.pdf (дата звернення 23.03.2021).

4. ZF: Achs- und Getriebesysteme für Busse. URL: https://translate.google.com.ua/?sl=auto&tl=uk&text=Achs-%20und%20Getriebesysteme%20f%C3%BCr%20Busse%0AAxle%20%26%20Transmission%20Systems%20for%20Buses%20%26%20Coaches&op=translate.pdf (дата звернення 23.03.2021).

5. Мощь. Интеллект. Комфорт. Электробус КамAZ-6282. URL: https://kamaz.ru/upload/bus/%D0%9C%D0%93%D0%A2_%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%81%20KAMAZ-6282.pdf (дата звернення 25.03.2021).

6. Avenue electron. URL: https://www.temsa.com/eu/en/city/avenue-electron (дата звернення 27.03.2021).

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

Voytkiv Stanislav – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: voytkivsv@ukr.net

УДК 629.341, 629.3.013

Войтків С. В., к.т.н.

РОЗРАХУНОК ПАСАЖИРОВМІСТИМОСТІ АВТОБУСІВ ІІ КЛАСУ НА ЕТАПІ РОЗРОБЛЕННЯ ЕСКІЗНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

Запропонована методика розрахунку пасажировмістимості автобусів ІІ-го класу, призначених для перевезень пасажирів на приміських маршрутах, на етапі розроблення ескізних пропозицій на основі визначення порожньої маси автобусів, проектованих на базі шасі вантажних автомобілів або агрегатів їх трансмісій та ходових частин.

The method of calculation of passenger capacity of buses of the II class intended for transportations of passengers on suburban routes, at stage of development of sketch offers on the basis of definition of empty weight of the buses designed on the basis of the chassis of trucks or units of their transmissions and running gears is offered.

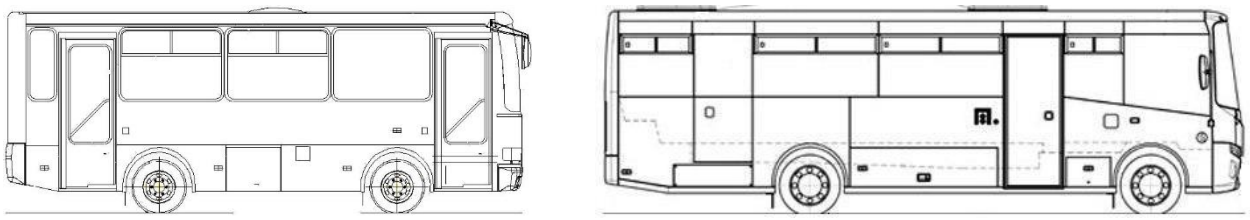
Вступ. Автобуси ІІ-го класу (приміські автобуси) призначені для перевезень пасажирів на приміських маршрутах, хоча їх часто застосовують і на міських маршрутах. Приміські автобуси малого (понад 6,0 м до 8,0 м) та середнього (понад 8,0 м до 10,0 м) класів за габаритною довжиною виготовляються, здебільшого, або на базі шасі вантажних автомобілів без кабіни водія, спеціальних автобусних шасі або на базі агрегатів їх трансмісій та ходових частин. Характерною особливістю таких автобусів являється розміщення силового агрегату у передній частині їх кузовів.

Напрямок створення приміських автобусів залишається реальним для фахівців конструкторських бюро багатьох вітчизняних підприємств сфери автобусобудування і на нинішній час, тому, розроблення спрощеної методики визначення параметрів мас та пасажировмістимості таких автобусів уже на початковому етапі – етапі формування ескізних пропозицій, видається актуальним завданням.

Результати дослідження. Огляд конструкцій існуючих моделей приміських автобусів малого і середнього класів показав, що за розміщенням службових (пасажирських) та запасних (аварійних) дверей вони створені за двома компонувальними схемами (рис. 1):

– за схемою 1-0-1 – з розміщенням двох дверей у передньому та задньому звисах (рис. 1а);

– за схемою 0-1-1 – з розміщенням дверей у колісній базі за аркою колеса переднього моста та у задньому звисі (рис. 1б).



а) б)

Рисунок 1 – Компонувальні схеми приміських автобусів за розміщенням дверей:
а – схема 1-0-1; б – схема 0-1-1 (із задніми запасними дверима)

На основі аналізу конструкцій сучасних автобусів ІІ-го класу різних моделей встановлено, що вони спроектовані за традиційною колісною формулою 4х2.2, тобто їх тягові мости обладнані здвоєними колесами, та трьома варіантами компонувальних схем кузовів за типом їх силової структури:

– з рамно-роздільним (на болтових з’єднаннях) або рамно-об’єднаним кузовом;

– з тримальним (несівним) кузовом;

– з комбінованим рамно-тримальним кузовом (на основі передньої частини рами, інтегрованої у тримальний кузов).

Загальна пасажировмістимість автобусів громадського призначення визначається за виразом

$$N_{пас} = \frac{[M_n] - M_{пор}}{m_{пас}}, \quad (1)$$

де $[M_n]$ – допустима повна маса автобуса, кг; $M_{пор}$ – порожня маса автобуса – маса спорядженого автобуса і водія, масою 75 кг, кг; $m_{пас}$ – маса 1-го пасажира, кг; для автобусів II-го класу $m_{пас}$=71 кг.

Допустима повна маса автобуса задається допустимим навантагами на мости базового автомобільного шасі, хоча їх виробники часто зменшують допустиму повну масу кінцевого колісного транспортного засобу (КТЗ) з огляду на забезпечення вимог нормативних актів до параметрів гальмівних систем тощо.

Розрахункову повну масу проектованих приміських автобусів на початковій стадії формування ескізних пропозицій пропонується визначати за одним із наступних виразів:

$$M^{l}_{пр} = \Delta m^{l}_{пр} \times L_к, \quad (2)$$

де $\Delta m^{l}_{пр}$ – питома маса 1-го погонного метра кузова автобуса, кг/м; $L_к$ – довжина кузова автобуса, м;

$$M^{s}_{пр} = \Delta m^{s}_{к} \times S_к, \quad (3)$$

де $m^{s}_{к}$ – питома маса 1-го квадратного метра горизонтальної площі кузова автобуса, кг/м^2; $S_к$ – площа горизонтальної проекції кузова автобуса, м^2;

$$S_к = L_к \times B_к, \quad (4)$$

де $B_к$ – ширина кузова автобуса, м;

$$M^{v}_{пр} = \Delta m^{v}_{к} \times V_к, \quad (5)$$

де $m^{v}_{к}$ – питома маса 1-го кубічного метра об'єму кузова автобуса, кг/м^2; $V_к$ – об'єм кузова автобуса, м^3;

$$V_к = L_к \times B_к \times H_к, \quad (6)$$

де $H_к$ – висота кузова автобуса, м.

Питомі маси 1-ї одиниці довжини, площі та об'єму кузова автобуса визначаються на основі технічних параметрів автобусів-аналогів, максимально близьких за конструкцією [1-5] (табл. 1, 2) за виразами

$$\Delta m^{l}_{к} = \frac{M^{a}_{пор}}{L^{a}_{к}}, \quad (7)$$

$$\Delta m^{s}_{к} = \frac{M^{a}_{пор}}{L^{a}_{к} \times B^{a}_{к}}, \quad (8)$$

$$\Delta m^{v}_{к} = \frac{M^{a}_{пор}}{L^{a}_{к} \times B^{a}_{к} \times H^{a}_{к}}. \quad (9)$$

Таблиця 1 – Технічні параметри автобусів-аналогів II-го класу

Параметр	Модель автобуса				
	А092.G8	А092.16 (Б)	А093.16	А092.16 (А)	А301.41
Виробник	ПАТ "Черкаський автобус"				
Базове шасі/ базові агрегати	/ Isuzu NQR75				Isuzu NQR75
Тип кузова	комбінований			тримальний	рамний
Габаритні розміри, м:					
- довжина/ ширина	8,21/ 2,38	7,43/ 2,38	8,21/ 2,38	8,22/ 2,32	7,97/ 2,31
- висота кузова	2,45			2,4	2,45
- висота габаритна по кузову	2,75			2,7	2,75
Колісна база, м	4,395	3,815	4,395	4,395	4,175
Типорозмір шин	215/75R17.5				
Вмістимість, чол:	33 (29+4)	35 (25+10)	36 (29+7)	38 (30+8)	41 (31+10)
Параметри мас, кг:					
- порожня маса	5900	5250	5800	5840	5300
- повна маса	8240	8300	8600	8850	8600
Питома маса:					
- по довжині, кг/м	719	707	706	710	665
- по площі, кг/м^2	302	297	297	306	289
- по об’єму кузова, кг/м^3	123	121	121	128	118

Таблиця 2 – Технічні параметри автобусів-аналогів II-го класу

Параметр	Модель автобуса				
	А202	А222.12	А08А1В	А09А2D	МАЗ 257030
Виробник	ДП АСЗ № 1 "Богдан"		ЗАЗ		МАЗ
Базове шасі/ базові агрегати	/ Hyundai	/ Ashok Leyland	AsiaStar YBL6761	Daimler India OF917R	-
Тип кузова	тримальний		рамний		тримальний
Габаритні розміри, м:					
- довжина/ ширина	7,88/ 2,30	8,21/ 2,30	7,66/ 2,42	9,21/ 2,42	8,72/ 2,55
- висота кузова	2,40	2,45	2,60	2,67	2,70
- висота габаритна по кузову	2,70	2,75	2,90	2,97	3,00
Колісна база, м	4,20	4,40	3,80	4,80	4,80
Типорозмір шин	215/75R17.5	235/75R17.5	215/75R17.5	235/75R17.5	245/70R19.5
Вмістимість, чол:	35 (30+5)	45 (30+15)	43 (28+15)	40 (36+4)	32 (31+1)
Параметри мас, кг:					
- порожня маса	5890	6650	5970	6600	8030
- повна маса	8500	9850	9000	9400	10300
Питома маса:					
- по довжині, кг/м	747	810	779	717	921
- по площі, кг/м^2	325	352	322	296	361
- по об’єму кузова, кг/м^3	135	144	124	111	134

Рекомендовані на основі проведених обчислень розрахункові питомі маси 1-ї одиниці довжини, площі або об’єму проектованих кузовів автобусів наведені у табл. 3.

Якщо проектування приміських автобусів здійснюється на базі шасі або агрегатів шасі, обладнаних колесами з шинами типорозміру R19.5 (а не R17.5) при розрахунках їх порожньої

маси за виразами (2), (3) та (5) необхідно застосовувати коректувальні коефіцієнти, які приймаються рівними $k_к^l$=1,18; $k_к^s$=1,1; $k_к^v$=1,04.

Таблиця 3 – Рекомендовані питомі норми порожньої маси автобусів II-го класу

Тип автобуса за силовою структурою	Питомі параметри порожньої маси		
	$\Delta m_к^l$, кг/м	$\Delta m_к^s$, кг/м^2	$\Delta m_к^v$, кг/м^3
Автобуси рамної конструкції	710	305	120
Автобуси з комбінованим кузовом	720	310	125
Автобуси з тримальним кузовом	750	340	140

Більші значення питомих параметрів порожньої маси автобусів з тримальним кузовом та автобусів з комбінованою тримальною системою, у якій, зазвичай, використовується передня частина рами з силовим агрегатом, пояснюються тим, що:

- для виготовлення рам автомобільних та спеціальних автобусних шасі застосовуються відкриті профілі швелерного типу, які виготовляються із міцних високолегованих марок сталей;
- тримальні (несівні) каркаси кузовів автобусів виготовляються з труб прямокутного перерізу з низьколегованих марок статей з нижчими параметрами міцності, оскільки вони дешевші, проте потребують збільшеної товщини стінок труб.

Розрахункова повна маса проектованої нової моделі приміського автобуса на базі автомобільного без кабіни водія або спеціального автобусного шасі або його агрегатів за умов існування автобуса-аналога, створеного на тому ж шасі або тих же агрегатах, і однаковій ширині та габаритній висоті по їх кузовах може бути визначена за виразом

$$M_п = \frac{M_п^a}{L_к^a} \times L_к, \tag{10}$$

де $M_п^a$ – повна конструктивна маса автобуса-аналога, кг; $L_к^a$ – довжина кузова автобуса-аналога, м.

У тих випадках, якщо ширина кузова та/ або габаритна висота по кузову проектованого автобуса відрізняються від аналогічних розмірів автобуса-аналога, то застосовуються наступні вирази

$$M_п = \frac{M_п^a}{L_к^a \times B_к^a} \times L_к \times B_к, \tag{11}$$

$$M_п = \frac{M_п^a}{L_к^a \times B_к^a \times H_к^a} \times L_к \times B_к \times H_к^a, \tag{12}$$

де $B_к^a$ та $H_к^a$ – відповідно, ширина кузова га габаритна висота по кузову автобуса-аналога, м.

Порівняння порожніх мас приміських автобусів-аналогів з силовими структурами різних типів, визначених розрахунковим методом (табл. 4 і табл. 5), з наведеними у табл. 3 показує,

Таблиця 4 – Аналіз реальних та розрахункових порожніх мас автобусів II-го класу

Тип автобуса за силовою структурою	Модель автобуса			
	А202	А341.41	А092.16	А093.16
Порожня маса автобуса за даними виробника, кг	5890	5300	5250	5800
Порожня маса автобуса, кг, / похибка, %, розрахована за:				
- формулою (2)	5988/ +1,8	5499/ +3,8	5350/ -1,9	5911/ +1,9
- формулою (3)	6161/ +4,6	5431/ +2,5	5482/ +4,4	6057/ +4,4
- формулою (5)	6090/ +3,4	5187/ +2,2	5416/ +3,2	5984/ +3,2
- формулою (10)	-	-	5243/ +0,1	5808/ +0,1

Таблиця 5 – Аналіз реальних та розрахункових порожніх мас автобусів II-го класу

Тип автобуса за силовою структурою	Модель автобуса			
	A222.12	A08A1B	A09A2D	МАЗ 257030
Порожня маса автобуса за даними виробника, кг	6650	5970	6600	8030
Порожня маса автобуса, кг, / похибка, %, розрахована за:				
- формулою (2)	6240/ -6,6	5285/ -13,0	6355/ -3,9	7717/ -4,1
- формулою (3)	6420/ -3,6	5468/ -9,2	6575/ -0,4	8316/ +3,7
- формулою (5)	6477/ -2,8	5543/ -7,7	6844/ +3,7	8741/ +8,1

що похибки величин порожніх мас, визначених за виразом (2) становлять 1,8-13,0 %, за виразом (3) – 3,4-9,2 % і за виразом (5) – 2,2-8,1 %, які цілком допустимі при проведенні таких інженерно-технічних розрахунків.

При визначенні загальної пасажировмістимості приміських автобусів доцільно застосовувати формулу усередненої пасажировмістимості

$$N_{пас} = \frac{[M_n] - 0{,}3 \cdot \sum M^i_{пор}}{m_{пас}}, \qquad (13)$$

де $M^i_{пор}$ – розрахункові повні маси автобуса, визначені за виразами (2), (3) та (5), кг.

Висновки. Запропоновані вирази можуть застосовуватися для розрахунків параметрів мас та загальної пасажировмістимості на початковому етапі формування ескізних пропозицій по створенню нових моделей перспективних приміських автобусів. З умови забезпечення точніших параметрів проектованих моделей автобусів – порожньої маси та загальної пасажировмістимості, оптимальним варіантом являється застосування виразів (10), (11) або (12) на основі використання технічних параметрів автобусів-аналогів, створених на базі аналогічних шасі або на аналогічних агрегатах трансмісії і ходової частини.

Якщо ж адекватних моделей автобусів-аналогів не існує, то необхідно вибирати автобуси-аналоги, комплектувальні вироби трансмісій та ходових частин яких за параметрами мас найближчі до параметрів мас основних складових частин – двигуна, коробки переміни передач, керованого та тягового мостів проектованого автобуса.

Подальше удосконалення пропонованої методики з огляду на забезпечення більшої точності результатів розрахунків параметрів пасажировмістимості видається доцільним на основі визначення питомих мас кузовів автобусів-аналогів без урахування споряджених мас базових автомобільних шасі без кабін або спеціальних автобусних шасі.

Список використаних джерел

1. ПАТ "Черкаський автобус" : Автобуси. URL: http://bus.ck.ua/avtobus-ru.html (дата звернення 15.03.2021).

2. Автобуси класу II тип А092, варіант А09216. http://bus.ck.ua/avtobus.html#8.1 (дата звернення 15.03.2021).

3. УкрАвто : Автобус А08. URL: https://ukravto.ua/cars/a08 (дата звернення 17.03.2021).

4. Приміський автобус Богдан 22212. URL: http://avtobus.net.ua/one-80-Primiskii-avtobus-Bogdan-22212.html (дата звернення 15.03.2021).

5. Приміський автобус Богдан МАЗ 257030. URL: http://avtobus.net.ua/one-84-Primiskii-avtobus-MAZ-257030.html (дата звернення 15.03.2021).

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

Voytkiv Stanislav – Cand. Sc. (Eng), The Deserved Machine Engineer of Ukraine, General Designer, "Scientific and Technical Center "Autopoliprom", e-mail: voytkivsv@ukr.net

УДК 378.1;656

Горяїнов О. М., к.т.н., доц.

РЕАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЬНОГО ЗАМІРУ ЗНАНЬ (ЕКЗАМЕН) НА ПРИКЛАДІ ДИСЦИПЛІНИ З ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Розглянуті питання структури контрольного заміру знань для спеціальності 275 Транспортні технології. Описані умови задач і приклади окремих розрахунків для вантажних перевезень.

The issues of the control measurement structure of knowledge for the specialty 275 Transport technologies are considered. The conditions of problems and examples of separate calculations for freight transportations are described.

Вступ. Вища освіта в Україні перебуває в постійній трансформації. Наприклад, введений в 2018 році стандарт вищої освіти для спеціальності 275 Транспортні технології (бакалавр) зобов'язує готувати випускну кваліфікаційну роботу [1], а стандарт 2020 року (для магістрів) [2] вводить єдиний державний кваліфікаційний іспит. З приводу випускної кваліфікаційної роботи бакалавра підготовлено публікація [3].

Також необхідно відслідковувати тенденції в глобальному освітньому середовищі і вивчати досвіт лідерів світової освіти. Важливим в цьому напрямку є вивчення досвіду навчання на курсах Массачусетського технологічного інституту (наприклад [4, 5]). Такий досвід свідчить про доцільність збільшення частки розрахунків (обчислень, моделювання та ін.) в межах навчальних курсів (дисциплін). Тому є сенс намагатися створювати подібні конструкції в межах окремих навчальних дисциплін.

Результати дослідження. В якості детального об'єкту для розгляду візьмемо дисципліну «Організація та управління перевезеннями вантажів», що викладається в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка (https://khntusg.com.ua/). До введення стандарту [1] дисципліна мала назву «Вантажні перевезення». Базою для дисципліни є такі матеріали [6-8].

В 2019-2020 навч.році було розроблено таку структуру екзаменаційного білету:

- екзаменаційні тести – 25 балів (всього 25 тестових завдань по 1-му балу за завдання);
- екзаменаційні задачі – 15 балів (всього 3-ри задачі по 5-ть балів за задачу).

Загалом за екзамен можливо максимум отримати 40 балів. Інші бали здобувач отримує протягом семестру (максимум 60 балів). Загальна максимальна сума балів за семестр – 100 балів (дисципліна двохсеместрова). Відзначимо, що досвід навчання на курсах Массачусетського технологічного інституту вже було раніше реалізовано через впровадження дорожньої карти дисципліни (наприклад, [9, 10]). З урахуванням введеної структури екзамену, загальна структура балів з дисципліни має такий вигляд – рис. 1.

Самі тестові завдання містять як простий вибір з можливих тверджень, так і з елементами розрахунку. Наприклад:

- варіант тестового завдання простого вибору

Для чого використовуються техніко-експлуатаційні показники:

А) Для визначення недоліків у використанні часу роботи транспортних засобів.

Б) Для розрахунку ефективності використання маршрутів руху.

В) Для оцінки ефективності роботи транспорту

- варіант тестового завдання з елементами розрахунку

Який сумарний пробіг транспортного засобу за добу при роботі на комбінованому маршруті, за умови, що довжина холостого пробігу на маршруті - 5 км, довжина навантаженого пробігу - 10 км, довжина нульового пробігу - 5 км, кількість обертів на маршруті - 4:

А) 60 км.
Б) 80 км.
В) 65 км.

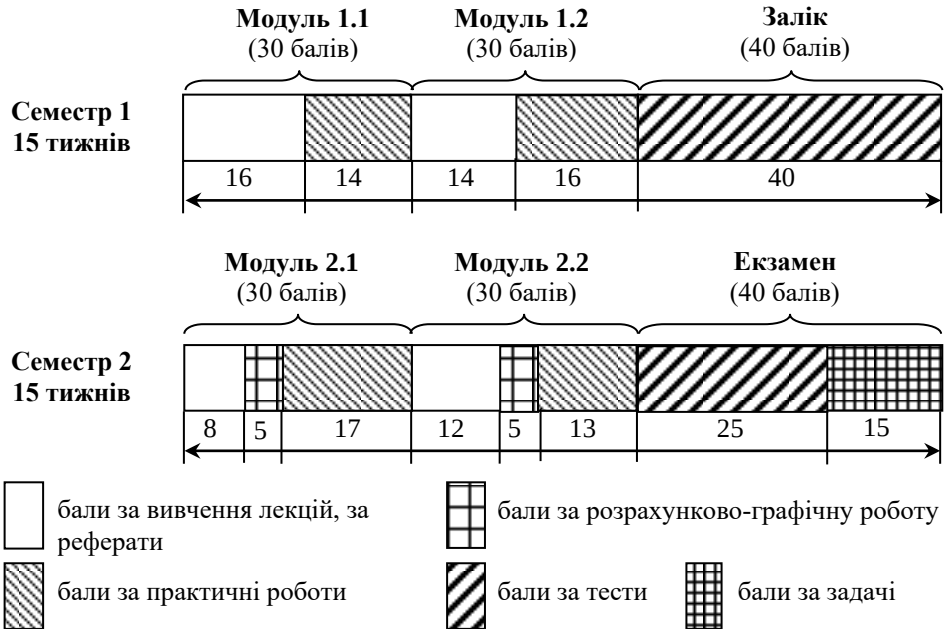
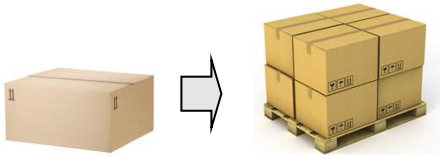


Рисунок 1 – Структура бальної оцінки в межах дисципліни

Далі розглянемо самі задачі для екзамену.

Задача 1.

Задана інформація про характеристики ящику (розміри: довжина, ширина, височина і маса брутто). Необхідно розмістити ящики на піддоні і визначити масу брутто сформованої вантажної одиниці (сформованого піддону). Розміри піддону: довжина – 1200 мм, ширина – 800 мм, височина – 150 мм. Маса брутто піддону – 26 кг. Дозволяється виступ ящиків за межі піддону на 20 мм з кожного боку, тобто максимальний розмір в плані може бути 1240х840мм. Височина сформованого піддону не повинна перевищувати 1350 мм. Максимальна можлива маса брутто піддону – 1000 кг.



Відповіддю повинно бути число, що характеризує масу брутто сформованої вантажної одиниці в кілограмах. Число повинно бути округлено до десятих. Слід намагатися розмістити максимальну кількість ящиків на піддоні з урахуванням заданих обмежень.

Вихідні дані до задачі 1 наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для задачі 1 (фрагмент із екзаменаційного білету для 30-ти варіантів)

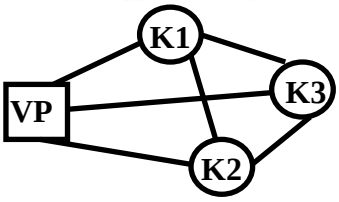
Варі-ант	Розміри ящику (довжина – ширина - височина), мм			Маса брутто ящику, кг	**Варі-ант**	Розміри ящику (довжина – ширина - височина), мм			Маса брутто ящику, кг	**Варі-ант**	Розміри ящику (довжина – ширина - височина), мм			Маса брутто ящику, кг
1	360	280	235	9,74	**11**	380	270	270	13,8	**21**	364	277	221	12,4

Досвід викладання свідчить про те, що останні роки стає слабкішою здібність моделювати об’ємні речі серед студентів. Мова йде про відтворення в мозку комбінацій розміщення вантажу на піддонах, в контейнері або транспортному засобі. Причинами цього можуть бути таки:

- недостатня кількість завдань на просторове моделювання протягом підготовки фахівців;

- розвинення комп'ютерних засобів, що беруть на себе функції моделювання, що зменшує потребу в подібній діяльності людини – як слідство функція просторового моделювання є не розвинутою.

Задача 2.



Задана інформація про характеристики транспортного засобу (вантажопідйомність (**q**); максимальна кількість сформованих пакетів, що може розміститися в кузові (**Nt**)), обсяги перевезень (кількість (**Nk**) і вага сформованих пакетів (**qk**), які замовив кожний клієнт (**K**)) і характеристики транспортної мережі (відстані між учасниками перевезень). Продукція доставляється з виробничого підприємства (**VP**).

Необхідно визначити транспортну роботу при транспортному обслуговуванні клієнтів за умови мінімального загального пробігу транспортного засобу. Можуть призначатися маятникові або розвізні маршрути. Відповіддю повинно бути число, що округлено до десятих.

Вихідні дані до задачі 2 наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Вихідні дані для задачі 2 (позначення згідно умов задачі) (фрагмент із екзаменаційного білету для 30-ти варіантів)

Варі-ант	Автомобіль		Клієнт K1		Клієнт K2		Клієнт K3		Відстані між учасниками, км					
	q, кг	**Nt**, од	**Nk**, од	**qk**, кг	**Nk**, од	**qk**, кг	**Nk**, од	**qk**, кг	VPK1	VPK2	VPK3	K1K2	K1K3	K2K3
1	2300	6	2	780	2	820	3	990	3,5	3,8	3,7	6,9	6,5	11,4

Задача 3.

Задана інформація про маршрути руху двох альтернативних марок транспортних засобів – марка 1 і марка 2 (кількість маршрутів (**Nm**) і час обороту (**Tt**)), вартість години найму кожної марки транспортних засобів (**C**), час транспортного обслуговування клієнтів (максимальний час роботи транспортного засобу на маршруті) (**Tm**).

Марка ТЗ 1

Марка ТЗ 2

Необхідно визначити різницю в вартості найму марки 1 і марки 2 (наскільки вартість найму транспортних засобів однієї марки дорожче найму транспортних засобів іншої марки). Слід враховувати, що мінімальний час найму одного транспортного засобу – 4 години. Розрахунки проводяться для одного дня. Відповіддю повинно бути число в умовних одиницях, що округлено до десятих (вартість найму всіх транспортних засобів марки 1 мінус вартість найму всіх транспортних засобів марки 2).

Вихідні дані до задачі 3 наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Вихідні дані для задачі 3 (позначення згідно умов задачі) (фрагмент із екзаменаційного білету для 30-ти варіантів)

Варі-ант	Транспортний засіб 1			Транспортний засіб 2			**Tm**, год	**Варі-ант**	Транспортний засіб 1			Транспортний засіб 2			**Tm**, год
	Nm, од	**Tt**, год	**C**, у.о./год	**Nm**, од	**Tt**, год	**C**, у.о./год			**Nm**, од	**Tt**, год	**C**, у.о./год	**Nm**, од	**Tt**, год	**C**, у.о./год	
1	5	3	58	4	3,2	77	7,3	**16**	4	2,4	58	3	3,7	74	7,2

Задачі побудовано таким чином, щоб вирішити їх можна було без задіяння комп'ютерів і спеціальних програмних засобів. Достатньо мати ручку, папір і калькулятор (або без нього).

Для автоматизації розрахунку і перевірки задач було створено файл програмі MS Excel (для викладацького використання). В даному файлі є можливість генерувати вихідні дані для задач, а також аналізувати особливості реалізації транспортних технологій.

В задачі 1 найбільшою трудністю для здобувача є визначення кількості ящиків, що розміщується в один ярус на піддоні. Принципово слід розглянути два варіанти розміщення (приклад, рис. 2):

- Варіант 1 - розміщення довгою стороною ящику (довжина ящику) вздовж довгої сторони піддону (довжина піддону).
- Варіант 2 - розміщення короткою стороною ящику (ширина ящику) вздовж довгої сторони піддону (довжина піддону).

Якщо при вказаних варіантах розміщення залишаються вільні місця – слід розглянути можливість розташування ящиків з поворотом.

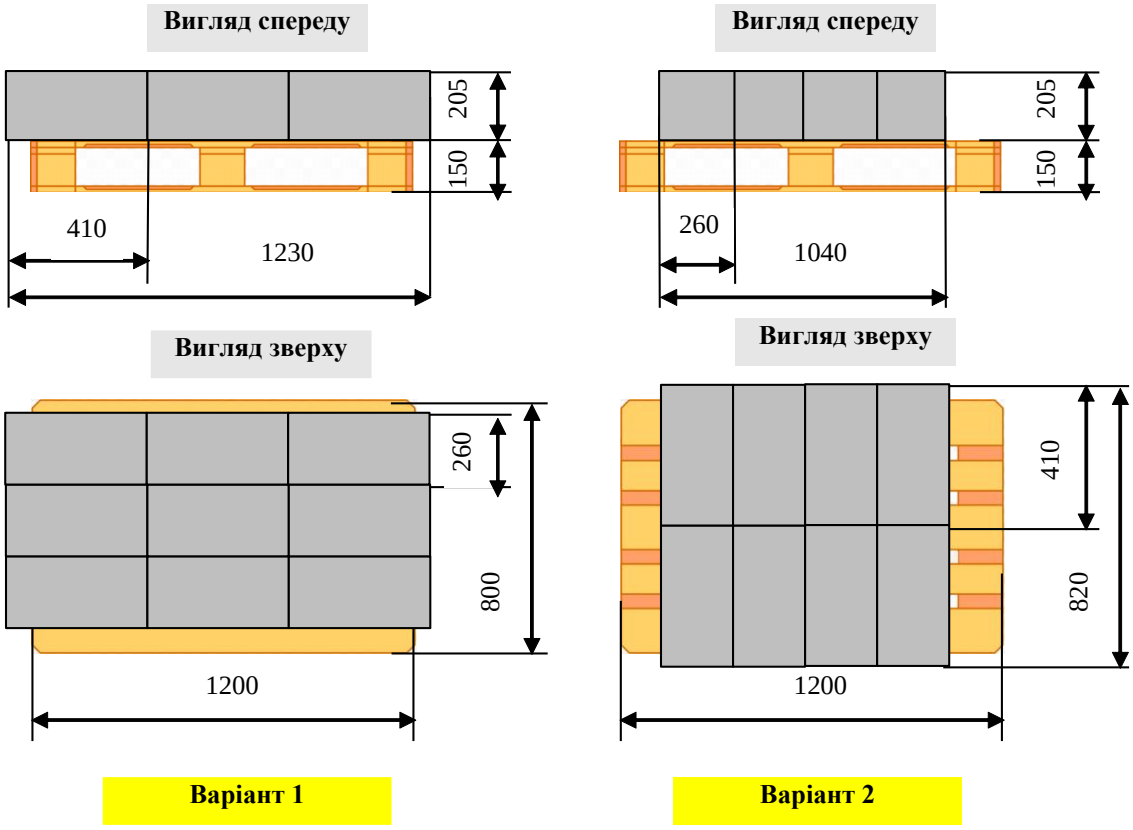


Рисунок 2 – Схема розміщення ящиків в один ярус на піддоні:
варіант 1 – 9 ящиків, варіант 2 – 8 ящиків

Приклади результатів розрахунку по варіантах екзаменаційного білету для задачі 1 наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Приклади окремих результатів розрахунку для задачі 1

Скільки ящиків розміщується в один ярус, од		Максимальна кількість ярусів на піддоні, од	Вага сформованого піддону, кг
Варіант 1	Варіант 2		
9	8	5	467
4	5	3	525,5
6	6	5	506

Особливістю задачі 2 є визначення маршрутів, при яких буде мінімальний пробіг транспортних засобів. Вихідні дані підібрані такі чином, що автомобіль може на одному маршруті обслугувати максимум двох клієнтів (виходячи із заданої вантажопідйомності і вантажомісткості автомобіля і обсягів замовлення). При визначенні транспортної роботи часто

не враховується фактор порядку об'їзду на розвізному маршруті (різний порядок об'їзду призводить до різних значень транспортної роботи).

Загальна можлива кількість комбінацій в задачі 2 - сімь, а саме :

- VPK1K3VP+VPK2VP
- VPK3K1VP+VPK2VP
- VPK3K2VP+VPK1VP
- VPK2K3VP+VPK1VP
- VPK1K2VP+VPK3VP
- VPK2K1VP+VPK3VP
- VPK1VP+VPK2VP+VPK3VP

В залежності від вихідних даних, доцільною може виявитися і комбінація при всіх маятникових маршрутах.

Приклади результатів розрахунку по варіантах екзаменаційного білету для задачі 2 наведені в табл. 5.

Таблиця 5 – Приклади окремих результатів розрахунку для задачі 2

Мінімальний пробіг, км	Мінімальна транспортна робота, ткм	Комбінація маршрутів	Транспортна робота при мінімальному пробігу, ткм
27	24,308	VPK1K2VP+VPK3VP	30,4
29,6	16,404	VPK3K1VP+VPK2VP	17,2
22,4	16,26	VPK2K1VP+VPK3VP	16,3

В задачі 3 складними для здобувачів можуть бути питання визначення необхідної кількості автомобілів різних марок і їх загальний час роботи. При цьому частина автомобілів може працювати в «повному графіку», тобто виконувати максимальну можливу кількість оборотів за час роботи на маршруті. Частина автомобілів може працювати в «неповному графіку», тобто виконувати ту роботу, яку не встигли виконати автомобілі в «повному графіку». Також часто невірно трактується обмеження по мінімальному часу найму автомобіля.

Приклади результатів розрахунку по варіантах екзаменаційного білету для задачі 3 наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Приклади окремих результатів розрахунку для задачі 3

Марка автомобіля 1 (Т31)			Марка автомобіля 2 (Т32)			Різниця в вартості (Т31-Т32), у.о.
Кількість з повним графіком, од	Кількість з неповним графіком, од	Загальний час найму, год	Кількість з повним графіком, од	Кількість з неповним графіком, од	Загальний час найму, год	
2	1	18	3	0	12	162
1	1	11,5	1	1	10,2	-136,4
2	1	15,2	2	0	11,6	-102,8

Загалом, наведені задачі позитивно сприймаються здобувачами. Самі по собі задачі є різновидом головоломок – велика частка комбінаторики і близькість до фізичних реальних процесів.

Висновки. Наведена структура реалізації контрольного заміру знань є одним з варіантів реалізації підходів навчання в Массачусетському технологічному інституті. Є сенс посилювати розрахункову складову дисциплін і елементи моделювання технологій, що розглядаються. При цьому слід збільшувати ілюстративність і кольоровість завдань.

Список використаних джерел

1. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Наказ МОН України від 29.10.2018 №1171. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/2018/10/31/275-

transportni-tekhnologii-za-vidami-dlya-pershogo-bakalavrskogo-rivnya-osviti.pdf (дата звернення 07.04.2021)

2. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)» для другого (магістерського) рівня вищої освіти. Наказ МОН України від 20.11.2020 №1448. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/11/23/275-transportni-tekhnolohiyi-za-vydamy-mahistr.pdf (дата звернення 07.04.2021)

3. Горяинов А.Н. Выпускная работа в рамках подготовки бакалавра по специальности «Транспортные технологии» // Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 18-19 листоп. 2020 р., м. Кропивницький : зб. матер. / – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 116-124 (221 с.) URL: http://bit.ly/Article-272-2020-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

4. Горяинов А.Н. Эволюция технологии дистанционного обучения на примере курсов по логистике Массачусетского технологического института // Матер. VI-ої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 12-13 квітня 2018 року: зб. наук. праць. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – С. 51-59 (225 с.) http://bit.ly/Article-198b-2018-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

5. Горяїнов О. Досвід дистанційного навчання Массачусетського технологічного інституту (США) і користь для системи освіти в Україні (відеодоповідь на VI Міжн. наук.-пр. конф. «*Дистанційне навчання: старт із сьогодення в майбутнє*», 09-10 квітня 2020 р, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна) URL: https://youtu.be/VTLCFC828w8 (дата звернення 07.04.2021)

6. Горяїнов О.М. Практика вантажних перевезень і логістики: Навчальний посібник.– Харків: Видавництво «Кортес-2001», 2008. – 323с. URL: http://bit.ly/Book-t02-2008-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

7. Горяїнов О.М. Транспортні технології і логістика. Книга 1. Теорія і практика дисципліни «Вантажні перевезення» (для транспортних технологів): Підручник. – Харків: ХНТУСГ ім.П.Василенка, 2013. – 490 с. URL: http://bit.ly/Book-t06a-2013-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

8. Горяинов А.Н. Сборник презентаций дисциплин «Грузовые перевозки» и «Логистика»: Учебное пособие. – Харьков: Logistics-GR, 2014. – 631 с. URL: http://bit.ly/Book-t07-2014-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

9. Горяинов А.Н. Дорожная карта учебного курса как инструмент повышения эффективности подготовки специалистов // Тези 8-ї Міжн. наук.- практ. конф. «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» (28 — 29 вересня 2017, м. Херсон). - Херсон, ХДМА, 2017. – С.484-489 (513 с.) URL: http://bit.ly/Article-188-2017-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

10. Горяинов А. Н. Syllabus, дорожная карта и Google Classroom в системе подготовки специалистов по специальности 275 Транспортные технологии // Матер XII міжн. наук.-пр. конф. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: зб. наук. праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 59-61 (198 с.) URL: http://bit.ly/Article-248-2019-Goryainov (дата звернення 07.04.2021)

Горяїнов Олексій Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, e-mail: goryainov@ukr.net

Goryayinov Oleksiy – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Technologies and Logistics, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, e-mail: goryainov@ukr.net

УДК 656.073

Губін Є. І.; Янчарський Я. О.; Шарай С. М., к.т.н., доц.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Розглянуті питання моделювання загальних витрат на виконання перевезень вантажів автомобільним транспортом у міжнародголму сполученні із використанням системного підходу та застосування теорії планування експерименту.

The issues of modeling the total costs for the carriage of goods by road in the international traffic with the use of a systematic approach and the application of the experimental planning theory are considered.

Вступ. При дослідженні процесів, які відбуваються в транспортних системах, зокрема, при дослідженні процесів доставки вантажів у міжнародному сполученні, та аналізі впливу різних факторів на формування витрат на їх виконання, використовуються теоретичні засади системного підходу, якими передбачається урахуваня вхідних та вихідних характеристик досліджуваних об’єктів [1-3]. При моделюванні загальних витрат на виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні застосовуються методи практичної реалізації системного підходу – математична теорія планування експерименту.

Результати дослідження. Системний підхід до дослідження процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні дозволяє об’єднати в єдине ціле різнохарактерні частини процесу доставки. Системний аналіз процесу доставки вантажів передбачає:

– вивчення передумов формування системи доставки вантажів;

– розгляд системи доставки вантажів з точки зору раціонального використання її виробничого потенціалу та ефективного управління процесом доставки;

– аналіз окремих процесів у системі, які відбуваються всередині окремих компонентів системи доставки вантажів.

Аналізуючи систему доставки вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні можна виділити такі її початкові ланки: «вантаж – автотранспортний засіб – маршрут – підприємство, що забезпечує виконання процесу доставки». Кожна ланка такої системи має свої компоненти. Кожен компонент у процесі планування, підготовки та виконання перевезень вантажів буде пов'язаний із витратами на його реалізацію.

Питання визначення загальних витрат на виконання оборотного рейсу доставки вантажів у міжнародному сполученні та розробка заходів щодо підвищення ефективності та зменшення загальних витрат на його виконання, є актуальними для транспортних підприємств, які виконують міжнародні автомобільні перевезення. При здійсненні перевезень вантажів у міжнародному сполученні рухомим складом автомобільного транспорту на величину загальних витрат на виконання оборотного рейсу впливають такі витрати, як витрати на заробітну плату водіїя з урахуванням відшкодування витрат на відрядження, витрати на паливно-мастильні матеріали, витрати на технічне обслуговування, витрати на оформлення та організацію виконання перевезення тощо.

Для вирішення задачі визначення загальних витрат на виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні, визнаення ступеня впливу різних витрат на величину загальних

витрат, виконується формування плану експерименту та створення експериментально-статистичної модел. Використовується план другого ступеня повного факторного експерименту ПФЕ^3. При формуванні плану експерименту та створенні експериментально-статистичної моделі, визначенні вагомості впливу окремих витрат (факторів) на величину загальних витрат, вибираються три фактори, які мають найбільший вплив на результуючу величину.

В запропонованому дослідженні моделюються загальні витрати на виконання оборотного рейсу доставки м'ясної продукції «м. Київ (Україна) – м. Брно (Чехія) – м. Київ (Україна)». Умови виконання перевезень розрізняються способом організації роботи водіїв (турна чи одиночна їзда), використанням різних, з точки зору витрат на паливо, автотранспортних засобів, а також, різними витратами, пов'язаними з оформленням та виконанням рейсу (карнет TIR, страховий платіж, CMR, транспортне страхування, медичне страхування від нещасних випадків, екологічний збір, митні збори, витрати на платні автомагістралі, платні стоянки, непередбачувані витрати тощо).

Витратами (факторами), питома вага яких у загальних витратах на виконання оборотного рейсу є найбільшою, визначені:

X_1 – фонд заробітної плати водія з урахуванням відшкодованих витрат на відрядження;

X_2 – витрати на автомобільне паливо;

X_3 – загальногосподарські витрати.

Фактори вибирались із розрахованих для різних умов виконання оборотного рейсу статей витрат, які входять до складу загальних витрат.

Результати експерименту представляться поліномом другого ступеня, який, при застосуванні трьох факторів, має вид:

$$y = b_0 + \sum_{1 \le i \le k} b_i \times x_i + \sum_{1 \le i \le j \le k} b_{ij} \times x_i \times x_j + \sum_{1 \le i \le k} b_{ii} \times x_i^2, \quad (1)$$

де y – величина функції відгуку; b_{ij} – коефіцієнти регресії; x_{ij} – кодовані значення факторів експерименту; k – кількість прийнятих факторів.

Вільний член рівняння, кодовані значення факторів експерименту, коефіцієнти регресії розраховуються за відповідними формулами [3].

В результаті проведених розрахунків за розробленою моделлю та їх аналізу можна зробити такі висновки:

– розрахунок загальних витрат на виконання міжнародного оборотного рейсу доставки м'ясної продукції «м. Київ (Україна) – м. Брно (Чехія) – м. Київ (Україна)» за експериментально-статистичною моделлю показує, що похибка розрахунку становить 2,4 %, що є допустимим для використання розрахункових даних при створенні такої моделі;

– розраховані значення коефіцієнтів регресії показують, що найбільшу значущість має коефіцієнт, який відповідає за визначення впливу на розмір загальних витрат на виконання оборотного рейсу такого досліджуваного фактору, як витрати на автомобільне паливо. Ці витрати мають найбільший вплив на формування загальних витрат.

Список використаних джерел

1. Давідіч Ю.О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем» (для магістрів усіх форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Ю.О. Давідіч, Г.І. Фалецька; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 71 с.

2. Грищук Ю.С. Основи наукових досліджень: Навч. посібник. / Ю.С. Грищук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008 – 232 с.

3. Статюха Г.О., Складанний Д.М., Бонаренко О.С. Вступ до планування оптимального експерименту: Навч. посібн. / Г.О. Статюха, Д.М. Складанний, О.С. Бондаренко. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. – 117 с.

Губін Євген Ігорович – магістрант групи МП-1м, факультет транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: Goobinj@gmail.com.

Янчарський Ярослав Олександрович – магістрант групи МП-1м, факультет транспортних та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: Yancharskiy@jkr.net.

Шарай Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: Svetasharai@gmail.com.

Gubin Evgen – master's student of group MP-1m, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: Goobinj@gmail.com

Yancharskii Yaroslav – master's student of group MP-1m, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: wizard.akela@gmail.com

Svitlana Sharai – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of International Transportation and Customs Control National Transport University, e-mail: Svetasharai@gmail.com

УДК: 629.113.066

Гурский А. С., к.т.н., доц.; Кириленко В. Г.; Мальцев А. Н.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Разработаны концепция построения и структурно функциональная схема исследовательского комплекса для определения режимов работы и диагностических параметров современных автотранспортных двигателей с электронной системой топливоподачи.

Разработанная концепция положена в основу создания специализированного учебно - исследовательского комплекса для обеспечения качественной подготовки квалифицированных специалистов и разработки метода дистанционного диагностирования автотранспортных двигателей с электронной системой топливоподачи по показателям мониторинга эксплуатационных режимов работы.

Developed a concept of construction and a structural functional diagram of a research complex to determine the operating modes and diagnostic parameters of modern motor transport engines with an electronic fuel supply system.

The developed concept is the basis for the creation of a specialized educational and research complex to ensure high-quality training of qualified specialists and the development of a method for remote diagnostics of motor transport engines with an electronic fuel supply system according to indicators of monitoring operating modes.

Введение: В число первоочередных требований, предъявляемых сегодня ко всем видам АТС и в первую очередь автомобилям входят:

– повышение активной и пассивной безопасности;

– обеспечение экологических показателей;

– повышение потребительских качеств (обеспечение комфорта, снижение эксплуатационных расходов, повышение скорости и безопасности доставки груза и т.д.) [1].

Часть этих требований уже нашла отражение в принятых международных стандартах (Правилах ЕЭК ООН, Директивах стран ЕС и т.д.). Другая их часть еще находится в стадии подготовки. К уже принятым относятся, в частности, требования по ограничению токсичности и дымности отработавших газов (Правила № 24 и № 49 ЕЭК ООН или так называемые экологические нормы EURO-5, EURO-6), уровню внешнего и внутреннего шума (Правила № 51 ЕЭК ООН), обязательному применению систем ABS/EBS, предотвращения опрокидывания ISP, опережающего экстренного торможения (Правила № 13 ЕЭК ООН), устройств ограничения максимальной скорости движения (Правила № 89 ЕЭК ООН и Директива 91/24 ЕЭС) и т.д. Другие требования, например, перспективные нормы EURO-7 по токсичности и дымности вводятся в действие в ближайшее время. Третьи - например, требования к системам экстренного реагирования при авариях (Европейская eCall, ЭРА-ГЛОНАСС (РФ0, ЭРА РБ (Беларусь), ЭВАКС (Казахстан) и т.д. находятся в завершающей стадии внедрения.

Система традиционного периодического контроля технического состояния автомобиля или ежегодные техосмотры, даже не смотря на все ужесточающие требования, также не могут обеспечить гарантию исправного его технического состояния в процессе эксплуатации (по крайней мере, в период между техосмотрами). Особое внимание следует уделять экологической безопасности, что и послужило основанием для создания исследовательского комплекса на базе диагностических параметров современных автотранспортных двигателей с электронной системой топливоподачи.

Основная часть. В качестве объекта для исследований был выбран современный дизельный двигатель WP 12.430E50 производства Weichai (Китай), нашедший широкое применение в мировой практике, в т.ч. на АТС МАЗ экологического уровня Евро-5. Указанный двигатель оснащен системой топливоподачи типа Common Rail с электронным боком управления EDC -17 фирмы Bosch, встроенными системами нейтрализации (SCR) и рециркуляции (EGR) отработанных газов (ОГ) и общей телематической шиной CAN выполненной в соответствии с международным стандартом SAE-J1939 [2] с выводом цифровой информации на диагностический разъем OBD II. Стенд оснащен системой ввода неисправностей и позволяет проводить испытания в режиме on-line. Данные испытаний хранятся на сервере. Одновременно считывание и анализ информации из шины CAN проводится с использованием CAN-анализатора со специализированным ПО.

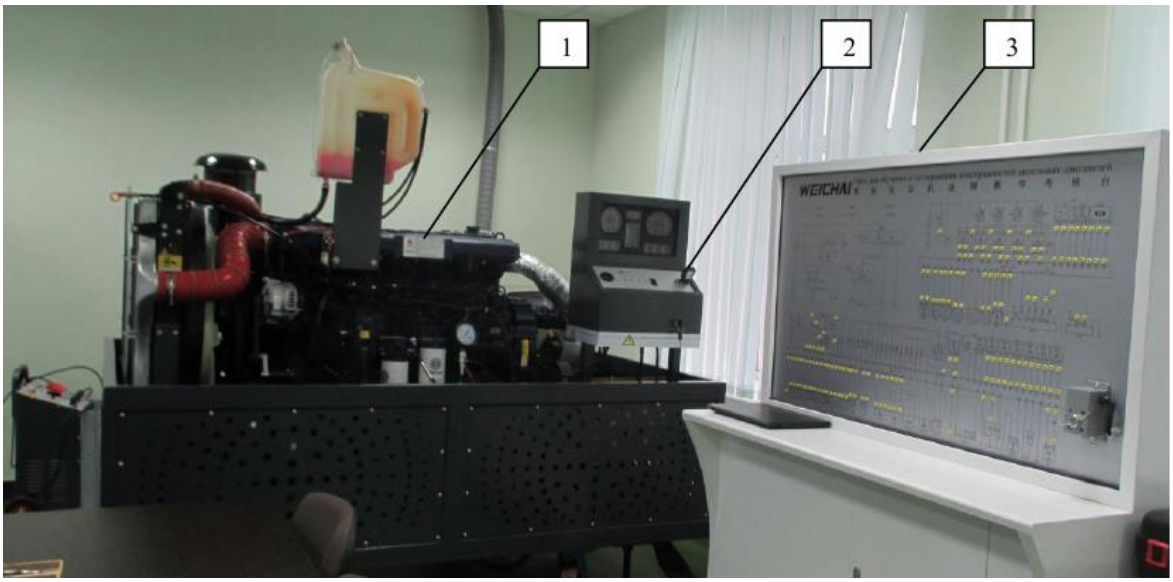


Рисунок1 - Учебный стенд Weichai:
1 – дизельный двигатель WP 12.430E50 (Евро-5); 2 – диагностический разъем OBD II;
3 – дополнительный модуль с панелью имитации отказов и возможных неисправностей в электрических цепях электронных систем двигателя

В работе проводится определение соответствия информации, получаемой из шины данных и данных, хранящихся на сервере. Примерный перечень ID-сообщений в шине CAN представлен в таблице 1.

Одновременно анализируется информация, получаемая с сервера о параметрах работы [3]. Контроль расхода топлива АТС в различных режимах потребления приведен на рисунке.

Рисунок 2 - Контроль расхода топлива ТС в различных режимах потребления

Таблица 1 - Перечень ID-сообщений в шины CAN, которые могут быть использованы для исследования

Сообщение (Message name)	ID сообщения (message ID)	Примечание
HOURS, Engine Hours, Revolutions	18 FE E5 00	Моточасы работы двигателя
ETC1, Electronic Transmission Controller 1	18 FE EE 00	Температура двигателя (топлива, масла, ОЖ)
EFLP1, Engine Fluid Level\Pressure	18 FE EF 00	Давление и уровень жидкостей в двигателе
FE, Fuel Economy	18 FE F2 00	Мгновенный расход топлива
IC, Inlet\Exhaust Conditions	18 FE F6 00	Температура окружающего воздуха
VEP, Vehicle Electrical Power	18 FE F7 00	Напряжение питания бортсети
EC, Engine Configuration	18 FE E3 00	Конфигурация двигателя
EEC1, Electronic Engine Controller	0C F0 04 00	Контроль двигателя 1
EEC2, Electronic Engine Controller	0C F0 03 00	Контроль двигателя 2
EEC3, Electronic Engine Controller	18 FE DF 00	Контроль двигателя 3
CCVS, Cruise Control/Vehicle Speed	18 FE F1 00	Круиз-контроль
WFI, Water in Fuel Indicator	18 FE FF 00	Содержание воды в топливе
DM1, Active Diagnostic Trouble Codes	18 FE CA 00	Коды активных ошибок (присутствующих в тек. момент)
TD, Time/Date	18 FE E6 00	Время и дата
FC, Fuel Consumption	18 FE E9 00	Расход топлива
CI, Component Identification	18 FE EB 00	Номера элементов системы
ERC1, Engine Retarder	18 F0 00 0F	Моторный тормоз
TC01, Tachograph	OC FE 6C 00	Сигнал скорости
SOFT, Software Identification	18 FE DA 00	Идентификация ПО
DM2, Previously Active Diagnostic Trouble Codes	18 FE CB 00	Коды пассивных (возникавших и устраненных) ошибок
IO, Idle Operation	18 FE DC 00	Работа на холостом ходу
VD, Vehicle Distance	18 FE E0 00	Пробег транспортного средства
EH, ECU History	1C FE B1 00	История работы блока (ECU)
FD, Fan Drive	18 FE BD 00	Привод вентилятора
HTR, Heater Information	18 FE 6D 00	Информация подогревателя

В работе проводится определение соответствия информации, получаемой из шины данных и данных, хранящихся на сервере.

Исследовательский комплекс позволяет проводить испытания по экономичности и экологичности дизельного двигателя в различных режимах эксплуатации, а также с различными искусственно - созданными неисправностями. Данное свойство позволяет создать комплекс параметров для выявления причин неисправностей, а также комплекс параметров для расчета корректирующих коэффициентов корректирования нормативов периодичностей и трудоемкостей технических воздействий на транспортные средства [4].

Заключение. Проведение испытаний на стенде позволяет проанализировать адекватность получаемых данных одновременно при считывании со стенда и с сервера, что в дальнейшем позволит проводить испытания на действующих автотранспортных средствах в реальных условиях эксплуатации. На этапе первичных испытаний с помощью исследовательского комплекса отрабатывается группа диагностических параметров двигателей с электронной системой топливоподачи, которая впоследствии может быть

использована как в целях диагностики, так и корректирования нормативов периодичностей технического обслуживания и трудоемкостей текущего ремонта на основании информации топливных и скоростных параметров работы автотранспортного средства.

Список использованных источников

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011, Прил.6 от 30.01.2014 г.).

2. SAE J 1939 - Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network.

3. Повышение качества технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств путем мониторинга технического состояния / А.А. Алешко [и др.]; под ред. Д. Н. Коваля. – Минск: Бел НИИТ «Транстехника», 2018. - 324 с.

4. Определение коэффициента суммарного дорожного сопротивления по расходу топлива/ А. С. Гурский// Научно-практический журнал «Изобретатель» 2020. №2(238). С. 7-13.

Гурский Александр Станиславович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет, г. Минск, e-mail: asgurski@bntu.by

Кириленко Валерий Григорьевич – аспирант кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет, г. Минск, e-mail: vkir@tut.by

Мальцев Андрей Николаевич – магистрант кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет, г. Минск, e-mail: maltsev.a@resurscontrol.com

Gursky Alexander – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, head of the Department "Technical operation of vehicles", Belarusian national technical university, Minsk, e-mail: asgurski@bntu.by

Kirilenko Valery – graduate student of the Department "Technical operation of vehicles", Belarusian national technical university, Minsk, e-mail: vkir@tut.by

Maltsev Andrey – master's degree student of the Department "Technical operation of vehicles", Belarusian national technical university, Minsk, e-mail: maltsev.a@resurscontrol.com

УДК 629.33

Єльбакієв Д. Г.; Калашник А. С.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ВРАХОВУВАННЯ ДЕЯКИХ АСПЕКТІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РЕМОНТНИХ РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються ремонтних робіт автомобілів. Наведено деякі матеріали, що мають відношення до кузовних деталей автомобіля.

The analysis, generalization and systematization of data related to car repair work has been extended. The materials are some materials related to the body parts of the car.

Вступ. В автомобільній галузі при ремонті необхідно враховувати основні відомості про будову, фізико-механічні, технологічні властивості матеріалів, що застосовуються. В процесі експлуатації автомобіля можуть з'являтися різні дефекти: корозійні пошкодження панелей, втомні тріщини, пошкодження різьби приварених гайок і шпильок, руйнування скління, деформації силових елементів і панелей, порушення, герметизуючих, шумопоглинальних й лакофарбових покриттів. Дефекти можуть бути результатом процесів природного старіння автомобіля або перевантажень, що виникають при дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) і інших порушеннях умов експлуатації автомобіля. Види ремонтних впливів визначаються комплексом наявних дефектів та наявністю технологічних можливостей (обладнання та кваліфікація виконавців на СТО) [1, 2].

Результати дослідження. Пошкодження кузова автомобіля, отримані в результаті ДТП, можна розділити на три категорії:

– дуже сильні пошкодження, в результаті яких необхідна заміна кузова, так як його відновлення недоцільно;

– середні ушкодження, що призвели до порушення геометрії кузова і взаємного розташування точок кріплення агрегатів автомобіля;

– менш значні пошкодження (пробоїни, розриви на лицьових панелях, вм'ятини, подряпини, що не порушують функціонування автомобіля, хоча псують його зовнішній вигляд).

Найбільш руйнівні пошкодження кузова спостерігаються при фронтальних зіткненнях (рис. 1), в т. ч. при зіткненнях, нанесених автомобілю безпосередньо в передню частину кузова або під кутом не більше 40...45° в районі передніх стійок [2].

Існує практика присвоєння номера складності ремонту кузова в залежності від обсягу ремонтних робіт, ступеня пошкодження, деформації та корозійного руйнування.

Ремонт № 1. Виправлення пошкоджень поверхні площею до 20% в легкодоступних місцях.

Ремонт № 2. Виправлення пошкоджень зі зварюванням або ремонт № 1 на поверхні площею до 50%.

Ремонт № 3. Виправлення пошкоджень з розкриттям і зварюванням, з частковим відновленням до 30% площі поверхні; часткове відновлення деталей витяжкою і правкою з усадкою металу, вирізкою ділянок, що не підлягають ремонту; виготовлення ремонтних вставок з бракованих деталей кузова або з листового металу з наданням йому форми відновлюваної деталі.

Ремонт № 4. Часткове відновлення деталей на поверхні площею понад 30%.

Ремонт № 5. Заміна пошкодженої частини деталі кузова ремонтної вставкою з номенклатурних запасних частин заводу-виробника або виготовленої за його кресленнями.

Ремонт № 6. Великоблочний ремонт, який передбачає заміну пошкоджених частин кузова блоками деталей відбракованих кузовів, з розміткою, відрізків, підгонкою, витяжкою, рихтуванням і зварюванням [2].

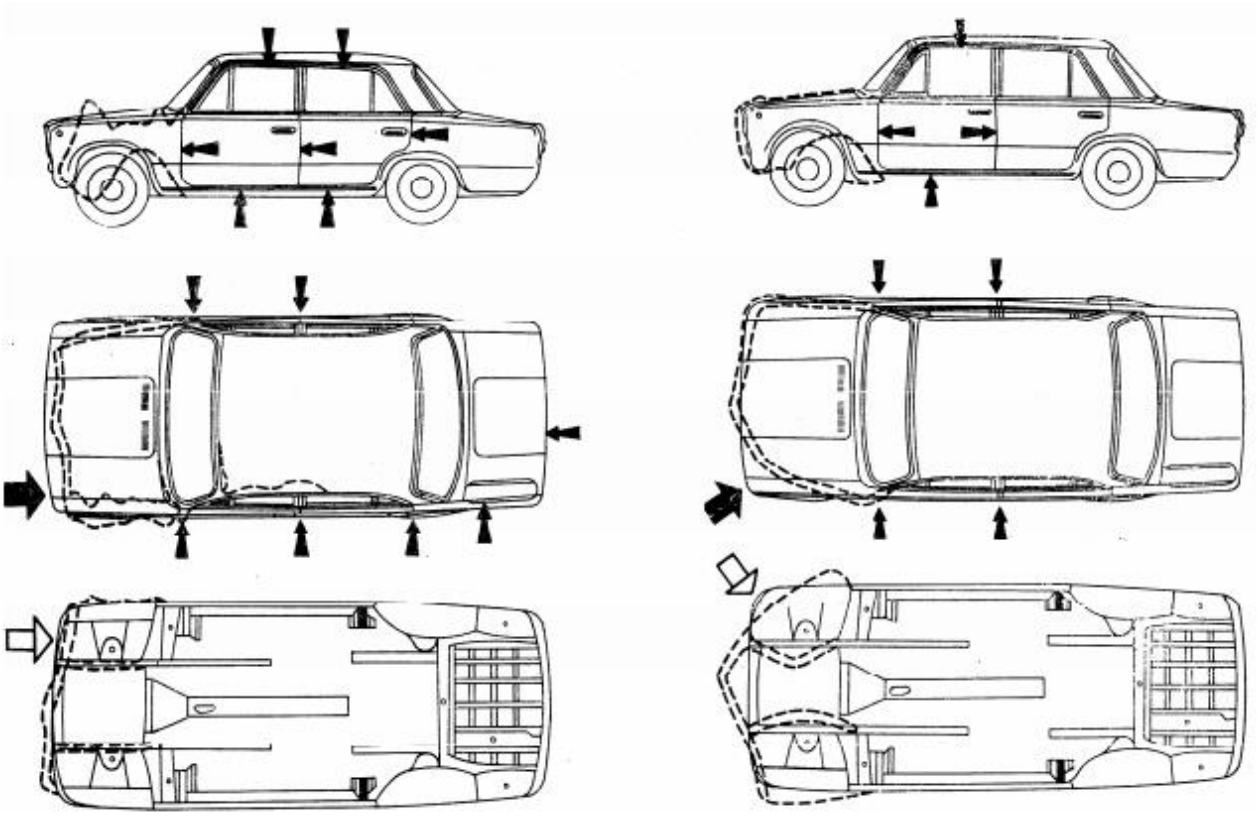


Рисунок – 1 Деформації кузова в результаті аварії: фронтальний удар передньою лівою частиною (*а*); удар передньою частиною під кутом 40 ... 45 ° (*б*) [2]

Організаційно послідовність дій при ремонті автомобільного кузова наступна:

– мийка кузова, чистка та сушка;

– приймання кузова в ремонт;

– визначення виду необхідного ремонту;

– розбирання кузова повна або часткова;

– ремонт кузова або його елементів (дверей, капота і т. п.) правка деформованих ділянок або заміна пошкоджених деталей кузова ремонтними вставками;

– контроль якості ремонту кузова перед фарбуванням [2].

Але в процесі ремонтів, можуть виникати деякі особливості, це стосуються, наприклад, присутності обладнання на СТО та кваліфікації робітників, що виконують ремонтні роботи [3, 4].

Крім того, розвиток сучасного комп'ютерного забезпечення, дозволяє змоделювати проведення технологічних процесів, в тому числі і для виконання ремонтних робіт з урахуванням деформацій деталей кузова, отриманих під час аварій [5-11].

В даний час розрахунки автомобільних кузовів на безпеку і міцність ведуться в основному із застосуванням таких програмних комплексів, як ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN, ABAQUS та і ін.

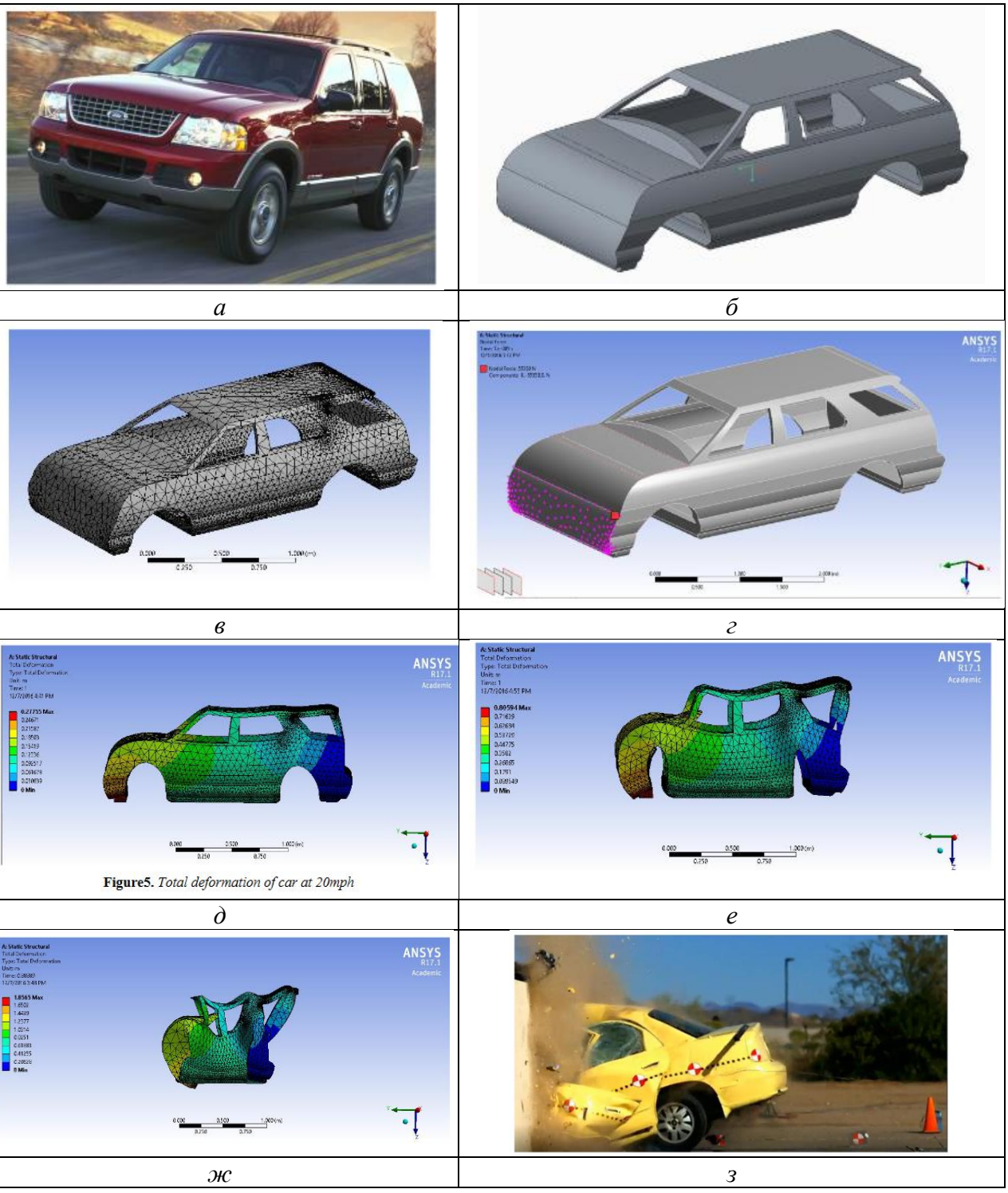
Широке впровадження набуває комп'ютерне моделювання креш-тестів (crash situations), в тому числі з застосуванням методів скінчених елементів [6, 7].

Особливістю розрахунків несучих конструкцій є застосування складних просторових моделей, які в тій чи іншій мірі враховують реальні конструкції, розгляд всіляких варіантів

навантаження і зміни конструкцій у відносно короткі терміни, в статиці та динаміці, проведення модального аналізу з метою виявлення власних коливань конструкцій.

Моделювання та розрахунки з пасивної безпеки автомобілів, виконані з застосуванням комп'ютерного пакета LS-DYNA наведені в роботах [8 - 10].

В роботі [11] наведено результати квазістатичного моделювання (за умов аварії) методом скінченних елементів (рис. 2).



а *б* *в* *г* *д* *е* *ж* *з*

Рисунок 2 – Ізометричний вигляд Ford Explorer 2002 року (*а*). Ізометричний вигляд змодельований в CREO (*б*). Генерація сіток в ANSYS (*в*). Прикладені вузлові сили до точок контакту автомобіля (*г*). Повна деформація автомобіля на швидкості: 20 миль/год (*д*), 60 миль/год (*е)* 100 км/год (*ж*). Деформація автомобіля зі швидкістю 100 миль/год при ударі, перевірена Myth Busters (з).

Ford explorer 2002 року був змодельований за допомогою програмного забезпечення для 3D-моделювання CREO, а потім імпортований в ANSYS для генерації сіток та аналізу МКЕ. При комп'ютерному моделюванні автомобіля враховувались різні швидкості руху, коли він врізався у стіну (таблиця 1).

Таблиця 1 – Примусові величини та максимальні деформації при різних швидкостях автомобіля [11]

№ з/п	Швидкість автомобіля (миль/год)	Сила (Н)	Максимальна деформація (м)	Мінімальна деформація (м)
1.	20	20812,75187	2,78E-01	10,9271435
2.	40	41625,50374	0,50729	19,9720073
3.	60	62438,25562	0,80594	31,7298578
4.	80	83251,00749	1,4262	56,149494
5.	100	104063,7594	1,8656	73,448672

Застосування нових матеріалів в автомобілебудуванні, буде потребувати нових підходів, щодо виконання ремонтних робіт. Наприклад, компанія Ілона Маска Тесла почала застосовувати, нові ливарні технології, що передбачають зменшення виготовлення та застосування кількості дрібних частин кузова і збільшення більш великих за площею. Також Ілон Маск заявляв, що Model Y німецької збірки стане справжньою «революцією в кузовобудуванні».

В 2019 році Tesla отримала патент, в якому детально описується нова технологія різноспрямованого лиття. Поки що вона використовується тільки для виготовлення кузова Model Y, але не виключено, що в майбутньому Tesla задіє нову технологію і для інших авто. Одночасно Tesla побудувала паралельну виробничу лінію і нову лінію збірки підрамника, на які будуть надходити деталі від нових ливарних машин [12].

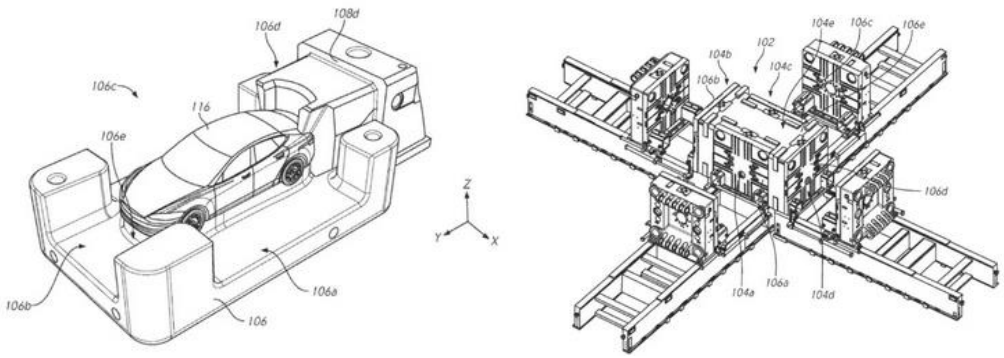


Рисунок 3 – Деякі ізометричні схеми з патенту ливарної технології [12]

Але як будуть здійснюватись ремонтні роботи для цих деталей, поки ще не відомо, можливо за допомогою зварювання.

Список використаних джерел

1. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигиринець. – К. : Вища школа, 1994. – у 3-х кн. – Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. – 342 с.; Кн. 2: Організація, планування і управління. – 383 с.; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. – 599 с.

2. Восстановление геометрии кузова автомобиля, удаление, замена и ремонт кузовных деталей. Современные технологии производства : веб-сайт. 14.11.2018. URL: https://extxe.com/1929/vosstanovlenie-geometrii-kuzova-avtomobilja-udalenie-zamena-i-remont-kuzovnyh-detalej/ (дата звернення: 1.04.2021).

3. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО // Матеріали VII-ї Міжн. наук.-техн. інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 84 – 90.

4. 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 Міжн. наук.-техн. інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 139 – 150.

5. 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 Міжн. наук-техн. інтернет-конф. "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 100 - 109..

6. Lin C. S., Chou K. D. and Yu C. C., Numerical simulation of vehicle crashes, Appl. Mech. Mat. 590, 135 (2014).

7. KankariyaN. and Sayyad F. B., Numerical simulation of bumper impact analysis and to improve design for crash worthiness, Int. J. Engrg. Sci. 4(5), 58 (2015).

8. Choi, G.S. Vehicle Dynamic Simulation Using A Non-Linear Finite Element Simulation Program (LS- DYNA) / G.S. Choi, H.K. Min //6th International LS-DYNA Users Conference - Dearborn, Michigan, 2000. – P. 123-128.

9. Gustavo, A.A. Parametric finite element model of a sport utility vehicle – development and validation / A.A. Gustavo , H.K. Matthew // 7th International LS-DYNA Users Conference- Dearborn, Michigan, 2002. P. 84-91.

10. Biswanath, N. Prediction of Seat Deformation in Rear Crash Using LS-DYNA / N. Biswanath, J. Dinesh //8th International LS-DYNA Users Conference- Dearborn, Michigan, 2004. P. 248-254.

11. Andrew Hickey, Shaoping Xiao. Finite Element Modeling and Simulation of Car Crash. International Journal of Modern Studies in Mechanical Engineering (IJMME) Volume 3, Issue 1, 2017, PP 1-5. ISSN 2454-9711. DOI: http://dx.doi.org/10.20431/2454-9711.0301001. URL: https://www.arcjournals.org/pdfs/ijmsme/v3-i1/1.pdf.

12. Владимир Скрипин. Tesla запустила «крупнейшую в мире литейную установку» для изготовления кузова Model Y. ITC.ua, ООО «ХОТЛАЙН»: веб-сайт. 26.08.2020. URL: https://itc.ua/news/tesla-zapustila-krupnejshuyu-v-mire-litejnuyu-ustanovku-dlya-izgotovleniya-kuzova-model-y (дата звернення: 1.04.2021).

Єльбакієв Дмитро Геннадійович – магістрант, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

Калашник Андрій Сергійович – магістрант, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

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

Ulbakiyev Dmytro – Master's student, Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Kalashnik Andriy – Master's student, Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, the City of Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 629.33

Єльбакієв Д. Г.; Мілютін Є. В.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

СИСТЕМИ МУЛЬТИ-ЗАРЯДКИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються розвитку та впровадження нових технологій на автомобільному транспорті.

The analysis, generalization and systematization of data related to the development and implementation of new technologies in road transport have been continued.

Вступ. В автомобілебудуванні поряд з автомобілями, що працюють на бензині та дизельному паливі проводжують впроваджуватись та вдосконалюватись технології пов'язані з електромобілями [1 - 7].

Більшість існуючих електромобілів та інфраструктура швидкої зарядки забезпечують зарядку від 50 до 150 кВт для електромобілів, обладнаних системою 400 В, однак розвиток інфраструктури 800 В з зарядкою до 350 кВт поступово зробить можливим ще більш швидку зарядку [8].

Відповідно до цієї тенденцією Hyundai Motor Group інвестувала в IONITY [9], провідну європейську мережу зарядних пристроїв великої потужності, в якості стратегічного партнера і акціонера. IONITY управляє 300 зарядними станціями великої потужності (HPC) з зарядною потужністю до 350 кВт уздовж автомагістралей в європейських країнах. До 2022 року компанія планує збільшити цю кількість швидких зарядних станцій до 400 [10].

Результати дослідження. У 2016 році 4 великих автовиробників BMW, Daimler, Ford і Volkswagen Group вирішили об'єднати зусилля для створення потужної європейської зарядної мережі. Hyundai Motor Group - останній акціонер, який долучився до IONITY, спільному підприємству, яке будує і керує мережею потужних зарядних станцій для електромобілів по всій Європі [10].

Рисунок 1 – Електромобіль Hyundai Kona Electric на зарядці в мережі IONITY [11]

E-GMP пропонує можливість зарядки 800 В у стандартній комплектації і дозволяє заряджати 400 В без необхідності в додаткових компонентах або адаптерів. Система мульти-зарядки - це перша в світі запатентована технологія, яка управляє двигуном та інвертором для підвищення напруги з 400 В до 800 В для стабільної сумісності з зарядкою.

Відповідно до WLTP електромобілі на основі E-GMP здатні проїхати до 500 км з повністю зарядженою батареєю. Більш того, вони можуть заряджатися до 80% всього за 18 хвилин і поповнити запас ходу до 100 км всього за 5 хвилин.

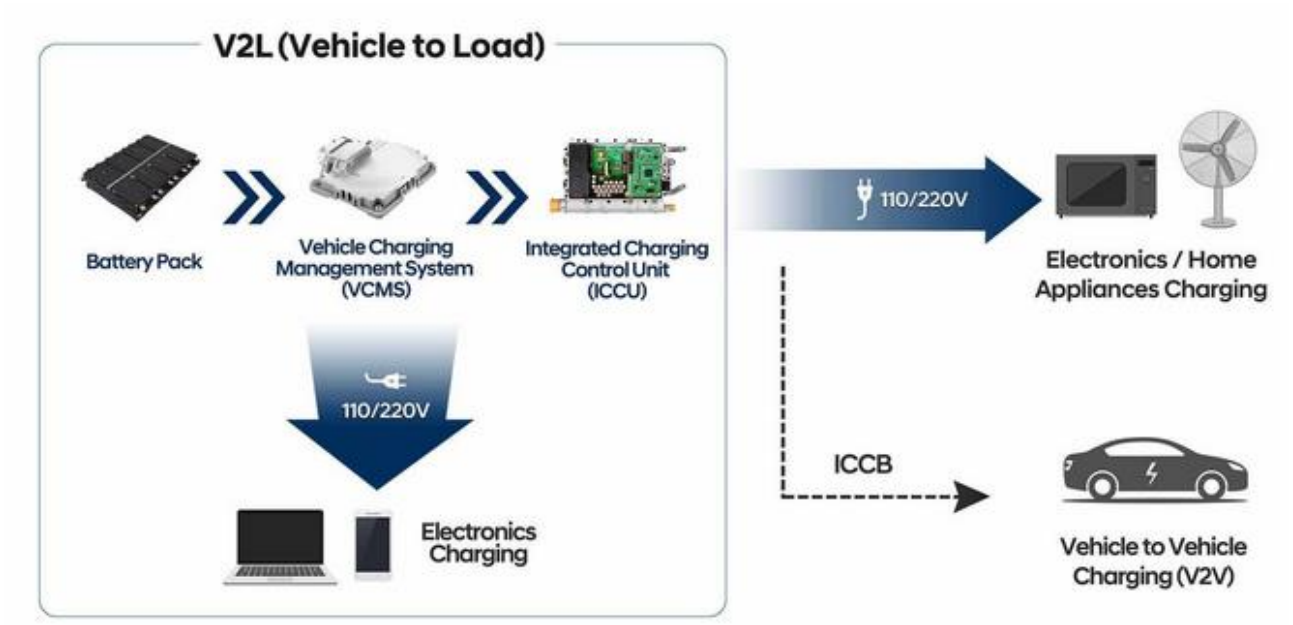


Рисунок 2 – Інтегрована система E-GMP включає першу в світі функцію мульти-зарядки (400 В / 800 В) і двонаправленого перетворення енергії [11]

На відміну від попередніх електромобілів, які допускають тільки односторонню зарядку, система зарядки E-GMP більш гнучка. Нещодавно розроблений E-GMP інтегрований блок управління зарядкою (ICCU) являє собою модернізацію існуючих бортових зарядних пристроїв (OBC), які зазвичай дозволяють електрики текти тільки в одному напрямку від зовнішнього джерела живлення. ICCU дозволяє використовувати нову функцію V2L, яка може додатково отримувати енергію від акумулятора автомобіля без додаткових компонентів. Це дозволяє електромобілям на основі E-GMP управляти іншим електричним обладнанням (110/220 В) де завгодно. Систему можна використовувати навіть для зарядки іншого електромобіля.

Нова функція V2L може забезпечувати потужність до 3,5 кВт і забезпечувати роботу кондиціонера середнього розміру та 55-дюймового телевізора протягом 24 годин. Hyundai Motor Group доклала значних зусиль, щоб підготуватися до епохи електрифікації. Kia Motors запустила свій перший серійний електромобіль у 2011 році, Ray EV [12], а в Кореї, Soul EV продається на світових ринках з 2014 року [13].

Kia Soul EV - повністю електричний автомобіль, силова установка якого представлена електромотором потужністю 110 к.с. Живить електродвигун комплект з літій-іонних батарей ємністю 27 кВт • год, завдяки яким запас ходу автомобіля складає 212 кілометрів (по циклу NEDC) або 150 км (по циклу EPA), що є непоганим показником дальності ходу на одній зарядці серед основних конкурентів моделі. Автомобіль може їхати з максимальною швидкістю в 145 км/год, а також розвинути швидкість до 100 км за 11,2 секунди. Стандартний зарядний пристрій Kia Soul EV розрахований на потужність 6,6 кВт, а тривалість зарядки автомобіля може варіюватися від 8 годин (при підключенні до побутової мережі) до 30 хвилин при швидкісний зарядці на спеціально обладнаних станціях.

Група завершила впровадження системи масового виробництва для всіх електрифікованих автомобілів в 2015 році, включаючи HEV, PHEV, BEV і FCEV.

E-GMP буде підкріплювати плани Hyundai Motor Group в цілому для 23 моделей електромобілів, включаючи 11 спеціалізованих моделей. До 2025 року планується продати більше 1 мільйона електричних автомобілів по всьому світу. В рамках свого бачення майбутньої мобільності Hyundai Motor Company запустила спеціальний проект IONIQ. Електромобільний бренд був оголошений в серпні 2020 року, який включає в себе три спеціалізовані моделі, IONIQ 5,6 і 7, яку планується випустити до 2024 року. В даний час він охоплює різні сегменти автомобілів [15, 16].

Рисунок 3 – Kia Soul EV - перший електромобіль південнокорейського концерну KIA (*а*). Роз'єм підключення електромобіля Kia Soul до зарядки (*б*) [14]

Kia також зазнає трансформацію до епохи електрифікації [17] відповідно до своєї середньострокової та довгострокової стратегії – Plan S. У вересні Kia оголосила про плани збільшити частку продажів електромобілів в загальному обсязі продажів до 20% до 2025 року.

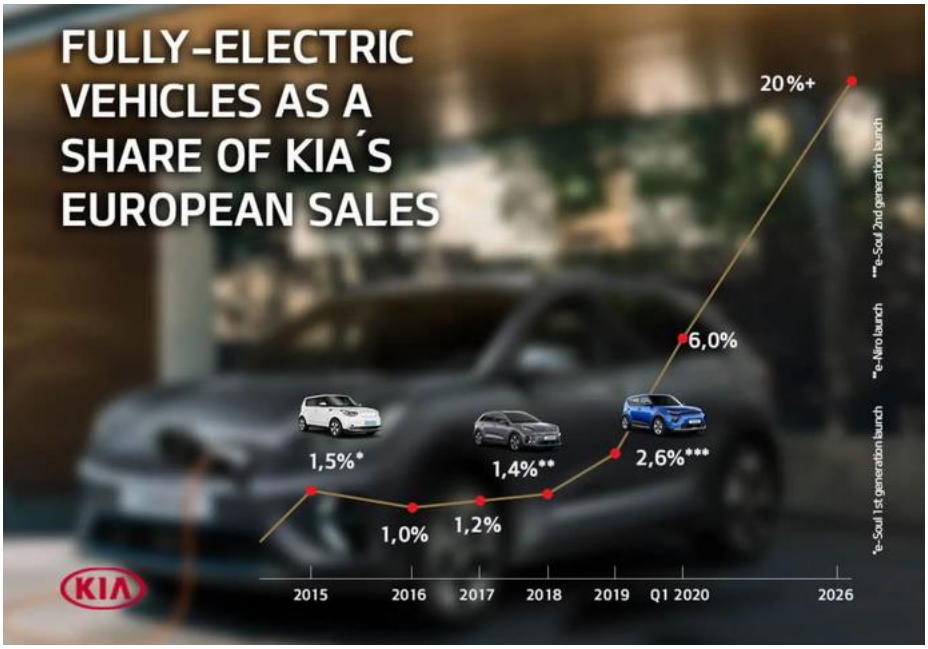


Рисунок 4 – Kia планує підвищити продажі електромобілів в Європі [14].

Компанія також нещодавно опублікувала раннє зображення семи спеціалізованих моделей електромобілів [18], які будуть випущені послідовно до 2027 року.

Список використаних джерел

1. 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.

2. *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., м. Вінниця. – С. 28-38. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf. (дата звернення 09.04.2021)

3. 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.

4. Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 198 - 202.

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. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 216-223.

7. 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.

8. Hyundai Motor Group представляє платформу E-GMP для електромобілів наступного покоління. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 02.12.2020. URL: https://hevcars.com.ua/hyundai-predstavlyaet-modulnuyu-platformu-dlya-elektromobilej-e-gmp (дата звернення: 09.04.2021).

9. Hyundai і Kia приєднуються до IONITY в якості стратегічних партнерів і акціонерів. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 06.11.2020. URL: https://hevcars.com.ua/hyundai-predstavlyaet-modulnuyu-platformu-dlya-elektromobilej-e-gmp. (дата звернення: 09.04.2021).

10. IONITY встановила 300 надпотужних зарядних станцій в Європі. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 16.11.2020. URL: https://hevcars.com.ua/ionity-ustanovila-300-sverhmoshhnyh-zaryadnyh-stanczij-v-evrope. (дата звернення: 09.04.2021).

11. Hyundai.news: веб-сайт. URL: https://www.hyundai.news/eu. (дата звернення: 08.04.2021).

12. Kia оновить свій перший електромобіль Ray: фото-тизер. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 12.12.2017. URL: https://hevcars.com.ua/kia-obnovit-svoy-pervyiy-elektromobil-ray-foto-tizer (дата звернення: 09.04.2021).

13. Kia Soul EV - перший електромобіль південнокорейського концерну. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. URL: https://hevcars.com.ua/kia/soul-ev-27kwh-2014 (дата звернення: 09.04.2021).

14. Kia Global Media Center. URL: https://www.kianewscenter.com (дата звернення: 08.04.2021).

15. Кількість електрифікованих моделей Hyundai Motor Group збільшиться до 44 до 2025 року. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 8.01.2020. URL: https://hevcars.com.ua/linejka-elektromobilej-hyundai-motor-group-uvelichitsya-do-23-modelej-k-2025-godu (дата звернення: 09.04.2021).

16. Hyundai запускає повністю електричний бренд IONIQ і підтверджує 3 нових електромобіля. HEvCars - інформаційний портал про електричні та гібридні автомобілі в Україні та світі: веб-сайт. Опубл. 11.08.2020. URL: https://hevcars.com.ua/ioniq-stanovitsya-novym-brendom-elektromobilej-hyundai/ (дата звернення: 09.04.2021).

17. Kia предложит 11 электромобилей к 2025 году: приоритет на европейский рынок. HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и

мире : веб-сайт. Опубл. 16.05.2020. URL: https://hevcars.com.ua/kia-predlozhit-11-elektromobilej-k-2025-godu-vo-vsem-mire (дата звернення: 09.04.2021).

18. Kia планує сім різних електричних моделей до 2027 року. HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и мире : веб-сайт. Опубл. 09.01.2020. URL: https://hevcars.com.ua/kia-planiruet-7-razlichnyh-elektricheskih-modelej-k-2027-godu/ (дата звернення: 09.04.2021).

Єльбакієв Дмитро Геннадійович – магістрант, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

Мілютін Євгеній Володимирович – магістрант, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

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

Elbakiev Dmitry – Master's student, Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Milutin Evgeniy – Master's student, Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, the City of Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 629.113

Ємець Б. В., к.т.н.; Мельничук С. В., к.т.н., доц.;
Рудзінський В. В., д.т.н., проф.; Ломакін В. О., к.т.н.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПАЛИВІ

Зміна показників зовнішньої роботи переобладнаних двигунів на окремих видах альтернативного палива, що можуть бути встановлені на вантажних автомобілях сільськогосподарського призначення, зумовлює зміну динамічних характеристик цих автомобілів, які були досліджені відповідно до умов аграрного виробництва.

The change of external work indexes in refitted engines that can be installed on agricultural trucks, using particular types of alternative fuel (water-fuel emulsion, generator gas) causes the change of dynamic characteristics, as it was investigated according to the conditions of agricultural production.

Вступ. Проблема забруднення навколишнього середовища на сьогоднішній день набула глобального характеру. Найбільшими забруднювачами повітря в Україні і Житомирській області, зокрема, є автомобільні транспортні засоби [1]. Бензиновий двигун, в першу чергу застарілих конструкцій автомобілів (ЗиЛ-431410, ГАЗ-53-12, інші), які все ще використовуються в сільськогосподарському виробництві, на 1 км шляху викидає в навколишнє середовище близько 70 г оксиду вуглецю, 25 г оксиду азоту, свинець, оцтовий альдегід, бензол, ацетилен, бенз-х-пірен, бенз-х-атрофен і ще близько 220 шкідливих для живих організмів речовин [2]. В лабораторіях Житомирського національного агроекологічного університету та Житомирського агротехнічного коледжу більше двадцяти років створювались дослідні зразки транспортних засобів, які працюють на альтернативному паливі. Тому актуальним є застосування альтернативних видів палива, які, можливо, спершу частково замінять бензин. Один із способів вирішення проблеми альтернативи експлуатації нафтопродуктів – це можливість роботи як бензинових двигунів, так і дизелів автомобілів на генераторному газу (ГГ) [3], інший - це робота автомобільних двигунів на водопаливних емульсіях [4].

Дана наукова робота виконана у відповідності до Державної науково-технічної програми за номером 5.5 „Ресурсозберігаючі та енергоефективні технології машино-будування” за напрямом – „Розробка технологій конвертації двигунів на альтернативні види палива”, визначених Міністерством освіти і науки України.

Результати дослідження. Основи теоретичних досліджень тягово-швидкісних властивостей, і в тому числі динамічності автомобілів викладені в наукових роботах Чудакова Е.А., Зимєлева Г.В., Фалькевича Б.С., Фаробіна Я.Є., Туревського М.С. та багатьох інших. Наприклад, М.С. Туревський зазначав, що динамічність – це здатність автомобіля викону-вати транспортну роботу з найбільшою швидкістю [5].

Мета дослідження – змоделювати та покращити динамічні характеристики автомобілів сільськогосподарського призначення під час роботи на окремих видах альтернативного палива (генераторному газу, водопаливних емульсіях). Для досягнення поставленої мети задачі дослідження сформульовані наступним чином: виконати аналіз стану теоретичних досліджень тягово-швидкісних властивостей автомобілів та їх динамічних характеристик, зокрема; розрахувати параметри динамічної характеристики автомобіля сільськогоспо-дарського призначення під час роботи на водопаливній емульсії у порівнянні з базовими бензиновими характеристиками; покращити отримані динамічні характеристики автомобіля

сільськогосподарського призначення під час роботи на альтернативному паливі (генераторному газу, водопаливних емульсіях) методом введення додаткового редуктора.

Досліджувати показники тягово-швидкісних властивостей (ТШВ), і динамічних характеристик зокрема, досить складної механічної системи "автомобіль" та аналізувати вплив на неї зовнішніх чинників (водія, дороги, навколишнього середовища)) найкраще на математичній моделі, заснованій на диференціальному рівнянні руху автомобіля [6]:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = P_{кол}(V) - P_{оп}(V,V^2) \pm G_a \cdot \sin\alpha, \quad (1)$$

де M_a – повна маса автомобіля, кг; $\delta_{об}$ – коефіцієнт, який ураховує обертові маси автомобіля; $P_{кол}(V)$ – повна колова сила на ведучих колесах автомобіля, Н; $P_{оп}(V,V^2)$ – сума сил опору руху автомобіля, які залежать від швидкості його руху, Н; $G_a \cdot \sin\alpha$ – сила опору підйому, Н; G_a – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н; α – кут поздовжнього нахилу полотна дороги; V – швидкість руху автомобіля, м/с; dV/dt – прискорення автомобіля, м/с^2.

У розрахунках показників ТШВ автомобілів найчастіше використовують залежності крутного моменту у функції частоти обертання ω колінчастого валу двигуна $M_к$=f(ω) у вигляді:

$$M_к = a \cdot \omega^2 + b \cdot \omega + c, \quad (2)$$

де a, b, с - сталі коефіцієнти, котрі визначають за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа:

$$a = \frac{M_{ámin}}{A_{11}} + \frac{M_{ámax}}{A_{12}} + \frac{M_{eN}}{A_{13}}, \quad b = \left[\frac{(\omega_N + \omega_M) \cdot M_{e\min}}{A_{11}} + \frac{(\omega_N + \omega_{\min}) \cdot M_{e\max}}{A_{12}} + \frac{(\omega_{\min} + \omega_M) \cdot M_{eN}}{A_{13}} \right],$$

$$c = \left(M_{e\min} \cdot \frac{\omega_M \cdot \omega_N}{A_{11}} + M_{e\max} \cdot \frac{\omega_N \cdot \omega_{\min}}{A_{12}} + M_{eN} \cdot \frac{\omega_{\min} \cdot \omega_M}{A_{13}} \right),$$

де $A_{11}=\omega^2_{min}-\omega_{min}(\omega_N+\omega_M)+\omega_N \cdot \omega_M$; $A_{12}=\omega^2_M+\omega_M(\omega_N+\omega_{min})+\omega_N \cdot \omega_{min}$; $A_{13}=\omega^2_N+\omega_N(\omega_M+\omega_{min})+\omega_M \cdot \omega_{min}$; ω_{min}, $M_{к.min}$ – мінімальна кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, та крутний момент, Н·м, при цій кутовій швидкості; $M_{к.max}$, ω_M – максимальний крутний момент двигуна, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що йому відповідає; M_N, ω_N – крутний момент, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що відповідають його максимальній потужності.

Використавши відомі параметри швидкісної зовнішньої характеристики двигуна під час роботи на водопаливній емульсії [4] знайшли крутний момент двигуна, а потім і рухому колову силу для автомобіля сільськогосподарського призначення ГАЗ-САЗ-3507. Значення коефіцієнтів A_{11}, A_{12} і A_{13} для двигуна ЗМЗ-53, що працює як на бензині та генераторному газу, так і водопаливній емульсії наведені у табл. 1 [6].

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів A_{11}, A_{12} і A_{13} для двигуна ЗМЗ-53 [6]

Паливо	Коефіцієнти		
	$A_{11}\times\omega^2_N$	$A_{12}\times\omega^2_N$	$A_{13}\times\omega^2_N$
Бензин	0,406	- 0,148	0,235
Водопаливна емульсія	0,403	- 0,151	0,235
Генераторний газ	0,398	- 0,156	0,238

Аналіз табл. 1 показує, що зміна частоти обертання колінчастого вала у режимі максимального крутного моменту не перевищує 10%, тобто при апроксимації крутного моменту двигуна можна користуватися одним і тим же поліномом.

Для двигуна ЗМЗ-53 розраховано величину коефіцієнтів апроксимуючого поліному (a = - 0,0015, b = 10,39, c = 792,3) для визначення крутного моменту цього двигуна, що працює на різному пальному, які практично збігаються із характеристиками, що наведені у роботах Бумаги О.Д.

З урахуванням залежностей $M_к$ = f(ω) та V= F(ω) колова сила на ведучих колесах:

$$P_{кол.i} = A_i \cdot V^2 + B_i \cdot V + C_i\,, \qquad (3)$$

де $A_i = a \cdot \frac{U_i^3 \cdot \eta_i}{r_д r_е^2}$, $B_i = b \cdot \frac{U_i^2 \cdot \eta_i}{r_д \cdot r_е}$, $C_i = c \cdot \frac{U_i \cdot \eta_i}{r_д}$, U_i – загальне передаточне число трансмісії автомобіля на *i*-ій передачі; $\eta_м$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії; $r_д$ та $r_к$ – динамічний радіус та радіус кочення колеса, м.

Використавши паспортні дані автомобіля сільськогосподарського призначення ГАЗ-САЗ-3507 розраховано параметри його динамічної характеристики під час роботи на водопаливній емульсії у порівнянні з базовими бензиновими характеристиками (рис. 1). Аналіз характеристики показує, що заміна бензину на водопаливну емульсію в якості палива для двигуна ЗМЗ-53 автомобіля ГАЗ-САЗ-3507 погіршує показники ТШВ на різних передачах в середньому від 7 до 26%. З літератури відомо, що використання генераторного газу в якості палива для двигуна автомобіля погіршує показники ТШВ до 35% [1]. Щоб покращити вищерозглянуті показники та одержати однакові показники тягово-швидкісних властивостей бензинових і переобладнаних (у формулі (4) позначено індексом «*n*») модифікацій необхідно щоб праві частини рівняння (4) були або однаковими, або мало відрізнялися між собою, тобто можна записати:

$$A_{iб} \cdot V^2 + B_{iб} \cdot V + C_{iб} = A_{in} \cdot V^2 + B_{in} \cdot V + C_{in}\,, \qquad (4)$$

Виразимо передаточне число $U_{mp.n}$ трансмісії автомобіля, що працює на альтернативному паливі, через передаточне відношення базової модифікації.

Отримаємо наступну залежність: $U_{mp.n} = \beta \times U_{mp}$.

За однакових швидкостей руху, які можна прийняти величинами сталими для кожної із передач, сталими будуть також значення коефіцієнтів A_i, B_i, C_i і тому рівняння (4) може бути записане наступною формулою:

$$a_n \times \frac{U_{mp}^3}{r_k^2 \times r_d} \times \beta^3 \times V^2 + b_n \times \frac{U^2{}_{mp}}{r_k \times r_d} \times \beta^2 \times V + c_n \times \frac{U_{mp}}{r_d} \times V \times \beta = \\ = a_б \times \frac{U_{mp}^3}{r_k^2 \times r_d} \times V^2 + b_б \times \frac{U^2{}_{mp}}{r_k \times r_d} \times V + c_б \times \frac{U_{mp}}{r_d} \times V \qquad (5)$$

Після перетворень отримано рівняння виду:

$$a_{11}\beta^3 + a_{12}\beta^2 + a_{13}\beta + a_{10} = 0, \qquad (6)$$

де $a_{12} = b_n \times \frac{U^2{}_{mp}}{r_k \times r_d} \times V$, $a_{13} = c_n \times \frac{U_{mp}}{r_d} \times V$.

У табл. 2 наведені результати розрахунку коефіцієнтів a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{10} для всіх передач автомобіля ГАЗ-САЗ-3507 з двигуном ЗМЗ – 53.

Приведемо рівняння (8) до виду:

$$\beta^3 + \frac{a_{12}}{a_{11}} \times \beta^2 + \frac{a_{13}}{a_{11}} \times \beta + \frac{a_{10}}{a_{11}} = 0 \quad \text{або} \quad \beta^3 + \grave{a} \times \beta^2 + b \times \beta + c = 0 \qquad (7)$$

У свою чергу рівняння (7) заміною невідомого $y = \beta + \frac{a}{3}$ перетворюється у зведене рівняння:

$$y^3 + py + q = 0, \qquad (8)$$

де $p = -\frac{a^2}{3} + b$; $q = 2\left(\frac{a}{3}\right)^3 - \frac{a \times b}{3} + c$.

Відомо, що кількість дійсних коренів рівняння (8) залежить від знаку його дискримінанта: $D = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2$.

Для визначення дискримінанта знайшли значення коефіцієнтів *a, b* і *c*. Проведені розрахунки показали, що незалежно від передачі: a = -10,397; b = - 3,906; c = 23,849. За цих значень коефіцієнтів D = 7772,6 > 0, тобто рівняння (8) має один дійсний корінь і два комплексно спряжені.

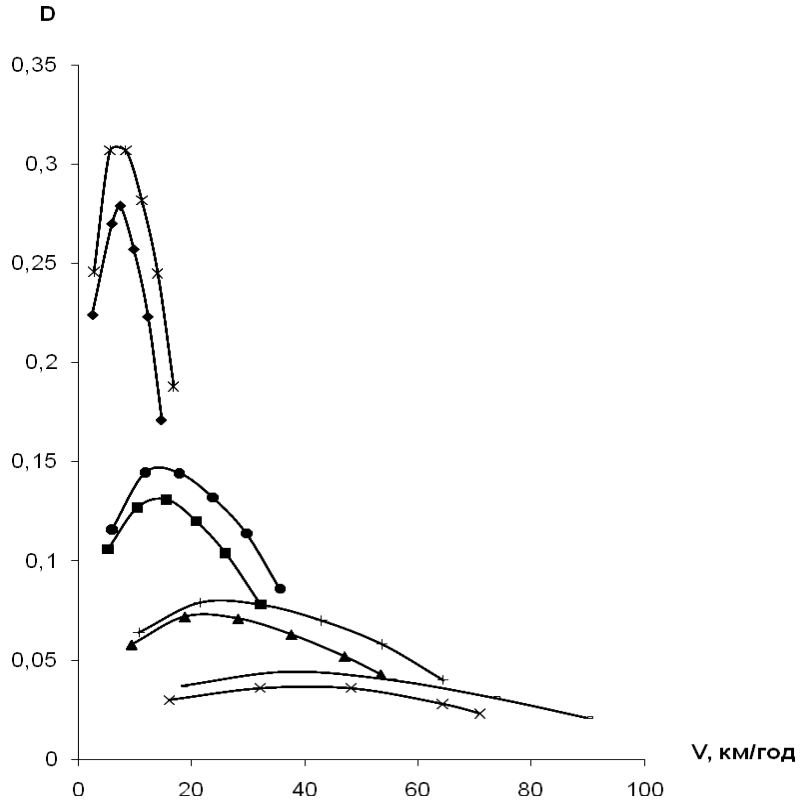


Рисунок 1 – Динамічні характеристики автомобіля ГАЗ-САЗ-3507 під час роботи на водопаливній емульсії (менші значення динамічного фактору та швидкості) у порівнянні з роботою на бензині двигуна цього ж автомобіля [6]

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів за даними автомобіля ГАЗ-САЗ-3507

Передача	Коефіцієнти			
	a_1	a_2	a_3	a_0
1	- 11295,4	129037	45591	285611
2	- 6243,5	71194	25121	157532
3	- 3491,4	39804	14035	88057
4	- 1832,2	18865	4580	44803

За цих значень коефіцієнтів $D = 7772{,}6 > 0$, тобто рівняння (8) має один дійсний корінь і два комплексно спряжені. Оскільки комплексні корені стосовно до передаточного числа не мають сенсу, то слід розглядати тільки дійсний корінь, який визначимо за формулою Кардано: $y = A + B$, де $A = \sqrt[3]{\frac{q}{2} + \sqrt{D}}$, $B = \sqrt[3]{\frac{q}{2} - \sqrt{D}}$, $D = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2$.

Заміною $\beta = y - \frac{a}{3}$ знаходимо корінь рівняння (7), тобто значення коефіцієнта β, що показує, як необхідно змінити передаточні відношення трансмісії автомобіля ГАЗ-САЗ-3507, двигун якого працює на альтернативному паливі, щоб динамічні показники такого автомобіля були однаковими з базовою (бензиновою) модифікацією. Якщо автомобіль ГАЗ-САЗ-3507 буде працювати на генераторному газу, то значення коефіцієнта $\beta = 1{,}412$, у випадку роботи на водопаливній емульсії $\beta = 1{,}331$. Необхідне передаточне відношення трансмісії при цьому може бути, забезпечено або додатковим редуктором з встановленими передаточними відношеннями, або головною передачею, передаточне відношення якої в β раз більше передаточного відношення базової моделі.

Висновки з наведеного дослідження. Оцінка тягово-швидкісних властивостей та динамічності автомобілів при зменшенні потужності їх двигуна до 40% (у тому числі під час роботи на альтернативному паливі) показує, що це призводить до зменшення показників цих властивостей. Покращення тягово-швидкісних і динамічних властивостей автомобілів у цьому випадку може бути досягнуто за рахунок оптимізації системи „двигун – трансмісія", наприклад, введенням додаткового редуктора.

Запропонована методика визначення передаточних відношень трансмісії автомобіля, що працює на альтернативному паливі, заснована на тому, що колові сили на ведучих колесах базової моделі і її переобладнаної модифікації однакові. За даною методикою визначені передаточні відношення трансмісії автомобіля ГАЗ-САЗ-3507, що працює на окремому (водопаливні емульсії, генераторний газ) альтернативному паливі. Показано, що зміною передаточного відношення трансмісії у 1,412 (при використанні генераторного газу) та 1,331 рази (при використанні водопаливної емульсії) забезпечується рівність колових сил базової моделі і її переобладнаної модифікації.

Перспективи подальших розробок у даному напрямку. В подальшому доцільно продовжувати аналітичні та експериментальні дослідження показників техніко-експлуатаційних властивостей автомобілів сільськогосподарського призначення, які переобладнані для роботи на альтернативному паливі.

Список використаних джерел

1. Мельник М. В., Ємець Б. В., Поліщук О. С. Обґрунтування продуктивного використання газового палива для бензинових двигунів автомобілів. Вісник ЖНАЕУ. 2010. № 2 (27). С. 139–145.

2. Ємець Б. В. Моделювання та покращення паливної економічності автомобілів сільськогосподарського призначення. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 2 (56), т. 1. С. 268–273.

3. Ємець Б. В. Визначення максимальної швидкості руху автомобілів сільськогосподарського призначення на генераторному газу. Вісник ЖНАЕУ. 2017. № 1 (58), т. 1. С. 221–230.

4. Моделювання показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля під час його роботи на водопаливних емульсіях / Ємець Б. В., Пустовіт С. В., Поліщук О. С., Ємець Л. В. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 317–324.

5. Туревский Н. С. Теория автомобиля. Москва : Высш. шк., 2005. 240 с.

6. Ємець Б. В. Моделювання динамічних характеристик автомобілів під час роботи на окремих видах альтернативного палива. Екологічні науки, 2019. №1(24). т.2. С. 37-41.

Ємець Богдан Володимирович – викладач кафедри «Автомобільний транспорт», Житомирський агротехнічний коледж, e-mail: bogdan1199@ukr.net

Мельничук Сергій Володимирович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри «Автомобільний транспорт», Житомирський агротехнічний коледж, e-mail: sergij.m@ukr.net

Рудзінський Володимир Васильович – д.т.н., професор, викладач кафедри «Автомобільний транспорт», Житомирський агротехнічний коледж

Ломакін Володимир Олександрович – викладач кафедри «Автомобільний транспорт», Житомирський агротехнічний коледж, e-mail: rootsymbol@gmail.com

Yemets Bogdan – Cand. Sc. (Eng.), lecturer «Road transport», Zhytomyr Agrotechnical College, e-mail: bogdan1199@ukr.net

Melnichuk Sergey – Cand. Sc. (Eng.), Assistant professor, Head of Department «Road transport», Zhytomyr Agrotechnical College, e-mail: sergij.m@ukr.net.

Rudzinsky Vladimir – Sc. Dr. (Eng.), Professor, lecturer «Road transport», Zhytomyr Agrotechnical College

Lomakin Vladimir – Cand. Sc. (Eng.), lecturer «Road transport», Zhytomyr Agrotechnical College, e-mail: rootsymbol@gmail.com

УДК 656.073

Кашканов А. А., д.т.н., доц.; Пальчевський О. В.

ІНФОРМАЦІЙНО-ЛОГІСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті здійснено загальний огляд поточного стану транспортної інфраструктури України, тенденції її розвитку. Визначено ряд переваг інформаційно-логістичних технологій на прикладі світового досвіду, та актуальність їх застосування в умовах економіки України.

The article provides a general overview of the current state of transport infrastructure of Ukraine, trends in its development. Determined number of advantages of information and logistics technologies on the example of word experience and the relevance of their use in the economy of Ukraine.

Вступ. В даний час із транспортною інфраструктурою України відбуваються системні структурні зміни, акцентовані на логістиці, рушієм яких виступають стандарти світової економіки. Доволі очевидно, що розвиток логістики є пріоритетною ціллю для економічного зростання транспортних підприємств та збільшення ефективності вантажних перевезень. На допомогу цьому спрямована інтеграція інформаційно-комп'ютерних технологій у стандартні методи організації перевезень. Можна виділити вплив інформаційної логістики, як окремий підвид логістики, що задовольняє потреби у вирішенні проблематики організації та інтеграції інформаційних потоків, з метою здійснення управлінських рішень.

В сучасних умовах ефективність діяльності транспортних компаній можна підвищити за рахунок [1, 2]:

– підвищення ефективності використання основних засобів виробництва (у даному випадку транспортних засобів);

– прискорення реагування на запити клієнтів;

– розширення спектра пропонованих послуг;

– зниження експлуатаційних витрат;

– підвищення безпеки і зниження ризику матеріальних втрат як від неправильних рішень персоналу, зроблених на основі недостовірної інформації, так і від крадіжок майна при транспортуванні.

Результати дослідження. Логістичний підхід змінює пріоритети в управлінні господарською діяльністю. Використання логістичного потоку в якості об’єкта дослідження надає можливість розглядати всі стадії проходження продукту (видобуток сировини, виготовлення матеріалів, комплектуючих, складання виробів, виготовлення кінцевої продукції, транспортування й збуту) як єдиний процес трансформації й руху продукту праці й пов'язаної з ним інформації та здійснювати інтегроване управління господарською діяльністю підприємств, що беруть участь в цьому процесі.

Логістична діяльність підприємства відбувається у взаємодії з ринком логістичних послуг. Узагальнюючи думки фахівців [3-5], можна виділити такі тенденції розвитку міжнародного ринку логістичних послуг:

– посилення позицій підприємств, що володіють розвинутими логістичними мережами;

– розвиток аутсорсингу логістики для зосередження зусиль підприємств на основних видах діяльності;

– регіоналізація логістичних мереж;

– скорочення логістичного ланцюга та оптимізація логістичних витрат;

– скорочення життєвого циклу продукту та нові підходи до його дистрибуції;

– зростання ролі інновацій у логістичних процесах;

– зростання транспортних витрат (через зростання цін на паливо, тарифів, збільшення частоти перевезень).

Логістика в Україні розвивається відповідно до світових тенденцій, але незважаючи на позитивну динаміку та значний потенціал, вона перебуває на етапі формування та консолідації. В рейтингу Світового банку Logistics Performance Index (LPI) у 2018 році Україна піднялася на 14 позицій (табл. 1, рис. 1) і посідає 66 місце з 160 країн щодо логістичної ефективності [6]. LPI – це інструмент еталонного тестування, який допомагає виявити проблеми і можливості в галузі логістики.

Таблиця 1 – Logistics Performance Index 2018

Місце	Країна	LPI	Місце	Країна	LPI
1	Німеччина	4,20	9	Великобританія	3,99
2	Швеція	4,05	10	Фінляндія	3,97
3	Бельгія	4,04	…	…	…
4	Австрія	4,03	65	Сербія	2,84
5	Японія	4,03	66	Україна	2,83
6	Нідерланди	4,02	67	Єгипет	2,82
7	Сінгапур	4,00	…	…	…
8	Данія	3,99	160	Афганістан	1,95

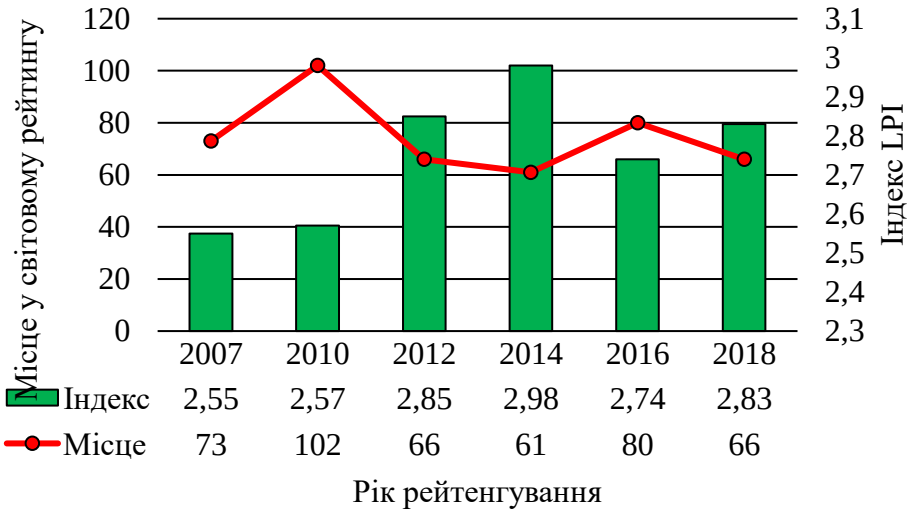


Рисунок 1 – Тенденції зміни індексу LPI за останні роки

Рейтинг LPI містить 6 критеріїв, за якими виконане дослідження. У 2018 році за цими критеріями Україна посіла такі місця (мала індекси):

– митні процедури - 89 (2,49);

– інфраструктура - 119 (2,22);

– міжнародне транспортування вантажів - 68 (2,83);

– логістична компетентність - 61 (2,84);

– відстеження вантажів - 52 (3,11);

– своєчасність доставки - 56 (3,42).

Наведені вище значення критеріїв свідчать про необхідність в Україні в першу чергу вирішення проблеми з організацією та виконанням митних процедур та розвитком інфраструктури.

Офіційні статистичні дані [7, 8] показують, що в Україні частка транспорту, складування, поштової та кур'єрської діяльності від загальної вартості ВВП протягом десятирічного періоду не перевищувала 8% (рис. 2). Проте, ці показники не дають інформації про реальний стан логістичного ринку. Аналіз статистичних даних про обсяги перевезень вантажів всіма видами транспорту [8] має чітко виражену тенденцію підйому з 2016 року (рис. 3). Однак, впродовж більшої частини 2020 року, діяли карантинні обмеження, пов'язані із поширенням вірусу COVID-2019 у світі, які позначились і на підприємницькій діяльності, в тому числі. Огляд статистичних даних за 2020 рік демонструє результат негативного впливу від дії вірусу та карантинних заходів по боротьбі із ним. Такий розвиток подій та стану світової економіки є надзвичайно стресовим для України, і, разом із цим, постає ще більша необхідність у оптимізації та збільшенні ефективності здійснення перевезень заради пом'якшення умов виходу із кризи.

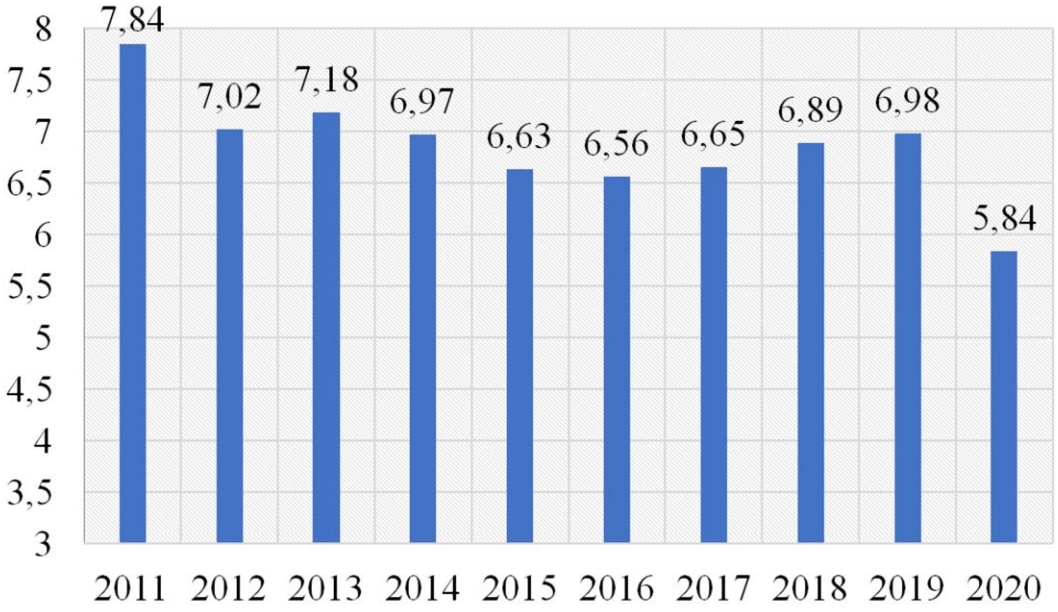


Рисунок 2 – Питома вага транспорту, складського господарства, поштових та кур’єрських послуг в структурі ВВП України, %

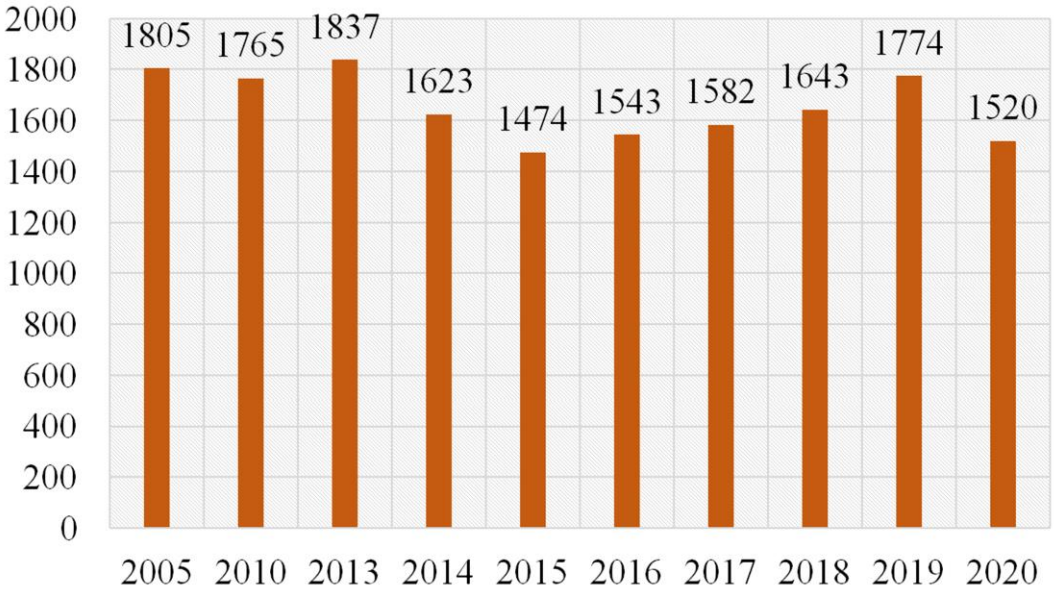


Рисунок 3 – Динаміка обсягів перевезень вантажів в Україні, млн. т

Даний бліц-моніторинг, дозволяє скласти певне уявлення про становище транспортної галузі України та підприємств загалом. Поточна ситуація надає простір для дій та нововведень, якими можуть скористатись автотранспортні підприємства.

Прикладами впровадження інформаційно-логістичних технологій у галузь можна виділити вже існуючі системи підтримки рішень, експертні системи та інші, завдяки яким можна проводити аналіз управлінських та техніко-економічних процесів, підготовку та подання інформації для майбутнього прийняття рішення. Використання даних технологій дає можливість підвищити ефективність здійснення доставки вантажів, завдяки швидкому доступу до інформації про суб'єкти та об'єкти доставки. Перелічені системи вже застосовуються на заході, і мають позитивний вплив.

Ще одним прикладом є система штрих-кодування, яка дозволяє реєструвати надходження та реалізацію товарно-матеріальних одиниць з мінімальною затримкою, завдяки чому управлінські системи можуть реагувати на зміни в обсягах запасів за мінімальний проміжок часу [9]. Функціонуванню цієї технології сприяють єдина система кодування товарів, програмне забезпечення, потужне технічне оснащення.

Використання в логістиці технології автоматичної ідентифікації штрихових кодів дозволяє суттєво покращити управління матеріальними потоками на всіх етапах логістичного процесу.

Також варто відмітити технологію EDI (Electronic Data Interchange), що являє собою обмінник комерційною інформацією для передачі між організаціями в структурованому електронному вигляді. Ця технологія забезпечує покращення каналів зв'язку між логістичними ланками та підвищує продуктивність логістичних систем, також сприяє зниженню логістичних, адміністративних та операційних витрат.

Виділяючи конкретну користь від даної технології, отримаємо наступне:

– підвищення оперативності роботи з постачальниками, її загальне спрощення;

– чіткість розуміння отриманих даних з електронних документів;

– автоматична обробка внесених даних та форматування їх у відповідності до визначеного стандарту;

– неможливість втрати документів та зниження витрат на паперовий документооблік.

Варто зазначити, що дану технології вже застосовують західні країни. Наприклад, США, Фінляндія та Ісландія, в яких процентна частка обсягу обробленої в EDI системі від загального обороту документів, перевищує 50%.

Розглянуті вище технології та системи є лише показовими прикладами розвитку та впровадження інформаційно-логістичних технологій в галузь вантажних перевезень, позитивний вплив яких з кожним роком буде тільки збільшуватись. Відносно нещодавній початок розвитку даної області в транспортних перевезеннях надає величезний простір для винайдення та розробки нових систем, потенціал якої може докорінно змінити поточне уявлення про галузь в цілому.

На сьогодні перед Україною постає декілька проблем - у розвиненні логістичної інфраструктури, відповідності виконуваних логістичних функцій та операцій міжнародним стандартам і нормам. Користуючись досвідом країн-лідерів із якості та ефективності транспортних перевезень та опираючись на міжнародні стандарти, Україна зможе підвищити конкурентоспроможність власної продукції на світовому ринку. Якщо ж казати про внутрішній ринок та економіку загалом, то ефект від застосування інформаційно-логістичних технологій матиме вплив на рівень співпраці між клієнтом і постачальником послуг, ефективність здійснення перевезень, розвиток автотранспортних підприємств та економіку держави.

Список використаних джерел

1. Кашканов А. А., Кужель В. П., Грисюк О. Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту : навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 230 с.

2. Волков В. П., Грицук І. В., Грицук Ю. В., Волков Ю. В., Володарець М. В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів. Харків: ФОП Панов А.М., 2018. 299 с.

3. Тюріна Н.М., Гой І.В., Бабій В.І. Логістика: навч. посіб. Київ: «Центр учбової літератури», 2015. 392 с.

4. Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. Перевод с англ. Барышникова Н.Н., Пинскер Б.С. Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. 640 с.

5. Сток Дж., Ламберт М. Стратегическое управление логистикой. Москва: Инфра-М, 2005. 608 с.

6. Global Rankings 2018. URL: https://lpi.worldbank.org/international/global

7. Ціщик Р.В., Котис Н.В. Статистичний аналіз структури та тенденцій розвитку логістичного ринку в України. Проблеми системного підходу в економіці. Випуск № 3(65), 2018. С. 54-59.

8. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua

9. Дудар Т. Г., Волошин Р. В. Основи логістики. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 176 с

Кашканов Андрій Альбертович – д.т.н., доцент, 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: 1at15b.palchevskyi@gmail.com

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

Palchevskyi Oleh – post-graduate student, Faculty of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: 1at15b.palchevskyi@gmail.com

УДК 629.3.017

Кашканов В. А., к.т.н., доц.; Головащенко Б. В.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Проведено аналіз показників, які використовуються при виборі ефективного вантажного автомобіля для обслуговування матеріальних потоків.

The analysis of indicators used in the selection of an efficient truck to service material flows is carried out.

Вступ. Виробники автомобілів пропонують сьогодні АТЗ різних типів і моделей, які різняться як конструкцією, так і технічними, експлуатаційними та економічними показниками. Розрахункові дані та досвід експлуатації свідчать про те, що до перевезення тих самих вантажів можна залучати АТЗ різних типів і моделей, які за однакових умов роботи мають різну ефективність [1, 5]. Під час вибору типу АТЗ є потреба звертатися до розгляду великої кількості показників, які чинять вплив на даний вибір.

Результати дослідження. Перш ніж перейти до самих методів вибору АТЗ, необхідно провести аналіз показників, що зумовлюють вибір автотранспортного засобу, а оскільки їх доволі багато, було виконано групування по категоріям як це показано у таблиці 1.

Таблиця 1 - Показники, що зумовлюють вибір автотранспортного засобу [5]

Категорія	Показник
Нормативні	Простої під навантажувально-розвантажувальними роботами, технічна швидкість
Технологічні, технічні	Продуктивність, номінальна вантажопідйомність, розміри єдинотимчасових відправок, коефіцієнт використання вантажопідйомності, довжина їздки 3 вантажем, коефіцієнт використання пробігу, внутрішні розміри кузова, технічна швидкість, гранично допустиме осьове навантаження, ресурс за пробігом, дорожні умови, природно-кліматичні умови
Економічні	Собівартість перевезень, мінімальні витрати на перевезення вантажів, вартість ТЗ, витати на експлуатацію

Одним із основних показників, за яким здійснюється порівняння АТЗ конкретних моделей, є продуктивність (погодинна, позмінна, річна), її можна визначити за формулою [2]:

$$U_{\text{ч}} = \frac{q_{\text{н}} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot V_{\text{т}}}{l_{\text{ів}} \cdot \beta \cdot V_{\text{т}} \cdot t_{\text{н-р}}}, \quad (1)$$

де $U_{\text{ч}}$ - продуктивність АТЗ,т/год; $q_{\text{н}}$ - номінальна вантажність автомобіля, т; γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності; β - коефіцієнт використання пробігу; $V_{\text{т}}$ - технічна швидкість автомобіля, км/год; $t_{\text{н-р}}$ – час навантаження-розвантаження, год.

Автомобілі з більшою продуктивністю не завжди забезпечують менші експлуатаційні витрати. Із огляду на це обов'язковим етапом за подібних умов є порівняння за собівартістю. Економічно ефективним буде той АТЗ, який за більшої продуктивності дозволить отримати меншу собівартість перевезень. Собівартість розраховують для конкретних умов перевезень за заданих значень коефіцієнта використання пробігу (середньообліковий коефіцієнт використання пробігу) [1]:

$$\beta_{\text{рік}} = \frac{\sum_I^A \frac{L_{\text{ів}}}{l_{\text{заг}}}}{A}, \quad (2)$$

де $L_{\text{ів}}$ - відстань їздки із вантажем власними АТЗ, км; $l_{\text{заг}}$ – загальна відстань їздок АТЗ, км; A - кількість АТЗ за автотранспортним обслуговуванням матеріального потоку, од.

Окрім того, заданими мають бути значення коефіцієнта використання вантажопідйомності (середньообліковий коефіцієнт використання вантажопідйомності):

$$\gamma_{\text{рік}} = \frac{\sum_I^A \frac{q_{\text{ф}}}{q_{\text{н}}}}{A}, \quad (3)$$

де $q_{\text{ф}}$ - фактичне навантаження АТЗ, т; $q_{\text{н}}$ - номінальна вантажність автомобіля, т; A - кількість АТЗ за автотранспортним обслуговуванням матеріального потоку, од.

Варто наголосити на тому, що в будь-кому разі вимоги замовника до транспортної послуги впливають на технологію автотранспортного обслуговування. Варто зазначити, що параметри транспортної послуги є не постійними й змінюються з часом і за періодами.

Порівняльними показниками у фаховій літературі 1 т обсягу перевезень вантажу або 1 ткм вантажообігу, що обчислюється за такими формулами [1, 4]:

$$S = \frac{1}{q_{\text{н}} \cdot \gamma} \cdot \left[\frac{l_{\text{ів}}}{\beta} \cdot S_{\text{зм}} + S_{\text{зп}} + \left(t_{\text{н–р}} + \frac{l_{\text{ів}}}{\beta \cdot V_{\text{т}}}\right) \cdot S_{\text{пост}}\right], \quad (4)$$

$$S = \frac{1}{q_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{д}} \cdot \beta} \cdot \left(S_{\text{зм}} + S_{\text{зп}} + S_{\text{пост}} \cdot \frac{l_{\text{ів}} + \beta \cdot V_{\text{т}} \cdot t_{\text{н–р}}}{V_{\text{т}} \cdot l_{\text{ів}}}\right), \quad (5)$$

де $S_{\text{зм}}$ - змінні витрати на 1 км пробігу, грн/км; $S_{\text{зп}}$ - витрати на заробітну плату за їздку, грн; $S_{\text{пост}}$ - постійні витрати на 1 авто-год. роботи, грн/год; $\gamma_{\text{д}}$ – динамічний коефіцієнт використання вантажопідйомності.

З-поміж інших, порівняльними показниками АТЗ також є [2]:

1) транспортна робота АТЗ:

$$W = \sum_I^A q_{\text{ф}} \cdot L_{\text{ів}}; \quad (6)$$

2) середньообліковий коефіцієнт використання парку:

$$\alpha_{\text{ні}} = \frac{\text{АД}_{\text{і}}}{\text{АД}_{\text{рі}}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

де $\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт використання автопарку; $\text{АД}_{\text{і}}$ - кількість авто-днів у роботі; $\text{АД}_{\text{рі}}$ - кількість авто-днів у господарстві в розрахунковому періоді.

Під час експлуатації кузов АТЗ може використовуватися для перевезень різних вантажів, про що свідчить експлуатаційна якість – адаптація кузова. Вантажомісткість є важливою експлуатаційною якістю, що визначає міру завантаження. Зазначений показник зі свого боку, впливає на розрахункову кількість АТЗ для ТО замовника [4, 5].

На показники роботи АТЗ впливають умови експлуатації, які зазвичай класифікують на такі групи:

– транспортні (обсяг перевезень, вид вантажу, терміновість і дальність перевезень, умови навантаження та розвантаження);

– організаційно-технічні (режим роботи АТЗ, середньодобовий пробіг, умови зберігання, технічного обслуговування й ремонту АТЗ, форми організації роботи АТЗ на лінії);

– дорожні (стан дорожнього покриття, пропускна спроможність доріг, рельєф місцевості, категорія облаштування);

– кліматичні (зони помірного, холодного чи спекотного клімату).

Вибір типу та моделі АТЗ як за окремими, так і за узагальненими показниками, відбувається у два етапи:

1) на першому – аналізуються зовнішні, явно виражені умови експлуатації, відповідно до яких добирається тип кузова, установлюється прийнятна вантажопідйомність та основні експлуатаційні якості АТЗ (прохідність, осьова та повна маса, можливість швидкого руху);

2) на другому – зіставляють обрані на попередньому етапі АТЗ шляхом порівняння окремих або узагальнених показників.

Описані методи передбачають порівняння та вибір АТЗ за окремими показниками роботи: продуктивністю, собівартістю - залежно від конкретних техніко-експлуатаційних показників (номінальної вантажопідйомності, коефіцієнта використання вантажопідйомності, довжини їздки з вантажем, коефіцієнта використання пробігу, технічної швидкості, простоїв під навантажувально-розвантажувальними операціями). Вирішення подібних завдань потребує виконання безлічі розрахунків для визначення продуктивності та собівартості перевезень багатьох типів і моделей АТЗ. Класифікація методів вибору АТЗ наведена на рисунку 1 [5].

Рисунок 1 – Класифікація методів вибору АТЗ для перевезення вантажів

Після того, як обрано тип АТЗ, переходять до вибору моделі. З'ясувати який тип АТЗ є найбільш ефективним для певного виду вантажу, дає змогу порівняння економічних та експлуатаційних показників.

Завдання вибору типу та моделі АТЗ вирішується на різних рівнях планування

– на стадії проектування конструкторами заводів на підставі з прогнозу розвитку попиту на АТЗ;

– на стадії замовлення (планування транспортного забезпечення) фахівцями державних структур, автосалонів;

– на стадії укладання договорів на організацію ТО - фахівцями АТП.

Добираючи модель АТЗ варто, враховувати, що сучасні виробники використовують модульний принцип конструювання. Так, наприклад, шведська фірма «Scania» виробляє сім варіантів кабін, чотири види двигунів, чотири види коробок передач, три типи рам, три задніх і чотири варіанти передніх мостів. Можливі комбінації комплектацій дають змогу отримати такі техніко-економічні властивості АТЗ, які здатні задовольняти будь-які технологічні, нормативні, економічні умови. У праці виокремлено чотири групи АТЗ відповідно до певної сфери експлуатації [5]:

1) тягачі для магістральних перевезень - мають комфортабельну кабіну, двигун потужністю 300-500 к.с., здебільшого пневматичну підвіску, призначені для експлуатації на дорогах із покращеним покриттям;

2) універсальні АТЗ - мають посилені лонжерони рами, багатолистові ресори, збільшену кількість передач у трансмісії, призначені для всіх типів доріг;

3) будівельні АТЗ - переважно для перевезення різних будівельних вантажів, мають колісну формулу 6х6 або 8х4, призначені для переміщення як по дорозі, так і поза нею із твердим покриттям.

4) розвізні АТЗ для міських і приміських перевезень – мають низьку кабіну, двигун потужністю 150-260 к.с., маневрові, призначені здебільшого для гарних доріг і відносно коротких маршрутів.

Вибір АТЗ із позицій маркетингу розглядає, що сегмент ринку та договори на автотранспортне обслуговування передбачають прийняття рішення щодо купівлі того чи іншого АТЗ. Автотранспортне обслуговування кількох матеріальних потоків ,зі свого боку, потребує окремих методів вибору АТЗ.

Фахівці здійснюють вибір АТЗ наступним чином:

– вибір типу, моделі, технічних характеристик АТЗ для виконання конкретного перевезення;

– визначення кількості АТЗ окремих моделей, типів згідно з перспективою розвитку попиту на ТП.

Підводячи підсумки можна сказати те, що вирішення завдань автотранспортного обслуговування матеріальних потоків та дослідження впливу параметрів автотранспортного обслуговування на показники ефективності доцільно проводити із застосування методів математичного моделювання та проектного аналізу з урахуванням економічних і технологічних показників та вимог замовників.

Список використаних джерел

1. Ванчукевич В.Ф. и др. Грузовые автомобильные перевозки. Учебное пособие. Мн.: Выш. Шк., 1989. - 272 с.

2. В. А. Кашканов, А. А. Кашканов, В. В. Варчук. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с.

3. Кашканов, В. А., Присяжнюк, М. М. ДО ПИТАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. НТКП ВНТУ. Факультет машинобудування та транспорту, Ukraine, jan. 2021. Available at: < https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/view/11022>. Date accessed: 10 Apr. 2021.

4. Квитко Х.Д. Эффективность использования грузовых автомобилей. М.: Транспорт, 1979, 174 с.

5. Логістичне управління автотранспортним обслуговуванням матеріальних потоків URL: https://radats.kname.edu.ua/images/Files/1.1.pdf.

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Головащенко Богдан Володимирович **–** студент групи 1ТТ-19мс кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: man.graceful7777@gmail.com.

Kashkanov Vitaliy **–** Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: kash_2004@ukr.net

Holovashchenko Bohdan **–** student of group 1TT-19ms of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: man.graceful7777@gmail.com

УДК 656.11

Кашканов В. А., к.т.н., доц.; Каспрук В. О.

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Вивчаючи зарубіжний та вітчизняний досвід, сформовано напрямки підвищення рівня обслуговування дорожнього руху вулично-дорожньої мережі великих міст.

Studying foreign and domestic experience, the directions of increase of the level of road service of the street-road network of big cities are formed.

Вступ. Перенасичення рухом вулично-дорожньої мережі (ВДМ) – одна з основних проблем сучасних великих міст [2, 3, 5-7]. Вулично-дорожня мережа будь-якого міста є основоположною складовою транспортного переміщення і транспортної системи в цілому, яка виконує завдання сполучного елемента транспортної інфраструктури. Якість її функціонування безпосередньо пов'язана з умовами руху транспорту і пішоходів на ній, визначаючи рівень її завантаження, а також рівень обслуговування (комплексний показник економічності, зручності та безпеки руху, що характеризує стан транспортного потоку) [3, 5].

Важливо визначити елементи ВДМ, на яких необхідно в першу чергу здійснювати заходи щодо підвищення рівня обслуговування дорожнього руху, так звану опорну мережу вулиць і доріг. Саме по цих вулицях реалізується основна частина транспортних кореспонденцій з високою інтенсивністю.

Рух транспорту у великих містах в основному відбувається на опорній мережі міста. Опорна мережа кожного великого міста цілком конкретно визначена – це найбільш затребувані напрями, зазвичай з центру міста до околиць (спальних районів) і назад, а також дугові зв'язки між великими планувальними районами, за якими щодня рухаються тисячі автомобілів.

Проблемні місця на опорній транспортній мережі міста, пов'язані з її перенасиченням і утворенням заторів, виникають, як правило, в одних і тих же «вузьких» місцях і потребують вирішення. Зазвичай це локальні заходи.

Також відсутній єдиний підхід до організації та виділення безпосередньо самої опорної мережі. Прокладання опорної мережі по основних магістралях міста не вірно. Виконуючи функції загальноміських і міжрайонних зв'язків, на ці магістралі припадає основний обсяг руху і при зростаючому транспортному попиті їх пропускна здатність швидко вичерпується. Слід зазначити, що необхідність перевірки міських вулиць є важливим завданням при підвищенні рівня обслуговування дорожнього руху. На сьогоднішній день закріплення категорій вулиць часто не відповідає фактично виконуваної функції вулиць і кореспонденції магістралей загальноміського значення реалізуються по вулицях районного і навіть місцевого значення.

Результати дослідження. На ділі, часом, ми спостерігаємо розбіжність номінальної опорної мережі міста і фактичної. Необхідно створити методику, яка дозволяла б визначати за різними критеріями, яку вулицю або частину вулиці слід віднести до опорної, а яку ні.

На етапі оцінки частки транспортних кореспонденцій доцільно використовувати макромодель розглянутого міста, наприклад, побудовану в середовищі PTV Visum.

Основні можливості Visum [1]:

– представлення результатів транспортного аналізу і планування на рівні регіону;

– моделювання існуючих і прогнозованих транспортних потоків в регіоні з можливістю деталізації до внутрішньоміського рівня і агрегування до національного рівня;

– інтеграція аналізу громадського транспорту, індивідуального транспорту, а також транспортного попиту;

– врахування в моделі всієї мережі автомобільних доріг і мережі маршрутів громадського транспорту;

– аналіз і оцінка потоків всіх можливих видів транспорту;

– підготовка транспортних прогнозів на основі сценаріїв «що буде, якщо ...».

На другому етапі перевіряється інтенсивність руху по смугах.

Інтенсивність руху – це число транспортних засобів, що проїжджають через перетин дороги за одиницю часу.

Формула розрахунку приведеної інтенсивності руху (в залежності від типу транспортного засобу) [6]:

$$N_{пр} = \sum_{i=1}^{n} N_i \cdot K_{прi}, \quad (1)$$

де N_i – інтенсивність руху автомобілів даного типу; $K_{прi}$ – коефіцієнти приведення для даної групи автомобілів; n – кількість типів автомобілів.

Інтенсивність транспортного потоку також можна розрахувати, з використанням процентного співвідношення транспортних засобів в потоці. В цьому випадку приведена інтенсивність руху:

$$N_{прi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot P_i \cdot K_{прi}}{100}, \quad (2)$$

де P_i – відсоткова частка транспортних засобів і-го типу в потоці.

Для перевірки міської вулиці на включення до складу опорної вулично-дорожньої мережі пропонується вводити коефіцієнт $K_{N_{ос}}$, що враховує вплив інтенсивності руху транспортного потоку. Потрібно, щоб значення зазначеного коефіцієнта було більше або дорівнювало середньозваженій інтенсивності (з урахуванням поправочного коефіцієнта k), яка спостерігається по всій вулично-дорожньої мережі розглянутого міста.

$$K_{N_{ос}} = \frac{N_i}{k \cdot N_{ср}}, \quad (3)$$

де N_i – інтенсивність руху на ділянках розглядуваного маршруту, авт./добу; k – поправочний коефіцієнт, значення якого виходить в результаті аналізу функціонування ВДМ міста; $N_{ср}$ – середньозважена інтенсивність руху, авт./добу.

Якщо розглянута міська вулиця підходить за всіма критеріями, її включають до переліку міських магістралей, що становлять опорну мережу міста. Після того, як опорна мережа сформована, слід провести обстеження ефективності функціонування дорожнього руху не окремо по кожній міській вулиці, а по всій мережі. На підставі розрахунків будується графік пропускної здатності дорожньої мережі. На ділянках міських вулиць, де відбувається обмеження середньої швидкості руху, необхідно приводити заходи щодо підвищення швидкості сполучення, а, отже, приводити показник рівня обслуговування дорожнього руху на них до значень, зазначених у нормативній документації для різних категорій міських вулиць.

Аналіз умов руху на відповідність призначеного рівня обслуговування дозволяє визначати ділянки на опорній вулично-дорожній мережі, що обмежують середню швидкість руху, а, отже, знижують рівень обслуговування. На таких ділянках доцільно проводити заходи щодо підвищення рівня обслуговування до необхідного.

Заходи щодо підвищення рівня обслуговування дорожнього руху умовно можна розділити на три групи: розвиток транспортної інфраструктури; організація дорожнього руху; управління рухом (рис. 1).

Рисунок 1 – Класифікація заходів з підвищення рівня обслуговування дорожнього руху

Заходи щодо розвитку транспортної інфраструктури (рис. 1) включають в себе [2, 3, 6]:

1. Будівництво нових об'єктів транспортної інфраструктури:

– нових ділянок вулиць різних категорій;

– нових штучних споруд на ВДМ (транспортні розв'язки, шляхопроводи, тунелі, мости, позавуличні пішохідні переходи);

2. Реконструкція існуючих об'єктів інфраструктури:

– суттєва зміна геометричних параметрів елементів ВДМ (збільшення кількості смуг руху, зміна конфігурації перехресть тощо);

– будівництво штучних споруд на існуючій ВДМ (транспортні розв'язки, шляхопроводи, тунелі, мости, позавуличні пішохідні переходи).

3. Локальні планувальні заходи:

– облаштування розширень на підходах до перехресть і на перехрестях;

– облаштування напрямних острівців для поділу смуг руху для потоків різного спрямування;

– облаштування напрямних острівців для фізичного поділу потоків;
– облаштування «кишень» для зупинок громадського транспорту;
– облаштування розширень проїжджої частини для паркування автомобілів;
– облаштування спеціальних місцевих проїздів для лівоповоротних потоків;
– облаштування місць для розвороту до пішохідних переходів та перехресть з виділенням спеціальної смуги.

Заходи з організації дорожнього руху включають в себе:

1. Зміна дозволених маневрів (напрямків руху) на перехрестях:
– заборона повороту наліво;
– заборона повороту направо;
– заборона розвороту.
2. Каналізування руху:
– поділ смуг руху за напрямками руху;
– поділ смуг руху за видом учасників руху (виділення смуги для міського пасажирського транспорту, заборона руху вантажного транспорту по лівих смугах тощо);
– поділ смуг зі швидкісним режимом руху.
3. Організація одностороннього руху.
4. Організація реверсивного руху.
5. Введення обмежень на проїзд різних типів транспортних засобів (на всю проїжджу частину або на окремі смуги руху):
– вантажного транспорту різної вантажопідйомності (повної маси);
– легкового та вантажного транспорту.
6. Зміна організації паркування транспортних засобів:
– зміна способу паркування транспортних засобів;
– обмеження паркування транспортних засобів (тимчасові, просторові);
– заборона паркування транспортних засобів;
– заборона зупинки транспортних засобів.
7. Маршрутне орієнтування.

Заходи з управління рухом включають в себе:

1. Введення світлофорного регулювання.
2. Оптимізація роботи світлофорних постів за рахунок зміни пофазного роз'їзду і циклів регулювання.
3. Створення автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР).
4. Зміна технології управління:
– впровадження ситуаційного управління;
– впровадження адаптивного управління;
– перехід від локального до мережевого управління.
5. Створення і розвиток інтелектуальних транспортних систем (ІТС).

Висновки. Основна кореспонденція транспорту у великих містах відбувається по опорній мережі міста. Тому важливо визначити опорну ВДМ міста, на якій необхідно, в першу чергу, здійснювати заходи щодо підвищення рівня обслуговування дорожнього руху.

На визначеній опорній мережі слід провести обстеження ефективності функціонування дорожнього руху, не окремо по кожній міській вулиці, а по всій мережі. Для ділянок, що обмежують швидкість руху, доцільно підготувати заходи щодо підвищення рівня обслуговування дорожнього руху.

Наведена класифікація заходів щодо підвищення рівня обслуговування дозволяє вибирати необхідні заходи щодо покращення транспортної інфраструктури міста та організації дорожнього руху, враховуючи існуючі дорожні умови і накладені на них обмеження.

Список літературних джерел

1. Програмне забезпечення PTV Visum [сайт]. URL: https://apluss.pro/vprovadzhennja-programnogo-zabezpechennja/programne-zabezpechennja-ptv-visum/

2. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: Монографія / В. М. Першаков та ін.; К. : НАУ, 2015. 177 с.

3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. М.: Транспорт, 1972. 424 с.

4. Кашканов А. А., Грисюк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2005. 177 с.

5. Кашканов, В. А., Каспрук, В. О. ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В МІСЬКИХ УМОВАХ. НТКП ВНТУ. Факультет машинобудування та транспорту, Ukraine, mar. 2021. Available at: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/11908>. Date accessed: 10 Apr. 2021.

6. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука ; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. - К.: Знання України, 2014. 467 с.

7. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред Є. Ю. Форнальчика. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 236 с.

8. National cooperative highway research program «Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets» // Washington, D.C, 2008, 122 p.

Кашканов Віталій Альбертович – к. т. н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Каспрук Василь Олександрович – магістрант групи 1ТТ-19мз, Вінницький національний технічний університет

Kashkanov Vitaliy – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor, Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash_2004@ukr.net

Kaspruk Vasyl – magistrant, group 1TT-19mz, Vinnitsa National Technical University

УДК 656.05

Кищун В. А., к.е.н., доц.

ОБМЕЖУВАЧІ ШВИДКОСТІ І ЗАСОБИ ЗАСПОКОЄННЯ РУХУ

Розглянуто засоби заспокоєння дорожнього руху, які були введені новим національним стандартом, та наведено обґрунтування необхідності їх застосування. Також зроблений короткий огляд різних обмежувачів швидкості, що використовуються у світовій практиці.

The means of traffic calming, which were introduced by the new national standard, are considered and the substantiation of the necessity of their application is given. A brief overview of the various speed limiters used in world practice is also made.

Вступ. Як свідчить міжнародний досвід, вимогам правил руху і у тому числі знаків, що обмежують швидкість, не підкоряється значна частина водіїв, які захоплюються невиправдано швидкою їздою. Це особливо небезпечно у житлових районах і на в'їздах до населених пунктів. У зв'язку з цим, у більшості європейських країн спеціалістами з організації дорожнього руху розроблені, впроваджені і експериментально частково враховані у нормативних документах заходи щодо заспокоєння руху (traffic calming measures). Вони доповнюють засоби знакової інформації про обмеження швидкості.

Укравтодор також розробив і подав пропозиції щодо зміни та розширення переліку стандартних засобів, що використовуються на дорозі для заспокоєння руху. У новому стандарті ДСТУ 4123:2020 «Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги» закладений комплексний підхід до створення системи безпечних умов руху дорогами та вулицями [1].

Засоби заспокоєння руху є ефективним доповненням до обмежень швидкості. Вони встановлюються не лише для її зменшення, але і для забезпечення рівномірності транспортних потоків. Особлива увага приділена до ділянок, де автомобільні потоки конфліктують із пішохідними та велосипедними.

Результати дослідження. До осені 2020 року офіційними засобами заспокоєння руху згідно з ДСТУ 4123:2006 були тільки, так звані, «лежачі поліцейські». З 1 листопада 2020 року у змінених стандартах перелік розширили і поділили на три групи: 1) влаштування перешкод на проїзній частині (підвищені пішохідні переходи, острівці безпеки); 2) зміна траєкторії руху (розширення бордюрів, шикани); 3) зміна ширини проїзної частини (чокери, вставки по осі дороги) (див. рис. 1). Перелік назв засобів також може включати дорожні пагорби, підвищені перехрестя, міні-кільця та інші. Вони закладаються під час ремонту або модернізації існуючих доріг та вулиць, а також під час будівництва. Завдяки комплексному підходу, водій підтримує постійну безпечну швидкість, а не змінює її, періодично розганяючись та гальмуючи.

Базою для створення стандарту стала концепція Vision Zero – міжнародна програма з підвищення безпеки дорожнього руху та зниження смертності у дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) в основу якої покладена ідея «нульової терпимості» до смертності на автодорогах і передбачає їх проектування з точки зору безпеки руху [2]. Концепція програми базується на двох етичних принципах: 1) нетерпимість до загибелі або важкого травмування людей; 2) неприпустимість ставлення до подібних аварій, як до неминучого зла.

Відповідальність у програмі за дорожню безпеку покладається, у першу чергу, на проектувальників і будівельників. Вони зобов'язані враховувати людський фактор на етапі будівництва та мінімізувати ймовірність скоєння дорожньо-транспортних пригод. Крім того, проектувальники повинні піклуватися першочергово про безпеку та зручність вулиць для всіх учасників дорожнього руху, а не про швидкість і зручність пересування.

Раніше Укравтодор повідомляв про збільшення кількості ДТП на щойно відремонтованих дорогах, а безпека всіх учасників руху є таким самим важливим пріоритетом

Укравтодору, як і будівництво якісних доріг. Саме тому у 2020 році вперше усі проекти ремонтів обов'язково почали проходити, так звану, 5 секцію Технічної ради Укравтодору, яка їх оцінює з точки зору забезпечення заходів безпеки руху [2].

Окрім стандартних, в Україні та інших країнах застосовуються, так звані, психологічні засоби заспокоєння руху. Зокрема у Луцьку на декількох вулицях біля пішохідних переходів планується встановити пластикові фігури дітей, що нібито збираються переходити дорогу (див. рис. 2, а) [3]. Такі фігурки вже є у Ковелі, Києві, Дніпрі та інших містах. Виготовляють їх з міцного пластику у повен ріст дитини. Вони мають привертати увагу водіїв, аби ті, під'їжджаючи до переходів, психологічно були готові знижувати швидкість.

а)

б)

в)

г)

д)

е)

Рисунок 1 – Запропоновані засоби заспокоєння руху:
а – розширення бордюрів; б – чокер; в – шикан; г – підвищені пішохідні переходи; д – вставка по осі дороги; є – острівець безпеки

Митці з Таїланду придумали оригінальний спосіб підвищити безпеку на дорогах країни. Вони малюють пішохідні переходи у 3D-форматі, що здалеку здаються «завислими у повітрі»;

такий собі, своєрідний психологічний засіб заспокоєння руху (див. рис. 2, б) [4].

а) *б)*

Рисунок 2 – Психологічні обмежувачі швидкості:
а – пластикові фігури дітей біля пішохідних переходів в Україні; б – «тривимірний» пішохідний перехід у Таїланді

Дещо іншим шляхом пішла шведська автомобільна компанія VOLVO, вона на усіх своїх нових легкових автомобілях вирішила за допомогою автоелектроніки обмежити максимальну швидкість руху до 180 км/год. Це частина програми безпеки компанії Vision 2020, за якою виробник прагне зменшити до нуля кількість загиблих чи важко травмованих водіїв і пасажирів у нових легковиках, починаючи з 2020 року [5].

Окрім обмеження безпосередньо максимальної швидкості на автомобілях, компанія планує впровадити ще дві нові технології на своїх майбутніх моделях. Мається на увазі «розумний контроль швидкості», що обмежує швидкість автомобіля відповідно до дорожніх умов, та система «геозона», що автоматично обмежує швидкість транспортного засобу біля лікарень та шкіл.

Керівництво шведської компанії переконане, що автовиробник також має нести відповідальність за підвищення рівня безпеки на вулицях і дорогах та пропонує почати обговорення порушеної проблеми.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4123:2020 Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги.

2. Для заспокоєння руху: на українських дорогах з'являться нові обмежувачі швидкості. URL : https://uainfo.org/blognews/1601912658-na-dorogah-ukrayini-mayut-z-yavitisya-novi-obmezhuvachi-shvidkosti.html (дата звернення: 16.03.2021).

3. У Луцьку біля переходів встановлять пластикові фігури дітей. URL : https://konkurent.ua/ publication/66104/u-lutsku-bilya-perehodiv-vstanovlyat-plastikovi-figuri-ditey/ (дата звернення: 16.03.2021).

4. «Парящие зебры» в Таиланде вынуждают водителей быть внимательнее. URL : https://detaly.co.il/paryashhie-zebry-v-tailande-vynuzhdayut-voditelej-byt-vnimatelnee/ (дата звернення: 16.03.2021).

5. Роман Галімон. VOLVO обмежить максимальну швидкість нових автомобілів. URL : https://motorcar.com.ua/news/volvo- bmezhennya-maksymalna-shvydkist/ (дата звернення: 16.03.2021).

Кищун Володимир Андрійович – к.е.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: kyshchun52@ukr.net.

Kyshchun Volodymyr – Cand. Sc. (Econ), Associate Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: kyshchun52@ukr.net

УДК 621.22

Козлов Л. Г., д.т.н., проф.; Товкач А. О.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РЕГУЛЯТОРА НАСОСА

Виготовлено експериментальний стенд для дослідження ефективності та роботоздатності розробленого регулятора насоса та отримання характеристик гідросистеми з регульованим насосом, що включає даний регулятор. Результати експериментальних досліджень підтвердили працездатність гідросистеми з розробленим регулятором насоса.

An experimental stand was made to study the efficiency and operability of the developed pump regulator and to obtain the characteristics of the hydraulic system with an adjustable pump that includes this regulator. The results of experimental studies confirmed the efficiency of the hydraulic system with the developed pump regulator.

Вступ. В даний час на підприємствах по зберіганню і переробці різних сільськогосподарських культур і продуктів їх переробки, а також інших сипучих продуктів, основна частина загального обсягу вантажно-розвантажувальних робіт забезпечується із застосуванням автомобілерозвантажувачів різних типів, конструкцій і модифікацій, вантажопідйомності і виконання.

Найбільш широко застосовуються стаціонарні проїзні автомобілерозвантажувачі, за допомогою яких можна забезпечити розвантаження як одиночних автомобілів всіх марок, так і тягачів з напівпричепом і автопоїздів без попереднього розчеплення через відкритий задній борт та через відкритий правий або лівий борт. Основними виробниками такого обладнання є ПрАТ "Калинівський машинобудівний завод" м. Калинівка, МГК «ПРОМІНВЕСТСЕРВІС» м. Дніпро, ГК “Зернова Столиця” м. Одесса.

Рисунок 1 - Стаціонарні проїзні автомобілерозвантажувачі

Гідросистема автомобілерозвантажувача включає насосну станцію, телескопічні гідродомкрати, гідропідйомник і систему трубопроводів з арматурою. Недоліками слід вважати відносно високу складність гідравлічної системи, застарілі технології та обладнання, що має відносно невисоку продуктивність та ефективність, а також нелінійність характеристик роботи гідросистеми при різних величинах навантаження та висоті підйому[1].

Розробка нових типів приводів з пропорційним керуванням є актуальною і дозволить суттєво підвищити технічний рівень гідросистем робочого та промислового спрямування, що виготовляються в Україні[2]. Такі розробки нерозривно пов’язані з проведенням експериментальних досліджень та випробувань[3].

Результати дослідження. У Вінницькому національному технічному університеті був розроблений електрогідравлічний регулятора насоса. На рисунку 2 показано запропоновану схему гідросистеми з регульованим насосом оснащеним електрогідравлічним регулятором.

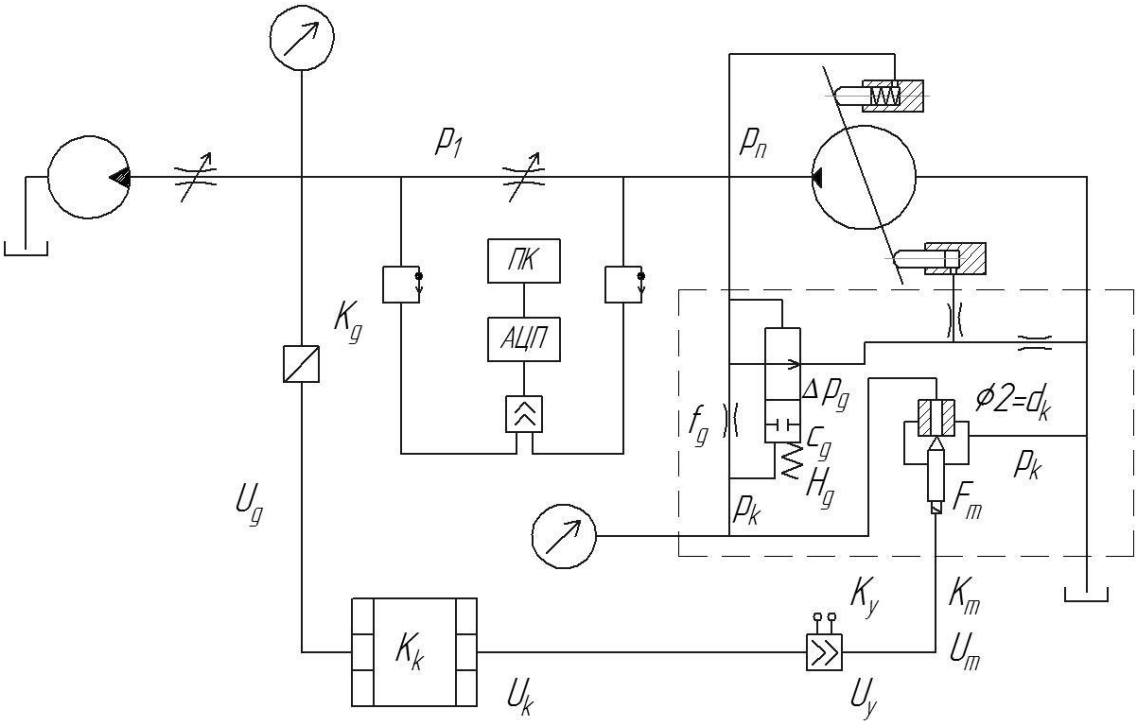


Рисунок 2 - Схема гідросистеми з регульованим насосом оснащеним електрогідравлічним регулятором

В даній роботі перевірялась роботоздатність та ефективність спроектованого та виготовленого електрогідравлічного регулятора насоса на випробувальному стенді, який представлено на рисунку 3.

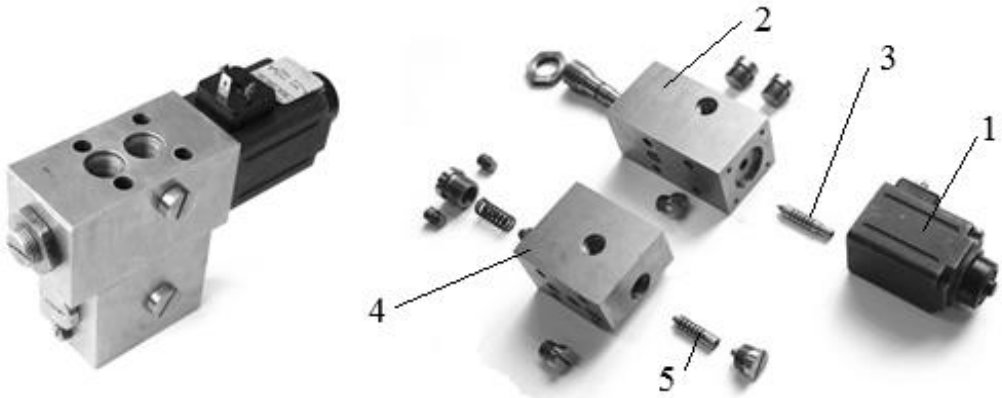


Рисунок 3 - Фото електрогідравлічного регулятора

Основними складовими регулятора є електромагніт 1, блок 2 з сервоклапаном 3 та блок 4 з золотником 5.

Для досліджень характеристик гідросистем з регульованим насосом, що включає розроблений регулятор, виготовлено експериментальний стенд, схема якого представлена на рисунку 4.

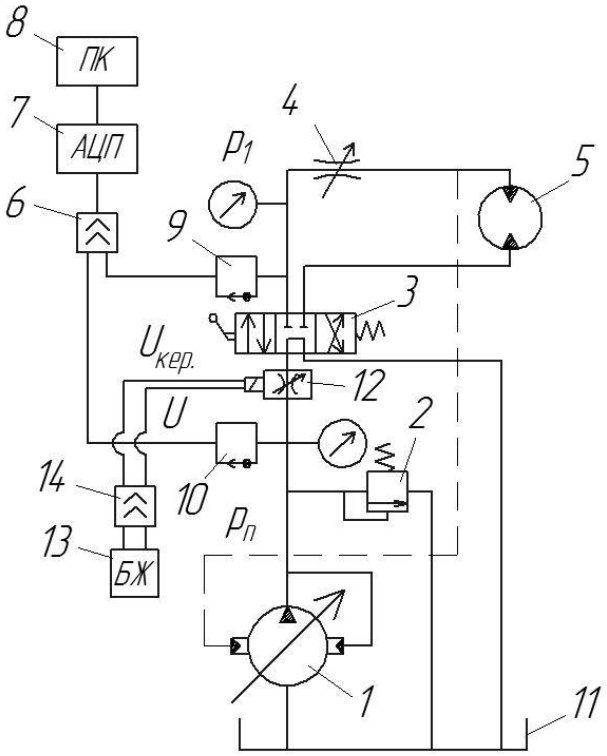


Рисунок 4 - Схема випробувального стенду

Стенд включає насос 1, запобіжний клапан 2, розподільник 3, дросель 4, гідромотор 5, підсилювачі 6 та 14, аналого-цифровий перетворювач 7, комп'ютер 8, датчики тиску 9 та 10, бак 11, електромагнітний дросель12, блок живлення 13.

Стенд включає датчики тиску Nagano SML-20.0, які підключені до гідролінії. Сигнали від датчиків тиску через підсилювач подаються на АЦП L-Card E14-140-M і далі на ПК. За допомогою програмного забезпечення LGraph відбувається візуалізація процесів. Блок живлення 13 за допомогою підсилювача 14 забезпечує роботу пропорційного електромагніта. Величина напруги живлення *U* електромагніта була сталою і складала 13В, а величина напруги керування електромагнітом регулювалась в діапазоні від 0 до 12 В.

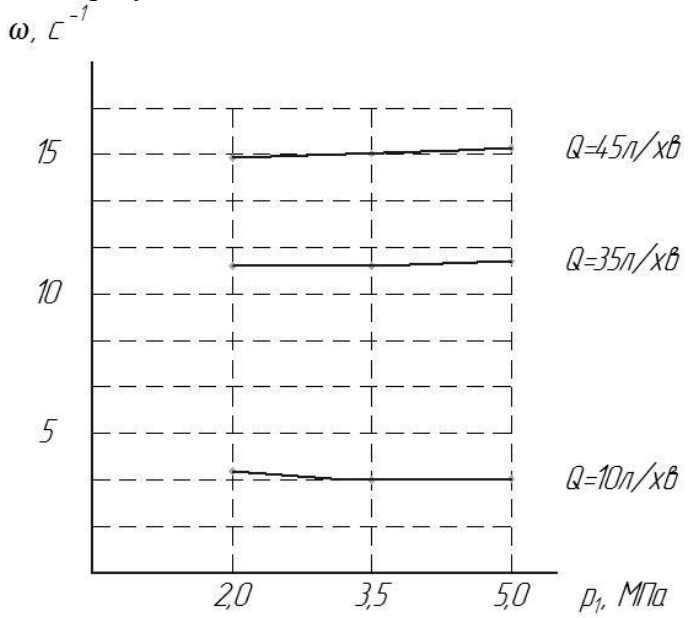


Рисунок 5 – Залежність частоти обертання гідромотора від тиску в гідролінії p_1

На рисунку 5 представлено графік залежності частоти обертання гідромотора від тиску в гідролінії p_1 при різних значеннях подачі Q насоса 1. Температура робочої рідини становила t=25°С. Похибка роботи регулятора насоса становила A=9% при ω=3,5с$^{-1}$, A=1% при ω =11с$^{-1}$, A=2% при ω =15с$^{-1}$.

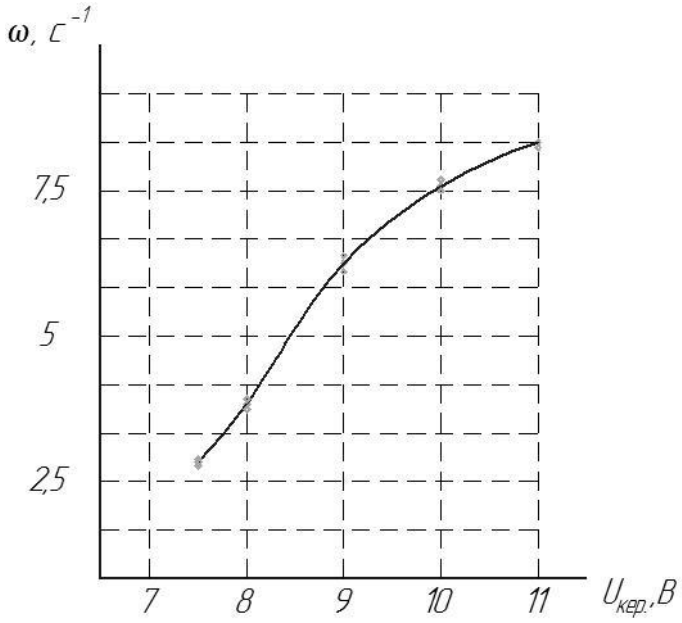


Рисунок 6 – Залежність частоти обертання гідромотора
від величини напруги керування $U_{кер.}$ пропорційного електромагніта

Як видно з рисунку 6, в гідросистемі забезпечується пропорційна залежність частоти обертання гідромотора від величини напруги $U_{кер.}$ на вході в електромагніт. Максимальне відхилення значень частоти обертання n гідромотора від лінійної залежності не перевищує δ=15%.

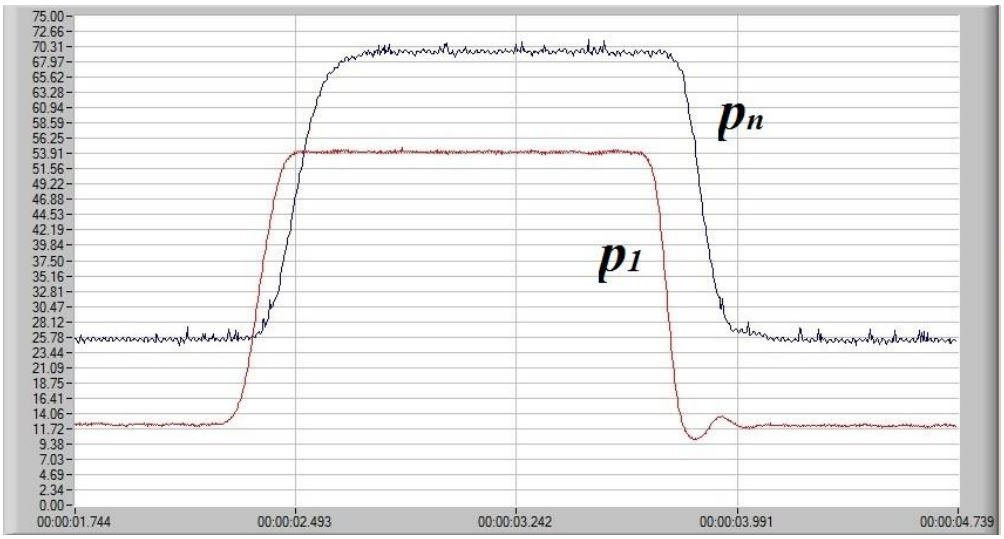


Рисунок 7 – Осцилограма робочого процесу в гідросистемі

В ході експерименту було імітовано навантаження на насос 1 шляхом зменшення площі дроселя 4, що супроводжувалось збільшення тиску p_n на виході насоса та тиску p_1 після дроселя 3.

На рисунку 7 представлено осцилограму робочого процесу в гідросистемі.

В процесі дослідження було підтверджено, що в гідросистемі на базі насоса змінного робочого об'єму з електрогідравлічним регулятором забезпечується пропорційне керування подачею насоса та отримані наступні результати:

- похибка стабілізації A величини подачі насоса не перевищує 9%
- відхилення від лінійної залежності частоти обертання n гідромотора від напруги керування $U_{кер.}$ - $\delta \leq 15\%$.
- різниця тисків p_n та p_1 без навантаження насоса становить 1,3 МПа;
- під час навантаження насоса величини тисків збільшуються, але їх різниця залишається на рівні 1,5 МПа.
- час перехідного процесу по тиску p_n при збільшенні навантаження на гідросистему становить t_p=0,6 с.,
- час перехідного процесу по тиску p_n при зменшенні навантаження на гідросистему становить t_p=0,4с.

Проаналізувавши результати експериментальних досліджень можна зробити висновок, що гідросистема з розробленим регулятором є роботоздатною, енергоефективною на прогнозованою.

Список використаних джерел

1. Kozlov L. G. Scientific foundations for designing the systems of manipulator hydraulic drives with an adaptive neural network-based controllers for mobile working machines. – Manuscript copyright. National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute» of the Ministry of Education of Ukraine, Kyiv, 2015, p. 421.

2. Leonid G. Kozlov, Volodymyr V. Bogachuk, Victor V. Bilichenko, Artem O. Tovkach, Konrad Gromaszek, Samat Sundetov "Determining of the optimal parameters for a mechatronic hydraulic drive", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 1080861 (1 October 2018), 10 pages; doi: 10.1117/12.25015280861.

3. Товкач А. О. Експериментальне визначення характеристик гідросистеми з регульованим насосом [Електронний ресурс] / Артем Олегович Товкач // Матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці". – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://conf.pgm.kpi.ua/.

Козлов Леонід Геннадійович – д. т. н., професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: osna2030@gmail.com

Товкач Артем Олегович – інженер кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, e-mail: TovkachAO@gmail.com

Kozlov Leonid – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: osna2030@gmail.com

Tovkach Artem – Engineer of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: TovkachAO@gmail.com

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 3. ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються механічної обробки сталей та сплавів. В третій частині наведено матеріали, що мають відношення до застосування CAD/CAM/CAE систем.

The analysis, generalization and systematization of data related to machining of steels and alloys are continued. The third part presents materials related to the use of CAD/CAM/CAE systems.

Вступ. Механічна обробка сталей та сплавів є важливою складовою багатьох технологічних процесів, при створенні та ремонті автомобілів [1 - 4]. Розвиток науки та технологій, в тому числі і в галузі прикладного матеріалознавства, спонукають до застосування нових методів досліджень, що включають комп'ютерне моделювання.

CAE (англ. Computer-aided engineering) - загальна назва для програм і програмних пакетів, призначених для вирішення різних інженерних завдань: розрахунків, аналізу та симуляції фізичних процесів. Розрахункова частина пакетів найчастіше заснована на чисельних методах вирішення диференціальних рівнянь.

Сучасні системи інженерного аналізу (або системи автоматизації інженерних розрахунків) (CAE) застосовуються спільно з CAD-системами (найчастіше інтегруються в них, в цьому випадку входять гібридні CAD / CAE-системи).

Також існує термін САПР, який має на увазі CAD / CAM / CAE / PDM системи.

Інструменти CAE дуже широко використовується в автомобільній промисловості. Фактично, їх використання дозволило автовиробникам скоротити витрати і час на розробку продукту, одночасно підвищуючи безпеку, комфорт і довговічність вироблених ними автомобілів. Здатність CAE до прогнозування досягла такого рівня, що велика частина перевірки проекту тепер виконується з використанням комп'ютерного моделювання (діагностики), а не фізичного тестування прототипу. Надійність CAE заснована на всіх належних допущених в якості вхідних даних і повинна здійснювати ідентифікацію критичних вхідних даних. Незважаючи на те, що в CAE багато досягнень, і метод широко використовується в області розробки, фізичне тестування все ще необхідно. Воно використовується для перевірки та оновлення моделі, для точного визначення навантажень і граничних умов і для остаточного узгодження з прототипом [5].

Результати дослідження. Одним з прикладів компаній, що займається розробкою і впровадженням комп'ютерних технологій і систем інженерного аналізу є корпорація MSC Software [6].

Серед інших можна виділити такі: ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN, ABAQUS та і ін. Про актуальність застосування в навчальному процесі саме САПР SolidWorks, говорить наявність у ній інтегрованих розрахункових модулів сімейства Simulation: власне Simulation (раніше - CosmosWorks); Flow Simulation (CosmosFloworks) і SolidWorks Motion (CosmosMotion) - які дозволяють виконувати складні розрахунки й аналіз проектованих систем на всіх етапах створення автомобіля. А застосування 3D-моделювання вже на початковому етапі проектування, при проведенні проектно-конструкторських і дослідницьких робіт, має незаперечні переваги перед плоским моделюванням (2D) [7].

Сукупність методів і засобів, що реалізують моделювання й оптимізацію виробничих процесів, називають віртуальним виробництвом. На цей час віртуальне виробництво займає істотну частину виробничого процесу (рис.1), дозволяючи вже на стадії проектування технології одержати деталь з оптимальними розмірами, властивостями й собівартістю [8].

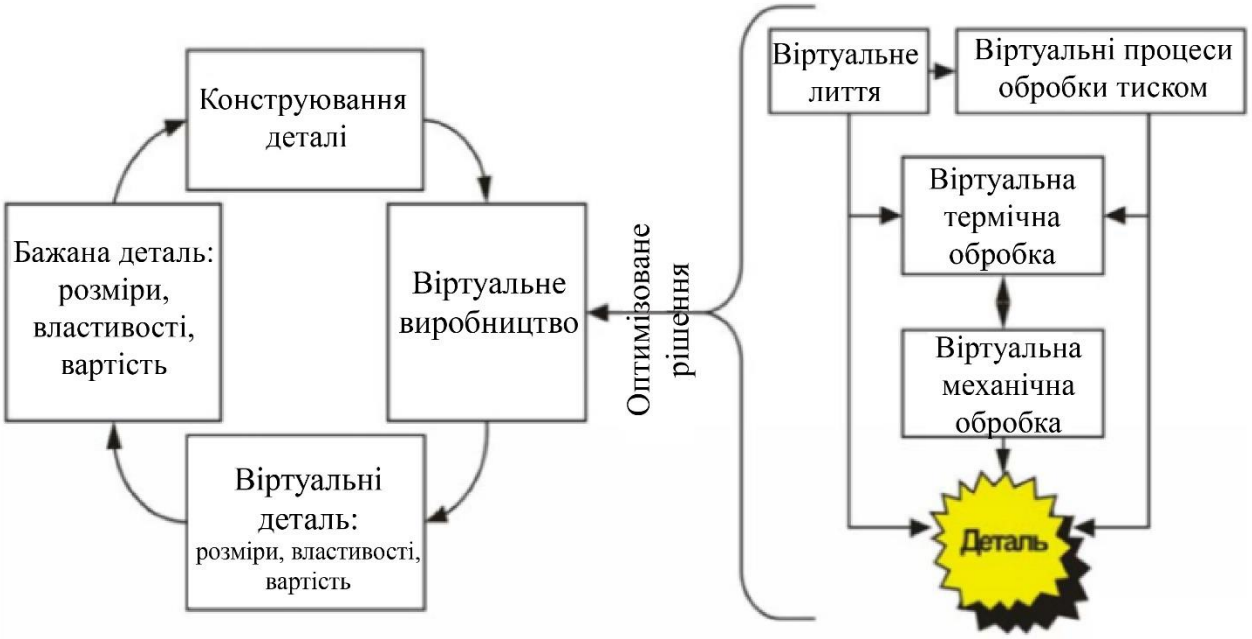


Рисунок 1 – Місце віртуального виробництва в сучасному циклі виготовлення виробів [8]

Щоб забезпечити швидкий і ефективний перехід до промислового виробництва, компанія MSC Software (рис. 2, 3) пропонує унікальне рішення для адитивних технологій - Digimat Additive Manufacturing .

Ці рішення дозволяють провести комплексну розробку деталей із пластиків (включаючи армовані пластики) та металевих сплавів - від композиційного матеріалу і процесу виготовлення методом 3D-друку до характеристик конструкції.

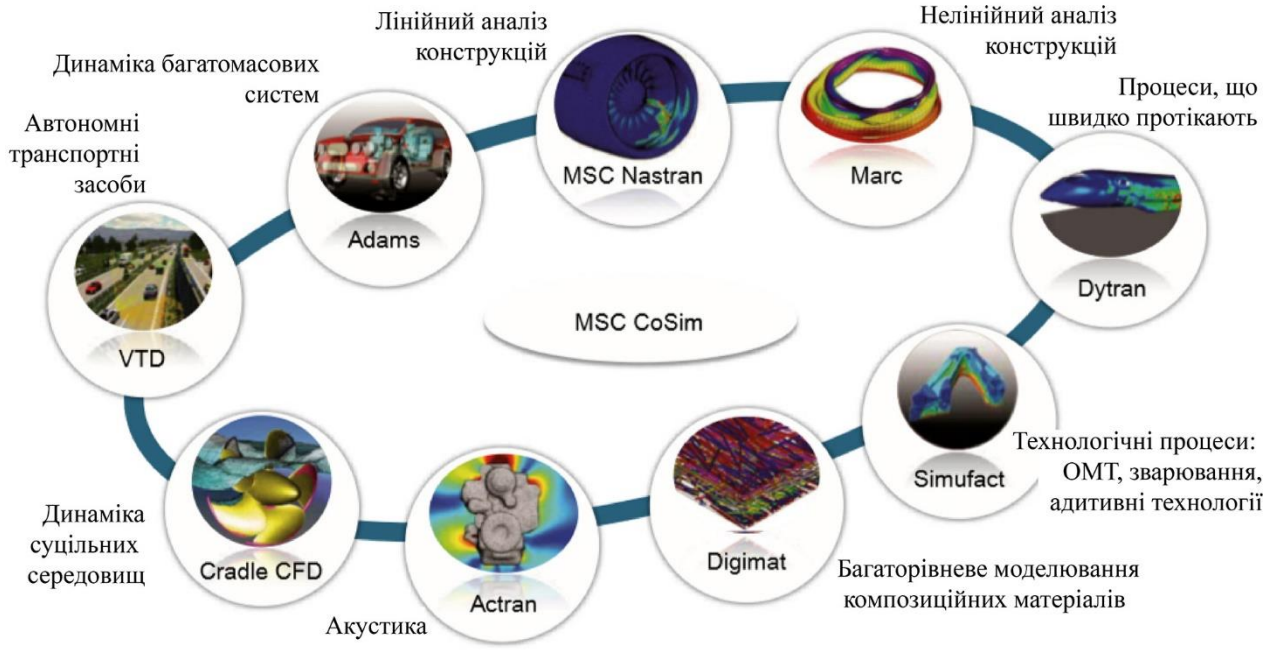
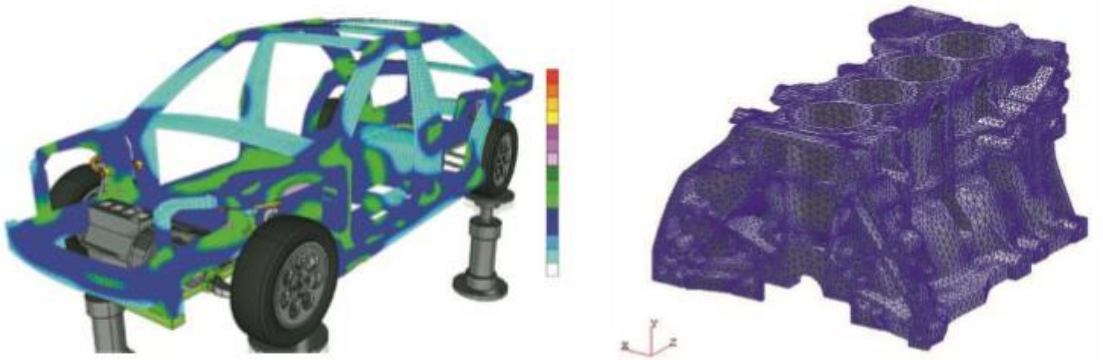


Рисунок 2 – Перелік та взаємозв’язок програмних продуктів корпорації MSC Software [9]

На даний час відомо декілька методів чисельного моделювання процесів деформування і теплопровідності: метод скінченних різниць (FDM - Finite Difference Method), метод скінченних елементів (FEM - Finite Element Method), метод граничних елементів (BEM - Boundary Element Method). Всі вони передбачають дискретизацію простору шляхом накладання сітки [8].



а) б)

Рисунок 3 – Скінчено елементна модель автомобіля (*а*) та кришки блоку циліндрів (*б*) [9]

Загальні уявлення про механіку стружкоутворення при різанні металів коротко характеризуються схемою, наведеною на рис. 4, відмінною особливістю якої є те, що при оцінці процесу стружкоутворення розглядаються властивості матеріалів системи (оброблюваного й інструментального), які най ближче відповідають їх стану у відповідних умовах деформування, руйнування та нагріву, характерних для прийнятих умов різання.

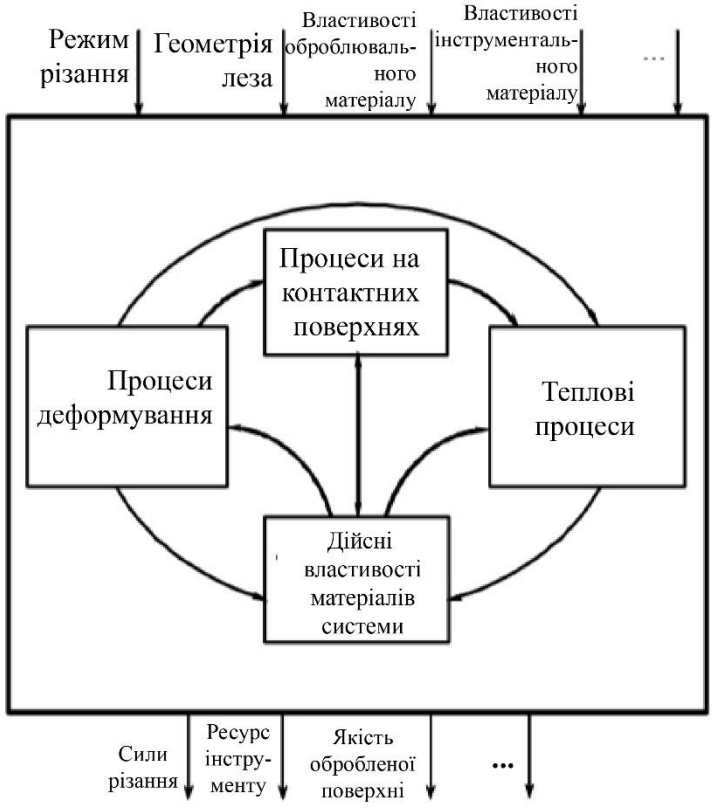


Рисунок 4 – Прийнята фізична модель процесів у зоні стружкоутворення [8]

Систему різання, що моделюється, можна уявити у вигляді сукупності об'єктів, орієнтованих у просторі певним чином відносно один одного і взаємодіючих один з одним (рис. 5).

Рисунок 5 – Умовна узагальнена схема моделі процесу різання [8]

В роботі [10] наведено приклади візуалізації комп'ютерного моделювання процесів різання під час токарної обробки сплавів.

На рисунках 6 - 9 наведені приклади візуалізації комп'ютерного моделювання зроблені за допомогою комп'ютерного пакету LS-DYNA, де вирішена задача симуляції: визначення напружень у різальній частині фрези 3677 GUEHRING, а також мінімальної товщини стінки, що забезпечує стійке стружкоутворення, при фрезеруванні тонкої стінки зі сталі 45. Розрахункова схема й вихідні дані наведені в таблиці 5.9. [8 с. 90] фреза, виконуючи обертальний головний рух із частотою 6000 об/хв, переміщається по нормалі до оброблюваної поверхні заготовки, що являє собою стінку товщиною 4 мм.

СЕ-сітка фрези сформована за допомогою COSMOSWORKS for SOLIDWORKS 2003. Застосування опції згущення СЕ-сітки в областях нерівномірної геометрії дозволило одержати

найбільш густу сітку біля різальних кромок. СЕ-сітка заготовки була побудована за допомогою LS-PREPOST. Співвідношення сторін скінченних елементів заготовки було обране h:l:b=1:6:6, що забезпечує їхню мінімальну кількість.

У результаті реалізації моделі процесу фрезерування кінцевою фрезою GUEHRING 3677 стінки товщиною 4 мм зі сталі 45 було встановлено, що, наприклад, при ширині фрезерування 16 мм мінімальна залишкова товщина стінки, що забезпечує надійне стружкоутворення становить 3,1 мм (рис. 6).

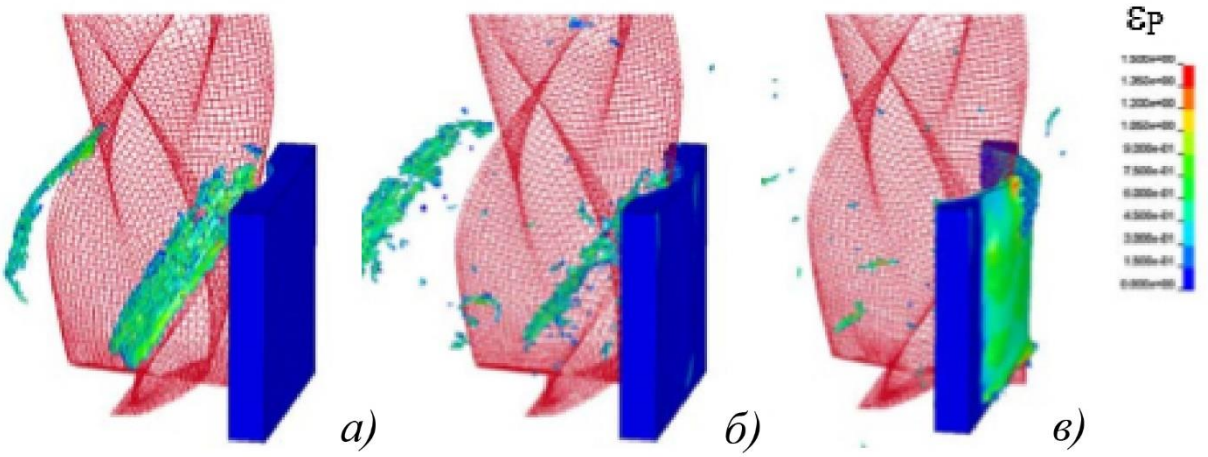


Рисунок 6 – Фрезерування стінки товщиною 4 мм з радіальною подачею. Фреза GUEHRING 3677, ширина фрезерування – 16 мм: поглиблення фрези – 0,8 мм (*а*); поглиблення фрези 2,5 мм (*б*); поглиблення фрези 5 мм (*в*) [8]

Момент різання під час виконання фрезерування наведено на рис. 7.

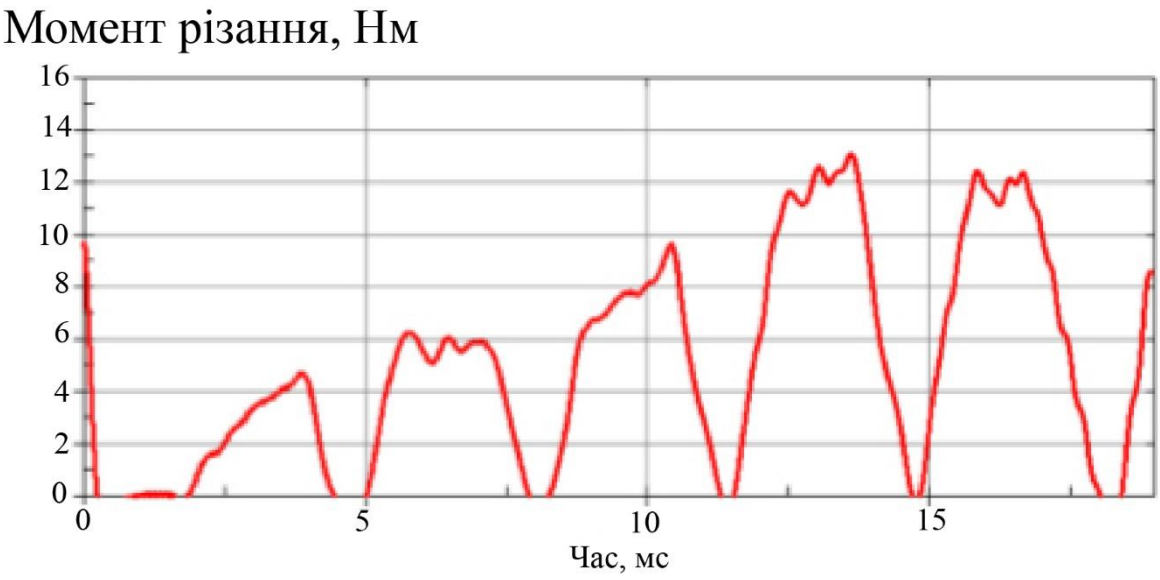


Рисунок 7 – Зміна моменту різання в процесі фрезерування [8]

Розподіл напружень у фрезі наведено на рис. 8,9. Максимальні напруження мають місце в момент часу τ=3,1 мс. Якщо врахувати, що для твердого сплаву DF 460UF границя міцності дорівнює 3700 МПа [11]) , то з великою ймовірністю можна стверджувати, що при дослідженому режимі різання відбудеться поломка фрези шляхом відколу зуба у вершині й руйнування зуба в області кінця стружкової канавки.

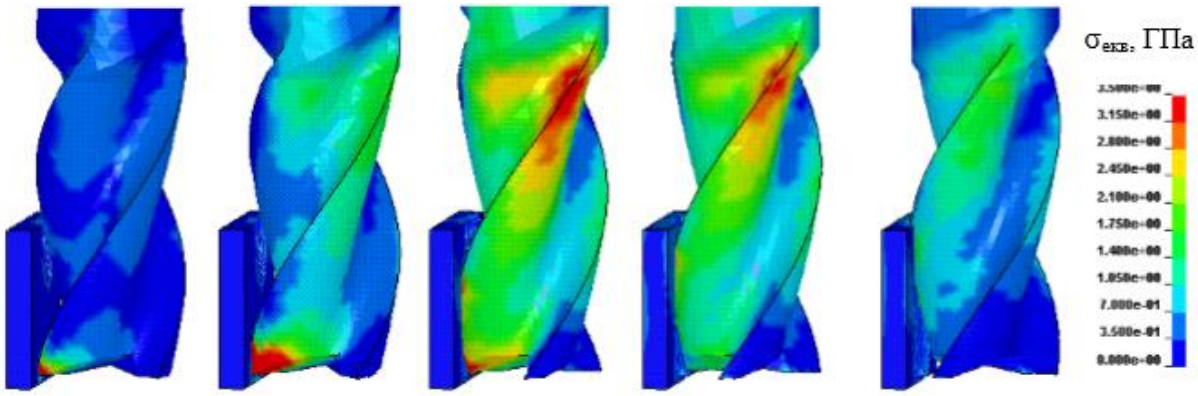


Рисунок 8 – Анімація змінення еквівалентних у тілі фрези [8]

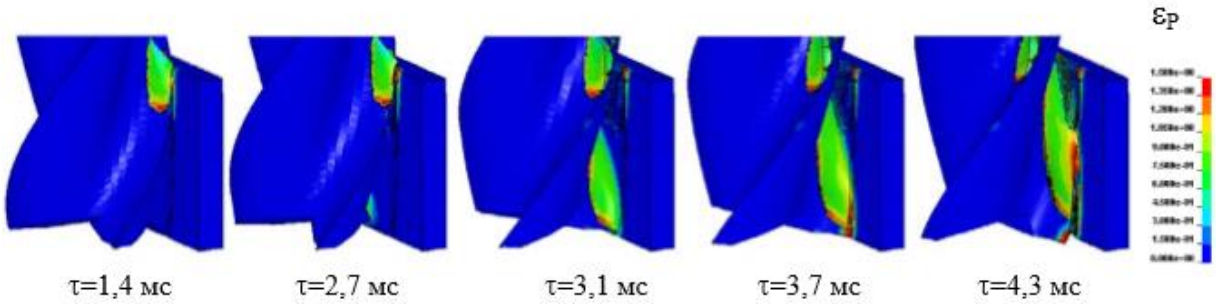


Рисунок 9 – Анімація змінення ефективних пластичних деформацій в одному циклі навантаження леза [8]

На рис. 10 наведено результати власного комп'ютерного моделювання та розрахунків зроблених в пакеті Abaqus. Завдання різних властивостей матеріалу та параметрів механічної обробки (в даному прикладі – точіння) дозволяє отримувати різні розрахункові значення напружень по фон Мізесу та стружку різної форми.

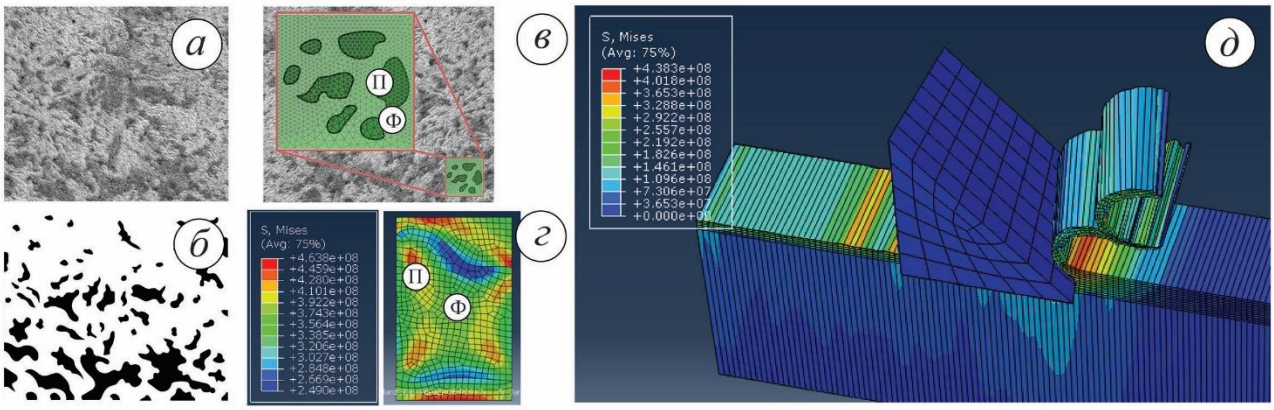


Рисунок 10 – Зовнішній вигляд шліфа з мікроструктурою феритно-перлітної сталі (*а*). Підготовка зображення (б) для «заповнення» її «3D елементами в комп'ютерній програмі, можна використовувати Solid Works та ін.» (Позначення: Ф – ферит, П - перліт) *(в)*. Комп'ютерне моделювання руйнування підповерхневих шарів та утворення стружки (Позначення: Ф – ферит, П- перліт) (*г*). Розрахунок значень напружень фон Мізеса для структурних складових, що входять до складу змодельованої стружки (*д*)

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.

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. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 131 – 143. ISBN 978-966-641-793-3.

3. 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.

4. 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.

5. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Computer-aided engineering. Дата оновлення: 29.05.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_engineering.

6. Hexagon AB. Дата оновлення: 02.0142021. URL: https://www.mscsoftware.com. (Last accessed: 30.03.2021).

7. Методичні вказівки з вивчення дисципліни "Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування" та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби"), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. 62 с.

8. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів: навчальний посібник/ Д. В. Криворучко, В.О. Залога, В.Г. Корбач.- Суми: Вид-во СумДУ, 2009. –208 с. ISBN 978-966-657-273-1.

9. Engineering reality Magazine. Volume XII Winter 2020. P. 55.

10. 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 Міжн. Наук.-техн. інтернет-конф. "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 100 - 109.

11. Belytschko, T. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures / T. Belytschko. – John Wiley & Sons Inc, 2000. – 327 с.

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

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 629.331:004.94

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ДЕЯКІ ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ДИЗАЙНУ ТА РЕСТАЙЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються застосування та провадження інформаційних технологій в автомобільній галузі. Наведено деякий перелік комп'ютерних програм, що застосовуються для 3*Д автотюнінгу.*

The analysis has been continued, the analysis and the systematization of the data have been continued, and the provision of information technologies in the automotive industry has to be taken into account. A number of computer programs have been introduced, which will freeze up for 3D autotuning.

Вступ. Застосування інформаційних технологій в автомобільній галузі відбувається по багатьох напрямках: починаючи від проектування та процесів пов'язаних з виробництвом та закінчуючи експлуатацією автомобілів [1 - 16].

Серед нових галузей, в які додаються інформаційні технології, це дизайн та рестайлінг автомобілів [17 -19].

Зараз серед автовласників, які люблять проводити час в інтернеті, стають популярними комп'ютерні програми з можливістю 3D-тюнінгу.

3D-автотюнінг - це можливість візуалізувати бажане вдосконалення автомобіля. Спочатку софт використовувався в сфері автодизайну для створення зовнішнього вигляду і салону нової марки машини. Зараз кожен автолюбитель може відвідати сайт або встановити на комп'ютер програму з графічним редактором. Створення моделі дозволить прорахувати всі ризики і бути впевненим в кінцевому результаті.

В комп'ютерних програмах для моделювання або на автомобільних сервісах пропонується провести безкоштовний онлайн-тюнінг авто. Завдяки широким можливостям графічного редактора можна створити 3D-модель будь-якої марки машини. Робота з софтом проста і дозволяє навіть новачкам змінити зовнішній вигляд, салон, технічні характеристики автомобіля. З готовою картинкою і розрахунком вартості поліпшень власник транспорту може звернутися до СТО.

Результати дослідження. За допомогою програмного забезпечення або онлайн-сервісу можна дізнатися, як буде виглядати машина з новим салоном, в іншому кольорі, з незвичайним багажником або бампером. У візуалізаторі можна змінити зовнішній вигляд коліс, дисків, підібрати колір тонування фар і стекол.

Модернізований транспорт буде оригінальним, власник зможе брати участь в гонках і виставках. Додатки підходять для дизайнерів, визуалізаторов, фанатів гонок або комп'ютерних ігор. Наприклад, у програмі [18] можна створити прототип автомобіля з таких комп'ютерних ігор як: Burnout Paradise, NFS Underground, FlatOut 2.

Автотюнінг має на увазі не тільки зовнішні зміни, але і поліпшення технічних характеристик. За допомогою стайлінгу власник автомобіля може підвищити потужність або швидкість. Допускається заміна «рідного» двигуна, що дозволить знизити витрату палива, зменшити час розгону.

Комп'ютерні програми для тюнінгу мають різні функції та набір графічних редакторів. У додатку підбирається марка і модель машини, туди також можна додати фото власного автомобіля. У візуалізаторі створюється будь-який образ. Комп'ютерний 3D-автотюнінг включає застосування:

- неонових елементів на двері, дах, в салоні автомобіля;
- фарбування, аерографії, плівкових наклейок, написів;

- пластикових спойлерів, бамперів, накладок на пороги, решіток на радіатор;
- кольорових, світлонакопичувальних дисків;
- дизайнерських повітропроводів, дефлекторів на дах, капот;
- фар різної форми, кольору, з «віями»;
- мультимедіа, акустичної системи, стереосистеми;
- оригінальної центральній консолі, панелі приладів, керма.

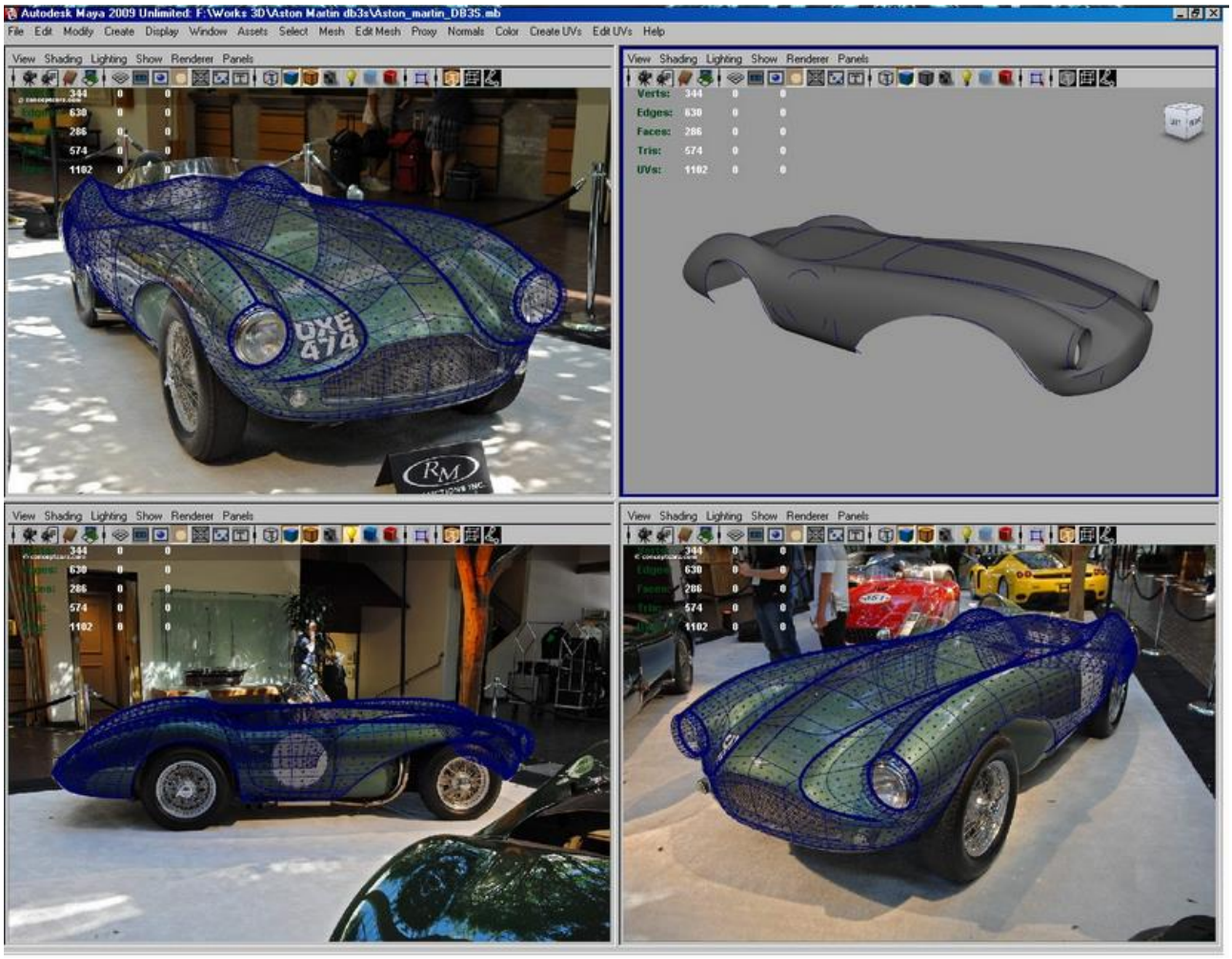


Рисунок 1 – Приклад виконання 3D автотюнінгу онлайн [18]

Онлайн-тюнінг авто зручний тим, що користувачеві не потрібно встановлювати на комп'ютер додаткове програмне забезпечення. Власник сайту сам оновлює редактор, додає нові марки і моделі, стежить за справністю інтерфейсу. Робота на ресурсах безкоштовна, там не потрібна реєстрація. Також на сервісах можна знайти однодумців, поспілкуватися з експертами, взяти участь в змаганнях на кращий дизайн машини.

Просунутим користувачам і автолюбителям підійдуть програми для 3D-тюнінгу авто будь-якої марки, які встановлюються на комп'ютер.

До таких програм відносять: Tuning Car Studio SK2, Como usar Tuning Car Studio, Dimilights Embed, Virtual Tuning 2, Autodesk Maya. Cinema 4D та ін.

Кожен, хто називає себе автовласником, повинен мати в своєму розпорядженні автомобіль, і для того, щоб транспортний засіб мав свою власну унікальність, потрібні тюнінгові деталі. Якщо є можливість, то такі деталі можна власноруч змоделювати у спеціальних комп’ютерних програмах, наприклад, Blender, MeshLab, Google SketchUp, BRL-CAD, K-3D, OpenSCAD, MakeHuman (які є безкоштовними), потім такі деталі можна виготовити за допомогою 3D принтера. Якщо такої можливості не має, то можна звернутись

до фахівців, а деталі для тютітнгу автомобіля, можна придбавати в спеціалізованих магазинах [20].

З розвитком IT технологій цей напрямок буде стрімко розвиватись, скоріш за все, з розвитком систем зв'язку 5G та 6G, а також технологій віртуальної реальності, ця індустрія ще буде більш набувати обертів.

Список використаних джерел

1. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та IT 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. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf (дата звернення: 04.04.2021).

2. 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.

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

4. Павлова Ю.В., Рулєвська 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. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf/ (дата звернення: 04.04.2021).

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 216 – 223

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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 Міжн. Наук.-техн. інтернет-конф. "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 100 - 109.

13. Прохорова Т.В., Колесніков В.О. Перспективи впровадження та застосування технологій штучного інтелекту та Big Data в нових технологічних процесах. І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи». Матеріали. м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р. С. 43 – 46.

14. 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.

15. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування // Матеріали V конференції "Обчислювальні методи і системи перетворення інформації" 4, 5 жовтня м. Львів. С. 147 – 151.

16. Колесников 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 "Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту". 14-15 квітня 2020 року: – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 131 – 143.

17. Como usar Tuning Car Studio - Tuneando un Hyundai Coup. URL: https://www.youtube.com/watch?v=dr8-Sd5eJFg. (дата звернення: 04.04.2021).

18. 3D авто тюнинг: удобные программы для виртуального проектирования. Веб-сайт Avtoshark. Опубл. 12.09.2018. URL: https://avtoshark.com/article/repairs/body-repairs/programmy-dlya-tyuninga-avto-na-pk. (дата звернення: 04.04.2021).

19. 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" (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference "Problems and prospects of automobile transport"). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203. ISBN 978-966-641-793-3.

20. Інтернет-магазин автоаксесуарів Веб-сайт Інтернет-магазин автоаксесуарів. Опубл. 04.04.2021. URL: https://expresstuning.com.ua. (дата звернення: 04.04.2021).

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

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 629.331: 620.178.162: 004.93

Колесніков В.О., к.т.н., доц.; Гаврилюк М.Р., к.т.н., наук. співр.; Балицький О.І., д.т.н., проф.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ ТА РІЗАННЯ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ

Наведено приклади застосування власноруч розробленої комп'ютерної програми, яка здатна допомагати досліджувати продукти різання та зношування.

There are examples of using a self-developed computer program that can help to investigate the products of cutting and wear.

Вступ. В умовах тертя, зазвичай відбувається відокремлення матеріалу, частинки якого називаються – частинками зношування або продуктами зношування. Дослідження частинок зношування, в тому числі і в транспортній галузі та енергомашинобудуванні, є надзвичайно важливим напрямком для більш точного діагностування експлуатаційної надійності вузлів та механізмів [1 - 10]. Наприклад, присутність частинок в змащувальному матеріалі вливає на фізико-хімічні властивості олив, а відтак і на роботоздатність ДВЗ [2, 3]. …

Під час механічної обробки матеріалів за допомогою різальних інструментів відбувається відокремлення їх об'єму. Найбільш поширені технологічні операції це точіння та свердління. Зовнішній вигляд продуктів різання може допомогти у корегуванні технологічних процесів [11 - 15].

Ідентифікація продуктів зношування та різання є актуальною науковою задачею.

Результати дослідження.

Нами розроблена система комп'ютерного зору та програмне забезпечення, що дозволяє ідентифікувати частинки зношування та різання [16 - 18].

Як приклад, застосування напрацьованого матеріалу, можна навести фотозображення частинки зношування та принтскрін діалового вікна комп'ютерної програми (рис. 1).

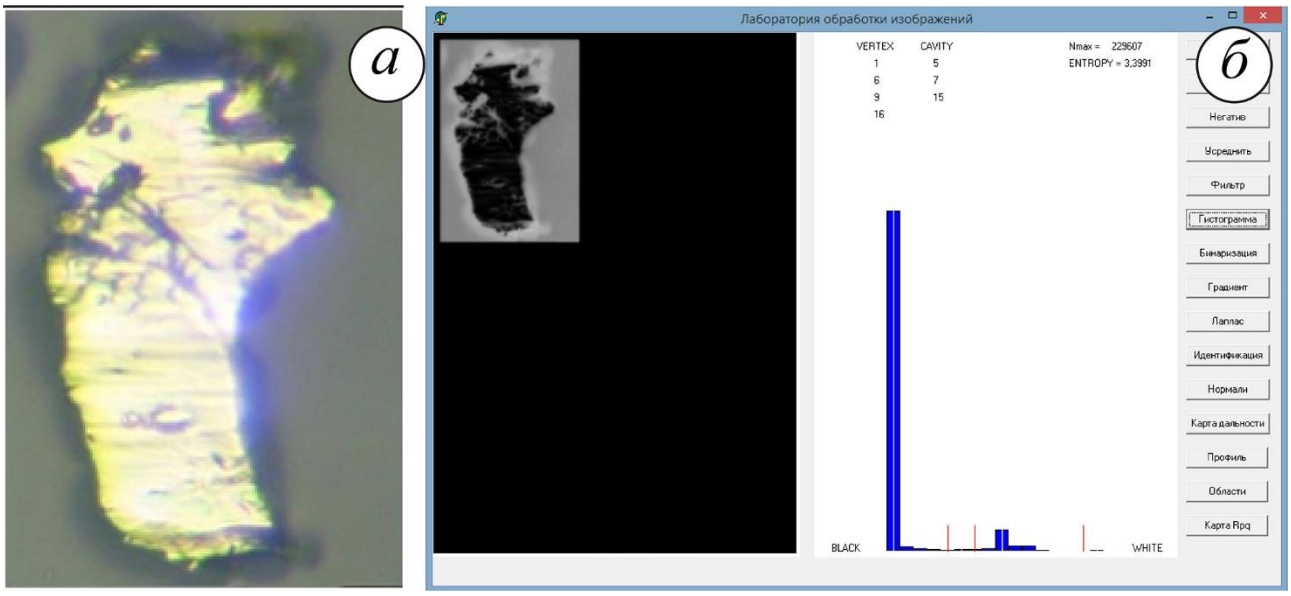


Рисунок 1 – Частинка зношування, сфотографована для дослідження (*а*); один з етапів обробки зображення (побудова гістограм) в розробленій та запатентованій комп'ютерній програмі (*б*) [18].

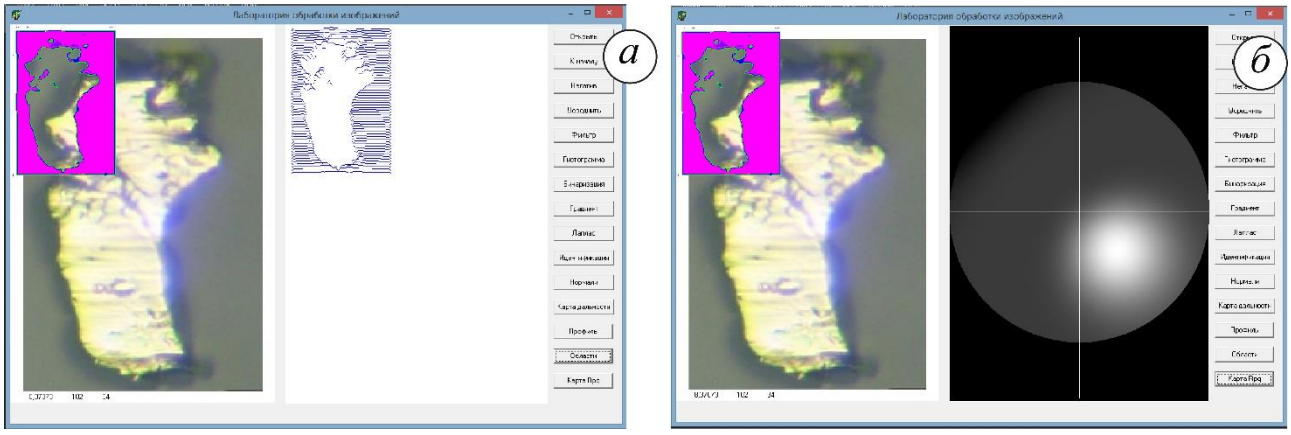


Рисунок 2 – Виділення області для дослідження в частинці зношування (*а*); один з етапів обробки зображення (карта PRG) в розробленій та запатентованій комп'ютерній програмі (*б*) [18].

Розроблена технологія має багато перспектив стосовно подальшого вдосконалення. Це також стосується поєднання отриманого матеріалу зі знаннями, що мають відношення до прикладного матеріалознавства та механіки руйнування. Зародження та поширення тріщин є актуальним напрямком в сучасній науці, якій постійно розширюється та доповнюється новими знаннями. В тому числі і з застосуванням *CAD/CAM/CAE* комп'ютерних систем.

Наприклад, в комп'ютерному пакеті Abaqus є можливість проводити моделювання зародження та поширення тріщин за допомогою методу XFEM (extended finite element method) [19, 20].

Різні умови тертя обумовлюють різни види зношування, а відповідно і механізми руйнування. Саме тому з накопиченням інформації в цій галузі, з'являється можливість мінімізувати інтенсивність зношування та негативні наслідки тертя.

Як ще один з перспективних прикладів, застосування наведеної вище технології, можна навести галузь технічної експертизи (діагностики) та страхування в транспортній галузі, тому що руйнування деталей у вузлах тертя, може супроводжуватись фіксуванням з'явлення частинок зношування, так вважають науковці німецького автобудівного та авіамоторного концерну BMW [21]. Отже, є можливість проведення аналізу отриманих даних, в сукупності з прогнозуванням розвитку руйнівних процесів.

Застосування змащувально охолоджувальних рідин ускладнює фіксування частинок зношування, але подальший розвиток та поєднання різних технологій дозволить більш прецезійніше та надійніше фіксувати продукти зношування. В залежності від властивостей змащувальних рідин та речовин, частинки зношування будуть взаємодіяти з середовищами по різному. Але накопичення інформації стосовно старіння та деградації олив та мастил дозволить з більшою вірогідністю оцінювати працездатність, наприклад, двигуна на цих оливах, терміни їх заміни та підвищенні експлуатаційної надійності систем та механізмів.

Подальший розвиток систем зв'язку 5G, 6G повинен сприяти поширенню технологій дотичних до комп'ютерного зору в онлайн режимі. Це також дозволить розширювати вектор безпеки життєдіяльності шляхом постійного моніторингу та діагностики стану матеріалу деталей та речовин у трибоз'єднаннях.

.

Список використаних джерел

1. Свідерський В.П., Мельничук Л.П., Нараєвський В.С. Підвищення зносостійкості натяжного башмака газорозподільчого механізму автомобіля ВАЗ – 21011 // Вісник Хмельницького національного університету. No5, 2009. С. 51 – 55.

2. Наглюк И.С. Оценка свойств моторных масел при эксплуатации большегрузных самосвалов // Вісник академії транспорту. № 4, 2014. С. 53 - 58.

3. Колесников 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.

4. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of the wear products of austenitic manganese cast irons. Materials Science. Volume 40, Issue 1, January 2004, Pages 78-82. DOI: 10.1023/B:MASC.0000042788.19429.a1.

5. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of wear products of high-nitrogen manganese steels. Materials Science. Volume 45, Issue 4, July 2009, Pages 576-581. DOI: 10.1007/s11003-010-9216-1.

6. Balyts’kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Eliasz, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.

7. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Колесніков В.О. Деякі матеріалознавчі аспекти та морфологія продуктів різання як інформаційні чинники щодо корегування технологічних процесів під час механічної обробки сплавів в енергетичній галузі. *І-ша Всеукраїнська наук.-практ. інтернет-конф. «Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи».* Матеріали. *м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 р.* С. 140 – 144.

8. 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.

9. Балицький О., Колесніков В., Гаврилюк М., Еліаш Я. Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання // 13-й Міжн. симпозіум українськиї інженерів-механіків у Львові. Тез. доповідей. – Львів. 18-19 травня 2017. – С. 189-191.

10. 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.

11. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliasz 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.

12. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliasz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkola Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.

13. 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. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.

14. O.A. Balitskii, V.O. Kolesnikov, A.I. Balitskii, J.J. Eliasz, 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.

15. 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.

16. 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. - № u 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.

17. 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.

18. 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.

19. The extended finite element method (XFEM). URL: https://abaqus-docs.mit.edu/2017/English/SIMACAECAERefMap/simacae-c-engconcxfemoverview.htm. (Last accessed: 05.04.2021).

19.Sharafisafa M., Nazem M. Application of the distinct element method and the extended finite element method in modelling cracks and coalescence in brittle materials // /Computational Materials Science 91 (2014) P.102 – 121.

21. Generic, Optical Car Part Recognition and Detection: Collection, Insights, and Applications // Lukas Stappen, Xinchen 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

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

Балицький Олександр Іванович – д.т.н., професор, провідний науковий співробітник відділу «Міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах», Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, Західнопоморський технологічний університет, Щецін, Польща, e-mail: abalitskii@hotmail.com

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

Hawriljuk Mariya – Cand. Sc. (Eng), Scientist of Department "Strength of materials and structures in hydrogen containing environments" Karpenko Physico-Mechanical Institute of the NAS of Ukraine, e-mail: gavrilukm@ukr.net

Balitskii Alexander – Sc. Dr. (Eng.), Leading researcher of the department "Strength of materials and structures in hydrogen-containing media", Institute of Physics and Mechanics by G. V. Karpenko NAS of Ukraine, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland, e-mail: abalitskii@hotmail.com

УДК 629.331:37.013:004

Колеснікова Є. Б.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ПОВ'ЯЗАНИХ З АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Наведено стислий аналіз можливостей, що можна застосовувати при викладанні дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом.

An analysis of the possibilities has been introduced, so it is possible to fix the disciplines in connection with motor transport.

Вступ. Розвиток сучасного суспільства вимагає при викладанні нових дисциплін пов'язаних з новими даними, застосування сучасних підходів, які можуть бути пов'язані з інформаційними технологіями. Це також стосується і викладання дисциплін пов'язаних з автомобільним транспортом [1 - 5].

Електронна енциклопедія Вікіпедія стверджує, що історія розвитку технологій, або історія вдосконалення методів, процесів і матеріалів, використовуваних в різних галузях діяльності людини - це історія наукового опису способів технічного виробництва; у вузькому - комплекс організаційних заходів, операцій і прийомів, спрямованих на виготовлення, обслуговування, ремонт та/або експлуатацію виробу з номінальною якістю і оптимальними витратами, і обумовлених поточним рівнем розвитку науки, техніки і суспільства в цілому.

Інноваційні технології взаємопов'язані, взаємообумовлені і складають певну дидактичну систему, спрямовану на виховання таких цінностей як відкритість, чесність, доброзичливість, співпереживання, взаємодопомога і забезпечує освітні потреби кожного учня відповідно з його індивідуальними особливостями [6].

Сучасні технології дозволяють молоді стати більш активними учасниками освітнього процесу, а педагогам створювати нові підходи, методи, моделі навчання і виховання. Наприклад, педагог може провести онлайн-опитування на будь-якому етапі лекції для з'ясування рівня засвоєння матеріалу, що вивчається. Процес навчання стає динамічнішим з використанням цифрових підручників, коли студент може скористатися посиланнями на відповідні матеріали або ресурси. Молоді люди можуть шукати відповіді на поставлені запитання, формувати свою позицію, а потім відстоювати її. Онлайн-опитування та інші цифрові інструменти допомагають залучити до навчального процесу всіх учасників, в тому числі інтровертів та не впевнених у своїх силах, що зазвичай не виявляють ініціативу. Онлайн-системи дозволяють регулярно отримувати зворотний зв'язок, в тому числі і відгуки студентів про доступність навчальних матеріалів і завдань. Аналіз даних дозволяє педагогу легко і швидко виявляти труднощі кожного учасника і вчасно надавати допомогу, визначати області, де молоді люди можуть змагатися, а значить легко скорегувати роботу кожного студента або роботу в групі [6].

Результати дослідження. Отже, серед потенційних перспективних пріоритетів в освіті є розвиток, впровадження та застосовування технологій віртуальної і доповненої реальності [7, 8].

Компанія BMW була першою, хто використовував AR в автомобільній промисловості. Відповідно до їхніх аналітиці, було виявлено, що понад 40% споживачів готові платити за продукт, сумісний з доповненою реальністю [7].

Для розробки 3D моделей нових автомобілів, для майбутніх фахівців, необхідно викладати спеціальні дисципліни пов'язані з комп'ютерною графікою.

Компанія Ford розробила спеціальну віртуальну лабораторію, за допомогою якої дизайнери та інженери з усього світу можуть співпрацювати й працювати над одним проектом у віртуальній реальності допрацьовує певні нюанси. Крім того, Ford дозволяє новим співробітникам навчатися за допомогою віртуальної реальності, таким чином скорочуючи можливість помилок при розробці та збірці реальної моделі. Для компанії була розроблена спеціальне середовище «FIVE», яка може взаємодіяти з більшістю програм для проектування. Ефективність роботи VR в компанії підтверджується тим, що з 2013 року Ford постійно нарощує потужності VR в своїй компанії. Виробникам вдалося скоротити травматизм співробітників на 70%, а проблеми з ергономікою на виробництві до 90%.

Деякі з розробників готуються до впровадження доповненої реальності для спрощення ремонту автомобілів. Спеціальні додатки, які будуть представлені користувачам в майбутньому, зможуть спростити самообслуговування вашого автомобіля. Наприклад, якщо вам потрібно замінити масло, перевірити проводку або працездатність двигуна — за допомогою доповненої реальності та додатки на iPhone / iPad ви зможете побачити, які дроти потрібно перевірити, які налаштування завантажити або які дії треба виконати. Такі послуги вже надають Hyundai й Porsche [7].

Рисунок 1 – Приклад ремонту автомобіля з застосуванням технологій віртуальної та доповненої реальності [7]

Досвідчений ігровий художник і захоплений автомеханік-любитель Алек Муді направив свої унікальні знання і вміння на створення Wrench - ігри для віртуальної реальності, присвяченій лагодження автомобілів.

До гри вбудовані розширені настройки відео, за допомогою яких гравці з більш потужним обладнанням отримують доступ до додаткових варіантів візуальної точності відображення.

Віртуальна реальність дає безпрецедентну обізнаність про навколишній простір, дозволяє максимально точно контролювати положення і орієнтацію камери і контролерів руху в поєднанні з дуже малою кількістю сигналів які входять. У звичайному режимі, з іншого боку, є безліч сигналів, що входять від клавіатури і миші, але при цьому немає можливості швидко і ефективно управляти положенням і орієнтацією об'єктів в просторі [9].

Рисунок 2 – Приклад ремонту автомобіля у комп’ютерній грі [8]

Автовиробник Toyota розробила симулятор водіння віртуальної реальності під назвою TeenDrive365. Призначений для використання з Oculus Rift, симулятор дозволяє студентам випробувати керування автомобілем у віртуальній реальності, перш ніж вони відправляться в реальну дорогу. Завдяки реалістичній тривимірній графіці, анімації, шумів і повної імітації дорожнього руху, TeenDrive365 вчить новачків на дорозі бути уважними і уникати будь-яких відволікаючих чинників, таких як текстові повідомлення або спілкування з друзями під час водіння. VR реально показує, що може статися, якщо водії ігноруватимуть правила безпеки. У віртуальному середовищі вони навіть можуть відчути біль від зіткнення з іншою машиною [7].

Також розробка голографічних технологій трансляції може значно розширити можливості в галузі освіти та навчання. Наприклад, розробники Samsung (SAIT) створили прототип голографічного дисплея для показу справжнього об'ємного відео. Фактично Samsung підготувала основу для розвитку мобільно] голографії, яку необхідно банально вдосконалити і довести до комерційного виконання. Інша справа, що до повноцінних голограм, як в «Зоряних війнах» необхідно розвинути індустрію записи, зберігання та передачі голографічного інформації. Але почати можна з малого, впевнені в Samsung. Наприклад, з голографічних меню, що «висять в повітрі» об'єктів для жестового управління [10].

Отже, можемо припустити, що розвиток технологій систем зв’язку 5G, 6G та інформаційних технологій дозволить значно розширити можливості викладання нових дисциплін та цікавої інформації по вже існуючим дисциплінам за рахунок застосування технологій віртуальної та доповненої реальності та інших нових інновацій та впроваджень.

Список використаних джерел

1. 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.

2. 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.

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 Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти». 11-12 листопада 2009 року // Зб. Наук. Праць СНУ. - Частина II. - Луганськ. - 2009. – С. 259 - 261.

4. 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.

5. 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” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 190 – 203. ISBN 978-966-641-793-3.

6. 6. Плюсы и минусы использования современных технологий в образовании: Веб-сайт. Опубл. 12.09.2018. URL: https://industryart.ru/plyusy-i-minusy-ispolzovaniya-sovremennyx-texnologij-v-obrazovanii. (дата звернення: 30.03.2018).

7. Софія Старк. Віртуальна і доповнена реальність в автомобільній промисловості. ilounge.ua: Веб-сайт. Опубл. 13.07.2020. URL: https://ilounge.ua/review/virtualnaya-i-dopolnennaya-realnost-v-avtomobilnoj-promyshlennosti (дата звернення: 07.07.2021).

8. Создание реалистичного ремонта авто в VR-симуляторе. UE4 Daily: Веб-сайт. Опубл. 15.04.2019. URL: https://ue4daily.com/blog/wrench-vr-realistic-repairs-in-the-race-car. (дата звернення: 07.07.2021).

9. Making realistic repairs in the race car mechanic simulator Wrench. unrealengine.com: Веб-сайт. Опубл. 06.03.2019. URL: https://www.unrealengine.com/en-US/developer-interviews/making-realistic-repairs-in-the-race-car-mechanic-simulator-wrench (дата звернення: 07.07.2021).

10. Геннадий Детинич. Как в «Звёздных войнах»: Samsung создала прототип компактного голографического дисплея. 3DNews - Daily Digital Digest : Веб-сайт. Опубл. 03.11.2020. URL: https://3dnews.ru/1025149/kak-v-zvyozdnih-voynah-samsung-sozdala-prototip-kompaktnogo-gologra ficheskogo-displeya (дата звернення: 07.07.2021).

Колеснікова Єлизавета Борисівна – магістр, випускник ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», викладач ДЗ «84 школа ім. Йосафати Гордашевської», м. Львів, e-mail: kladova@ukr.net

Kolesnikova Iylizaveta – Master, a graduate of the Taras Shevchenko National University of Luhansk, a teacher at the 84th School named after Josaphaty Hordashevska», Lviv, e-mail: kladova@ukr.net

УДК 629.3.017

Колодницька Р. В., к.т.н., доц.

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА ТА ВОДНЮ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Розглянуті пробеми і перспективи як використання водню в автомобілях з паливними комірками, так і використання дизельного біопалива в ДВЗ автомобільного транспорту.

Problems and prospects of both the use of hydrogen in cars with fuel cells and the use of biodiesel in the internal combustion engine of motor transport are considered.

Вступ. Кількість електричних транспортних засобів на паливних комірках (Fuel cell electric vehicles, FCEV) в Європі зростає еспоненціально і очікується, що воднева інфраструктура суттєво збільшиться протягом кількох наступних років.

Нещодавнє збільшення виробництва було оголошено автовиробниками (Toyota, Hyundai [2]) та виробниками стеків паливних комірок, що становить понад 3,7 млн. FCEV еквівалентів на рік до 2030 р. [1]. Компанія Hyundai (HMG) планує виробляти 700 000 систем паливних комірок щорічно до 2030 року, включаючи 500 000 одиниць для FCEV. Відповідно до «FCEV Vision 2030», HMG разом з постачальниками планує створити 51 000 робочих місць до 2030 року по виробництву систем з паливними комірками [2].

Кілька європейських країн ініціювали національну політику впровадження водневих технологій на ринок протягом наступних кількох десятиліть. Європейська комісія планувала, що водень може становити 32% європейського палива в 2050 році, і чистий водень відіграватиме ключову роль у нещодавно оголошеному Європейському зеленому курсі [1]. До 2030 р. в Європі планується відкрити до 4500 водневих заправних станцій [1].

Це збільшення підвищить критичність якості водню на станціях, що заправляють водень, оскільки FCEV мають суворі вимоги щодо якості водневого палива. Тринадцять газоподібних забруднень та твердих частинок повинні контролюватися відповідно до міжнародних стандартів. Ці забруднення можуть зменшити термін служби паливних елементів [1]. Відповідно до Європейської директиви про інфраструктуру альтернативних видів палива (AFID) 2014/94 / EU, існує потреба, щоб водень, що подається до FCEV, був відповідної якості, що безпосередньо стосується EN 17124 [1]. Для користувачів та виробників FCEV, а також або постачальників водню важливо забезпечувати точність вимірювання домішок у водневому паливі.

В роботі [1] показано два порівняння: перше двостороннє порівняння між двома системами відбору проб (H2 Qualitizer) та (“H2 Система відбору проб” Air Liquide) та міжлабораторне порівняння між NPL та Air Liquide щодо тестування якості водневого палива відповідно до EN 17124. Як показано в [1] дві системи відбору проб показали еквівалентні результати для всіх забруднень для проб на станціях заправки воднем 70 МПа [1].

В той же час в Європі існує ще багато транспортних засобів (ТЗ), які працюють на нафтовому паливі, і використання дизельного біопалива (біодизеля), як замінника дизельного палива в ДВЗ все ще актуальне. Властивості дизельного біопалива, а також особливості його розпилення, випаровування та згорянняя детально проаналізовані в монографіях [3,4]. В останні роки спостерігається тенденція використання чистого біодизельнього палива в автобусах міського призначення. Біопаливо, що виготовлене з рослинної олії, що була у вжитку, а також з залишків тваринного жиру, використовується у 9 500 автобусах Лондона. Близько 55 мільйонів чашок кави випивається у Великобританії в день. 2,55 мільйона чашок кави потрібно для того, щоб створити достатню кількість біопалива для запуску лондонського автобуса протягом року після змішування біопалива з дизельним паливом (B20) [5].

На жаль, в Україні біодизельне паливо не використовується, хоча воно йде як домішка від 5 до 10% до дизельного палива в багатьох країнах світу. Наприклад, така відома компанія, як British Petroleum, не продає дизельне паливо без домішок біодизельного палива.

Ціль цієї роботи - виявити проблеми і описати перспективи використання водню і дизельного біопалива в автомобільному транспорті.

Результати дослідження.

1. Транспортні засоби, що працюють на паливних комірках (елментах).

1.1 ТЗ, що працюють на водні з використанням паливних комірок.

Першим автомобілем на водневих паливних комірках, що був випущений комерційно, був легковий автомоібль Toyota Mirrai. В 2007 році Honda стала першою компанією у світі, що почала масовий випуск автомобілів з водневим двигуном - Honda FCX Clarity. Автомобілі, шо працюють на водні використовують тип паливної комірки, яку називають протонно-обмінною мембраною PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell). PEMFC - це низькотемпературний тип паливних елементів, що використовували в космосі компанією General Electric, США [6].

В Житомирській політехніці [7] спроектовано автомобіль на водневих паливних комірках PEM з максимальною потужністю 51 кВт, використовуючи програму Advisor MATLAB. Випробування автомобіля на паливних комірках за міським циклом (CYC_UDDS) з ухилом дороги 1,5% (кількість циклів 3) показано на рисунку 1.

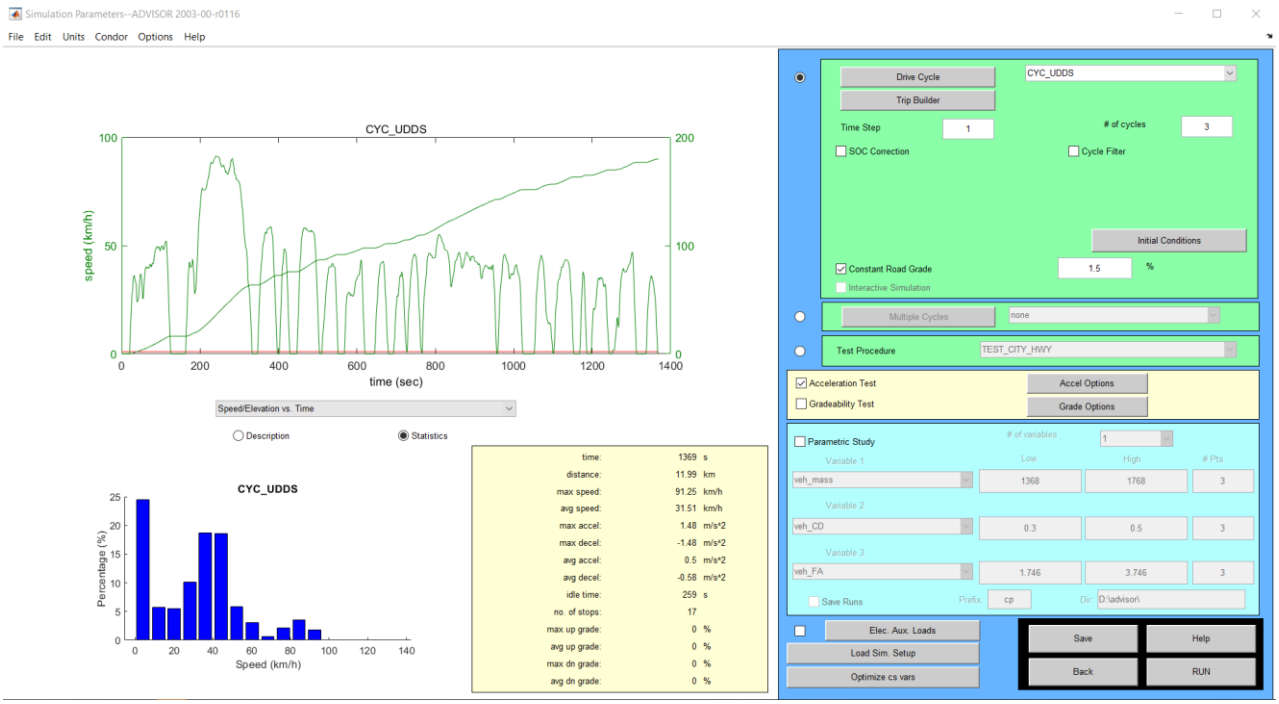


Рисунок 1 - Тестування автомобілю з водневими паливними комірками за міським циклом

Як відомо, однією із основних переваг роботи ТЗ на паливних комірках з використанням водню є нульові викиди відпрацьованих газів.

При порівнянні електричних транспортних засобів, що працюють від зарядки і транспортних засобів з паливними коміркам (FCEV), що працюють на паливних комірках з використанням водню, можна відмітити, що FCEV мають переваги при перевезеннях на великі відстані і також малий час заправки паливом (біля 3 хвилин). Для крупногабаритних ТЗ великого радіусу дії FCEV, будуть дешевшими, ніж електричні транспортні засоби. Отже, такі компанії, як Scania, Toyota, Renault, Daimler, NIKOLЛ, KENWORTH, HINO, Foshan випускають вантажівки або автобуси, що працюють на паливних комірках. Звичайно, для того щоб заправити ТЗ воднем, потрібна воднева інфраструктура, яка все ще відсутня в Україні.

В 2018 році в Японії пройшов сертифікацію перший автобус на паливних екомірках компанії Тойота з використанням водню. Продажі цього автобуса, що має назву «Sora» почалися в цьому ж році. Компанія планує, що біля 100 автобусів будуть введені у дію, головним чином в районі Токіо [8]. В таблиці 1 показана технічна характеристика автобуса «Sora» з паливними комірками, що працює на водні.

Таблиця 1 – Технічна характеристика автобуса «Sora» компанії Toyota [8]

Транспортний засіб	Назва	Sora
	Довжина / ширина / висота	10 525 / 2 490 / 3 350 мм
	Місткість (сидячі, стоячі місця і водій)	79 (22+56+1)
Стек FC	Назва (тип)	Toyota FC Stack (твердий полімерний електроліт)
	Максимальна потужність	114 кВт × 2 (155PS × 2)
Двигун	Тип	Синхронний, змінний струм
	Максимальна потужність	113 кВт × 2 (154PS × 2)
	Максимальний момент	335 Н×м × 2 (34,2 кгс·м× 2)
Резервуар для водню високого тиску	Кількість резервуарів (номінальний робочий тиск)	10 (70 МПа)
	Внутрішній об'єм бака	600 літрів
Акумулятор	Тип	Гідрид нікель-металу
Зовнішня система електропостачання		9 кВт/ 235 кВт×год

1.2 ТЗ, що працюють з використанням твердооксидних паливних комірок (SOFC).

Твердооксидні паливні комірки (SOFC) - це різноманітне сімейство паливних комірок, засноване на ідеї, що при високій температурі теплові коливання іонів на межі розділу електроліт / реагент / продукт призводять до енергійного обмінного струму в рівновазі та до великої провідності іонів у вибраній робочій точці.

Компанія Nissan працює над створенням автомобіля з використанням SOFC, починаючи з 2016 року, коли було оголошено про e-Bio Fuel Cell system (e-Bio FCS). e-Bio FCS - система паливних елементів, яка генерує електроенергію з біоетанолу для живлення автомобіля [9]. e-Bio FCS включає стек SOFC та бортовий риформер для перетворення 100% етанолу або води із сумішшю етанолу (55% води, 45% етанолу) у водень. Компанія Nissan планувала комерціалізацію цієї технології в 2020 році [9]. Суть даної технології заключається в тому, що реформатор виробляє водень з біоетанолу, а стек SOFC виробляє електроенергію в результаті реакції між воднем та киснем (повітрям). Вироблена електроенергія зберігається в бортовій батареї, яка подає електроенергію до електродвигуна для керування автомобілем. Тепло, яке утворюється під час виробництва електроенергії, використовується повторно для виробництва водню. SOFC відрізняється високою ефективністю виробництва електроенергії і може використовуватися приблизно на такі самі крейсерські відстані, як звичайні транспортні засоби з ДВЗ.

Паливні комірки SOFC мають лише викиди CO_2. Цей тип паливних комірок може працювати на тільки на дизельному паливі та бензині, а також на стисненому газі (SNG), пропан-бутані (Liquid petroleum Gas, LPG), водні, біогазі (e-Gas), етанолі і метанолі. Також в

паливних комірках SOFC можна використовувати відновлювальне дизельне паливо. Властивості відновлювального дизельного палива показані в роботі [10].

Використання біодизельного палива для ТЗ.

Дизельне біопаливо або біодизель використовується як замінник дизельного палива в автомобільному транспорті з ДВЗ. Недоліком цього палива можна вважати підвищену в'язкість у порівнянні з дизельним паливом, що спричиняє ряд проблем з розпиленням палива. В той же час застосування біодизелю в ДВЗ зменшує викиди частинок і особливо канцерогенів. Проблеми глобального потепління спонукають світові енергетичні компанії додавати біодизельне паливо до дизельного. Отже, виробництво біодизельного палива налагоджено у всьому світі. Так, управління енергетичної інформації США оприлюднило свій щорічний звіт про виробничі потужності біодизельних заводів, що містить дані для всіх діючих біодизельних заводів США станом на 1 січня 2020 року, що показано в таблиці 2. Дані вказують на незначне зниження виробничих потужностей з 2,563 млн галонів на рік в 2019 році до 2,514 млн галонів на рік в 2020 році (падіння на 2%).

Таблиця 2 –Річне виробництво біодизельного палива у США (на 1 січня, 2020) [11]

Район PAD	Кількість заводів	Виробництво 2020		Виробництво 2019	
		Млн галонів/рік	Млн барелів/день	Млн галонів/рік	Млн барелів/день
PADD 1	17	179	12	197	13
PADD 2	42	1500	98	1474	96
PADD 3	16	612	40	628	41
PADD 4	1	-	-	40	3
PADD 5	15	223	15	224	15
Разом	91	2514	164	2563	168

Україні було б вигідно використовувати вироблене в країні біодизельне паливо, як домішку до дизельного палива, або ж використовувати біодизельне паливо в чистому вигляді для автобусів і тракторів з ДВЗ. На жаль, вирощений в Україні ріпак йде на продаж в європейські країни, які потім виготовляють з нього біодизельне паливо [3,4].

З розвитком паливно-комірчаних технологій, біодизельне паливо має нову перспективу використання для автомобілів з паливними комірками типу SOFC. Так в роботі [12] вивчали процеси, які слід враховувати для внутрішнього риформінгу етанолу. Ці процеси включають: (1) концентрацію водню (менший вміст водню в риформованому паливі та концентрацію поляризації по всій товщині анода), (2) внутрішній риформінг (хімічна каталітична активність щодо риформінгу палива) та (3) коксування (осадження твердого вуглецю, який може блокувати активні ділянки риформінгу або електрохімічні каталізатори). Розділення цих процесів сприятиме розвитку архітектури паливної комірки та каталітичних композицій для внутрішнього риформінгу етанолу [12].

Звичайно процеси, що відбуваються в паливних комірках достатньо складні. Так, в роботі [6] відмічено, що в паливній комірці SOFC зі звичайно підібраним електролітом, що стабілізований ітрієм диоксиду цирконію, робоча температура 1000° С призводить до хорошої провідності іонів [6]. Однак ця температура призводить до дуже швидкої реакції, якщо відбувається анодне реформування, і в багатьох випадках результатом є надмірне термічне напруження керамічного електроліту, тому необхідно використовувати звичайні риформери. Як наслідок, з'явився клас середньотемпературних SOFC на основі альтернативних керамічних композицій, причому температура 500°С була досягнута використанням металевого /керамічного паливним елементу компанією „Ceres", створеною Імперським коледжем Лондона (Imperial College London) [6].

Українські вчені також займаються дослідженнями паливних комірок SOFC, в яких можна використовувати, як паливо для автомобілів не тільки водень, але й інші палива, як біогаз, дизельне біопаливо та ін. Такі комірки, на основі цирконію, розроблені в Інституті

проблем матеріолознавства ім. Францевича, м. Київ (Frantcevych Institute for Problems of Materials Science.Lab. for Ceramic Fuel Cells) [13].

Таким чином, водень, як паливо, можна рекомендувати для використання у вантажівках та автобусах з паливними комірками. Використання біодизельного палива доцільно використовувати у автобусах міст. Використання біодизеля у твердооксидних паливних комірках (SOFC) потребує додаткових досліджень.

Список використаних джерел

1. Bacquart T., Moore N. , Storms W., Chramosta N., Morris A., Murugan A., Gozlan B., Lescornez Y., Férat S., Pinte G., Carréd M. Hydrogen fuel quality for transport –First sampling and analysis comparison in Europe on hydrogen refuelling station (70 MPa) according to ISO 14687 and EN 17124. // Fuel Comminication. V. 6. March 2021. 100008.

2. Hyundai motor group reveals ‘FCEV vision 2030. Дата оновлення: 11.12.2018. https://www.hyundai. news/eu/brand/hyundai-motor- group- reveals- fcev- vision- 2030 (дата звернення 9.04.2021).

3. Колодницька Р.В. Розпилювання дизельного палива та біопалива у двигунах внутрішнього згоряння: монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2017. – 210 с.

4. Колодницька Р.В. Процеси випаровування та згоряння дизельного біопалива у двигунах внутрішнього згоряння: монографія. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 192 с.

5. London buses to be powered by coffee. Дата оновлення 19.11.2017. URL: https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-london-42044852. (дата звернення 9.02.2021).

6. Frederick J. Barclay. Fuel Cells, Engines and Hydrogen – An Exergy Approach. © 2006 John Wiley & Sons, Ltd. P. 200.

7. 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.

8. Toyota Launches Production Model "Sora" FC Bus. Дата оновлення: 28.03.2018. URL:https://global.toyota/en/newsroom/corporate/21863761.html (дата звернення 9.04.2021).

9. e-Bio Fuel-Cell. A fuel cell system that generates electricity from bioethanol to power a vehicle. Дата оновлення 28.03.2018. URL: https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/e_bio_fuel_cell.html (дата звернення 1.04.2021).

10. Колодницька Р.В., Кравченко О. П. Відновлювальне дизельне паливо та синтетичне паливо як альтернатива для дизельного палива. //Вісник Житомирського державного технологічного Університету – 2019. – № 1 (83). Технічні науки. – С. 3– 11.

11. U.S. Biodiesel Plant Production Capacity. Дата оновлення 23.10.2020. URL: https://www.eia.gov/biofuels/biodiesel/capacity/(дата звернення 9.04.2021).

12. LBNL, Nissan researchers explore ethanol internal reforming in SOFCs for vehicle applications. Дата оновлення 27.01.2020. URL: https://www.greencarcongress.com/2020/01/20200127-mssofc.html (дата звернення 1.04.2021).

13. 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.

Колодницька Руслана Віталіївна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет Житомирська політехніка, e-mail: ruslanakolod2017@gmail.com

Kolodnytska Ruslana – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: ruslanakolod2017@gmail.com

УДК 656.017:656.025.2

Корнікова К. М.; Ільченко А. В., к.т.н., доц.; Шумляківський В. П., к.т.н., доц.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРОЛЕЙБУСНОГО ТРАНСПОРТУ В ДЕЯКИХ МІСТАХ УКРАЇНИ

Проведено аналіз розвитку тролейбусного транспорту обласних центрів України (м. Житомир, м. Рівне, м. Тернопіль, м. Чернігів) та найбільшого міста за кількістю населення Київської області – м. Біла Церква. Доведено схожість підходів щодо розвитку даного виду транспорту у вказаних містах.

Analysis of the development of trolleybus transport in Ukrainian regional centers (Zhytomyr, Rivne, Ternopil, Chernihiv, the largest city in terms of population of Kyiv region - Bila Tserkva) was conducted. The similarity of approaches to the development of this transport in these cities is proved.

Вступ. В Україні багато міст, які мають дуже схожі характеристики за кількістю населення, площею, географічними параметрами тощо. На стан навколишнього середовища, особливо в населених пунктах, впливає багато факторів. Відомо, що одним із основних негативних впливів на середовище має транспорт. Найбільшу кількість токсичних речовин у повітрі, на ґрунті, в стічних водах та воді водойм можна спостерігати в містах з великою концентрацією транспорту.

Одним з найкращих шляхів вирішення питання запобігання забрудненню міст від транспорту в Україні та країнах світу людство вважає відмову від транспорту з двигунами внутрішнього згоряння (особливо з дизельними) та перехід на електричний транспорт. При цьому також потребує розвиток альтернативний екологічний транспорт.

Результати дослідження. Для аналізу, порівняння процесів розвитку та теперішнього стану тролейбусного транспорту міст України обрано обласні центри (м. Житомир, м. Рівне, м. Тернопіль, м. Чернігів) та м. Біла Церква, як найбільше за кількістю населення в Київській області. На погляд авторів вони є найбільш характерними для України за наступними характеристиками: радіальне розташування вулиць, мають площі від 60 до 80 км^2, кількість населення від 209 до 287 тис. чол., наявність, поряд з іншими видами, тролейбусного транспорту (табл. 1). В зв'язку з цим можна очікувати однаковість підходів щодо розвитку громадського електротранспорту в них, а також врахувати переваги та недоліки в подальшому розвитку електротранспорту вказаних та аналогічних міст України.

Таблиця 1 – Основні характеристики міст, що порівнюються [1-9]

Місто	Площа, км^2	Кількість населення, чол.	Щільність населення, чол./км^2	Кількість автобусних маршрутів	Кількість тролейбусних маршрутів	Довжина контактної мережі, км	Кількість тролейбусів
Житомир	61	264 318	4 333	30	14	100,2	122
Рівне	64	246 003	3 844	26	9	60,8	88
Тернопіль	72	223 462	3 104	33	10	86,3	61
Чернігів	79	286 899	3 632	31	11	110,5	103
Біла Церква	67,84	209 238	3 084	18	7	44	25

У м. Житомир основні вулиці розташовано радіально в шести напрямках, а в центрі міста вони у більшості випадків перпендикулярні одна до одної (рис. 1). Розташування міста

компактне, що дає змогу створювати як маятникові маршрути, так і кільцеві. Тролейбусна мережа розвивалася з початку 1960-х років. За ці роки відбулося багато змін, проводилися зміни маршрутів, монтаж (демонтаж) ліній. Контактна мережа радіально розташувалася основними вулицями міста: Великій Бердичівській, Леха Качинського, Чуднівській, Перемоги, Покровській, Київській, Вітрука, Корольова, Сергія Параджанова, Вокзальній, Селецькій, Івана Гонти, Космонавтів, Шевченка, Дмитра Донцова, Фещенка-Чопівського, Михайла Грушевського, Малій Бердичівській, Східній, проспекту Незалежності. Таке розташування дає можливість сполучати околиці міста з центром. Маршрути обрано таким чином, щоб максимально сполучати віддалені райони міста, що створює зручності при користуванні даним видом транспорту. Для перевезень пасажирів без заїзду в центр в місті наявні кільцеві маршрути №1А «Вокзал – Центр – Смолянка – Вокзал» та №1Б «Вокзал – Смолянка – Центр – Вокзал». Це маршрути з однаковими шляхами, але з протилежним напрямком руху, що зменшує час проїзду з одного району міста до іншого, оскільки є можливість проїхати лише необхідну коротку частину маршруту. Обидва маршрути вигідно розташовані, оскільки об'єднують центральні навантажені ділянки міста, місця прибуття (відправлення) та транзиту пасажирів: автовокзал, залізничний вокзал, торгові центри, продовольчій та речовий ринки, центр міста тощо.

Останнім часом тролейбусний парк м. Житомир активно оновлюється. Очікується завершення надходжень 50 замовлених тролейбусів – АКСМ-321 білоруського виробництва. Запланована побудова контактної мережі по вул. Героїв Пожежних та виготовлення проектно-кошторисної документації для будівництва тролейбусної лінії по Київському шосе до індустріального парку та міжнародного аеропорту. Це дозволить краще зв'язати віддалений район Мальованка і прилегле географічно смт. Глибочиця екологічним транспортом з інфраструктурою міста.

До активного впровадження і розвитку тролейбусного транспорту в місті достатня увага приділялася міському трамваю. В місті існувало 5 ліній: Бердичівська, Київська, Чуднівська, Вільська та Московська. На сьогоднішній час залишилась лише одна лінія «Центр-Льонокомбінат». Такі зміни пояснюються більш активним розвитком тролейбусного транспорту в місті, який поступово витісняв трамвайний транспорт.

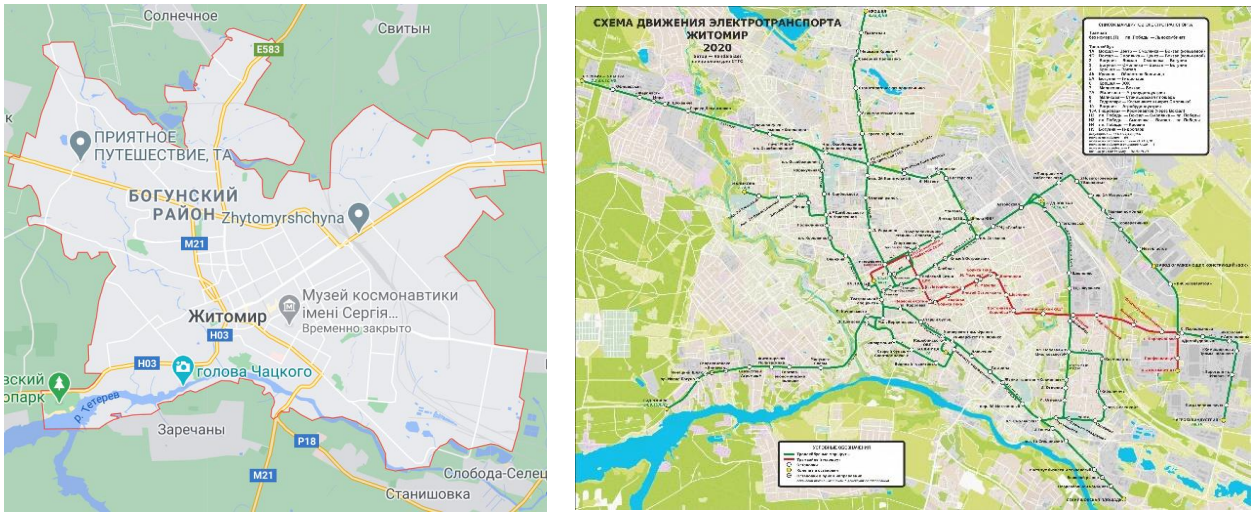


Рисунок 1 – Карта м. Житомир та схема його тролейбусних маршрутів [10,11]

В м. Рівне з 1974 року спостерігається сталий розвиток тролейбусного транспорту, збільшується кількість ліній та рухомого складу. В місті також прийнято радіальне розташування тролейбусних маршрутів по вулицях, рух тролейбусів відбувається в семи напрямках. Але, аналіз карти міста і схеми тролейбусних маршрутів показує незадіяні головні вулиці: В'ячеслава Чорновола, Рівненська, Київська (до зоопарку), Князя Володимира, Дубенська (до аеропорту), Романа Шухевича (рис. 2.). Контактну мережу розміщено на

центральних вулицях Соборна, Київська та поширено на вулицях Данила Галицького, Віденська, Академіка Грушевського, Льонокомбінатівська, Генерала Безручка, Гагаріна, Княгині Ольги, Степана Бандери, Небесної Сотні, Дубенська, Коцюбинського, Острозького, Макарова. Особливістю контактної мережі м. Рівне є те, що вона виходить за географічні межі міста. По національній автомобільній дорозі державного значення Н22 вона з'єднує місто з Рівненським заводом високовольтної апаратури. Це виправдано великим потоком пасажирів в робочі дні тижня. Трамвайна мережа в місті відсутня, але розвиваються інші види електротранспорту: в 2016 році було придбано дуобус АКСМ 43303А. Він має автономний хід, що забезпечується за допомогою дизель-генератора та асинхронного двигуна змінного струму. Також протягом 2017-2018 років в експлуатацію введено тролейбуси Дніпро Т203 в кількості 12 одиниць (на 01.01.20.) з автономним ходом. На перспективу планується купувати щорічно 3-4 нових тролейбуси, щоб постійно оновлювати рухомий склад.

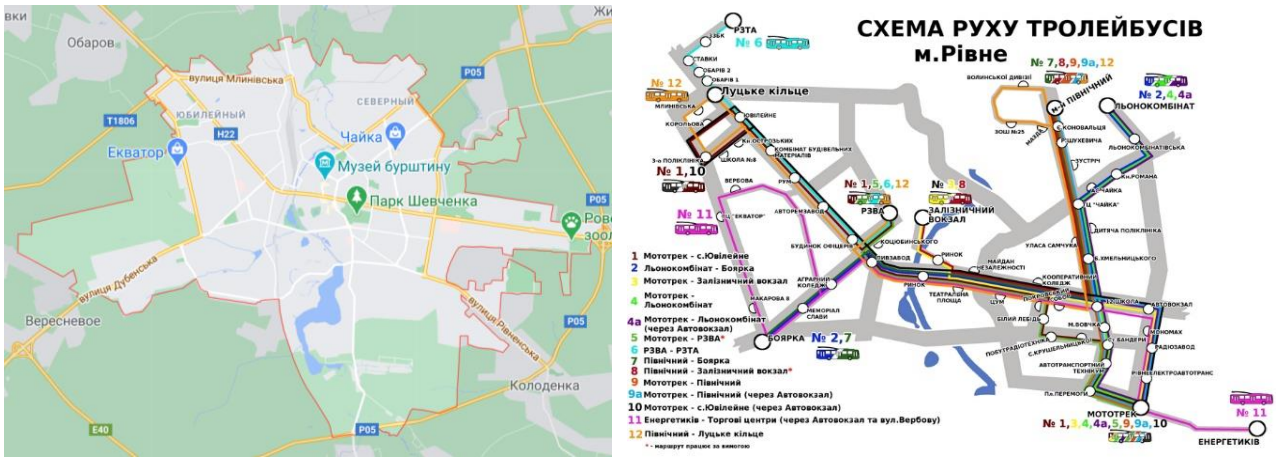


Рисунок 2 – Карта м. Рівне та схема його тролейбусних маршрутів [10,12]

В м. Тернопіль тролейбусний рух відкрито в 1975 році. Місто має географічні особливості. Став на річці Серет відокремлює райони «Кутківці» та «Пронятин» (на північному заході), які сьогодні не обслуговуються тролейбусним транспортом (рис. 3). На півдні міста вулицею Микулинецькою розташовано відокремлений район «Кленовий гай», який обслуговується тролейбусами. Тролейбусна мережа міста розташувалася по основних вулицях: Микулинецька, Бережанська, Гетьмана Мазепи, Руська, проспект Степана Бандери, Замкова, Крушельницька, Протасевича, 15-го квітня, Бродівська, Князя Острозького, Анатолія Живова, Лучаківського, Максима Кривоноса, Лесі Українки, Слівенська, Богдана Хмельницького, Олександра Довженка, Романа Купчинського, Київська, Генерала Мирона Тарнавського, Василя Симоненка, Володимира Великого, Леся Курбаса, Текстильна, Збаразька, проспект Злуки.

Тролейбусні маршрути м. Тернопіль добре розвинені, контактна мережа має спрямування майже в усі райони міста. На початку 2000-х років у місті діяло 16 тролейбусних маршрутів, але станом на 01.01.2020 їх кількість зменшилася до 10. При цьому контактна мережа розширилася в радіальному напрямку з кільцевим об'єднанням районів, що розташовано на околиці. Для оновлення рухомого складу готується документація для придбання 30 нових тролейбусів.

Місто Чернігів має п'ять основних напрямків тролейбусного сполучення (рис. 4). В місті тролейбусні перевезення започатковано в 1963 році, причому тривалий час тролейбуси були основним видом транспорту. Незважаючи на скрутні часи, сьогодні тролейбусна мережа радіально розширюється від центру міста такими основними вулицями: Івана Мазепи, Шевченка, Гетьмана Полуботка, 77-ї Гвардійської Дивізії, Рокоссовського, Малиновського, Толстого, Любецька, Гагаріна, Героїв Чорнобиля, 1-го Травня, Олександра Молодчого, проспекту Перемоги, проспекту Миру тощо. Мережа охоплює більшу частину міста, але не

проходить основною вулицею на південній стороні – проспект Миру (від перехрестя з проспектом Перемоги до річки Десни на південь).

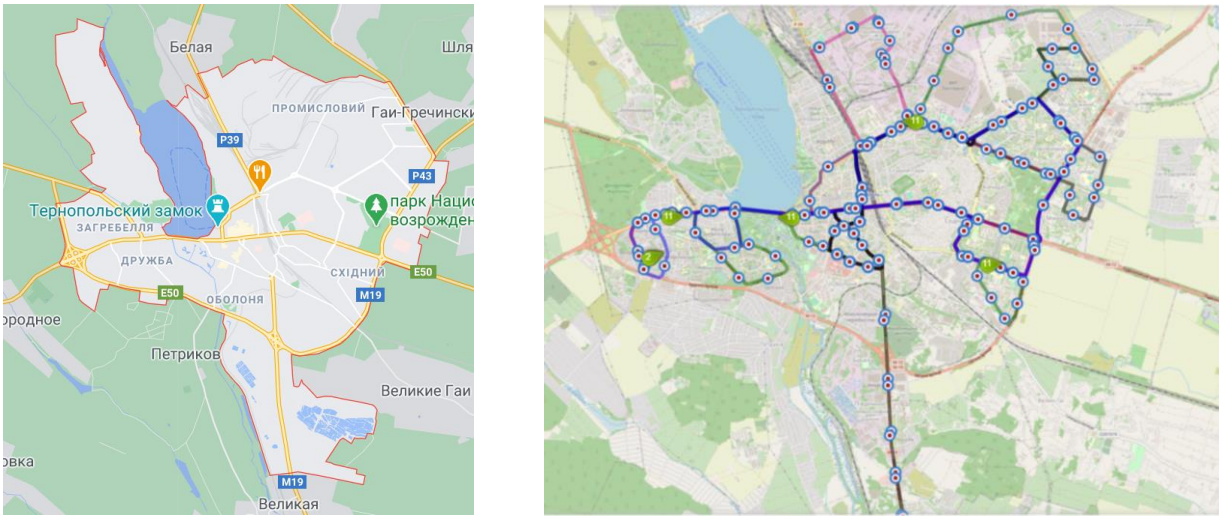


Рисунок 3 – Карта м. Тернопіль та схема його тролейбусних маршрутів [10,13,14]

Рухомий склад постійно оновлюється. В минулому році було придбано 5 нових тролейбусів чернігівського виробництва, в цьому році планується придбати 4 нових тролейбуси «Еталон-Т121» (Барвінок). Трамвайних маршрутів у місті не передбачено.

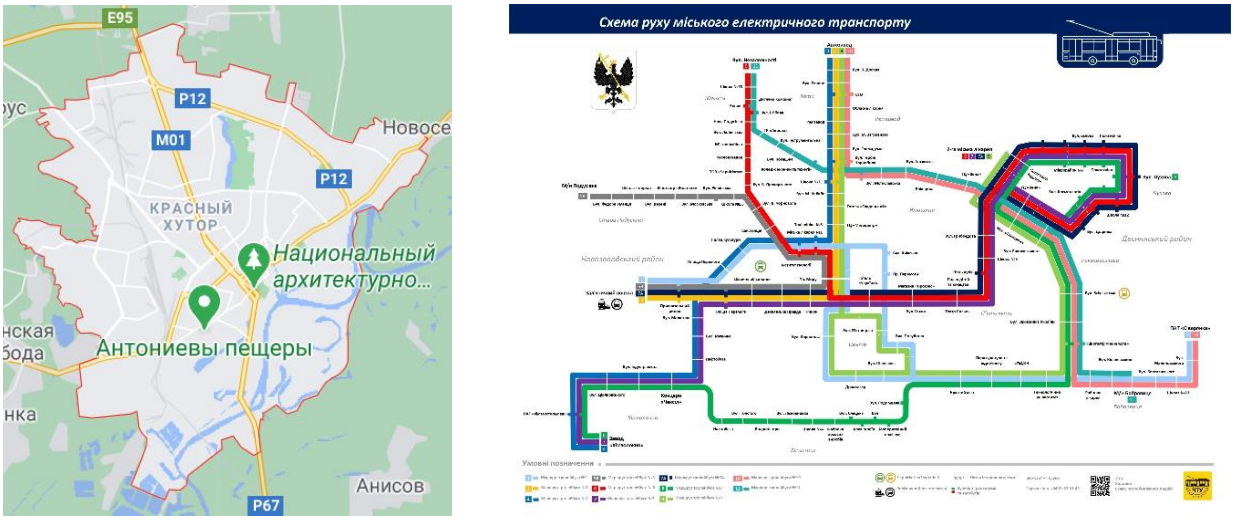


Рисунок 4 – Карта м. Чернігів та схема його тролейбусних маршрутів [10,15]

Розвиток тролейбусного транспорту в м. Біла Церква почався в 1978 році з побудови першої тролейбусної лінії та депо. Місто географічно розтягнуте в північно-західному та південно-східному напрямках, головні вулиці поширюються в усі кінці міста (рис. 5). Аналізуючи мережу тролейбусних маршрутів, треба зазначити, що вона є слабко розвиненою. Вона, на відміну від попередніх, має одну головну лінію з декількома відгалуженнями та проходить по таким основним вулицям: Леваневського, Грибоєдова, Заярська, Таращанська, Селянська, Дружби, проспекту Князя Володимира, бульвар Олександрійський. Треба зазначити, що наявні тролейбусні маршрути повністю дублюються маршрутними таксі. Ще мають місце важливі недоліки: контактна мережа не дозволяє тролейбусам курсувати біля авто- та залізничного вокзалів, оновлення тролейбусного парку відбувається повільно. Трамвайна мережа планувалася, але за об’єктивних обставин так і залишилася в планах.

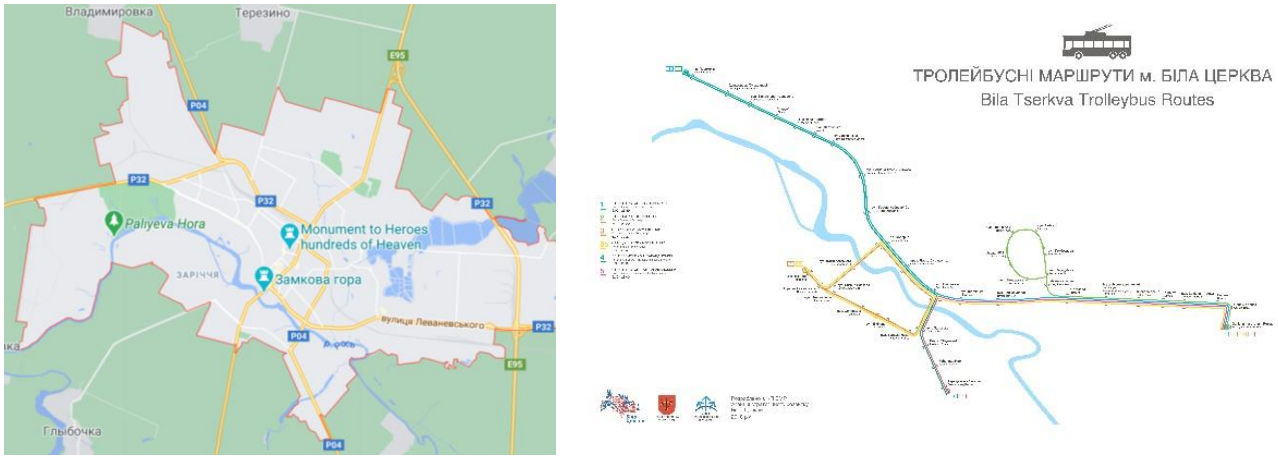


Рисунок 5 – Карта м. Біла Церква та схема його тролейбусних маршрутів [10,16]

З аналізу схем, особливостей тролейбусних маршрутів, наявного парку тролейбусів та їх термінів експлуатації у вказаних містах (табл. 2, 3) можна зробити висновок, що в містах України з зазначеними характеристиками переважають тролейбусні мережі радіального розташування з можливістю об'єднання околиць міст. Кращим рішенням вибору тролейбусної контактної мережі в таких містах є вибір радіальних маршрутів від центру до периферійних районів міста в поєднанні з кільцевими маршрутами з'єднання між собою головних вулиць, що ведуть до периферійних районів з мінімальним завантажуванням центральної частини міста.

Парк тролейбусів застарілий, в основному вони експлуатуються вже 20-40 років (табл. 3), тому потребує біль активного оновлення. Найкращим за віковим складом парків тролейбусів міст, що проаналізовано, станом на 01.01.2020 року був парк м. Чернігів, найгіршим - м. Рівне.

Таблиця 2 – Кількість пасажирських тролейбусів за моделями [9]

№	Марка тролейбуса	Житомир	Рівне	Тернопіль	Чернігів	Біла Церква
1	ЗиУ-9	74	-	-	44	9
2	ПМЗ-Т1	5	-	1	-	-
3	ПМЗ-Т2	5	2	-	25	3
4	Škoda 9Tr	-	11	1	-	-
5	ЛАЗ-52522	-	-	1	-	1
6	Škoda 14Tr	24	49	24	-	-
7	Škoda 15Tr	8	-	31	-	-
8	МАЗЕТОН-103Т	-	-	-	-	6
9	ЛАЗЕ-183Д1	6	1	3	2	-
10	Дніпро Е-187	-	-	-	-	1
11	АКСМ-321	-	-	-	3	-
12	Дніпро Т203	-	12	-	-	-
13	Дніпро Т103	-	3	-	-	1
14	Еталон Т12110	-	-	-	29	-
15	АКСМ 43303А	-	1	-	-	-
16	Ikarus 280.94	-	-	-	-	4
17	JELCZ (PR110E / PR110T / 120MT)	-	9	-	-	-
Всього		122	88	61	103	25

Станом на 04.03.2021року КП «Житомирське трамвайно-тролейбусне управління» міста Житомира ввело в експлуатацію 38 нових тролейбусів виробництва «Белкомунмаш».

Таблиця 3 – Кількість введених в експлуатацію тролейбусів за роками в містах, що аналізуються [17]

Місто	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Житомир	-	51	57	15	-
Рівне	2	39	28	4	16
Тернопіль	-	21	35	5	-
Чернігів	-	22	28	26	32
Біла Церква	-	7	10	2	7
Всього	2	140	138	52	55

Висновок. Подальший розвиток тролейбусної мережі міст потребує комплексного вирішення задач їх енергозабезпечення. На перспективу треба передбачати не тільки оновлення парку тролейбусів всіх проаналізованих міст, але й удосконалення маршрутів їх подовженням ще далі від центру з метою приєднання до міста найбільш віддалених прилеглих районів або приміських населених пунктів, що можна вирішити через впровадження поряд з існуючими парками тролейбусів електричного транспорту з автономним ходом.

Список використаних джерел

1. Житомир. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 11.03.2021. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Житомир (дата звернення 02.04.2021).

2. Рівне. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 23.03.2021. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Рівне (дата звернення 02.04.2021).

3. Тернопіль. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 22.03.2021. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Тернопіль (дата звернення 02.04.2021).

4. Чернігів. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 29.03.2021. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Чернігів (дата звернення 02.04.2021).

5. Біла Церква. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 29.03.2021. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Біла_Церква (дата звернення 02.04.2021).

6. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2020 року. Статистичний збірник [Електронний ресурс]. Київ : Державна служба статистики України, 2020. 82 с. Назва з тит. екрану. URL: http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2020/zb_chuselnist%20-2019.pdf (дата звернення 03.04.2021).

7. Вибір вашого міста. Маршрути міста. Пошук маршруту. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: https://city.dozor.tech/ (дата звернення 03.04.2021).

8. Об’єкти міського електротранспорту України станом на 01.01.2020. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: www.korpmet.org.ua/?page_id=67 (дата звернення 03.04.2021).

9. Інвентарний парк тролейбусів в містах України станом на 01.01.2020 р. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. URL: www.korpmet.org.ua/?page_id=67 (дата звернення 03.04.2021).

10. Карти Google. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: https://www.google.com.ua/maps/ (дата звернення 03.04.2021).

11. Житомир – Схемы трамвайного (с 1975 г.) и троллейбусных маршрутов. Схема движения электротранспорта (с 27 февраля 2020). [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Дата оновлення: 27.02.2020. URL:

https://transphoto.org/photo/1336776/?gid=1227 (дата звернення 03.04.2021).

12. Схема руху тролейбусів м. Рівне. КП «Рівнеелектроавтотранс». Офіційний сайт. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: https://troleybusrivne.pp.ua/marshruty (дата звернення 03.04.2021).

13. Транспорт Тернополя. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт].URL: http://detransport.com.ua/ (дата звернення 05.04.2021).

14. Маршрути/Розклади руху. КП «Тернопільелектротранс» офіційний сайт. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: http://elektrotrans.te.ua/routes/ (дата звернення 05.04.2021).

15. Схема руху міського електричного транспорту. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. URL:https://chernigiv-rada.gov.ua/storage/files/11/18/18/13/500563510b6077b4a53d9c8839aae0c3.pdf (дата звернення 03.04.2021).

16. Схема тролейбусних маршрутів. Білоцерківська міська рада. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: https://new.bc-rada.gov.ua/zhyteliam/transport/skhema_troleibusnykh_marshrutiv.html (дата звернення 03.04.2021).

17. Вік тролейбусів в містах України станом на 01.01.2020 р. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – URL: www.korpmet. org.ua/?page_id=67 (дата звернення 03.04.2021).

Корнікова Катерина Миколаївна – асистент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: kornikova7071@gmail.com

Ільченко Андрій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: avi_77@ukr.net

Шумляківський Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: shumliakivskyiv@ztu.edu.ua

Kornikova Kateryna – Assistant of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: kornikova7071@gmail.com

Ilchenko Andriy – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: avi_77@ukr.net

Shumlyakivsky Volodymyr – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, e-mail: shumliakivskyiv@ztu.edu.ua

УДК 629.113

Корпач А. О., к.т.н., проф.; Корпач О. А., к.т.н., доц.

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ МЕТРОБУСА

Проаналізовано систему громадського транспорту з використанням метробуса та визначено її основні особливості.

Analized the metrobus public transport system and determined its main features.

Вступ. Суттєвою проблемою сучасного великого міста є перенасичення дорожньо-вуличної мережі транспортними потоками внаслідок значного росту рівня автомобілізації, що призводить до різкого зниження швидкості громадського транспорту та недотримання графіку його руху.

Альтернативою існуючому пасажирському транспорту може бути метробус, який зараз набирає поширення в усьому світі, а саме таких країнах, як: США, Бразилія, Туреччина, Китай, Мексика та ін.

Результати дослідження. Метробус або швидкісний автобус (Bus rapid transit, BRT) – це система швидкісного автобусного сполучення. Основними відмінностями системи метробуса від звичайних автобусів, які рухаються по виділеній смузі є те, що смуги для метробуса утворюють суцільну лінію без розривів, посадка в автобуси відбувається не на зупинках, а через спеціальні термінали або станції, вхід в які здійснюється через турнікети, а на лінії використовуються автобуси підвищеної місткості [1].

Метробус особливо популярний в містах Латинської Америки в наслідок того, що в більшості латиноамериканських мегаполісів проблеми заторів довгий час ніяк не вирішувалися, а метро майже не будувалося. Тому, коли міста почали занурюватися в транспортні колапси, знадобилися термінові і ефективні заходи. Тому, одна за однією з'являтися системи міського транспорту, в тому числі і метробус.

У більшості випадків, лінія метробуса є простою лінією з точки А в точку Б. Іноді у неї є одне-два відгалуження. Проте, у деяких випадках (наприклад, у Боготі), метробус організований в складну мережу з великою кількістю маршрутів, а по лінії курсують, як автобуси, які зупиняються на всіх станціях, так і «експреси», що зупиняються тільки на деяких з них. Для експресів часто прокладають смугу для обгону на станціях через що зона для метробуса займає, іноді, по дві смуги в кожну сторону.

Виділена смуга для метробуса часто фізично відгороджена від решти проїжджої частини (рис 1) і по ній не можуть рухатися інші учасники дорожнього руху, навіть автобуси інших маршрутів [2] .

Рисунок 1– Виділена смуга для метробуса в м. Богота

Виділені смуги для руху можуть позначатися за допомогою дорожніх знаків і дорожньої розмітки, елементів, що виступають над проїжджою частиною (бордюрні камені збільшеної висоти, дорожні стовпчики або валики на проїжджій частині), забарвлення дорожнього покриття в особливий колір або особливою текстурою.

В залежності від відокремленості метробуса від інших учасників дорожнього руху схема руху може бути різною. Так, автобуси можуть рухатися в загальному потоці транспорту (в тому числі з ділянками «швидкого проїзду») та по виділених (в більшості випадків фізично) лініях на дорогах загального користування в одному та різних рівнях з проїжджою частиною.

Автобуси, що експлуатуються на лінії метробуса часто мають двері з лівого боку (рис 2, а), оскільки станції в більшості випадків – острівні, а схема руху - правостороння. У деяких випадках використовуються звичайні автобуси, але вони переміщуються за лівосторонньою схемою (рис.2,б). Проте, інколи бувають і роздільні термінали з протилежних сторін дороги.

а)

б)

Рисунок 2 – Схеми організації руху метробуса:
а) правостороння; б) лівостороння

Така організація руху дозволяє забезпечувати мінімально можливий інтервал руху. У деяких містах за хвилину з кожної станції відправляється 2-3 автобуси, а інколи інтервал складає до 10 с.

Зменшити час руху на маршруті можливо також і за рахунок скорочення часу на розгін-уповільнення біля станцій і затримок на посадку-висадку пасажирів на станції. У Північній Америці відстані між зупинками на різних лініях BRT сильно відрізняються: від 350 м на лінії Silver Line в Бостоні і 366 м в Клівленді і, майже, до 2134 м на лінії в Оттаві, яка в основному проходить по приміських районах. В середньому по інших містах США відстань між зупинками на лініях BRT становить від 800 до 1600 м. [3]

Досвід експлуатації метробуса в США свідчить, що в порівнянні зі звичайними автобусними маршрутами економія часу поїздки на них становить від 25 до 50%. За результатами дослідження 12 ліній метробуса в Канаді, Бразилії, Еквадорі, Великобританії і Японії збільшення середньої швидкості автобусів, в порівнянні зі звичайними маршрутами, складає від 22 до 120% [4].

Зменшення часу на посадку-висадку пасажирів досягається за рахунок станцій подібних до метрополітену. Станції зручні тим, що дозволяють не використовувати кондукторів і прискорити процес посадки, адже оплата відбувається не в автобусі, а при вході на станцію (рис. 3). У більшості випадків на станціях метробуса є докладні зрозумілі схеми і покажчики в єдиному стилі. Це робить його більш схожим на метро, що і частково виправдовує його назву.

Рисунок 3 – Термінал пропуску

Станції метробуса представляють собою зазвичай невеликі криті приміщення (рис. 4, а). На кінцях лінії, в місцях великих пасажиропотоків та транспортних вузлах, де відбуваються масові пересадки, вони представляють собою великі термінали, де з різних платформ відправляються автобуси в різні напрямки (рис. 4, б).

а)

б)

Рисунок 4 – Станції метробуса

Платформи на станціях повинні бути на одному рівні з підлогою автобуса для швидкої та зручної посадки, роблячи його повністю доступним для пасажирів з обмеженими можливостями та дитячих візочків, забезпечуючи мінімальні затримки при посадці.

В 2012 році з метою встановлення основних характеристик BRT систем на основі найкращих існуючих практик Інститутом транспорту та розвитку The Institute for Transportation and Development (ITDP), штаб-квартира якого базується в Нью-Йорку, було розроблено Стандарт (BRT Standard). В ньому всі системи розглядаються по ряду параметрів-стандартів якості. Системі BRT присвоюється той чи інший ступінь у загальному рейтингу. Системи, що не відповідають мінімальним вимогам, не вважаються системами BRT і до рейтингу не входять. Останні зміни в Стандарті були введені в 2016 році [5] .

Стандартом було визначено п'ять основних характеристик системи BRT:

1. Розташування виділеної лінії на проїжджій частині (наприклад, розташована по центру, збоку від основної дороги або ж має свою власну дорогу).

2. Пріоритет руху (визначає наскільки швидко і безперешкодно автобуси можуть рухатися по маршрутам).

3. Спосіб здійснення плати за проїзд (збір плати перед посадкою, з організацією станцій з автоматами оплати, або оплата безпосередньо на борту, що впливає на швидкість всієї системи в цілому).

4. Способи організації перетину потоків (автоматизація систем світлофорного регулювання, збільшення фаз для смуг BRT та інше).

5. Організація посадочних платформ (їх висота, способи усунення зазору між платформою і автобусом).

Крім того, в стандарті виділено і декілька додаткових характеристик:

1. Організація руху – кількість маршрутів, частота руху автобусів в піковий час, години роботи.

2. Інфраструктура і технічна сторона – організація смуг руху на станціях, мінімізація викидів відпрацьованих газів і якість дорожнього покриття.

3. Конструкція станцій – безпека і комфорт на станціях, кількість дверей на автобусі, відстані між станціями.

4. Якість обслуговування та системи інформування пасажирів – брендинг, навігація.

5. Інтеграція і доступність – інтеграція з іншими видами транспорту, перехоплюючі парковки, парковка велосипедів, доступність (в тому числі і для маломобільних категорій населення).

Висновки. Було проаналізовано систему громадського транспорту з використанням метробуса. Встановлено, що метробус - це складна транспортна система, яка передбачає рух автобусів по виділених смугах, посадку і висадку пасажирів на спеціальних станціях або терміналах, які обладнані системою оплати за користування на вході, наявність системи моніторингу та керування рухом. Всі ці заходи сприяють зменшенню затримок та підвищенню швидкості руху автобусів на маршруті.

Список використаних джерел

1. Корпач А.О. Выбор и обоснование подвижного состава метробуса / А.О. Корпач, О.А. Корпач / Материалы Международной научно-практической конференции «Автомобиле- и тракторостроение». – Том 1, - Минск, 2020: БНТУ. – С. 133-136.

2. Метробусы / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://griphon.livejournal.com/222403.html

3. Провозная способность линий BRT / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://os1.ru/article/6774-provoznaya-sposobnost-liniy-brt

4. Полосы для движения автобусов BRT / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://os1.ru/article/4616-polosy-dlya-dvijeniya-avtobusov-brt

5. The BRT Standard. – New York: The Institute for Transportation and Development (ITDP), 2016. – 73 p.

Корпач Анатолій Олександрович – к.т.н., професор кафедри двигунів і теплотехніки, Національний транспортний університет, e-mail: akorpach@ukr.net

Корпач Олексій Анатолійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: korpach1988@gmail.com

Korpach Anatolii – Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department of engines and heating engineering, National Transport University, e-mail: akorpach@ukr.net

Korpach Oleksii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles, National Transport University, e-mail: korpach1988@gmail.com

УДК 629.3.017

Красноштан О. М., к.т.н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛОКОМОБІЛІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАНЕВРОВИХ РОБІТ В МОТОРВАГОННОМУ ДЕПО

Розглянуті питання заміни маневрових локомотивів на колісні транспортні засоби з можливістю експлуатації на залізничному ходу (локомобілі) в технологічному процесі моторвагонного депо.

The issues of replacement of shunting locomotives with wheeled vehicles with the possibility of operation on the railway (locomobile) in the technological process of the motor car depot are considered.

Вступ. Проблема підвищення ефективності технологічних процесів на залізничному транспорті є актуальною. Особливо зважаючи на обсяги витрат, які несе перевізник на їх реалізацію.

Однією із важливих допоміжних операцій при проведенні ТО і ремонту моторвагонного рухомого складу є виконання маневрової роботи: переміщення об'єктів виконання ТО і Р на різні технологічні позиції, розформування, переформування та формування моторвагонних поїздів тощо.

На сьогоднішній день виконання маневрової роботи здійснюється із використанням маневрових тепловозів. Основним маневровим тепловозом є ЧМЭ-3 [1].

В той же час, тепловоз ЧМЭ-3 є шествісним потужним (потужність за дизелем 993 кВт) важким (службова маса 123 тони) тепловозом, який здатен працювати з поїздами вагою понад 2100 тон на керуючих ухилах 9‰.

Беручи до уваги той факт, що маса електропоїзда ЕР-9 в 10-вагонному виконанні не перевищує 600 тон (залежно від модифікації), використання тепловозів ЧМЭ-3 в моторвагонних депо для здійснення технологічних маневрів є нераціональним використанням ресурсів.

Це твердження підтвержується і практичним аналізом. Так, для виконання маенврової роботи в моторвагонному депо Фастів використовуються 2 тепловози ЧМЭ-3. Витрати за 2020 рік на їх роботу перевищили 35 млн. грн. Такі значні витрати вимагають пошуку та запровадження більш ефективних рішень для виконання маневрової роботи.

Результати дослідження. Аналіз світового досвіду засвідчив поширення використання колісних транспортних засобів, адаптованих до роботи на залізничних коліях (локомобілі) для виконання маневрових переміщень.

Одним із світових лідерів у виробництві таких транспортних засобів є компанія Mercedes (Unimog). Зазначений виробник забезпечує виробництво широкого спектру транспортних та технологічних засобів, що використовуються в технологічних процесах залізниці, в тому числі для виконання маневрів [2].

Досвід залізниць країн Європейського Союзу демонструє широке викорстання локомобілів для виконання маневрових робіт в госопдарстві пасажирських перевезень. За рахунок цього досягається ряд цілей:

- зниження витрат на виконання маневрових робіт;
- зменшення залежності від роботи локомотивного госопдарства;
- зниження витрат ПММ;
- зниження викидів CO_2 та рівня забруднення атмосфери.

Разом із тим, для забезпечення технологічних потреб у маневрових переміщеннях під час виробничого процесу моторвагонних депо, локомобілі повинні відповідати ряду вимог, а саме:

- обладнання локомобіля автозчіпним пристроєм СА-3;
- забезпечення можливості об'єднання гальмівних систем моторвагонного рухомого складу та локомбіля з керуванням гальмами з локомобіля;
- обладнання локомобіля компресором достатньої продуктивності та ресивером достатньої місткості;
- наявність на локомобілі автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН) для забезпечення можливості виїзду на станційні колії загального користування;
- наявність відповідних приладів освітлення та можливості управління ними для забезпечення позначення состава відповідно до розділу 10 "Сигнали, що застосовуються для позначення поїздів, локомотивів та інших рухомих одиниць" Інструкції з сигналізації на залізницях України [3];
- обладнання звуковими сигналами високого (свисток) та низького (тифон) діапазонів відповідно до пункту 4.2. "Звукові сигнали" Інструкції з сигналізації на залізницях України [3];
- забезпечення наявності надійного радіозв'язку із маневровим диспетчером та черговим по станції.

Окремо необхідно зазначити, що локомобіль повинен мати можливість забезпечити переміщення маневровим порядком секцій електропоїздів (масою орієнтовно 100 тон) з несправною гальмівною системою. В цьому випадку гальмування повинна забезпечувати власна гальмівна система локомобіля.

Вітчизняна машинобудівна промисловість забезпечує випуск техніки, яка потенційно задовольняє зазначеним вимогам. Так, на налагоджено випуск локомобіля ММТ-2М на базі трактора ХТЗ-150К-09-25 виробництва Харківського тракторного заводу (рис. 1).

Рисунок 1 – Локомобіль ММТ-2М на базі трактора ХТЗ-150К-09-25 [4].

Локомобіль ММТ-2М на базі трактора ХТЗ-150К-09 призначений для експлуатації на залізничних коліях шириною 1520 мм та 1435 мм, а також на автомобільних дорогах загального призначення. На залізничних коліях для виконання маневрових робіт, на автомобільних дорогах для виконання маневрових робіт. Локомобіль ММТ-2М відрізняється від попередніх версій (ММТ-2 на базі трактора ХТЗ-150К-09 і ММТ-2 на базі трактора ХТА-200 (220)) збільшеним вагою (13,5 тон), що в свою чергу підвищує тягові характеристики до 1200 тон (до 17 навантажених вагонів). Збільшена в двічі потужність компресора ПК-3,5 дозволяє швидко і надійно живити пневмосистеми вагонів. Крім того локомобіль ММТ-2М обладнаний комбінованих ходом з протисходними упорами, що дозволяє уникнути поломки і деформації вузлів і агрегатів комбіхода в аварійних ситуаціях при сходженні локомобіля з рейок [4].

Основні технічні характеристики локомобіля ММТ-2М наведені в таблиці 1 [4].

Таблиця 1 – Технічні характеристики локомобіля ММТ-2М

Параметр	Значення
1	2
Кількість місць в кабіні (включно з оператором)	2
Тип двигуна	дизельний ЯМЗ-236М2-59
Ширина колії, мм	1520
Номінальна потужність, кВт (к.с.)	132(175)
Вал відбору потужності:	
- тип	незалежний
- розміщення	Заднє
Ємкість гідробака, л:	
- штатний	70
- додатковий	70
Робоча рідина гідросистеми:	
- взимку	масло моторне М8В2 ГОСТ 8581-78
- влітку	масло моторне М10В2 ГОСТ 8581-78
Генератор випрямленого струму:	
- потужність, кВт	1,4
- напруга, В	24
Підвіска напрямних катків комбінованого ходу	гідравлічна з регулюємим пружинним амортизатором
Кількість регулюємих пружинних амортизаторів, шт.	4
Граничні величини зусиль, що регулюються пружинними амортизаторами, кгс	500-1200
Кути з’їзду локомобіля при транспортному положенні комбінованого ходу, град:	
- переднього (за гідравлічним баком), не менше	25
- заднього (за направляючими катками), не менше	28
Керуючий ухил при русі по рейковій колії, ‰, не більше	8
Маса обладнання, кг	1470
Маса спорядженого локомобіля з обладнанням, кг, не більше	10070

Продовження таблиці 1.

1	2
Автозчіпний пристрій:	
- марка	СА-3
- кількість	2
Компресор	ПК-1,75
Об'єм головних резервуарів $м^3$ (л)	0,54(540)
Габаритні розміри локомобіля, мм:	
- довжина	6800±50
- ширина	2500±30
- висота на автодорозі	3310±30
- висота на залізничній колії	3320±30
База направляючих катків, мм	4910
Діаметр круга кочення направляючих катків, мм	350
Мінімальний кліренс локомобіля, мм:	
- за передньою підвіскою	445
- за задньою підвіскою	400
Обслуговуючий персонал локомобіля на залізничній колії, чел.	2
Найбільша допустима швидкість руху локомобіля по колії, км/год:	
а) тим, що відповідають нормам ПТЕ:	
- на маневровому режимі	5
- на поїзному режимі	20
- в кривих радіусом менше 300 м, а також при русі через переїзди и стрілочні переводи	10
б) на новобудовах:	
- на прямих ділянках і в кривих радіусом білше 300 м	15
- в кривих радіусом менше 300 м, а також при русі через переїзди и стрілочні переводи	10
Швидкості руху, передній хід, км/год	2,6…32
Швидкості руху, задній хід, км/год	2,8…13,4
Мінімальний радіус вписування в криві, м:	50
Найбільша допустима швидкість руху локомобіля по автодорогах, км/год	32
Розрахункова зчіпна вага, що переміщується локомобілем на ділянках з нульовим ухилом, тс	до 1000

Аналіз технічних характеристик локомобіля ММТ-2М на базі трактора ХТЗ-150К-09-25 свідчить про його фактично повну відповідність вимогам експлуатації, які висуваються в разі його використання в якості засобу для виконання маневрових переміщень в умовах моторвагонного депо.

Більш того можливість роботи зазначеного локомобіля із навісним обладнанням (відвалом, щітками) дозволяє використовувати його й для інших цілей депо, перш за все для снігоборотьби, що забезпечить більш надійну роботу підприємства в осінньо-зимовий період, зменшить залежність від суміжних служб та мінімізує витрати залізниці на проведення снігоборотьби.

Список використаних джерел

1. Маневровый тепловоз ЧМЭ-3. Дата оновлення: 28.03.2021. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%9C%D0%AD3 (дата звернення 28.03.2021).

2. Локомобиль «Unimog» - дорожно-рельсовое транспортное средство. Дата оновлення: 01.04.2021. URL: http://www.inruscom.com/catalog/86/318. (дата звернення 04.04.2021).

3. Про затвердження Інструкції з сигналізації на залізницях України. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 23.06.2008 р. №747. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0747650-08#Text (дата звернення 04.04.2021).

4. Локомобиль ММТ-2М на базе трактора ХТЗ-150К-09-25. Дата оновлення: 01.04.2021. URL: https://spezkran.com.ua/p157285097-lokomobil-mmt-baze.html. (дата звернення 09.04.2021).

Красноштан Олександр Михайлович – к.т.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com

Krasnohstan Olexander – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: olexander.krasnoshtan@gmail.com

УДК 621.431

Красота М. В., к.т.н., доц.; Шепеленко І. В., к.т.н., доц.; Осін Р. А., к.т.н., доц.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Виконано аналіз основних методів підвищення ефективності систем охолодження автомобільних двигунів, проаналізовано їх переваги та недоліки, визначено перспективні напрямки удосконалення конструкцій систем охолодження.

Performed the analysis of the main efficiency increasing methods of car engines cooling, analyzed their advantages and disadvantages, considered perspective ways of upgrading cooling system constructions.

Вступ. На теперішній час зниження викидів шкідливих речовин і економія паливних ресурсів є пріоритетними напрямками розвитку світового автомобілебудування. Високий рівень показників сучасних автомобільних двигунів неможливий без застосування електронного керування.

Тепловий стан двигуна, який найчастіше оцінюється за температурою охолоджувальної рідини, суттєво впливає на його енергетичні й екологічні показники. Основним призначенням системи охолодження є підтримка оптимального температурного режиму роботи двигуна, швидке досягнення робочої температури після запуску й запобігання перегріванню.

Для сучасних систем охолодження мають місце характерні недоліки:

- частота обертання вала рідинного насоса пов'язана фіксованим передаточним відношенням із частотою обертання колінчатого вала двигуна, а отже швидкість циркуляції охолоджувальної рідини є величиною не оптимальною для більшості режимів роботи двигуна;
- циркуляція охолоджувальної рідини не є оптимальною, а саме, рідина не завжди встигає віддати теплоту в радіаторі, навіть при включених з максимальною частотою обертання вентиляторах. Виникає небезпека перегрівання, короблення головки блоку циліндрів і блоку, вихід двигуна з ладу;
- під час запуску і прогрівання двигуна, система охолодження повинна забезпечити мінімальний час досягнення робочої температури. Двигун, що працює при температурі охолоджувальної рідини нижче робочої, споживає більше палива й викидає підвищену кількість шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Крім того, відпрацьовані гази, мають недостатню температуру, щоб ефективно очищатися в нейтралізаторі або сажовому фільтрі.
- при різкій зміні режиму роботи двигуна виникає надмірне термічне навантаження на деталі двигунів, що позначається вкрай негативно на їх працездатності, надійності та ресурсі.

Вказані недоліки конструкції традиційної системи охолодження роблять їх малопристосованими для використання на сучасних високофорсованих двигунах і гібридних силових установках.

Результати дослідження. Метою досліджень є аналіз існуючих методів підвищення ефективності систем охолодження автомобільних двигунів та вибір перспективних напрямків удосконалення конструкцій систем охолодження.

Актуальність досліджень обумовлена підвищенням вимог до регулювання теплового стану двигунів, які принципово неможливо виконати за допомогою традиційного термомеханічного термостата, а також розширенням функцій і широким поширенням мікропроцесорних систем для комплексного керування автомобільними двигунами.

Перспективним напрямком вирішенням проблеми недостатньої ефективності системи охолодження є введення електронного керування в роботу системи охолодження.

Найбільші світові компанії проводять роботи зі створення так званих «інтелектуальних» систем регулювання теплового стану двигуна, де основні компоненти (рідинний насос, вентилятор радіатора й електронний термостат) узгоджено керуються за сигналами контролера з метою підвищення паливної економічності двигуна й зниження викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами.

На даний момент запропоновано декілька варіантів конструктивного виконання системи охолодження з електронним керуванням [1, 2, 3]. З розглянутих варіантів найбільш перспективними для використання представляється система, запропонована фірмою Volkswagen з електронно-регульованим термостатом [2] і система з електричним приводом водяного насоса, а також адаптивна система фірми Valeo, що включає обидва електронних компонента.

Система охолодження з електронно-регульованим термостатом. Традиційний термомеханічний термостат не може застосовуватися в складі таких систем через свій основний недолік - він принципово не дозволяє підтримувати оптимальну температуру охолоджувальної рідини на різних режимах роботи двигуна. Тому, провідні фірми (*Delphi, Wahler, Behr* і ін.) створюють свої варіанти конструкцій термостатів нового покоління з електронним керуванням (або електронних термостатів), що включають крокові двигуни для позиціонування замикаючого елемента клапана й різні датчики для контролю його положення, а також вбудовані засоби діагностики й ін.

Система з електронно-регульованим термостатом фірми Volkswagen дозволяє гнучко змінювати момент початку відкриття термостата і його повне відкриття.

Застосування систем охолодження з електричним рідинним насосом. Перспективним напрямком розвитку системи охолодження є застосування електричних рідинних насосів. Застосування електричного насоса в порівнянні зі звичайним механічним дозволяє досягати більш чіткого дотримання внутрішнього тиску й зниження втрат на переміщення потоків охолоджувальної рідини.

Основною перевагою систем охолодження з електричним насосом є незалежність швидкості циркуляції охолоджувальної рідини від частоти обертання колінчатого вала. Привод водяного насоса здійснюється за допомогою електричного двигуна, частота обертання ротора якого, визначається по команді електронного блоку керування відповідно до закладених у нього характеристиками. Електричний насос дозволяє забезпечувати необхідні потоки охолоджувальної рідини без залежності від частоти обертання колінчатого вала, що характерно для механічних насосів. Частота обертання вала насоса змінюється в більш широких межах, ніж в механічних насосах. Електронне регулювання дозволяє швидко прогрівати двигун і масло, що знижує тертя й зменшує витрата палива.

При перерахованих перевагах системи в неї є недолік: недостатня надійність електричного насоса у порівнянні з механічним.

Активне охолодження. Компанія Valeo запропонувала систему активного охолодження, відому як THEMIS. Ця система використовує електронний контроль для керування й оптимізації температури двигуна. Основні компоненти системи: електронний клапан термостату, електронно-керований вентилятор і електричний рідинний насос. Температура двигуна контролюється ефективним перерозподіленням охолоджувальної рідини й повітря усередині й навколо двигуна. Переваги цієї системи: зменшена витрата палива, зниження шкідливих викидів, менше зношування вузлів двигуна.

Крім покращеної паливної ефективності, менших рівнів викидів, підвищеного кліматичного комфорту в салоні й більшої надійності двигуна електронне керування дозволяє реалізувати функцію самодіагностування й діагностування при сервісному обслуговуванні автомобілів.

Висновки. При використанні термомеханічного термостата істотну частку часу двигун працює при не оптимальному тепловому режимі, що супроводжується підвищеними витратами палива й викидів шкідливих з відпрацьованими газами, передчасного зношування деталей двигунів.

На підставі аналізу розвитку систем регулювання теплового стану автомобільних двигунів виявлений основний напрямок подальшого вдосконалювання цих систем - перехід до комплексного адаптивного регулювання теплового стану двигуна. Такі системи містять у собі електронно-керовані рідинний насос і вентилятор радіатора, оснащені електроприводами, а також електронний термостат, керовані по сигналах електронного блоку керування (контролера).

Існує необхідність в розробці і удосконалюванні алгоритмів керування елементів системи охолоджування в напрямку підвищення ефективності функціонування та забезпечення оптимального температурного режиму роботи системи охолодження.

Список використаних джерел

1. Журавлев С. А., Драгомиров С. Г., Драгомиров М. С. и др. Основные предпосылки создания автомобильных термостатов с электронным управлением // Электроника и электрооборудование транспорта. М.: № 6, 2008. - С. 2-7.

2. Fahrzeugkuhlung - Kompaktes Wissen fur die Werkstatt Technical Booklet, Behr Hella Service GmbH, Dr.-Manfred-Behr-Strafie 1, 74523 Schwabisch Hall, Germany, 2012, 52 s.

3. Мешков Д. В. Система охлаждения двигателя с электронным управлением / Д. В. Мешков, Я. В. Горячий // Двигатели внутреннего сгорания. - 2013. - № 1. - С. 75-79.

Красота Михайло Віталійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: krasotamv@ukr.net

Шепеленко Ігор Віталійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Осін Руслан Анатолійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: ruslan_osin@ukr.net

Krasota Mykhailo – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: krasotamv@ukr.net.

Shepelenko Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: kntucpfzk@gmail.com

Osin Ruslan – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, Central Ukrainian National Technical University, e-mail: ruslan_osin@ukr.net

УДК 656.025.2

Кристопчук М. Є., к.т.н., доц.

ЗНИЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАТРИМОК В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ШЛЯХОМ КООРДИНОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Наведені результати дослідження впливу координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста Рівне на зниження транспортних затримок при проїзді перехресть транспортними засобами та запропоновано технічні рішення щодо підвищення безпеки дорожнього руху шляхом обладнання перехресть додатковими технічними засобами регулювання дорожнього руху.

The paper considers the results of the study of the impact of coordinated traffic management in the central part of Rivne on reducing traffic delays when passing intersections by vehicles and proposed technical solutions to improve road safety by equipping intersections with additional technical means of traffic control.

Вступ. Зменшення витрат часу на пересування, мінімізація фінансових і матеріальних витрат, забезпечення безпеки руху автомобілів і пішоходів, комфорт та зручність при переміщенні є основними вимогами функціонування вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Постійне збільшення кількості транспортних засобів і майже незмінний стан вулиць та доріг говорять про погіршення умов руху на вулично-дорожній мережі міст. На багатьох ділянках вулично-дорожньої мережі міст інтенсивність руху транспортних засобів перевищує її пропускну здатність. Тому важливим є питання підвищення ефективності функціонування ВДМ із найменшими територіальними, матеріальними і фінансовими затратами.

Транспортні затори на вулицях міст, особливо в пікові години доби, є вже нормою і покращення цієї ситуації не спостерігається. Місця виникнення затримок руху транспорту на міських вулицях, де є погіршення умов руху, можна розподілити на три види: постійні, в яких виникнення заторів і погіршення дорожніх умов руху спостерігається щоденно майже в однаковий час; випадкові, в яких заторові ситуації виникають внаслідок втрати пропускної здатності елементами ВДМ на незначний період; непередбачені, викликані втратою пропускної здатності елементів ВДМ внаслідок непередбачених обставин, які погіршують їх умови експлуатації [1].

Результати дослідження. Причинами погіршення умов руху, що спричиняють виникнення заторів у русі транспортних засобів постійно на конкретній ділянці ВДМ є: планувальні елементи вулиці; організаційні заходи (технічні засоби й методи організації руху); умови видимості на перехрестях; тип покриття та його стан; склад транспортного потоку й габаритні розміри транспортних одиниць [1, 2].

У сучасних умовах розвитку міст, особливо гостро постає питання про удосконалення методів прогнозування і планування розвитку транспортної системи, включаючи всі питання розвитку її інфраструктури. Важливе значення при цьому становить створення методології комплексної оцінки, оптимізації розвитку ВДМ міста та системи організації руху транспорту [3-6].

Щоб забезпечити якісне і стабільне функціонування вулично-дорожньої мережі потрібно запроваджувати ефективні методи з організації дорожнього руху. Можна виділити інженерно-технічні та організаційні заходи, спрямовані на максимальне використання транспортними потоками усіх можливостей, передбачених станом і геометричними параметрами вулиці.

Рівне – місто обласного значення, обласний центр. Загальна площа міста 63 км². У м. Рівне налічується 442 вулиці. Загальна протяжність доріг складає 300,5 км, всі вони з твердим покриттям. Експлуатується 8 автомобільних мостів та 4 шляхопроводи, загальною

довжиною 0,7 км. Протяжність освітлюваної вулично-дорожньої мережі складає 274,4 км. На території міста розташовані 54 світлофорні об'єкти. Маршрутна мережа м. Рівне складається з 28 автобусних та 10 тролейбусних маршрутів, на яких кожного робочого дня працюють 345 автобусів та мікроавтобусів й 65 тролейбусів.

Основними і самими напруженими перехрестями в Рівне, через які неможливо оминути центральну частину міста є: Дубенська – Соборна; Міцкевича – Чорновола – Соборна; Князя Володимира – Княгині Ольги – Соборна; Проспект Миру – Міцкевича.

Ширина вулиці Соборна коливається від 7.5 до 16 метрів. Дана ділянка дороги має як по 2 смуги руху в кожному напрямку Інтенсивність транспортних потоків на всій ділянці коливається в межах від 1724 од./год. до 1931 од./год. Склад транспортного потоку на ділянці дороги по вул. Соборна від перехрестя з вул. Дубенська до перехрестя з вулицею Міцкевича – Чорновола в середньому складає 71% - легкових автомобілів, 13% - міський автобус, 4% - автобуси, 2% - вантажні транспортні засоби, 9% - тролейбуси.

Проспект Миру одна із центральних вулиць у місті Рівне. Знаходиться у мікрорайоні Центральний. Вулиця починається від вулиці Небесної Сотні де проходить через 5 перехресть і переходить у вулицю Міцкевича. Загальна протяжність 1 кілометр. Вулиця має двохсторонній рух, по дві смуги в кожному напрямку і проїжджа частина розділена розподільчою смугою. Загальна ширина вулиці 14 метрів. Проспект Миру перетинає 3 вулиці: Набережна, Шевченка, Симона Петлюри. На вулиці 5 перехресть на 3 з них здійснюється світлофорне регулювання, та 2 нерегульовані перехрестя. Проспект Миру є паралельно вулиці Соборна, що в свою чергу розвантажує центральну вулицю міста від транспортних потоків. З центрального залізничного вокзалу досить зручно і швидко дістатися до центра міста по вулиці Проспект Миру. Інтенсивність транспортних і пішохідних потоків на ділянках №1 – 1048 авт./год. №2 – 1101 авт./год. №3 – 1097 авт./год. Склад транспортного потоку на ділянці дороги Проспект Миру в середньому складає 88 % - легкових, 9% - міський автобус, 3% - вантажні автомобілі.

Оптимізація параметрів світлофорних об'єктів є дуже важливою, оскільки, по-перше, від ефективності їх роботи залежить ефективність роботи усієї транспортної мережі, а по-друге, режими їх роботи досить легко змінюються фізично, що практично не потребує фінансових інвестицій. Саме тому, розробка і впровадження оптимізації параметрів світлофорних об'єктів дозволить досягти значної ефективності в управлінні транспортними потоками. Створення імітаційної моделі є одним з головних етапів у дослідженні транспортних систем. Робота ділянки дороги або перехрестя імітується протягом 1 години. Результатом є кількість транспортних засобів, що проїхали в кожному з дозволених напрямків; середня та максимальна довжина черги транспортних засобів на перехрестях.

Координоване регулювання це узгоджена робота ряду світлофорних об'єктів на магістралі з метою безупинного проїзду автотранспортних засобів по магістралі за принципом «зеленої хвилі». Суть проектування координованого регулювання полягає в тому щоб задати такої швидкості руху на перегонах між світлофорними об'єктами (швидкість координації) і таких відрізків часу між моментами включення зелених сигналів світлофорів на суміжних світлофорних об'єктах, щоб транспортні засоби підходили до наступного світлофорного об'єкту на зелений сигнал світлофора.

Якщо відома довжина перегону l_n і швидкість координації V_k можна стверджувати, що транспортний засіб який стартував на початку зеленого сигналу з j-го перехрестя, дістанеться $(j + 1)$-го перехрестя через інтервал часу саме на початку зеленого сигналу на ньому. Іншими словами, між початками зелених сигналів на сусідніх перехрестях повинно минути певний визначений відрізок часу $t_{зс}$. Цей відрізок часу називається фазовим зсувом між початками або кінцями зелених сигналів світлофора. Якщо транспортні засоби будуть рухатися зі сталою швидкість то транспортні засоби, які стартують з 1-го перехрестя в період t_1 - t_2 і будуть рухатися зі швидкістю V_k, пройдуть всі перехрестя без зупинки.

Найбільш сучасними і універсальними є прогресивні СКР, в яких значення фазових зсувів на кожній парі суміжних перехресть дорівнюють відстані між ними, поділеній на

швидкість координації на перегоні. Прогресивні СКР «Зелена хвиля», більш складні апаратно, проте їх ефективність не залежить від відстані між перехрестями і співвідношення тривалостей сигналів на перехрестях. Перехрестя з максимальною розрахунковою тривалістю циклу є більш завантажене й складне тому воно є ключовим перехрестям. Згідно з умовами стійкості роботи СКР, тривалість циклу ключового перехрестя приймається як робоча для всіх інших перехресть магістралі. Таким чином, тривалість зеленого сигналу на ключовому перехресті виходить мінімальною, а отриманий надлишок тривалості зеленого сигналу на інших перехрестях використовується в подальшому для полегшення максимізації ширини стрічки безупинного руху. Результати розрахунку параметрів координованого світлофорного регулювання наведено на рис. 1 – 4.

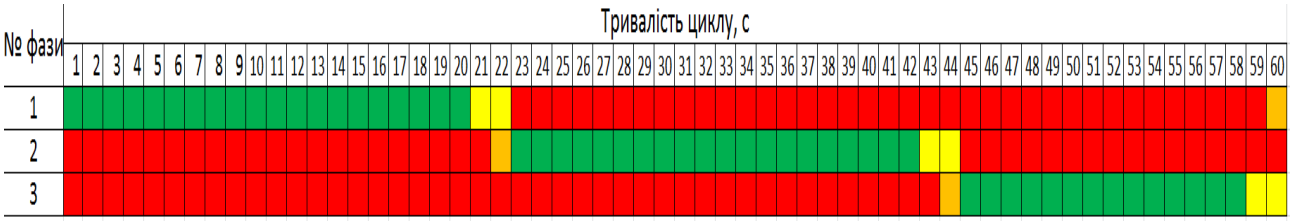


Рисунок 1 – Координовані цикли світлофорного регулювання для перехрестя Проспект Миру – вул. Набережна, зсув дорівнює 0 секунд

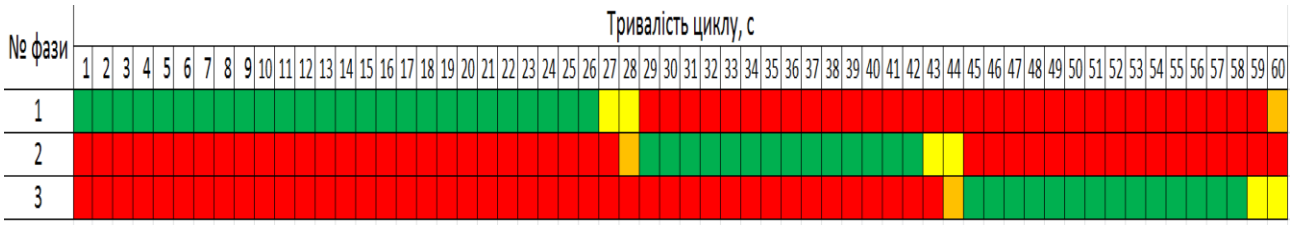


Рисунок 2 – Координовані цикли світлофорного регулювання для перехрестя Проспект Миру – вул. Шевченка, зсув дорівнює 8 секунд

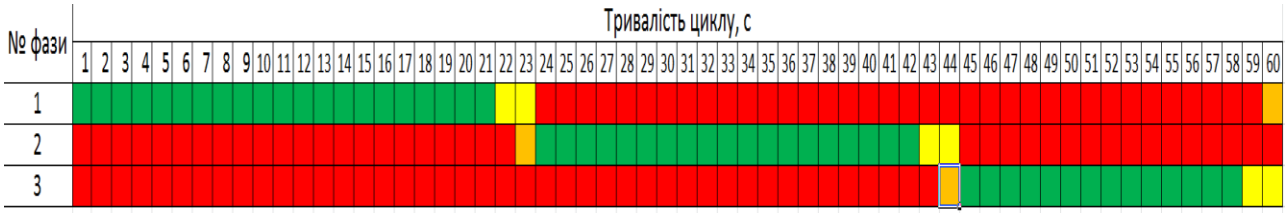


Рисунок 3 – Координовані цикли світлофорного регулювання для перехрестя Проспект Миру – вул. Симона Петлюри, зсув дорівнює 26 секунд

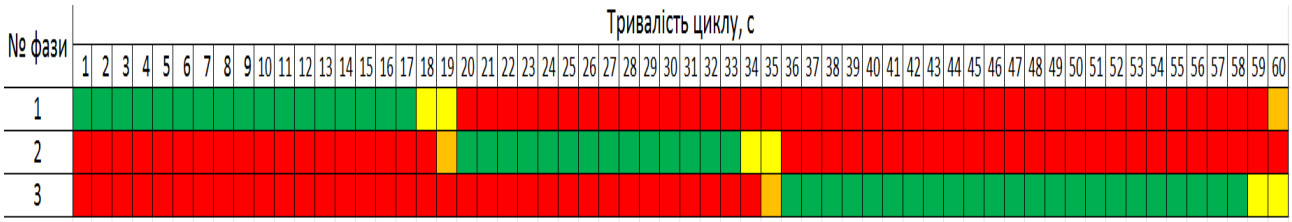


Рисунок 4 – Координовані цикли світлофорного регулювання для перехрестя Проспект Миру – вул. Міцкевича, зсув дорівнює 41 секунда

Таким чином, здійснено розрахунок режимів роботи світлофорних об’єктів для координованого регулювання, з використанням трьохфазного світлофорного регулювання. В ході обстеження дорожніх умов були розроблені наступні заходи: введення координованого регулювання на ділянці від перехрестя з вул. Набережна до перехрестя з вул. Міцкевича;

встановлення світлофорного регулювання на перехрестях Проспект Миру – Шевченка та на Міцкевича. Впровадження заходів є виправданим, оскільки вони дозволять поліпшити стан безпеки дорожнього руху на вул. Проспект Миру, зменшити кількість транспортних засобів у черзі з 10 до 2 на перехрестях в очікувані дозволеного сигналу світлофора, зменшити час на проїзд ділянки дороги з 2,6 хв. до 1,1 хв. Доцільність використання координованого світлофорного регулювання, по вулиці Проспект Миру підтверджується, оскільки після його впровадження на даній ділянці відбулося: підвищення швидкості проїзду перехресть; скорочення кількості зупинок перед перехрестями; вирівнювання транспортного потоку за рахунок групування ТЗ та збільшення пропускної здатності перехресть; стабілізація швидкості руху окремих ТЗ, скорочення кількості ДТП; підвищення дисциплінованості водіїв і пішоходів; зменшення викидів відпрацьованих газів.

Список використаних джерел

1. Грицунь О. М. Обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням характеристик транспортних потоків і поведінки пішоходів : дис. … канд. тех. наук: 05.22.01 / Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2019. 167с.
2. Грицунь О. М. Аналіз поведінки пішоходів на регульованих перехрестя / О.М. Грицунь // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2016. – Випуск 55. – С. 90 – 95.
3. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / За заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К. : Знання України, 2012. – 467 с.
4. Поліщук В. П. Теорія транспортного потоку : методи та моделі організації дорожнього руху / В. П. Поліщук, О. П. Дзюба. – К. : Знання України, 2008. – 175 с.
5. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху: кн. 4 / [Е. В. Гаврилов, В. К. Доля О. Т. Лановий, В. П. Поліщук та ін.]; за заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. – 452 с.
6. Гілевич В. В. Підвищення ефективності роботи регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами : дис. канд. тех. наук: 05.22.01 / Національний Університет «Львівська Політехніка». Львів 2016. 169 с.

Кристопчук Михайло Євгенович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua

Krystopchuk Mykhailo – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Head of the Transport Technologies and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua

УДК 656.11

Кужель В. П., к.т.н., доц.; Макогонюк Ю. М.

ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СМУГ ДЛЯ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Проаналізовані варіанти впровадження спеціальних смуг для пріоритетного руху міського громадського транспорту. Запропоновані оптимальні перерізи ділянок доріг.

Variants of introduction of special lanes for priority movement of city public transport are analyzed. Optimal cross sections of road sections are offered.

Відмітимо, що запровадження таких смуг у поєднанні із забезпеченням пріоритету на перехрестях за допомогою світлофорів з адаптивним керуванням дозволяє забезпечити їх проїзд без затримок та зупинок. Такі кроки дають змогу підвищити перевізну здатність громадського транспорту при наявній кількості рухомого складу на маршруті (через зменшення затримок у русі), покращити умови висадки-посадки пасажирів і найважливіше - зменшити час їздки до центрів тяжіння міст [1-3].

Реалізація таких рішень на вулицях міста створює передумови для збільшення кількості пасажирів, які будуть використовувати ГТ замість легкових автомобілів, що в підсумку дозволяє знизити завантаженість вулично-дорожньої мережі міста. Проаналізуємо стан проблеми за кордоном [1-4]:

- у Берліні завдяки ефективному розподілу смуг громадський транспорт майже завжди приходить вчасно. Проте, порівняно з іншими містами, присутня менша протяжність смуг громадського транспорт. Завдяки суворому спостереженню та штрафам, приватні автомобілі майже не заїжджають на смуги. Також працюють окремі світлофори для громадського транспорту, які вмикають зелене світло для автобуса, поки інші авто стоять на червоне світло. Усі світлофори міста поєднані у мережу і надають пріоритет громадському транспорту;

- у Кореї автобуси працюють на газовому паливі, а смуги для громадського транспорту відокремлені не лише у містах, а й на міжміських трасах. Наявна також система швидкісних автобусів BRT (Bus rapid transit), як правило з відокремленими смугами та транспортом підвищеної місткості. Смуги позначаються знаками, розміткою, а також іншим кольором дорожнього покриття. Громадський транспорт вважається тут швидшим за особистий, адже не стоїть у заторах і їздить точно за графіком;

- у Цюриху смуги для громадського транспорту позначені знаками, розміткою та жовтим кольором дорожнього покриття. Вони можуть розташовуватись праворуч, ліворуч або посередині дороги. Смуга для велосипедистів може відокремлюватись або збігатися зі смугою для громадського транспорту;

- у Таллінні з 2013 року усі зареєстровані мешканці міста можуть користуватися громадським транспортом безкоштовно. Це частина нової політики мерії, яка вирішила остаточно віддати пріоритет громадському транспорту. Це рішення міста стало історією успіху: за один день у Таллінні громадським транспортом користується понад 470 тисяч пасажирів;

- у США, як відомо, найпоширеніший тип громадського транспорту це автобус. Є також міні-буси, автобуси-гібриди, звичайні автобуси. Смуги для громадського транспорту позначаються знаками та розміткою, фізично не огороджуються, проте часто виділяються червоною фарбою;

- в Україні перші смуги пріоритетного проїзду громадського транспорту з'явились у Києві, Харкові, Львові та Донецьку ще на початку 2012 року під час підготовки до чемпіонату Європи з футболу. З того часу мережа смуг громадського транспорту у Києві зростає: станом на 2020 рік тут діють 24 відрізки, один з яких виділено деліниатором та тимчасового пріоритету (у ранкові та вечірні пікові години). На жаль, ці смуги працюють неефективно. Основна причина - приватні автомобілі, які займають автобусні смуги, незважаючи на Правила дорожнього руху.

Найкращі конфігурації перетину дороги мінімізують ті конфлікти, які найбільше трапляються на узбіччі: двосторонні магістралі в центральній частині проїзної частини, двосторонні магістралі, які пролягають поруч із крайовим станом, як набережна та коридори лише для автобусів, як транзитний торговий центр. Двосторонній автобус, який курсує на узбіччі вулиці, отримує менше переваг, через

проблеми безпеки, оскільки пішоходи навряд чи очікують, що рух транспорту буде йти з протилежного напрямку. Наведемо запропоновані оптимальні перерізи ділянок доріг різної ширини (рис. 1-2) [3-7].

Отже автобусні смуги можуть забезпечити різні переваги: експлуатаційну ефективність, економію часу пасажирів, збільшені доходи від проїзду, вигоди від зниження транспортних витрат (зменшення інтенсивності дорожнього руху та заторів, безпеку руху, енергозбереження та скорочення викидів шкідливих речовин), покращення соціальної складової, перевезення пільгових категорій громадян.

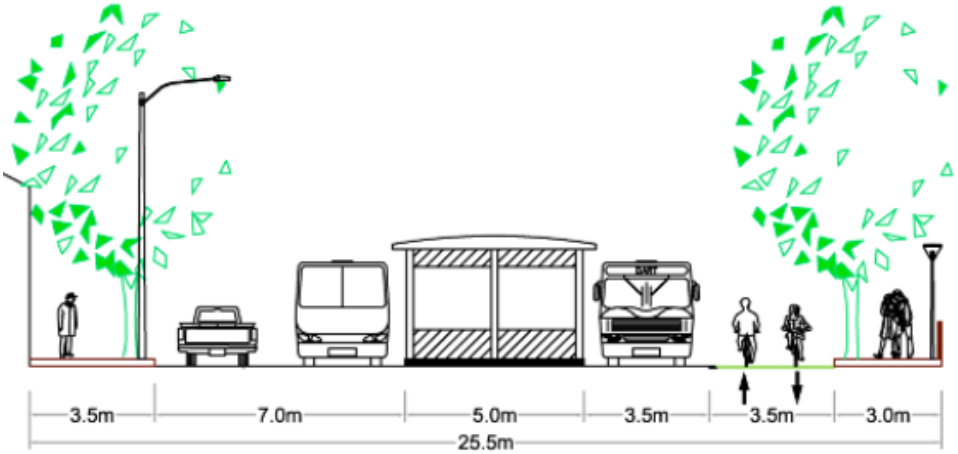


Рисунок 1 – Переріз ділянки дороги шириною 25,5 метрів

Отже проблема підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту стає дедалі актуальнішою і для українських великих міст. Перші ділянки, промарковані великою літерою «А», з'явилися на вулицях столиці ще у 2012 році. Це помітно прискорило пересування містом на автобусах і тролейбусах, зробивши його зручним навіть у години пік, проте ці смуги працюють неефективно.

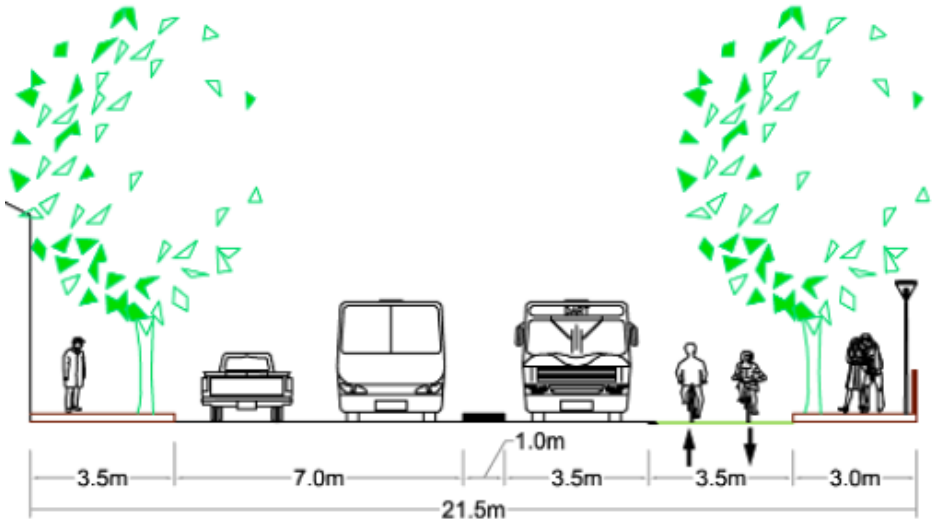


Рисунок 2 – Переріз ділянки дороги шириною 21,5 метрів

Наведемо основні переваги спеціальних смуг руху громадського транспорту:

- висока швидкість руху громадського транспорту, можливість збільшення кількості рухомого складу і зменшення інтервалу руху особливо в години пік;
- можливість перевезти значно більшу кількість людей (автобуси та електротранспорт перевозять в рази більше пасажирів, ніж приватний транспорт, тому за наявності окремої смуги руху росте швидкість і кількість пасажирів, які перевозяться);
- дотримання чітких графіків руху;
- зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з участю громадського транспорту;
- зменшення витрат пального (при відносно сталій швидкості руху і зменшені кількості маневрувань, розгонів чи сповільнень, що дають змогу забезпечити окремі смуги руху);

- виділені смуги також мають право використовувати служби екстреної допомоги та порятунку: швидкі, пожежні, газові, поліція та інші.

Виходячи з розглянутих варіантів відокремлення смуг руху міського громадського транспорту від основного потоку запропоновано впровадження трьох основних варіантів в умовах ділянки проспекту ім. Коцюбинського м. Вінниці:

І варіант - крайня права смуга, розташована поруч з тротуаром. Даний варіант передбачає виділення смуг на двох основних вулицях центральної частини міста. На підставі цієї схеми відокремлення смуг, маршрутна мережа руху автобусів не зазнає жодних змін, а лише створить умови для дотримання розкладу і знизить кількість затримок міського пасажирського транспорту під час руху по центральній частині міста.

ІІ варіант - виділена вулиця під громадський транспорт. Пропонується виділити цілу вулицю для руху тільки громадського транспорту та пішоходів. На цю роль відмінно підходить частина проспекту Коцюбинського. Даний варіант дозволить ізолювати громадський транспорт від основного потоку і виключити затримки автобусів при русі через центральну частину міста.

ІІІ варіант - смуга руху міського транспорту загального користування назустріч основному потоку транспорту (контрполоса). Цей варіант також, як і перший, передбачає виділення смуг на двох основних вулицях, але в напрямку назустріч основному потоку транспортних засобів, а також на невеликих ділянках вуличної мережі.

Список використаних джерел

1. Кужель В. П. Підвищення ефективності експлуатації громадського транспорту за рахунок впровадження спеціальних смуг руху / Кужель В.П., Макогонюк Ю.В. // Матеріали L науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/12515/10448

2. Вільні смуги громадського транспорту: де і як це уже можливо? [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ecoaction.org.ua/vilni-smuhy.html (Дата звернення 07.03.2021). – Назва з екрана.

3. NACTO (2016), Transit Street Design Guide, National Association of City Transportation Officials [Електронний ресурс]. Режим доступу: (http://nacto.org) http://nacto.org/transit-street-design-guide (Дата звернення 07.03.2021). – Назва з екрана.

4. Kelvin Goh, et. al. (2013), “Road Safety Benefits from Bus Priority? – An Empirical Study,” Transportation Research Record 2352 / Kelvin Goh // Transportation Research Board (www.trb.org), 2013, pp. 41–49; summarized in www.ugpti.org/trb/truckandbus/meetings/2014/downloads/2014bus_priority.pdf.

5. Кужель В.П. Показники безпеки при наданні послуг з перевезень автомобільним транспортом / Кужель В.П., Зіневич В.Ю., Андрощук Р.С. // Наукові праці міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90-річчю автомобільного факультету "Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування" 16-18 вересня 2020 р., Харків: ХНАДУ – С. 286 – 288.

6. Кужель В.П. Фактори впливу на оцінку якості послуг з перевезень автомобільним транспортом / Кужель В.П., Щерба В.О., Михальчук О.В // Наукові праці міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні», 15-18 жовтня 2019 р., Харків: ХНАДУ – С. 102 - 105.

7. Кужель В. П. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажира / Кужель В. П., Іщенко А. П., Бишко М. О. // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2013. – № 15(204), Частина 2. – С. 274 – 278.

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Макогонюк Юрій Михайлович – магістрант групи 1ТТ-19м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Kuzhel Volodymyr – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Makogonyuk Yuriy – undergraduate group 1TT-19m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

УДК 656.05

Лехан В. С.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Сучасні технології автомобільних перевезень вантажів і пасажирів неможливі без автоматизації великої кількості процесів, що забезпечують безперебійну системну роботу транспорту.

Modern technologies of road transport of goods and passengers are impossible without the automation of a large number of processes that ensure the smooth system operation of transport.

Транспорт є найважливішим елементом світової економічної системи. В основі розвитку транспорту лежить принцип мобільності - людей, товарів, інформації, ідей. Мобільність - один із найбільш фундаментальних і важливих характеристик економічної або соціальної активності, оскільки вона задовольняє основну потребу суспільства переходити (переміщатися) з одного місця в інше.

Орієнтуючись на споживача, враховуючи технічні досягнення в різних галузях, автомобільна промисловість досягає стрімких успіхів на сьогодні. Нові можливості автомобілів, сучасні розробки та передові технології сприяють покращенню умов управління автомобілем, підвищують безпеку, гарантують комфорт та всебічну інформативність про процеси та явища, що відбуваються довкола транспортного засобу та безпосередньо в ньому.

Нині в усьому світі спостерігається зростання дорожнього руху. Через істотне збільшення автомобільного парку і обмежену пропускну спроможність вулично-дорожньої мережі виникає велика кількість конфліктних ситуацій і різко знижується транспортна мобільність[3].

Транспортні компанії переконані, що розвиток сучасних транспортних технологій гратимуть основну роль в створенні безпечної, успішної і стійкої галузі в майбутньому. Кожна третя транспортна компанія вважає, що головним досягненням стане підвищення безпеки, в той час як кожна п'ята компанія називає таким досягненням автоматизацію.

Досвід великих міст показує, що проблему завантаженості доріг не можна вирішити одним лише будівництвом магістралей: на нову ділянку дороги відразу ж потрапляє величезна кількість машин, утворюючи затор. Для ефективного регулювання транспортного потоку необхідне впровадження сучасних технологій - інтелектуальної транспортної системи.

Якщо ще 30 років тому міста майбутнього представлялися нам безпілотними електромобілями, керованими через бездротову мережу, то вже сьогодні подібні технології починають активно впроваджуватися в мегаполісах і помітно змінюють дорожній рух, знижують аварійність.

Сучасна транспортна система - це комплекс систем, який допомагає більш ефективно експлуатувати транспортну мережу, використовуючи інформаційні, комунікаційні та управлінські технології, вбудовані в транспортний засіб або дорожню інфраструктуру. Основою транспортних систем є інформація, яку необхідно збирати, обробляти, інтегрувати і поширювати. Даний комплекс здатний виконувати функції диспетчерського ситуаційного та оперативного координування взаємодій всіх учасників дорожнього руху, спецслужб і відомств[1].

Сучасні транспортні системи на дорогах є цілий комплекс функціонального обладнання, яке здійснює збір інформації, керування транспортним потоком і інформування учасників дорожнього руху.

Однією з сучасних технологій є сучасні розумні світлофори – складні пристрої, які складаються з контролера, датчика транспортних засобів, світлодіодних ламп, корпусу.

Розумним прийнято називати світлофор, яким керує спеціальна програма, що дозволяє пристрою самостійно приймати рішення, в тому числі на основі інформації, що надходить про дорожній рух з інших аналогічних приладів.

Контролер – це мозок світлофору. Він являє собою комп'ютер, який вибирає пріоритетні напрямки руху автомобілів та управляє розподілом трафіку згідно з показниками датчиків.

Датчики сканують ситуацію на дорозі з певною періодичністю. Дані про трафік на дорозі аналізуються датчиком транспорту. Ця інформація опрацьовується контролером, що встановлений в конкретній зоні руху.

Пристрій будує прогноз розвитку ситуації та на основі цих даних формується план управління світлофорними об'єктами.

Для прикладу – якщо система фіксує завантаження на одному з напрямів руху, то йому збільшують час світіння зеленого світла в збиток інших напрямків.

Розумний світлофор, орієнтуючись на показники датчиків, регулює рух таким чином, щоб транспорт якомога менше знаходився на перехресті, не накопичувався та не створював заторів.

Згідно з проведеними експериментами, час очікування зеленого сигналу, при використанні розумних світлофорів, зменшується в 1,5-2 рази в порівнянні зі звичайними сигнальними пристроями.

Крім того, розумні світлофори можуть бути зв'язаними між собою в єдину мережу, обмінюватися даними з різних перехресть та прогнозувати дорожню ситуацію на 10-20 хвилин вперед, щоб виробити ефективний механізм пропуску транспорту. У випадку ДТП система здатна оперативно скорегувати план. Так само роботу мережі розумних світлофорів можуть корегувати спеціалісти з ситуаційного центру [2].

Сучасними засобами транспортних технологій на автошляхах також є транспондери. Необхідність оплати проїзду сприяє утворенню заторів на автошляхах. Щоб зменшити пробки, використовуються дані електронні засоби оплати проїзду.

Це приймально-передавальні пристрої, які дозволяють безупинно рухатися через платні пропускні пункти. Вони встановлюються на лобове скло автомобіля, мають унікальні особові рахунки та ідентифікаційні номери. Щоб заплатити за проїзд, водієві достатньо скинути швидкість до 30 км / год і кошти автоматично спишуться з рахунку.

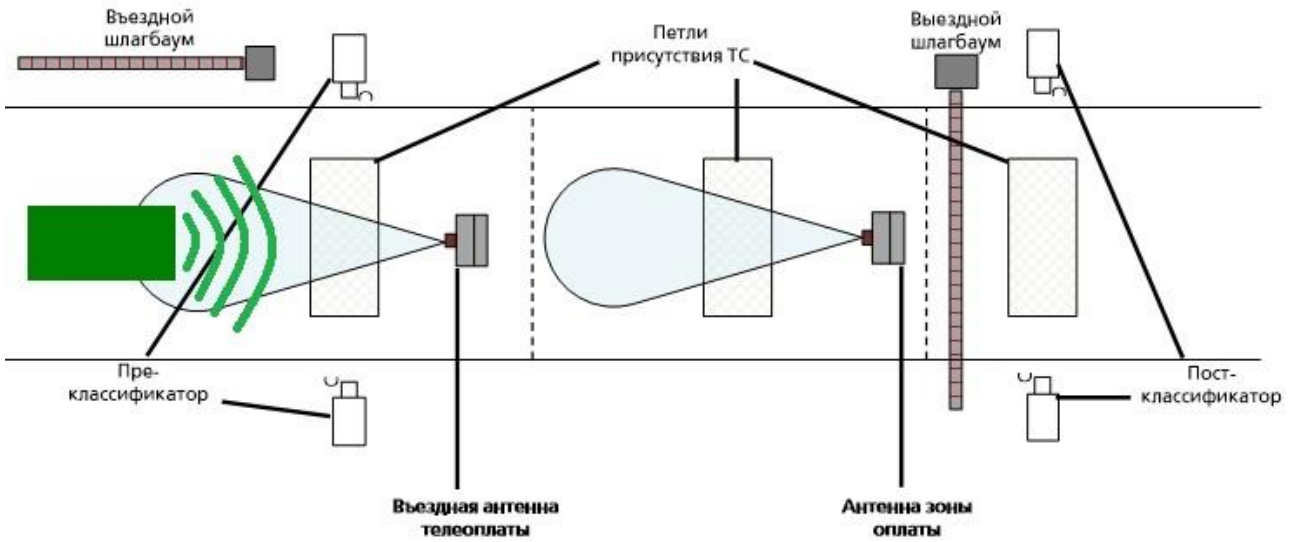


Рисунок 1 – Схема використання транспондера

Водію при проїзді шлагбаума необхідно керуватися табличками «проїзд по транспондерам» і знизити швидкість, даючи пристрою час зв'язатися з модулем на пункті проїзду і отримати «зелене світло».

Що дає транспондер? Ніщо інше, як проїзд таких шлагбаумів так, ніби їх і зовсім не існує. Приймальний пристрій по захищеному радіоканалу зв'язується з транспондером в проїжджій машині, пізнає його, обмінюється зашифрованою інформацією, миттєво отримує оплату і відкриває шлагбаум.

В даній роботі стисло розглянуті деякі сучасні технології які формують «розумний» світ, що охоплюють сфери життя пов’язаного з автомобільним транспортом. Можна зробити висновок, що суспільство мусить акумулювати всі ресурси на створення сучасних технологій, особливо транспорту як головного драйвера економіки.

Список використаних джерел

1. Національна бібліотека ім. В.І.Вернацького / [Електроний ресурс]. - Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/

2. Федорчук Т. Кто и как управляет светофорами в Украине [Електронний ресурс] / Татьяна Федорчук. – 2018.

3. Глобальні тенденції і перспективи: світова економіка та Україна. / Наук. ред. В.Юрчишин. – Київ: Заповіт, 2018. – 202 с.

4. Обговорення повної версії Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://mtu.gov.ua/news/28581.html

Лехан Владислав Сергійович – студент групи ТТ-3-VI, факультет транспортний та інформаційних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: lekhan.vlad.17@gmail.com

Lekhan Vladyslav – student of group TT-3-VI, Faculty of Transport and Information Technologies, National Transport University, e-mail: lekhan.vlad.17@gmail.com

УДК 629.113:101

Макаров В. А., д.т.н., проф.; Гурський О. С., к.т.н., доц.; Макарова Т. В., к.е.н., доц.

АНАЛІЗ МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ФОРМУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІЗНАННЯ СТУДЕНТІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Розглянуті питання підтримки процесу освіти студентів автомобільної галузі в умовах дії системи, що містить вагомі компоненти, які інтенсифікують або збурюють процес пізнання.

The issues of supporting the process of education of students of the automotive industry in the context of a system containing important components that intensify or disrupt the process of cognition were considered.

Вступ. Збільшення вагомості інноваційного розвитку господарства економічного розвинутих країн, обумовлює необхідність поглиблення досліджень особливостей функціонування автотранспортної системи, яка є стратегічною ланкою соціально-економічного прогресу регіонів і країн в цілому [1]. Інтелектуальна транспортна діяльність повинна містити інтелектуальні автомобілі, що рухаються за інтелектуальною інфраструктурою, а також спеціалістів високої кваліфікації. Освітянський процес сьогодення має великі труднощі проблемного характеру, що заважають якісній підготовці спеціалістів - автомобілістів. Мета роботи – поліпшення підготовки спеціалістів автомобільної галузі.

Результати дослідження. Для розв'язання проблеми була сформована модель, яка віддзеркалює труднощі (недоліки) теперішнього процесу пізнання та уможливлює прогнозування шляхів поліпшення підготовки спеціалістів (рисунок 1).

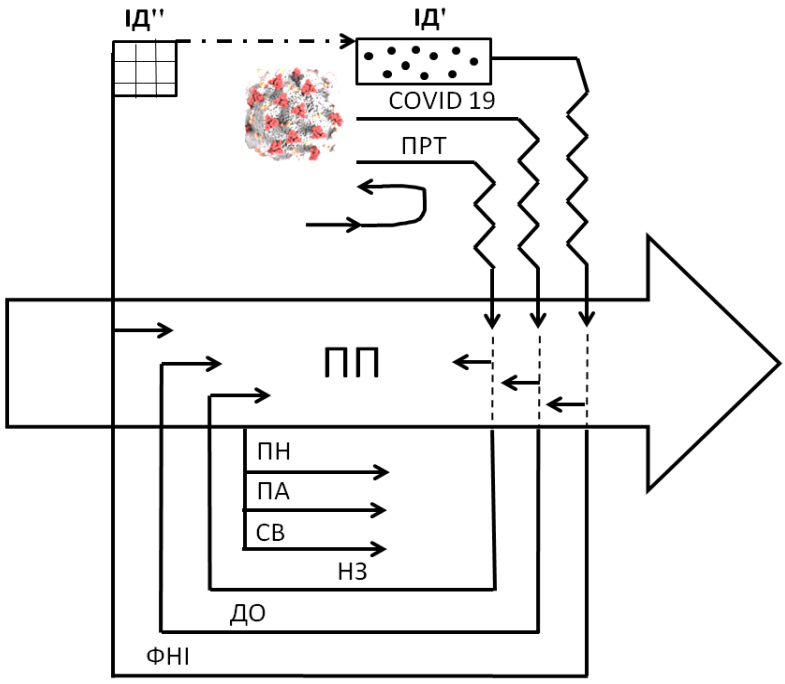


Рисунок 1 – Структурна схема системи, що візуалізує дію різних компонентів на процес пізнання студентів: ІД' та ІД"– інформаційні джерела Internet, відповідно, загальні або після формування раціональної структури; ПРТ – поворот розвитку транспорту; ПП – процес пізнання для теперішніх студентів – автомобілістів; ПН – прагнення до навчання; ПА – прагнення до вивчення автомобіля; СВ – сила волі, порядність студента; НЗ – нові знання студента про наслідки ПРТ; ДО – дистанційна освіта; ФНІ – формування нової структури інформаційного масиву джерел

Три фактора, які вагомо руйнують ПП, мають наступні характеристики.

Джерела Internet містять колосальний обсяг дуже різновекторної інформації, вагомим є, також, масив з автомобільної тематики. Зустрічається дуже широкий спектр пропозицій, коментарів, висновків тощо. В процесі пізнання, студент повинен мати жорсткі орієнтири руху за вірними інформаційними маршрутами.

Дієвість впливу на ПП COVID 19 пов'язана з веденням дистанційної освіти, необхідністю самоізоляції та відсутністю рівноваги в пропаганді тяжкої і несподіваної хвороби. Означені негативні властивості обумовлюють різні депресивні стани у людей.

Поворот розвитку транспорту вимагає у студентів – автомобілістів виділення додаткового часу і творчих зусиль на оволодіння новими знаннями, які ще недостатньо розвинені вченими. Наприклад, в ФРН не змогли вчасно, згідно з прогнозами, масово перейти на використання електромобілів [2], тільки розробляються раціональне маневрування та стійкий рух метробусів для великих міст країни [3], приділяється увага плануванню населених пунктів з урахуванням рівня мобільності населення, напрямів діяльності інвесторів тощо [4].

Всі три перелічені вище фактори мають велику частку випадкових подій, що характеризуються імовірністю появи, дисперсією розкиду величин тощо [5].

Нижче, проведений аналіз системи з якого випливають наступні висновки:

- фактори ІД', COVID 19 та ПРТ з різною значущістю дій порушують процес пізнання в університеті, а керуючі параметри ПН, ПА і СВ посилюють ПП та підтримують освітянський вектор;

- важливою дією є переформування руйнуючого фактору ІД' в ІД" упорядкований, хоча механізм цього перетворення складний та потребує подальшого дослідження і розвитку.

За результатами опитування студентів побудована схема щодо візуалізації дії характеристик, які впливають на ефективність процесу пізнання (рисунок 2).

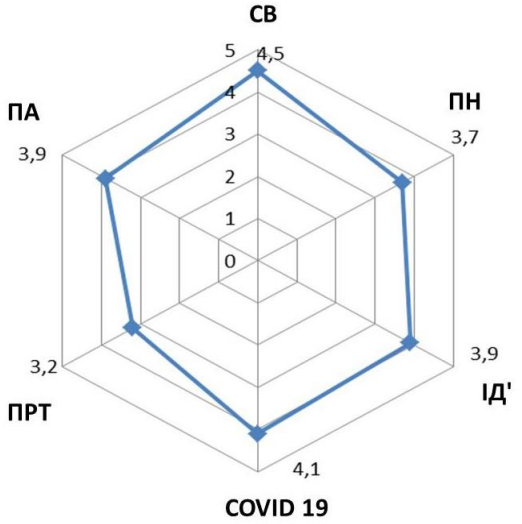


Рисунок 2 – Система параметрів, які формують структуру ПП

Вибрана п'ятибальна шкала та різновекторно спрямовані числові осі, які мають протилежні напрямки. Три осі діють доверху (ПА, ПН і СВ) та збільшують інтенсивність і якість ПП. Три осі діють донизу (ІД', COVID 19 і ПРТ) і збурюють процес пізнання. Оцінки, що характеризують вплив різних параметрів проставлені по периметру на пелюстковій діаграмі. Середній бал дієвості параметрів, що сприяють ПП дорівнюється, приблизно, 4,03, що більше ніж середній бал збурюючих факторів – 3,70. Далі слід обгрунтувати імовірність появи дії певної інтенсивності кожної з характеристик. Означене дозволить провести більш достовірний розрахунок системи, в якій постає конфлікт вимог до дій різних параметрів.

В процесі характеристики актуальності та вагомості аспектів підготовки студентів допомагає інформація, вистраждана та відображена в художніх книгах видатними філософами та письменниками.

Фрідріх Ніцше розповів про долю бродячого філософа, який називав себе Заратустрою та про його думки, що людина повинна вільно вибирати між добром і злом. Необхідне знання він отримав, коли покинув свій дім та на 10 років пішов в гори, де він на – одинці пізнавав устрій довкілля та насолоджувався своїм духом. Заратустра отримав глибокі знання, тому що він прагнув до них і мав силу волі [6].

Герман Гессе описує шлях пізнання юнака, якого звали Сіддхартха [7]. Він, син брахмана та його талановитий учень, хотів пізнати "устрій" всього світу, хоча мав достатню освіту для свого місця мешкання. Коли поряд з його домом пробігали "стоїки", які були ледь одягнені та мали виснажений вигляд, але дуже вірно трималися за своїм керівником, юнак подумав, що вони мають дійсне уявлення про остаточну істину. Сіддхартха мав велике прагнення до пізнання і силу волі й отримав глибокі знання.

Висновок. На сьогодні, створилися складні умови для формування студентського процесу пізнання. Отримання нового знання забезпечується в системі, де діють вагомі позитивні та негативні впливи. Сформовані схеми систем сучасного процесу пізнання можуть дозволити отримати цифрові дані, що будуть характеризувати дієвість системи з наведеними конфліктуючими компонентами. З аналізу творів видатних філософів та письменників витікає, що людина з сильною волею і духом, яка прагне до пізнання може перебороти дію важких негативних факторів та отримати стійкі й глибокі знання.

Список використаних джерел

1. Макаров В.А. Про оцінку можливості та необхідності методологічної підтримки напрямів розвитку сучасної автомобільної техніки / В. А. Макаров, Т.В. Макарова // Вісник Вінницького політехнічного інституту» № 2 (149). 2020. – С. 89-98.

2. Anton Karte Elektromobilität Grundlagen und Praxis 3., aktualisierte Auflage. ca. 230 Seiten.

3. Сахно В.П. Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на показники маневреності метробуса /В.П.Сахно, В.М.Поляков, С.М.Шарай, О.Є.Омельницький //Вісник ЖДТУ, 2018, №2 (77), с.248-256.

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

5. Макаров В.А. Імовірнісно - статистичні методи в задачах автомобільної техніки / В. А. Макаров, В. В. Біліченко, Т. В. Макарова // навчальний посібник**,** Вінниця: ВНТУ, 2019. – 85 с.

6. Ф. Ницше, Так говорил Заратустра. Книга для всех и ни для кого = Also sprach Zarathustra. Ein Buch für alle und Keinen. Харьков, Україна: Фолио, 2017.

7. Гессе Герман. Сиддхартха. ООО "Современный литератор". Минск, 2013. – 74 с.

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

Гурський Олександр Станіславович – к.т.н., доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів, Білоруський національний технічний університет, e-mail: asgurski@bntu.by

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

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

Gurski Alexander – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Head of the Department "Technical Operation of Automobiles", Belarusian National Technical University, e-mail: asgurski@bntu.by

Makarova Tamara – Cand. Sc. (Econ), Associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, e-mail: tomamakarova@ukr.net

УДК 629.113.004

Мармут І. А., к.т.н., доц.

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ ПРИ СТЕНДОВОМУ ДІАГНОСТУВАННІ

Розглянуто питання дослідження метрологічних характеристик вимірювальної системи роликового стенда, зокрема розроблена методики повірки системи вимірювання показника прискорення, що визначає об'єктивність оцінки діагностичних параметрів та необхідну точність вимірів.

The issues of studying the metrological characteristics of the measuring system of the roller stand are considered, in particular, the methods for verifying the system for measuring the acceleration indicator have been developed, which determines the objectivity of the assessment of diagnostic parameters and the required measurement accuracy.

Вступ. Показники тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобілів в умовах експлуатації визначають за допомогою стаціонарних роликових тягових стендів. Тягові стенди призначені для визначення потужності (тягової сили на ведучих колесах автомобіля), або часу розгону в заданому швидкісному інтервалі (показник прискорення (ПП)). Останній показник реалізований на стенді пересувної станції діагностики легкових автомобілів (ПДС-Л) кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ. За визначенням, ПП – це інтервал часу, протягом якого лінійна швидкість в режимі «РОЗГІН» наростає від $V_{поч}$ до $V_{кін}$. Початкову $V_{поч}$ і кінцеву $V_{кін}$ швидкості вибирають з ряду значень (рекомендовані значення складають: $V_{поч}$ = 50 км/год, $V_{кін}$ = 70 км/год).

Постановка проблеми у загальному вигляді. Для забезпечення достовірності результатів діагностування автомобіля за допомогою нестандартизованих засобів вимірювань треба якісна перевірка цих засобів, згідно регламенту [1]. Перевірення каналу вимірювання ПП проводиться після отримання результатів перевірення каналу вимірювання лінійної швидкості [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При розробці методики метрологічної повірки системи вимірювання ПП на інерційному роликовому стенді враховувалися вимоги стандартів [1, 4], а також основні положення робіт, присвячених точності і метрологічному забезпеченню при діагностуванні автомобілів [5, 6, 7] і робіт кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів ХНАДУ [2, 3, 8, 9].

Формулювання цілей дослідження (постановка завдання). Метою роботи є дослідження метрологічних характеристик вимірювальної системи (ВС) роликового стенда, зокрема розробка методики повірки системи вимірювання ПП. Проведення метрологічного контролю (МК) каналу вимірювання ПП аналогічно контролю показника сповільнення (ПС) [3]. Основна відмінність операцій контролю ПП від відповідних операцій контролю ПС полягає у виборі режиму «РОЗГІН» і значень початкової і кінцевої швидкостей.

Виклад основного матеріалу. Проведення метрологічного контролю каналу ПП проводиться методом порівняння із зразковою мірою, в якості якої використовується електронна метрологічна модель процесів, що мають місце при натурних вимірюваннях ПП. Для створення метрологічно достовірної моделі необхідно зібрати схему (рис. 1), яка забезпечує виконання наступних дій:

- дискретну зміну частоти появи імпульсів, що імітують роботу фотодатчиків, від значення $V_{поч}$ до $V_{кін}$ (процес розгону роликів);

- імітацію розгону з різними його значеннями (можливість регулювання і метрологічного контролю) шляхом комутації значення кінцевої швидкості за відомий інтервал часу, з яким і порівнюється значення ПП, що відображається на пульті ВС.

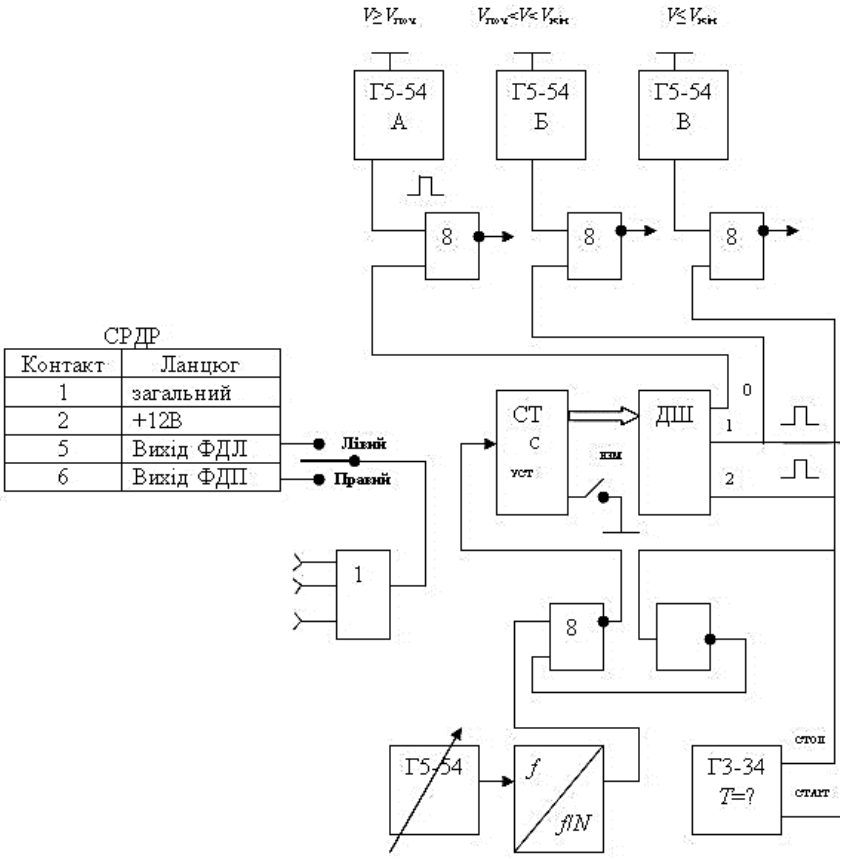


Рисунок 1 – Схема метрологічного контролю каналу ПП

Дії з проведення МК каналу вимірювання ПП містять такі операції.

1. Зібрати схему (рис. 1.6).

2. Встановити значення частот вихідних сигналів генераторів А, Б і В на рівні, відповідно:

$$f_{\text{А}} = 0{,}95 \cdot 20 \cdot V_{\text{поч}} \text{ (для } V_{\text{поч}} = 50 \text{ км/год} - f_{\text{А}} = 950 \text{ Гц)};$$

$$1{,}05 \cdot 20 \cdot V_{\text{поч}} \le f_{\text{Б}} \le 0{,}95 \cdot 20 \cdot V_{\text{кін}} \text{ (для } V_{\text{кін}} = 70 \text{ км/год} - 1050 \text{ Гц} \le f_{\text{Б}} \le 1330 \text{ Гц)};$$

$$f_{\text{В}} \ge 1{,}05 \cdot 20 \cdot V_{\text{кін}} \text{ (для } V_{\text{кін}} = 70 \text{ км/год} - f_{\text{В}} \ge 1470 \text{ Гц)}.$$

3. Включити пульт, натиснути кнопку «ИЗМ.» (рис. 1), і утримуючи її в натиснутому стані, перевести пульт в режим «РОЗГІН – вимір показника прискорення», після чого відпустити кнопку «ИЗМ.».

4. Зчитуємо значення ПП пульта і ПП, які індицюються на табло зразкового хронометра ЧЗ-34 (рис 1). Заповнюємо таблицю 1. Вимірювання по п. 2…4 повторюємо не менше 10 разів, варіюючи значенням частот генераторів А, Б, В, Г та виконуючи при цьому вимоги п. 2.

Таблиця 1 – Результати перевірення каналу вимірювання ПП

№ виміру	1	2	3	…	*n*
Показання ВС пульта, с					
Показання зразкового хронометра, с					
Різниця показань абсолютна, с					
Різниця показань відносна					

5. Повторити процедури 2...4 для лівого і правого каналів стенду, перемикаючи їх за допомогою тумблера «лівий-правий» (рис. 1).

6. Розрахувати за даними вимірів (табл. 1) величини:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_i}{n} \ , \qquad (1)$$

де δ_i – відносна різниця показань вимірювальної системи і зразкового хронометра, що обчислюється як $\delta_i = \frac{\Delta_i}{ПП_0}$,

де Δ_i – різниця величин $ПП_{ВС}$ и $ПП_о$; $ПП_о$ – показник прискорення, який індицюється на зразковому приладі ЧЗ-34 (рис. 1); $ПП_{ВС}$ – показання індикатора «Показник прискорення» вимірювальної системи пульта.

$$\sigma_{ПП} = \left| \frac{\sum_{i=1}^{n} (\Delta_i)^2}{n-1} \right|^{1/2}. \qquad (2)$$

7. Прийняти рішення про придатність каналу вимірювання показника прискорення до експлуатації. Критерії придатності: $\sigma_{ПП} \leq 8 \cdot 10^{-3}$с; $\bar{\delta} \leq 0{,}02$.

Висновки. Виконане експериментальне дослідження повірки каналу вимірювання показника прискорення (ПП) роликового стенда дозволяє забезпечити об'єктивність оцінки діагностичних параметрів та необхідну точність вимірів.

Список використаних джерел

1. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки, Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2016 р. № 163: за станом на 24.02.2016. – К.: Урядовий кур'єр від 15.03.2016. – 2016. – № 49.

2. Мармут И.А. Методика поверки канала измерения скорости инерционного стенда с беговыми барабанами / И.А. Мармут, В.И. Мармут // Автомобильный транспорт. – 2008. – Вып. 22. – С. 53-57.

3. Мармут И.А. Методика поверки измерительной системы инерционного роликового стенда / И.А. Мармут, Ю.В. Зыбцев // Автомобильный транспорт. – 2011. – Вып. 29. – С. 207-211.

4. Закон України № 1314-VII “Про метрологію та метрологічну діяльність” від 5 червня 2014 р.: за станом на 02.08.2017. – К.: Відомості Верховної Ради від 25.07.2014. – 2014. – № 30, стор. 2350, стаття 1008.

5. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) / Орнатский П.П. – К.: Вища школа, 1986. – 504 с.

6. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобиля / Сергеев А.Г. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.

7. Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение эксплуатации технических систем: Учебное пособие / Сергеев А.Г. – М.: Изд-во МГОУ, 1994. – 487 с.

8. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н.Я. Говорущенко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 292 с.

9. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование): / [Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., Мармут И.А., Зуев В.А.]. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 с.

Мармут Ігор Арнольдовиич – 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 Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Technical Operation and Car Service prof. Govorushchenko M. Ya., Kharkiv National Automobile and Road University, e-mail: mia2005.62@ukr.net

УДК 629.331.05:004.9]:355.1(477)

Миколайчук В. В.; Канчуга М. К.

РОЗВИТОК БЕЗПІЛОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

В роботі аналізується кроки по впровадженню новітніх технологій для потреб держави. Вплив сучасних світових тенденцій, проведену роботу вітчизняних підприємств та їх досягнень. Перспективи застосування безпілотних технологій в військовій автомобільній техніці.

The paper analyzes the steps for the introduction of new technologies for the needs of the state. The influence of modern world trends and the work of domestic enterprises and their achievements. Prospects for the use unmanned technologies in military vehicles.

Автомобільна індустрія зазнає великих змін: найбільші виробники автомобілів працюють спільно з розробниками інформаційних технологій. Зміни йдуть в напрямку створення транспортних засобів з можливістю повного безпілотного керування [1]. Не відстають в цьому напрямку, а можливо в якійсь мірі і випереджають цей розвиток, військові безпілотні технології в світі. Основна вимога котру висувають військові до сучасного безпілотного автомобіля – це роботизація процесу функціонування автомобіля в різних умовах його експлуатації. Для того щоб військовий безпілотний автомобіль міг відповідати вимогам, потрібна безперебійна взаємодія: оператор - автомобіль (захист інформаційних каналів) та робота автономних систем, таких як: позиціонування автомобіля на місцевості та ідентифікація автомобілів між собою, розпізнавання елементів автомобільних доріг, об’єктів навколишнього середовища, технічних засобів регулювання дорожнього руху та учасників дорожнього руху, бортових та віддалених (дистанційних) систем технічного зору безпілотного автомобіля, управління елементами трансмісії, діагностування технічного стану автомобіля, середовища та інше [2].

На теренах нашої держави першим хто розпочав роботу в напрямку безпілотних військових автомобілів, а саме, «розумний» автомобіль спеціального призначення, була компанія «Інфоком Лтд». Спільно з одним з найпотужніших вітчизняних виробників військової вантажної техніки - ПАТ «АвтоКрАЗ», потужності котрих дозволяють проводити налагоджувально-випробувальні роботи, створили проект «Безпілотний автомобіль КрАЗ». Вітчизняна, повністю розроблена запорізькими інженерами програмна частина автоматичного керування автомобілем, Pilotdrive - система аналізу і прийняття рішення, спрацьовує за мить, що дозволяє швидко реагувати на ситуацію [3,4]. Змонтована на базі автомобіля КрАЗ - Спартан, який оснащений комплексом спеціальних датчиків, котрі дають змогу автомобілю легко орієнтуватися на місцевості. Складається з тепловізора із системою автоматичного ціле вказівника і захоплення, відеокамери з охопленням 360˚, передній і задній радари для виявлення перешкод, далекомір, ємнісний датчик присутності людини в радіусі 18 метрів. Завдяки системі Pilotdrive, КрАЗ - Спартан легко розпізнає ширину дороги та перешкоди, що знаходяться навколо нього. Управління автомобілем може здійснюватися за допомогою планшета, «розумної» рукавички» або операторської станції.

Зв'язок із автомобілем здійснюється за цифровими радіоканалами передачі даних WiFi/Wimax, радіус зв'язку від 10 до 50 км. Додатково безпілотний автомобіль оснащений програмно-апаратним комплексом «Smart Drive» і навчанням у реальному режимі часу «Teach-in Drive», в якому система запам'ятовує заданий маршрут. Координати проходження для занесення в базу передаються по каналу GPS через супутник [5].

Отже, подальший розвиток вітчизняних безпілотних технологій дасть можливість країні бути самостійною та конкурентною на технологічному ринку, дасть поштовх до паралельного

розвитку напрямків роботизації, штучного інтелекту, забезпечить власні Збройні сили новітніми технологіями, високоточним озброєнням. Безумовною їх перевагою є підвищення живучості озброєння та військової техніки на полі бою та збереження життя особового складу.

Список використаних джерел

1. Durst, PJ; Goodin, CT; Bethel, CL; Anderson, DT; Carruth, DW; Lim, H (2018) A Perception-Based Fuzzy Route Planing Algorithm for Autonomous Unmanned Ground Vehicles UNMANNED SYSTEMS Том: 6 Випуск: 4 DOI: 10.1142/S2301385018500073

2. Bermudez, A; Casado, R; Fernandez, G; Guijarro, M; Olivas, P (2019) “Drone challenge: A platform for promoting programming and robotics skills in K12 education”, INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ROBOTIC SYSTEMS, Том: 16, Випуск: 1 DOI: 10.1177/1729881418820425

3. Дослідження ключових технологій безпілотної їзди [Електронний ресурс] // [веб-сайт]- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/.

4. Українська компанія про створення безпілотного автомобіля на базі ЗАЗ lanos [Електронний ресурс] // [веб-сайт]- https://zaxid.net/news/

5. Перший безпілотний КрАЗ - перший «розумний» український автомобіль URL http://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/novini-ta-media/news/item/2839-pershyi-bezpilotnyi-kraz-pershyi-rozumnyi-ukrainskyi-avtomobil

Миколайчук Володимир Васильович – викладач кафедри ВБМ та А, Національна академія сухопутних військ, м. Львів, e-mail: mukolaichukvova@gmail.com

Канчуга Мар’ян Казимирович – викладач кафедри ВБМ та А, Національна академія сухопутних військ, м. Львів, e-mail: mkanchuga4@gmail.com

Mykolaichuk Volodymyr – lecturer, department of DBC and A, National Academy of Land Forces, Lviv, e-mail: mukolaichukvova@gmail.com

Kanchuha Marian – lecturer, department of DBC and A, National Academy of Land Forces, Lviv, e-mail: mkanchuga4@gmail.com

УДК 656.13.017 : 629.3.004

Митко М. В., к.т.н.; Савін Ю. Х., к.т.н., доц.

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРАВАДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ КОМУНАЛЬНОГО УНІТАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЕКОВІН» МІСТО ВІННИЦЯ

Для практичної апробації результатів дослідження, в першу чергу, потрібно було знайти підприємство, яке було комплексним, тобто поряд з транспортним процесом, займалося обслуговуванням і ремонтом транспортних засобів, тому було і обрано таке підприємство, як комунальне унітарне підприємство «ЕкоВін» м. Вінниця.

For practical testing of the research results, first of all, it was necessary to find an enterprise that was complex, that is along with the transport process, engaged in maintenance and repair of vehicles, so it was chosen such an enterprise as a municipal unitary enterprise "EcoVin" Vinnytsia city.

Вступ. Комунальне унітарне підприємство «ЕкоВін» (КУП «ЕкоВін») є спеціалізованим підприємством з питань поводження з відходами та забезпечення належного санітарного стану об'єктів благоустрою міста Вінниця.

Підприємство належить до комунальної власності територіальної громади м. Вінниця відповідно до рішення Вінницької міської ради за № 1263 від 05.07.2005 р. «Про створення міського комунального унітарного підприємства з вивозу твердих побутових відходів «ЕкоВін»». Засновником та власником підприємства є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради, яка заснувала підприємство в 2005 році. Органом, за яким закріплено функції управління підприємством, є Департамент комунального господарства та благоустрою Вінницької міської ради. КУП «ЕкоВін» було створено на базі колишнього комунального автотранспортного підприємства КАТП-0128.

Зараз основну частину рухомого складу складають вантажні спеціалізовані автомобілі, які призначені для механізованого завантаження твердих побутових відходів з контейнерів в бункер, їх ущільнення в бункері, транспортування та механізованого розвантаження в місцях знешкодження та утилізації. Внаслідок збільшення території та чисельності жителів міста Вінниця, в подальшому планується збільшення обсягів збору та вивезення побутових відходів, санітарного очищення міста та утримання міського полігону в м. Вінниця. Тому, в подальшому планується збільшувати кількість рухомого складу підприємства [4].

Виробничо-технічна база підприємства складається із 5-ти постів ТО і ПР, має зону щоденного обслуговування, агрегатну, слюсарно-механічну та зварювально-жерстяницьку дільниці, які призначені для виконання комплексу робіт з обслуговування та ремонту агрегатів і вузлів автомобілів. На території підприємства розташовані адміністративний корпус, відкрита площадка для зберігання автомобілів, контрольно-пропускний пункт та котельня.

Результати дослідження. Ефективність технічної експлуатації як підсистеми автомобільного транспорту визначається наступними комплексними показниками: рівнем працездатності автомобілів; затратами на підтримування заданого рівня працездатності; продуктивністю праці персоналу інженерно-технічної служби [3, 4, 5].

В свою чергу, зменшення витрат на підтримку рухомого складу в працездатному стані дозволить зменшити собівартість перевезень та підвищити конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортних послуг [7, 8, 9].

Економічна ефективність від удосконалення структури виробничих підрозділів визначається за формулою:

$$E_{ф} = \sum_{i=1}^{n} T_i (C_{i,АТП} - (C_{i,ЦСВ} + C_{i,дос.,ЦСВ})), \quad (1)$$

де $E_ф$ – економічний ефект, тис. грн; T_i – обсяг i-го виду робіт з ТО і ремонту автомобілів, який передається для виконання на ЦСВ, люд-год; $C_{i, АТП}$ – собівартість виконання 1 людино-години i-го виду робіт з ТО і ремонту автомобілів в АТП, грн / люд.-год; $C_{i, ЦСВ}$ – вартість виконання i-го виду робіт з ТО і ремонту автомобілів на ЦСВ з урахуванням доставки, грн / люд.-год; $C_{i, дос., ЦСВ}$ – витрати на доставку автомобілів або ремфонду для виконання i-го виду робіт на ЦСВ, яка припадає на 1 людино-годину трудомісткості, грн/люд.-год.

Для підприємства КУП «ЕкоВін» був виконаний повний технологічний розрахунок. Вхідні дані для технологічного розрахунку даного підприємства наведені роботі [1, 2]. Результати технологічного розрахунку, що включають обсяги робіт з ТО і ремонту автомобілів, чисельність працівників, кількість постів, площі виробничих підрозділів та розрахунку собівартості робіт з ТО і ремонту рухомого складу в комунальному унітарному підприємстві «ЕкоВін» наведено також в даній роботі [3, 4].

Автомобілі працюють в 3-й категорії умов експлуатації, умови зберігання автомобілів – відкрита стоянка без підігрівання.

Станом на 28.02.2018 року рухомий склад підприємства нараховував 26 одиниць (табл. 1).

Таблиця 1 – Рухомий склад комунального унітарного підприємства «ЕкоВін», міста Вінниця [4]

Модель транспортного засобу	Кількість транспортних засобів на 28.02.2018 р.	Середньодобовий пробіг, км
ЗИЛ-ММЗ-554	6	120
ЗИЛ-43336	2	190
ЗИЛ-432932	3	203
МАЗ-533702	6	205
МАЗ-5340-В2	2	200
КАМАЗ-43253	2	200
КАМАЗ-55102	1	50
Ford Cargo 1833D «Е-5»	4	205
Всього:	26	

Таблиця 2 – Обсяги і собівартості робіт з ТО і ремонту для рухомого складу КУП «ЕкоВін» м. Вінниця [4]

Найменування видів робіт з ТО і ремонту	Обсяг робіт, люд.-год.	Собівартість робіт, грн/люд.-год
Прибирально-мийні роботи ЩО	1800,02	100,68
ТО-1	3087,11	68,35
ТО-2	4511,15	54,11
Постові роботи ПР	4743,16	127,51
Агрегатні	2371,58	78,74
Слюсарно-механічні	1116,04	129,27
Електротехнічні	697,52	165,69
Шиномонтажні та вулканізаційні	558,02	242,67
Зварювально-жерстяницькі та арматурні	2092,57	98,47

У таблиці 2 наведено обсяги і собівартість робіт з ТО і ремонту для рухомого складу в комунального унітарного підприємства «ЕкоВін», м. Вінниця. Як видно з таблиці 2, завантаження зони ЩО, ТО і ПР, агрегатної дільниці, зварювально-жерстяницької та

арматурної дільниця складає близько до 100%, слюсарно-механічної дільниці – 60%, електротехнічної, шиномонтажно-вулканізаційної дільниць – 30-40%. Обсяги робіт з ремонту приладів системи живлення дозволяють завантажити дільницю на 30-40%, фарбувальні та ковальсько-ресорні роботи – близько 23%, роботи з діагностування Д-1, Д-2 – до 20%, акумуляторні та мідницькі роботи – 15%, оббивні роботи – до 8%.

Порівняльний аналіз собівартості виконання робіт в КУП «ЕкоВін» з вартістю виконання в сервісних підриємствах м. Вінниця, свідчить що на сьогодні в КУП «ЕкоВін» доцільно виконувати такі роботи:

- прибирально-мийні роботи ЩО;
- ТО-1, ТО-2, постові роботи ПР;
- агрегатні, зварювально-жерстяницькі та арматурні роботи;
- слюсарно-механічні, електротехнічні, шиномонтажно-вулканізаційні роботи, враховуючи при тому, що завантаженість дільниць є не 100%, але при розрахунку собівартості однієї людино-години та в порівнянні з середньою вартістю даних робіт по місту, можна сказати, що вони є також доцільними.

Оскільки обсяги інших робіт є малими, а технологічне обладнання для їх виконання є досить вартісним, можна зробити висновок, що виконання цих робіт в КУП «ЕкоВін» не є доцільним. Вони можуть виконуватися на інших сервісних підприємствах таблиця 3.

Таблиця 3 – Порівняльна таблиця вартості виконання робіт з ТО і ремонту автомобілів в КУП «ЕкоВін» та сервісних підприємствах м. Вінниця [4]

Найменування видів робіт з ТО і ремонту	Собівартість робіт з ТО і ремонту на АТП «КРИВЕШКО», грн/люд.-год	Вартість робіт у сервісних центрах, грн/люд.-год	Вартість робіт на сервісі з урахуванням доставки, грн/люд.-год	Підприємства автосервісу, відстань до них, км
Загальне діагностування Д-1	854,64	330	630,68	СТО ПП «Трейдсервіс», 10,5 км
Поглиблене діагностування Д-2	1092,78	330	480,34	СТО ПП «Трейдсервіс», 10,5 км
Фарбувальні	1224,08	580	730,34	СТО ПП «Трейдсервіс», 10,5 км
Акумуляторні	421,15	170	220,11	СТО ТОВ «Сабаров Трак», 3,5 км
Ремонт приладів систем живлення	405,74	250	280,07	СТО «Бош Сервіс Автодром», 4,5 км
Ковальсько-ресорні	317,08	120	150,07	СТО ТОВ «Сабаров Трак», 3,5 км
Мідницькі	381,90	130	167,58	СТО ТОВ «Сабаров Трак», 3,5 км
Оббивні	735,63	210	276,53	СТО ПП «Трейдсервіс», 10,5 км

Економічний ефект від удосконалення структури виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту автомобілів в КУП «ЕкоВін» забезпечується за рахунок передачі окремих видів робіт з ТО і ремонту автомобілів для виконання на спеціалізовані підприємства автосервісу.

Економічний ефект визначається за формулою 1 як різниця витрат з виконання робіт у власному підприємстві та в автосервісних підприємствах.

$$E = 407,95 * (854,64 – 630,68) + 376,93 * (1092,78 – 480,34) + 418,51* * (1224,08 – 730,34) + 279,01 * (421,15 – 220,11) + 558,02 * (405,74 – 280,07) + + 418,51 * (317,08 – 150,07) + 270,01 * (381,90 – 167,58) + 139,50 * (735,63 – –276,53) = 846873,51 \text{ (грн)}$$

Висновок. Економічний ефект від удосконалення структури виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту автомобілів в комунально унітарному підприємстві «ЕкоВін» складає 846,873 тисяч гривень на рік.

Впровадження рекомендацій запропонованих в даній роботі [4] в КУП «ЕкоВін» дозволяє підвищити ефективність роботи підприємств в сучасних умовах господарювання шляхом зменшення витрат на утримання рухомого складу у працездатному стані та більш ефективного використання існуючого виробничого потенціалу.

Список використаних джерел

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посібник / За ред. С. І. Андрусенка. – К.: Каравела, 2009. – 368 с.

2. Біліченко В. В. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник / В. В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, С.О. Романюк, Є.В. Смирнов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 182 с.

3. Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: автореф. дис. … канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / М. В. Митко. – Київ, 2019. – 20 с.

4. Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: дис. … канд. техн. наук: 05.22.20 / Митко Микола Васильович. – К., 2019. – 251 с.

5. Митко М. В. Визначення доцільності створення виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2016. №1 (124). С. 138–141.

6. Митко М. В. Удосконалення структури виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2018. №6 (141). С. 104–110.

7. Савін Ю. Х., Митко М. В. Методичні основи удосконалення структури виробничих підрозділів автотранспортних підприємств. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. Київ: НТУ, 2019. №1(43). С. 159–166.

8. Савін Ю. Х., Митко М. В. Визначення економічно доцільних відстаней доставки автомобілів на підприємства автосервісу. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2019. №2(143). С. 99–104.

9. Mytko M. V. Determination of economic advisable distances of automobile delivery on autoservice enterprise. Техніка, енергетика, транспорт АПК, Вінниця ВНАУ, № (1) 108 / 2020. – С. 58-64.

Митко Микола Васильович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: mytko@vntu.edu.ua

Савін Юрій Хомич – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Національний транспортний університет, e-mail: ghsavin@gmail.com

Mytko Mykola **–** Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, e-mail: mytko@vntu.edu.ua

Savin Yuri – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Technical operation of cars and car services, National Transport University, e-mail: ghsavin@gmail.com

УДК 629.33

Мілютін Є. В.; Пронін О. С.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ЕЛЕКТРИЧНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ МАЙБУТНІХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ БРЕНДІВ HYUNDAI, KIA, GENESIS ТА IONIC

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються розвитку та впровадження нових технологій на автомобільному транспорті.

The analysis, generalization and systematization of data related to the development and implementation of new technologies in road transport have been continued.

Вступ. В автомобілебудуванні поряд з автомобілями, що працюють на бензині та дизельному паливі проводжують впроваджуватись та вдосконалюватись технології пов'язані з електромобілями [1-7].

Електромобіль – автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо, а не двигуном внутрішнього згоряння [8].

Електромобіль слід відрізняти від автомобілів з двигуном внутрішнього згоряння і електричною передачею і від тролейбусів. Підвидами електромобіля вважаються електрокар (вантажний транспортний засіб для руху на закритих територіях) і електробус (автобус з акумуляторною тягою) [9].

Термін електромобільність (англ. Electro Mobility, E-Mobility) охоплює повністю електричні транспортні засоби, а також гібридні електричні транспортні засоби та автомобілі, які використовують технологію водневих паливних елементів [10].

Станом на 2018 рік більшість розвинутих країн поставили за мету перейти на електромобілі. На червень 2017 в усьому світі було продано понад 2 млн електромобілів [11].

Nissan Leaf — найпродаваніший автомобіль із 300 000 проданих авто станом на січень 2018 року [12]. Другий — Tesla Model S із 213 000 поданих авто на грудень 2017 [13].

У 2020 році компанія Tesla Inc. другий рік підряд із великим відривом зайняла перше місце серед виробників електромобілів [14]. Найпопулярнішою моделлю стала Tesla Model 3 (0,5 млн авто) [15]. Друге місце у Volkswagen із моделлю Volkswagen ID.3 і китайський BYD на третьому. Четверте місце у китайського авто Wuling Hongguang. Всього за рік було випущено 2,9 млн електромобілів, у 2021 році заплановано випустити 3,9 млн [9].

Результати дослідження. Hyundai Motor Group (бренди Hyundai, Kia і Genesis) офіційно представила нову модульну платформу для електромобілів Electric-Global Modular Platform (E-GMP). Нова електромобільні платформа стане базовою технологією для лінійки електромобілів наступного покоління Hyundai Motor Group [16 - 21].

З 2021 року, платформа E-GMP буде лежати в основі ряду нових електромобілів, включаючи Hyundai IONIQ 5, першого спеціалізованого електромобіля Kia, який буде представлений в 2021 році і ряду інших моделей.

Розроблена виключно для електромобілів, E-GMP забезпечує різні переваги в порівнянні з існуючими платформами Групи.

Переваги нової електромобільної платформи включають підвищену гнучкість розробки, високі ходові якості, збільшений запас ходу, посилені функції безпеки і більше внутрішнього простору для пасажирів і багажу.

Платформа E-GMP за рахунок модульності і стандартизації, дозволяє швидко і гнучко розробляти продукти, які можуть використовуватися в більшості сегментів транспортних засобів, таких як седани, позашляховики та кросовери. Більш того, гнучка розробка може задовольнити різні потреби клієнтів в продуктивності транспортних засобів. Серед них

високопродуктивна модель буде розганятися з місця до 100 км/год менш ніж за 3,5 секунди і розвивати максимальну швидкість 260 км/год.

Рисунок 1 – Модульна платформа E-GMP для електромобілів Hyundai Motor Group [18]

E-GMP розроблена для поліпшення характеристик проходження поворотів і стійкості руху на високій швидкості. Це пов'язано з оптимальним розподілом ваги між передньою і задньою частиною, конструкцією, яка забезпечує низький центр ваги завдяки низько встановленої акумуляторної батареї, і використанням електродвигунів, розташованих в просторі, раніше займаному двигуном.

Рисунок 2 – E-GMP розроблена для поліпшення характеристик водіння [18]

Більш того, за рахунок посилення конструкції несучої секції, розташованої перед панеллю приладів, інженери змогли мінімізувати енергію зіткнення, передану електричній системі і батареї. Структура розподілу навантаження на передній стійці також запобігає деформації пасажирського відсіку.

E-GMP максимально збільшує внутрішній простір за рахунок довгої колісної бази, коротких передніх і задніх звисів і тонкого модуля кабіни. Завдяки встановленню акумуляторної батареї під підлогою E-GMP створює рівну підлогу в кабіні. Це дає пасажирам більше місця для ніг і дозволяє по-різному розташувати передні і задні сидіння.

Сам акумулятор, встановлений між осями передніх і задніх коліс, буде найенергоємнішою системою, яку коли-небудь створювала Hyundai Motor Group. Зокрема це пов'язано з поліпшеною охолоджуючою здатністю, яка є результатом нової окремої конструкції блоку охолодження, яка допомагає зробити акумулятор більш компактним. Завдяки збільшенню щільності енергії приблизно на 10% в порівнянні з існуючою технологією акумуляторів електромобілів, акумуляторні блоки легше, можуть бути встановлені нижче в кузові і звільняють більше місця в салоні.

Нова компактна система електроживлення (PE) E-GMP складається з потужного двигуна, трансмісії електромобілів і інвертора. Ці три компоненти об'єднані в один компактний модуль. Це забезпечує високу продуктивність за рахунок збільшення максимальної швидкості двигуна до 70% в порівнянні з існуючими двигунами. Високошвидкісний двигун менше за розміром, ніж інші двигуни, але забезпечує порівнянну продуктивність, а також забезпечує економію простору і ваги.

а *б*

Рисунок 3 – Задній тяговий двигун платформи (*а*). Передній тяговий двигун платформи E-GMP (*б*) [18]

E-GMP спроектована як заднеприводна платформа, але також може бути оснащена другим електродвигуном на передній осі. Система повного приводу включає роз'єднувач трансмісії електромобіля, який може управляти з'єднанням між додатковим двигуном і передніми колесами і перемикатися між двоколісним і повним приводом для підвищення ефективності, пропонуючи ідеальний рівень потужності або продуктивності для поточних умови водіння.

У всіх автомобілях, розроблених на платформі E-GMP, використовується стандартний акумуляторний модуль одного типу. Цей модуль складається зі стандартних осередків пакетного типу і може бути упакований в різних кількостях, необхідних для кожного транспортного засобу.

Список використаних джерел

1. *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., м. Вінниця. – С. 28-38. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf. (дата звернення 07.04.2021)

2. 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.

3. 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.

4. Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 198 - 202.

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. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 216 - 223.

7. 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.

8. Електромобіль. Державна наукова установа «Енциклопедичне видавництво» за участі Інституту програмних систем НАН України, 2015-2021. Електронна версія «Великої української енциклопедії»: веб-сайт. URL: https://vue.gov.ua. (дата звернення: 8.04.2021).

9. Електромобіль. Вікіпедія. Вільна енциклопедія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org. (дата звернення: 8.04.2021).

10. Electro Mobility (E-Mobility). Techopedia: веб-сайт. URL: https://www.techopedia.com/definition/30913/electro-mobility-e-mobility. (дата звернення: 8.04.2021).

11. Megan Geuss. There are more than 2 million electric vehicles on the road around the world. CNMN Collection WIRED Media Group: веб-сайт. Опубл. 6.12.2017 URL: https://arstechnica.com/cars/2017/06/there-are-more-than-2-million-electric-vehicles-on-the-road-around-the-world. (дата звернення: 8.04.2021).

12. Nissan delivers 300,000th Nissan LEAF. The Nissan LEAF is the best-selling electric vehicle in the world. Опубл. 08.01.2018. URL: https://global.nissannews.com. (дата звернення: 8.04.2021).

13. Cobb, Jeff. Tesla Quietly Sold 200,000th Model S Last Year. HybridCars.com : веб-сайт. Опубл. 22.01.2018. URL: http://www.hybridcars.com/tesla-quietly-sold-200000th-model-s-last-year. (дата звернення: 8.04.2021).

14. Tesla зайняла майже 25% світового ринку електромобілів за підсумками 2020 року. Найуспішнішою в комерційному плані машиною стала Model 3. Mind.ua. ТОВ «Фьючер Медіа» : веб-сайт. Опубл. 02.03.2021. URL: https://mind.ua/news/20222883-tesla-zajnyala-majzhe-25-svitovogo-rinku-elektromobiliv-za-pidsumkami-2020-roku. (дата звернення: 8.04.2021).

15. Владимир Скрипин. Tesla отчиталась о выпуске более 500 тысяч автомобилей по итогам 2020 года и запустила сборку Model Y на шанхайском заводе. ITC.ua, ООО «ХОТЛАЙН»: веб-сайт. Опубл. 2.01.2021. URL: https://mind.ua/news/20222883-tesla-zajnyala-majzhe-25-svitovogo-rinku-elektromobiliv-za-pidsumkami-2020-roku. (дата звернення: 8.04.2021).

16. Hyundai Motor Group представляет платформу E-GMP для электромобилей следующего поколения. HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и мире : веб-сайт. Опубл. 02.12.2020. URL: https://hevcars.com.ua/hyundai-predstavlyaet-modulnuyu-platformu-dlya-elektromobilej-e-gmp. (дата звернення: 08.04.2021).

17. Hyundai Motor Group | EV-dedicated Platform-'E-GMP' Digital Discovery. Опубл. 02.12.2020. URL: https://www.youtube.com/watch?v=AzUGmQt_1ks. (дата звернення: 08.04.2021).

18. Hyundai.news: веб-сайт. URL: https://www.hyundai.news/eu. (дата звернення: 08.04.2021).

19. Кількість електрифікованих моделей Hyundai Motor Group збільшиться до 44 до 2025 року. HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и мире : веб-сайт. Опубл. 09.01.2020. URL: https://hevcars.com.ua/linejka-elektromobilej-hyundai-motor-group-uvelichitsya-do-23-modelej-k-2025-godu. (дата звернення: 08.04.2021).

20. Hyundai запускає повністю електричний бренд IONIQ і підтверджує 3 нових електромобіля. HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и мире : веб-сайт. Опубл. 11.08.2020. URL: https://hevcars.com.ua/ioniq-stanovitsya-novym-brendom-elektromobilej-hyundai/. (дата звернення: 08.04.2021).

21. Kia запропонує 11 електромобілів до 2025 року: пріоритет на європейський ринок. . HEvCars – информационный портал об электрических и гибридных автомобилях в Украине и мире : веб-сайт. Опубл. 16.05.2020. URL: https://hevcars.com.ua/kia-predlozhit-11-elektromobilej-k-2025-godu-vo-vsem-mire. (дата звернення: 08.04.2021).

Мілютін Євгеній Володимирович – магістрант спеціальність «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

Пронін Олександр Сергійович – магістрант спеціальність «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

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

Milutin Evgeniy – undergraduate student specialty “Professional education. Transport ", Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Pronin Oleksandr – undergraduate student specialty “Professional education. Transport ", Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, the City of Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 621.436

Морозов Ю. В., д.т.н., доц.

ПЛАНУВАННЯ БАГАТОФАКТОРНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Розглянуті питання підготовки і проведення багатофакторного розрахункового експерименту для дослідження показників і параметрів складних технічних систем з процесами хвильового характеру.

The questions of preparation and carrying out of multifactor computational experiment for research of indicators and parameters of difficult technical systems with processes of wave character are considered.

Методика планування експерименту справляє суттєвий вплив на характер досліджень, що проводяться, визначає їх тривалість і вартість, а також, деякою мірою, і форму отриманих результатів. Проведення експерименту забезпечує можливість встановлення однозначного зв'язку між комплексом параметрів (незалежних факторів) і комплексом показників розглянутої системи. Форму цього зв'язку визначає характер наступного використання залежностей між параметрами і показниками.

Запланований експеримент є розрахунковим. Його особливістю в даному випадку є наявність значної кількості вхідних параметрів, які характеризують паливну апаратуру дизеля. Як вже вказувалося вище, кількість таких факторів може досягати трьох десятків. Вже це одне виключає повний факторний експеримент, або перебирання всіх можливих значень вхідних параметрів.

Взаємозв'язок між параметрами і показниками передбачається у вигляді лінійних рівнянь регресії. Це виключає спосіб врахування ефектів взаємовпливу між параметрами за допомогою класичного часткового факторного експерименту.

Метод обробки результатів розрахункового експерименту накладає на спосіб вибору значень вхідних параметрів суттєву вимогу випадковості. Для ряду експериментальних досліджень такий випадковий характер вибору параметрів може забезпечуватися автоматично. При організації розрахункового експерименту його необхідно спеціально передбачити.

У факторному експерименті при виборі значень параметрів звичайно оперують їх умовними значеннями $1, 0, -1$. При цьому в багатофакторному просторі можуть бути досліджені лише загальні закономірності поверхні відгуку - багатопараметрової поверхні показника, що досліджується. Для того, щоб можна було виконувати і графічно аналізувати перерізи цієї поверхні за тими чи іншими вхідними параметрами, необхідно, щоб кількість рівнів кожного параметра не була менше, ніж 8 ... 10.

Т.ч., для забезпечення аналізу результатів інтервал зміни кожного вхідного параметра повинен бути розділений на певну кількість рівнів. Чим більша кількість параметрів підлягає розгляду, тим більше повинна бути кількість рівнів, тим більш достовірною буде інформація про розглянутий багатомірний простір.

У використаному плані експерименту для спрощення кількість рівнів кожного параметра прийнята рівною кількості розрахунків в серії. В загальному об'ємі розрахункового експерименту кількість серій може бути будь-якою.

В середині серії номер параметра, номер рівня і номер розрахунку передбачається узгоджувати за допомогою аналітичної залежності. Зміст її в наступному. В першому розрахунку серії параметр під номером 1 приймає значення першого рівня. У другому розрахунку він приймає значення другого рівня. В останньому k-ому розрахунку його значення відповідає значенню k-ого рівня. Параметр під номером 2 в загальному переліку

параметрів в першому розрахунку серії приймає значення другого рівня. У другому розрахунку він приймає значення третього рівня, в останньому k-ому розрахунку значення другого параметра відповідає значенню першого рівня.

В розглянутій схемі зміни рівнів параметрів на протязі серії розрахунків кожний параметр проходить всі рівні. У таблиці 1 наведені номери рівнів вхідних параметрів для однієї серії, що складається з 32-х розрахунків. Тут: k - номер параметра (k =1... K ; K =32); s - номер розрахунку в серії (s =1... S ; S =32).

Таблиця 1 – Номери рівнів вхідних параметрів для однієї серії розрахунків

s - номер розрахунку в серії	k - номер параметра						
	$Cos\beta$ (1)	$\Delta_И$ (2)	f_T (3)	. . . . .	$t_Ф$ (30)	$d_{ВС}$ (31)	$f_И$ (32)
1	1	32	31	. . .	4	3	2
2	2	1	32	. . .	5	4	3
3	3	2	1	. . .	6	5	4
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
30	30	29	28	. . .	1	32	31
31	31	30	29	. . .	2	1	32
32	32	31	30	. . .	3	2	1

Планування розрахункового експерименту по такій схемі має певний суттєвий недолік. Послідовність параметрів попередньо визначена номером параметра k. Тому описана схема не забезпечує випадкової вибірки. Вона охоплює лише незначну частину простору параметрів, що розглядаються.

Для збільшення ефекту випадковості при виборі значень вхідних параметрів паливної апаратури пропонується використовувати кілька серій розрахунків, подібних описаній вище схемі. Однак, при переході від серії до серії потрібно змінювати випадковим чином послідовність параметрів k.

Якщо, наприклад, прийняти для роботи чотири серії по 32 розрахунки в кожній, то загальна кількість розрахунків складе 128. В конкретній серії тоді номери рівнів будуть змінюватися з інтервалом 4. Від серії до серії номери будуть зсунуті на одиницю.

Для визначення номерів рівнів вхідних параметрів введені позначення: j - номер рівня параметра, j =1... J , J =128; s - номер розрахунку в серії, s =1... S , S =32; l - номер серії розрахунків, l =1... L ; L =4; k - номер параметра в серії, k =1... K , $ж$ =32.

Номер рівня кожного параметра j представимо через s, l, k, J і L таким чином - $j = J + 1 - (k - s)L$. Якщо при цьому розраховане значення номера рівня більше максимального $j > J$, то номер рівня приймається рівним різниці розрахованого значення j і максимального J. ($j = j - 128$).

В таблиці 2 наведені, як приклад, номери рівнів вхідних параметрів для першої серії розрахунків.

Розподіл значень конкретного параметра за рівнями може бути різним: рівномірним або нерівномірним. В найпростішому випадку крок зміни параметру від рівня до рівня є величина стала. Крок зміни параметра може бути змінним і залежати від номера рівня. Наприклад, можливе таке нелінійне змінення параметра, яке компенсує процес переходу до ймовірнісних змінних і забезпечить лінійне змінення вхідних параметрів у нормалізованій ймовірнісній формі. Це може полегшити наступне використання рівнянь регресії з нормалізованими змінними.

На рис. 1 подана блок-схема алгоритма вибору вхідних параметрів для плана розрахункового експерименту, що містить L серій розрахунків з нерівномірними інтервалами змінення параметрів від рівня до рівня.

Таблиця 2 – Номери рівнів вхідних параметрів для першої серії розрахунків при числі серій L =4

s - номер розрахунку в серії	k - номер параметра						
	$Cos\beta$ (1)	$\Delta_И$ (2)	f_T (3)	. . . . .	$t_Ф$ (30)	$d_{ВС}$ (31)	$f_И$ (32)
1	1	125	121	. . .	13	9	5
2	2	1	125	. . .	17	13	9
3	3	2	1	. . .	21	17	13
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
30	117	113	109	. . .	1	125	121
31	121	117	113	. . .	2	1	125
32	125	121	117	. . .	3	2	1

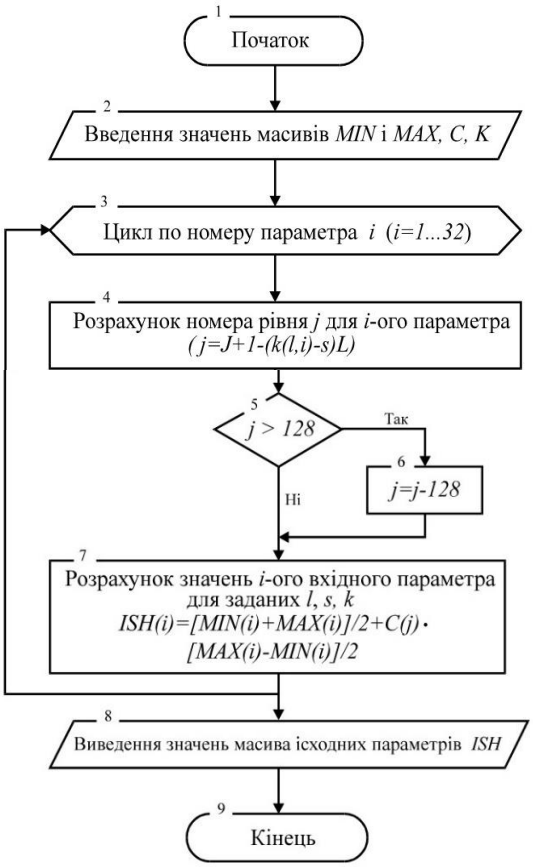


Рисунок 1 – Алгоритм вибору вхідних параметрів для плану розрахункового експерименту, що містить L серій розрахунків з нерівномірними інтервалами зміни параметрів від рівня до рівня

Список використаних джерел

1. Морозов Ю. В. Линейные уравнения регрессии показателей впрыскивания топлива в дизелях. – Двигателестроение. 1988, № 2.

2. Морозов Ю. В. Метод раціонального вибору і розрахунку конструктивних параметрів паливної апаратури дизелів. – Рівне: Видавництво Української державної академії водного господарства. –1997.–197 с.

Морозов Юрій Валентинович – д.т.н., доцент 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 of the Department of Automobiles and Automotive Industry, National University of Water Management and Environmental Sciences, e-mail: yurice641@gmail.com

УДК 629.083

Назаров А. И., к.т.н., доц.; Галкин В. А.; Назаров В. И.

КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ПУТИ ТОРМОЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье рассматривается методика оценки функциональной пригодности тормозных систем по контролю пути торможения легковых автомобилей в различных эксплуатационных условиях. Цель достигается за счет использования метода математического моделирования процесса экстренного торможения с учетом возможных эксплуатационных условий легковых автомобилей, выполняющих экстренные торможения при определенных начальных скоростях, в частности, превышающих 100 км/час.

The article discusses the methodology for assessing the functional suitability of brake systems by controlling the braking path of passenger cars in various operating conditions. The goal is achieved through the use of the method of mathematical modeling of the emergency braking process, taking into account the possible operating conditions of cars performing emergency braking at certain initial speeds, in particular, exceeding 100 km/h.

Введение. Движение автомобиля по дороге можно рассматривать как функционирование системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» в целом.

Нарушение нормального функционирования каждого из компонентов указанной системы приводит к снижению эффективности торможения, что приводит к различного рода авариям, т.е. ДТП.

Большим резервом в решении проблемы аварийности на автомобильных дорогах является повышение точности и объективности методов оценки тормозного пути, используемого при анализе ДТП.

Прогресс в области автомобильного транспорта способствовал углублению изучения аспектов функционирования системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» в целом и особенностей торможения автомобилей на дороге, в частности.

На сегодняшний день в практике оценки функциональной пригодности тормозов легкового автомобиля, как способа предупреждения ДТП, используются различные методики, средства и технологии, набор которых определяется целью и направленностью выполняемых исследований.

Результаты исследования. Как показывает анализ дорожно-транспортных происшествий [1], в каждом случае имеет место невнимательность водителя, сочетающаяся с несоблюдением минимально безопасной дистанции между легковыми автомобилями, движущимися в попутном направлении [2], неисправностью или низкой эффективностью тормозных систем эксплуатируемых транспортных средств автомобильного транспорта [3].

Известно [4], что торможение автомобиля может происходить с различным сочетанием заблокированных и незаблокированных колес в зависимости от неравномерного действия тормозных моментов, различных величин продольных, боковых и нормальных реакций на колесах.

Характер течения процесса торможения для двухосного автомобиля можно условно разделить на две стадии: динамическую и стадию действия установившегося замедления [5].

Испытания, проведенные на легковых автомобилях [6], показали, что точность определения параметров торможения может оказать влияние на выводы экспертов-автотехников. При этом рассматривается влияние скорости автомобиля в момент возникновения опасности для движения, замедления автомобиля в условиях ДТП, времени

запаздывания срабатывания тормозного привода, времени нарастания замедления, времени реакции водителя.

Кроме того, подчеркивается, что в условиях, когда водителем легкового автомобиля применено экстренное торможение и на поверхности дороги остались следы юза каждого из четырех колес разной длины, эксперт-автотехник не в состоянии определить какой след юза необходимо считать следом юза автомобиля.

Это говорит о том, что многие заключения экспертов-автотехников не объективны. Поэтому делается вывод о необходимости совершенствования методики оценки функциональной пригодности тормозов автомобиля по величине тормозного пути.

Исходя из конструктивных и технологических особенностей, допускается [7, 8] определенное отклонение величин тормозных сил между различными колесами одной оси в процессе торможения, а также неравномерность срабатывания тормозов колес.

Поэтому транспортное средство при торможении может разворачиваться вокруг своего центра тяжести, но в процессе разворота он не должен выходить за габариты коридора шириной 3,5 м [8]. С учетом боковых интервалов безопасности 0,5 м ширину коридора безопасности можно считать равной 4,5 м.

Следовательно, для обеспечения безопасности движения автомобиля необходимо, чтобы изменение тормозного пути не превышало определенной величины.

Кроме того, нельзя допускать выход автомобиля за пределы заданной полосы движения, который может возникнуть при заносе [8].

В научных публикациях и литературе [9, 10] довольно широко рассматривается вопрос повышения эффективности торможения автомобилей на равнинной местности, но с учетом видимости кривой в плане, воздушного потока и дорожных условий.

Безусловно, воздушный поток и дорожные условия оказывают серьезное воздействие на затормаживаемый легковой автомобиль, имеющий высокий коэффициент обтекаемости кузова и движущийся при высоких скоростях.

В таком случае общая сила сопротивления движению при торможении автомобиля будет определяться как

$$P_{\sum T} = P_{T1} + P_{T2} + P_{wx} + P_{\gamma}, \tag{1}$$

где P_{T1} и P_{T2} – действительные тормозные силы на передней и задней осях автомобиля, определяемые по зависимостям [12]

$$P_{T1} = p_1 \cdot K_1 \leq [P_{T1}]; \tag{2}$$

$$P_{T2} = p_2 \cdot K_2 \leq [P_{T2}], \tag{3}$$

где K_i – конструктивный параметр тормозного механизма [5], применяемого на i-ой оси легкового автомобиля Lada Priora, Chevrolet Aveo, Forza (табл. 1); p_1, p_2 – величина давления в колесных цилиндрах $d_{\text{ц}}$ тормозов передней и задней осей; $[P_{T1}], [P_{T2}]$ – предельная тормозная сила на передней и задней осях, определяемая

$$[P_{T1}] = R_{z1} \cdot \varphi, \tag{4}$$

$$[P_{T2}] = R_{z2} \cdot \varphi, \tag{5}$$

где φ – коэффициент сцепления между шиной колеса и опорной поверхностью дороги; R_{z1}, R_{z2} – нормальные реакции на передней и задней осях автомобиля; $P_{wx} = K_o \cdot F_W \cdot \vartheta_a^2$ – сила воздушного сопротивления [5] автомобиля с коэффициентом обтекания $K_o = 0{,}35$ и площадью Миделя F_W; ϑ_a – скорость, которая учитывает скорость движения автомобиля и скорость воздушного потока; $P_{\gamma} = \pm G_a \cdot \sin\gamma$ – составляющая силы веса, действующая на

подъеме/спуске с уклоном γ.

Рассматривая работу общей силы сопротивления движению на бесконечно малом тормозном пути ds_T без блокирования колес легкового автомобиля, получим

$$P_{\sum T} \cdot ds_T = d\left(\frac{m_a \cdot \vartheta_a^2}{2} + \sum \frac{J_i \cdot {\vartheta_a}^2}{2{r_k}^2}\right). \quad (6)$$

Или

$$P_{\sum T} \cdot ds_T = m_a \cdot \vartheta_a \cdot d\vartheta_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2} \cdot \vartheta_a \cdot d\vartheta_a. \quad (7)$$

Откуда, с учетом выражений, предоставленных выше, получим

$$ds_T = \frac{\left(m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}\right) \cdot \vartheta_a \cdot d\vartheta_a}{P_{T1} + P_{T2} + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_a^2 + G_a \cdot \sin\gamma}. \quad (8)$$

Обозначив через $A = P_{T1} + P_{T2} + G_a \cdot \sin\gamma$, и, проинтегрировав выражение (8) с пределами интегрирования отϑ до ϑ_0, получим

$$s_T = \left(m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}\right) \cdot \int_{\vartheta}^{\vartheta_0} \frac{\vartheta_a \cdot d\vartheta_a}{A + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_a^2}. \quad (9)$$

После преобразований имеем

$$s_T = \frac{m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}}{2K_o \cdot F_w} \cdot ln \frac{A + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_0^2}{A + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta^2}. \quad (10)$$

Откуда тормозной путь автомобиля при служебном торможении определяется

$$s_T = \frac{m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}}{2K_o \cdot F_w} \cdot \ ln\left(\frac{A + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_0^2}{A + K_o \cdot F_w \cdot \vartheta^2}\right). \quad (11)$$

В случае экстренного торможения получим выражение с использованием аэродинамического сопротивления

$$s_T = \frac{m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}}{2K_o \cdot F_w} \cdot \ ln\left(1 + \frac{K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_0^2}{A}\right) \leq [s_T], \quad (12)$$

где $[s_T]$ – предельное значение тормозного пути легкового автомобиля, установленное [7, 8] при определенной начальной скорости торможения до полной остановки.

На рис. 1 приведены расчетные графические зависимости изменения предельного тормозного пути и замедления легковых автомобилей Chevrolet Aveo, Lada Priora и Forza с частичной загрузкой при экстренных торможениях с начальной скорости 40–150 км/ч, выполняемых на автомобильной дороге класса 1-а с сухим асфальтобетонным покрытием.

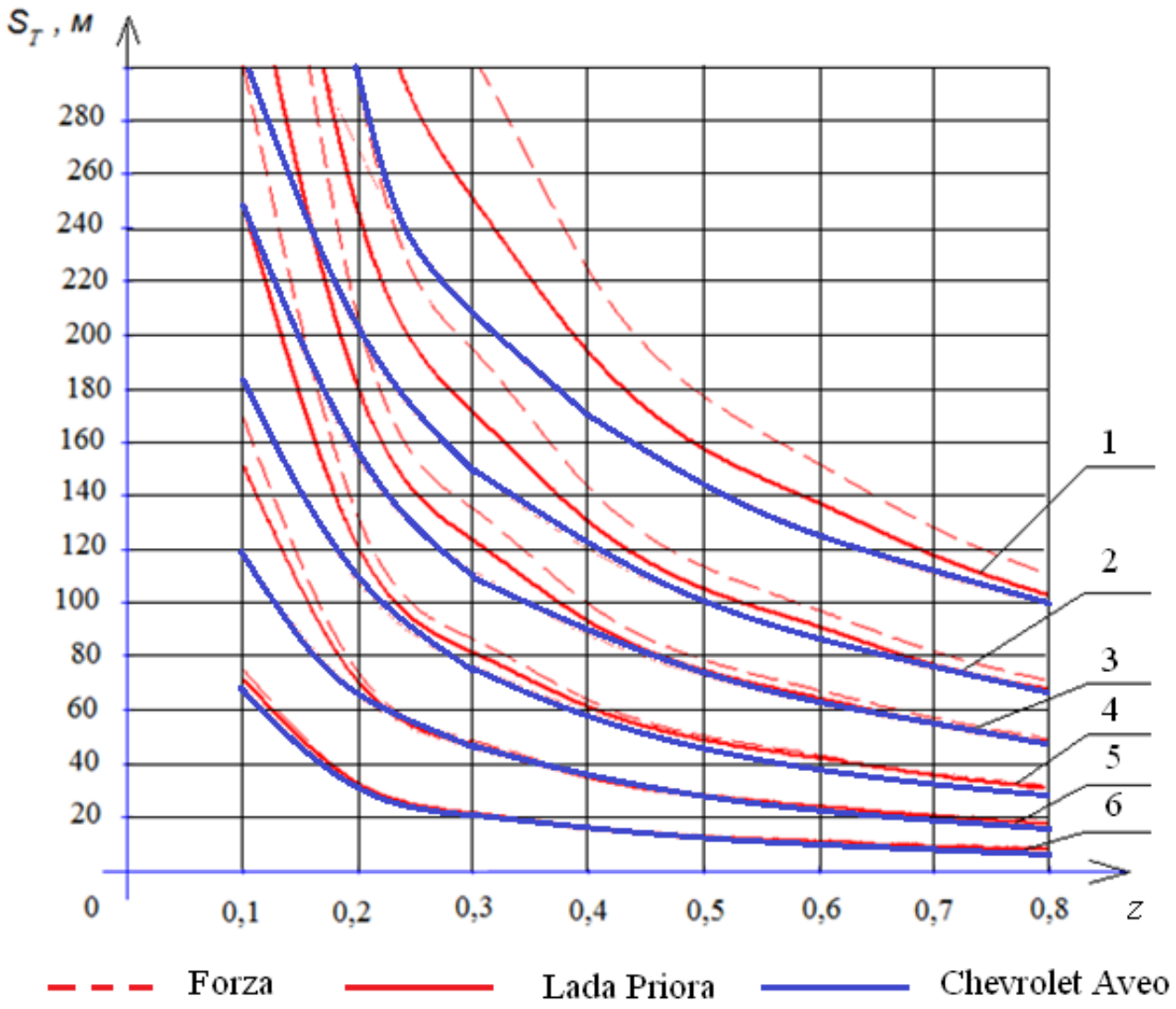


Рисунок 1 – Изменение тормозного пути легковых автомобилей:
1 – 150 км/ч; 2 – 130 км/ч; 3 – 100 км/ч; 4 – 80 км/ч; 5 – 60 км/ч; 6 – 40 км/ч

Анализ изменения предельного тормозного пути (см. рис. 1), определяемого по полученной (12) и стандартной [7] зависимости, будем оценивать по коэффициенту относительного изменения тормозного пути

$$\delta s_T = \frac{s_T - [s_T^o]}{s_T} \cdot 100\%. \qquad (13)$$

Расчетные значения коэффициента относительного изменения тормозного пути рассматриваемых легковых автомобилей в различном весовом состоянии, затормаживаемых на автомобильной дороге с сухим асфальтобетонным покрытием, сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Относительное изменение тормозного пути автомобилей

Автомобиль	Масса, кг	Коэффициент относительного изменения тормозного пути, % при начальной скорости торможения, км/час		
		100	130	150
Lada Priora	1088	3,23	5,21	6,21
	1578	14,36	15,1	15,35
Chevrolet Aveo	1045	4,24	5,45	6,41
	1455	15,31	15,46	15,83
Forza	1200	5,5	9,05	11,84
	1575	10,8	11,03	11,23

Как следует и з анализа теоретических данных (табл. 1) относительное изменение значений предельного тормозного пути при начальных скоростях торможения легковых автомобилей при 40–150 км/ч объясняется влиянием большей силы аэродинамического сопротивления.

При чем, для автомобилей Chevrolet Aveo и Forza при $\vartheta_a = 150$ км/ч относительное изменение тормозного пути имеет максимальные значения, что объясняется большими значениями конструктивных параметров их тормозных механизмов.

Так, при затормаживании автомобилей Chevrolet Aveo со снаряженной массой (см. табл. 1) при начальной скорости торможения 130 км/ч величина предельного тормозного пути, в сравнении с стандартным значением, уменьшается на 5,45%, что в абсолютных единицах составляет 4,53 м. При полной массе величина предельного тормозного пути при этом уменьшается на 15,46%, что в абсолютных единицах составляет 14,65 м.

Тогда, как при затормаживании автомобилей Forza со снаряженной массой (см. табл. 1) при начальной скорости торможения 150 км/ч величина предельного тормозного пути, в сравнении со стандартным значением, уменьшается на 11,84%, что в абсолютных единицах составляет 13,1 м. В случае полной массы величина предельного тормозного пути при этом уменьшается на 11,23%, что в абсолютных единицах составляет 13,1 м.

Выводы. Анализ теоретических данных подтверждает, что при увеличении начальной скорости торможения от 40 км/ч до 150 км/ч относительное снижение предельного тормозного пути в порядке возрастания значений наблюдается у рассматриваемых легковых автомобилей:

а) со снаряженной массой: Lada Priora – Chevrolet Aveo – Forza в пределах 3,23–6,21%; 4,24–6,41%; 5,5–11,84% соотвественно;

б) с полной массой: Forza – Lada Priora – Chevrolet Aveo в пределах 10,8–11,23%; 14,36–15,35%; 15,31–15,83% соответственно.

2. Уменьшение этих показателей в процессе экспериментальных испытаний свидетельствует о низкой эффективности работы тормозных систем исследуемых легковых автомобилей и необходимости проведения ТО или ремонтных работ.

Список использованных источников

1. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.11 «Автомобільні шляхи та аеродроми» / Н.В. Ярещенко. – Харків, 1999. – 16 с.

2. Михалева Л.В. Результаты определения минимально безопасного расстояния между легковыми автомобилями, движущимися в попутном направлении / Михалева Л.В., Алексеева О.В., Гасилова О.С., Сидоров Б.А. // Изветсия ТулГУ. – Технические науки. – Вып.4. – 2011. с. 214-219.

3. Тюрин С.В. Исследования изменения эффективности торможения между очередными техническими обслуживаниями / Тюрин С.В., Касимов Р.К., Ревин А.А. и др. // Известия ВолгГТУ, Вып.21(124).- Т.7. -2013. –С. 41-44

4. Балакина Е.В. Метод косвенного измерения φ(t) и φ(s) -диаграмм через зависимости скорости автомобиля от времени / Балакина Е.В., Зотов Н.М., Козлов Ю.Н. и др. // Известия ВолгГТУ, Вып.10(113).- Т.6. -2013. –С. 12-13

5. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб.пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с. – Режим доступа: http:/www.books.google.com.ua/books.

6. Сидоров Б.А. Влияние точности оценки величин параметров экстренного торможения автомобиля на выводы экспертов-автотехников / Сидоров Б.А., Кареб Б.Н. // Современные проблемы науки и образования. – Издательский дом «Академия естествознания». - №5. – 2012. – 5С.

7. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій M, N, і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН N 13-09:2000, IDT): ДСТУ UN/ECER 13-09-2002. - [Чинний від 01.07.2005]. - Офіц. вид. - (Державний стандарт України).

8. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649: 2010. - Офіц. вид. - [Чинний від 28.11.2010]. - К.: Держспоживстандарт України, 2011. - 26 с. - (Національний стандарт України).

9. Бурмистрова О.Н. К вопросу определения зависимости скорости движения автомобиля от расстояния видимости на кривых в плане / Бурмистрова О.Н., Пластинина Е.В., Тимохова О.М. // Фундаментальные исследования, Вып.2. -2015. –С. 2074-2078

10. Назаров І.О. Вплив експлуатаційних умов на ефективність гальмування легкових автомобілів: Міжвузівський збірник / Назаров І.О., Назаров В.І. // Наукові нотатки (за галузями знань «Технічні науки»). Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Вып. 56. С. 119-127

Назаров Александр Иванович **–** к. т. н., доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: hefer64@ukr.net

Галкин Вадим Анатолиевич – студент группы А-41-17, автомобильный факультет, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: vgalkin2020@gmail.com

Назаров Владимир Иванович – ведущий инженер-конструктор, Запорожский автомобилестроительный завод, e-mail: vladimir.nazarov@zaz.zp.ua

Nazarov Alexander **–** Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Department of Technical Operation and Car Service, Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: hefer64@ukr.net

Galkin Vadim **–** student of group A-41-17, automotive faculty, Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: vgalkin2020@gmail.com

Nazarov Vladimir **–** Leading Design Engineer, Zaporozhe Automobile Building Plant, e-mail: vladimir.nazarov@zaz.zp.ua

УДК 629.33-585.862:621.789

Новаківський С. А.; Богатчук І. М., к.т.н., с.н.с.; Прунько І. Б., к.т.н., доц.

ВІДНОВЛЕННЯ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ШИПІВ ХРЕСТОВИН КАРДАННИХ ВАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО НАРОЩУВАННЯ

Обґрунтовано доцільність використання електроіскрового нарощування для відновлення розмірних параметрів і експлуатаційних властивостей шипів хрестовин карданних валів. Проведено металографічні дослідження нанесеного шару і зроблено висновки щодо експлуатаційних властивостей реставрованої поверхні.

The expediency of using electrospark build-up to restore the dimensional parameters and performance properties of the spikes of the cardan shaft crosses is substantiated. metallographic researches of the put layer are carried out and conclusions concerning operational properties of the restored surface are made.

Вступ. Характерною особливістю рухомого складу транспортних підприємств різних форм власності є велика різноманітність використовуваних марок автомобілів, а також різний термін експлуатації зазначених автотранспортних засобів.

Деякі моделі уже зняті з виробництва, тому питання забезпечення запасними частинами для ремонту є актуальним. Ремонтні майстерні та станції технічного обслуговування не завжди оснащені сучасним технологічним обладнанням та забезпечені кадрами відповідної кваліфікації. Актуальним є підбір технологічних процесів реставрації деталей в умовах цих майстерень з точки зору їх простоти, дешевизни та продуктивності.

Аналіз досліджень. Відновлення деталей має економічну доцільність. Вартість відновлення деталей в 2 – 3 рази нижче вартості їх виготовлення [8 – 13]. Це пояснюється тим, що при відновленні деталей значно скорочуються витрати матеріалів, електроенергії та трудових ресурсів.

Відновлення зношених шипів хрестовин кардану згідно рекомендацій [1, 2, 3, 8 – 10] (проводиться напресуванням втулок, роздаванням збільшення діаметру шипа), допускається хромування шипів і вібродугова наплавка.

Зварювання та наплавлення – найпоширеніші способи відновлення деталей. Зварювання застосовують при усуненні механічних пошкоджень деталей (тріщин, пробоїн і т.п.), а наплавку – для нанесення покриттів з метою компенсації зносу робочих поверхонь. Серед механізованих способів наплавлення найбільше застосування знайшло автоматичне дугове наплавлення під флюсом і в середовищі захисних газів та вібродугове наплавлення. В даний час при відновленні деталей застосовують такі перспективні способи зварювання, як лазерна і плазмова .

Постановка завдання. Головним завданням при розробці технології електроіскрового легування штоків насосів є підбір оптимальних режимів обробки, матеріалу електродів, які б забезпечували оптимальні параметри оброблюваної поверхні (твердість, шорсткість), при умові мінімальних економічних витрат, а також дозволяли б проводити електроіскрову обробку з максимальною продуктивністю та простотою в експлуатації. Важливим параметром, який необхідно досягнути в процесі розробки технології, є можливість отримувати якісний і водночас максимальний за товщиною шар нанесеного матеріалу, з метою використання для завершальної обробки та відновлення геометричних параметрів зношених штоків.

Перш за все, необхідно вибрати оптимальний час обробки. Для електрода (катод) він складає 1 – 3 хв [20]. Час дії електроіскрового розряду на одиницю площі аноду значно більша і складає 10 – 15 хв. В деяких випадках обробку можна здійснювати до повного зношування

аноду, без зачистки робочої поверхні. Дані про характер ерозії в процесі електроіскрового нарощування і зміцнення поверхонь в різних джерелах протирічні. Так автор [20] стверджує, що залежність ерозії від часу обробки носить лінійний характер. Інші автори [20] навпаки доводять, що після покриття поверхні катода матеріалом анода процес ерозії останнього припиняється через те, що обидві поверхні матимуть однакову роботу виходу електронів.

Для одержання якісних поверхневих шарів, які б володіли високим рівнем суцільності, товщиною і низькою шорсткістю, необхідно вибирати оптимальні технологічні прийоми, режими обробки, міжелектродне середовище і матеріал легуючих електродів. В роботі [20] встановлені основні закономірності процесу формування нанесеного шару.

- зростання маси катода відбувається нелінійно, кожному заданому електричному режиму відповідає максимальна товщина шару;

- з метою отримання найменшої шорсткості нанесеного шару необхідно зменшувати енергію одиничного імпульсу, збільшуючи при цьому їх частоту;

- максимальної товщини нанесеного даним способом шару матеріалу можна добитися в інертному середовищі, оскільки тут затруднене утворення окисних плівок, а відповідно довше зберігається необхідний контакт частинок, які переносяться з поверхнею катода;

- найбільші по товщині і суцільності шари утворюються при застосуванні середніх по енергії імпульсів (до 1 кДж);

- найбільша суцільність покриття отримується при обробці поверхонь з найменшою шорсткістю. Це пояснюється тим, що при обробці матеріал анода не осаджується на вершинах мікронерівностей і заповнює впадини.

Результати дослідження. Аналіз хроматограми (рис. 1) дозволяє зробити висновок про насичення поверхні легування сполуками азоту та вуглецю. Це пояснюється високою локальною температурою в процесі електроіскрової обробки, в результаті чого азот повітря та вуглець, який входив до складу вуглекислого газу в повітрі вступав в реакцію з елементами електрода та оброблюваної поверхні. Фактично проходив процес азотування та карбюризації поверхневих шарів з подальшим гартуванням.

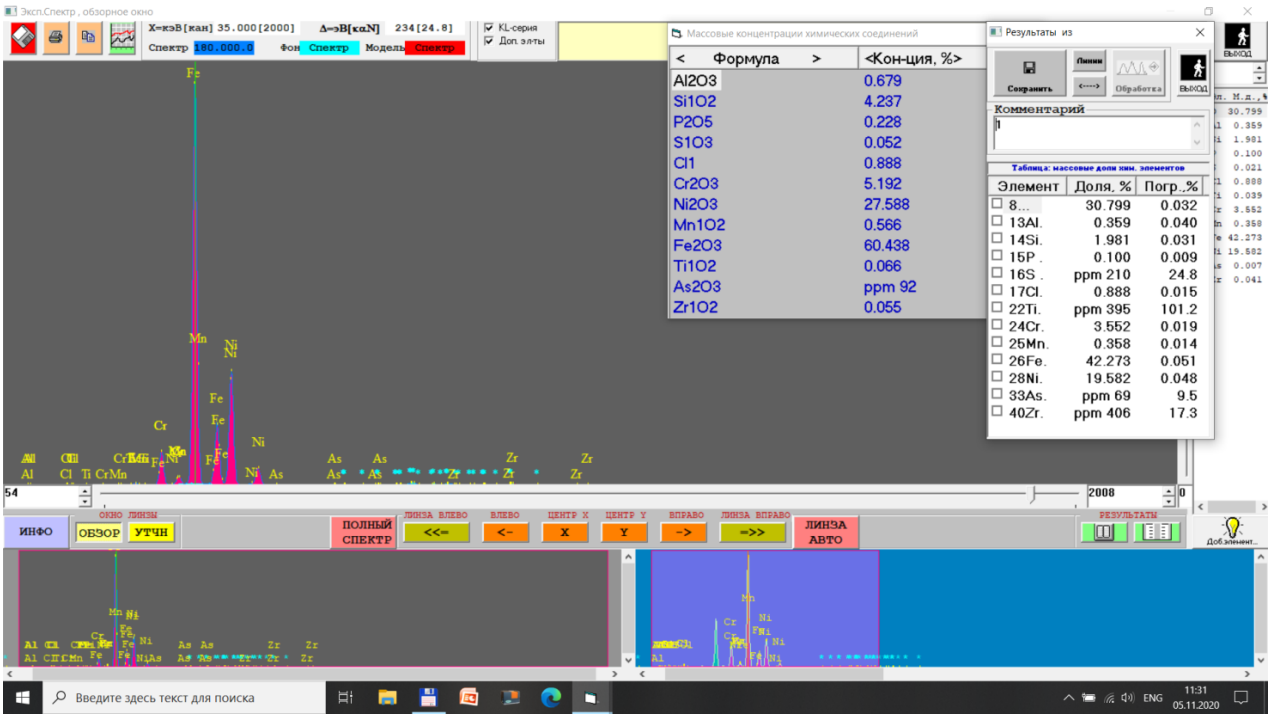


Рисунок 1 – Хроматограма нанесеного шару, отримана з застосуванням аналізатора Expert 3L

Таким чином можна прогнозувати високу твердість, абразивну та корозійну стійкість нанесеного покриття.

Вірність нашого припущення підтвердили подальші металографічні дослідження отриманих шліфів (рис. 2).

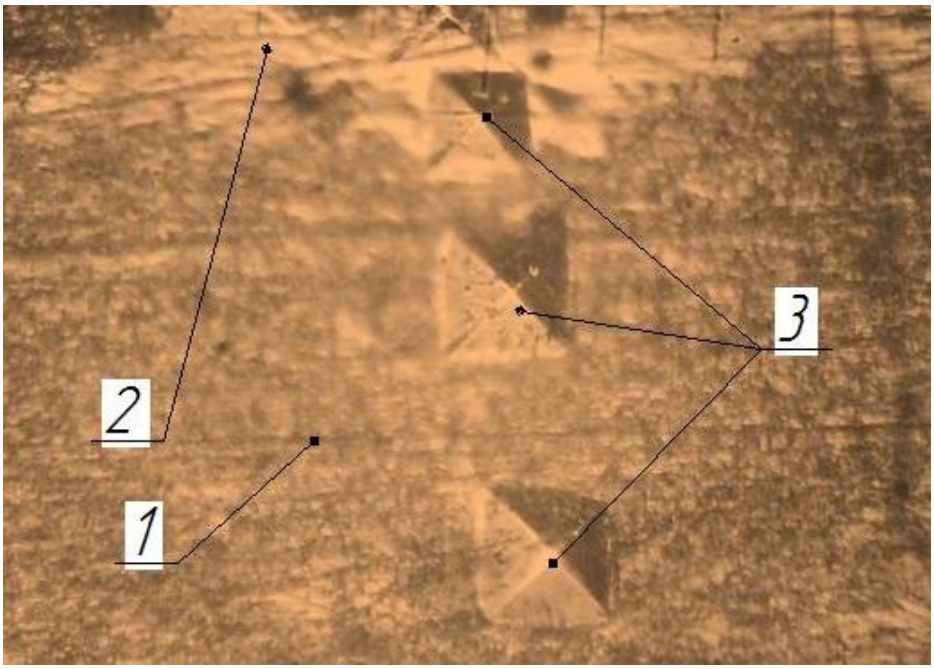


Рисунок 2 – Мікроструктура зміцненого поверхневого шару шипа хрестовини зі сталі 20Х, отримана за використання як анод Сталь 45:
1 – основний матеріал, 2 – нарощений шар, 3 – відбитки призм мікротвердоміра ПМТ-3

Твердість нанесеного шару складає 55…60 $HRC_э$. Мікротвердість основного металу (сталь 20Х), безпосередньо, під наплавленим шаром становила 1600…1900 МПа, що характерно для фериту як складової сталей з ферит-перлітною структурою.

Висновки. Використання електроіскрового поверхневого легування деталей, що працюють за умов тертя та абразивно-ерозійного зношування, з зокрема хрестовин карданних валів, дає можливість відновити їх роботоздатність та продовжити термін їх експлуатації. Це досягається легуванням поверхневих шарів в полі електричного розряду. При цьому в поверхневих шарах металу утворюються карбіди на нітриди, що істотно підвищують мікротвердість.

Список використаних джерел

1. Будова й експлуатація автомобілів / Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Підручник. – К.: Либідь, 1999. - 400 с.

2. Технические условия на капитальный ремонт автомобилей ГАЗ-53А. Министерство автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР./ Изд-во «Транспорт», 1968.-456 с.

3. Технические условия на капитальный ремонт автомобилей ЗІЛ-130. Изд-во «Транспорт», Москва 1966 г., -518 с.

4. Установка “Элитрон -24А”: Паспорт. – Кишинев: Академия наук МССР, 1989. – 21с.

5. Petrică Vizureanu, Manuela-Cristina Perju, Dragoş-Cristian Achiţei and Carmen Nejneru. Advanced Electro-Spark Deposition Process on Metallic Alloys : 2018 Published: November 5th 2018.-DOI: 10.5772/intechopen.79450. https://www.intechopen.com/books/advanced-surface-engineering-research/advanced-electro-spark-deposition-process-on-metallic-alloys

6. Siu Kei Tang. The Process Fundamentals and Parameters of Electro-Spark Deposition.-University of Waterloo: Waterloo, Ontario, Canada, 2009. Pages110. https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/4628/TANG_SIUKEI.pdf?sequence=1

7. Kryshtopa, S.I., Petryna, D.Y., Bogatchuk, I.M., Prun'ko, I.B., Mel'nyk, V.M. Surface Hardening of 40KH Steel by Electric-Spark Alloying . Materials Science. USA.- 1917. Materials Science Volume 53, Issue 3, 1 November 2017, Pages 351-358. https://www.semanticscholar.org/paper/Surface-Hardening-of-40KH-Steel-by-Electric-Spark-Kryshtopa-Petryna/f2caa5cdf297a75b85da0ea90ab25e4b21ed98dd

8. Ремонт карданного валу автомобіля ГАЗ [Елек-тронний ресурс] Режим доступу: http://bibliofond.ru/view.aspx?id=534623

9. Ремонт автомобилей./ Клебанов Б.В., Кузьмин В.Г., Маслов Р.И. Изд-во «Транспорт», 1968, г.. 360 с.

10. Технология авторемонтного производства./ Кошкин К.Т. Изд-во «Транспорт», 1969г., 568 с.

11. Справочник строителя. Востановление вибродуговой наплавкой. [Елек-тронний ресурс] - Режим доступу:http://kranovchik.ru/vosstanovlenie-vibrodugovoj-naplavkoj/ ;

12. Востановление деталей електродуговой сваркой и наплавкой. Строй-Техника. [Елек-тронний ресурс] - Режим доступу:http://stroy-technics.ru/article/vosstanovlenie-detalei-elektrodugovoi-svarkoi-i-naplavkoi.

13. Ремонт автотранспортних засобів./Канарчук В.Є., Лутченко О.А., Чигренець А.Д.: Підручник/ К.: Вища шк.., 1994 – 599 с.

14. Ремонт і обслуговування МАЗ [Елек-тронний ресурс] - Режим доступу: http://maz-auto.info/krestovina-kardannogo-vala/

15. Ремонт карданних валів КамАЗ дефекти і способи їх усунення [Елек-тронний ресурс] - Режим доступу: http://everest-autokam.ru/news/remont-kardannoy-peredachi/

16. Методы и средства упрочнения деталей нефтяного оборудования./ Спиридонов Н.В. -М.:ВНИИОЭНГ, 1983.-253 с.

17. Реставрація поверхонь шипів хрестовин карданних валів за допомогою електроіскрового нарощування./ Богатчук І. М., Прунько І. Б. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ. «ХПІ», 2015. – № 8 (1117). 36 – 41 С.

18. Черток Б.Е. Лабораторные работы по технологии металлов / Б.Е. Черток. – М.: Машгиз, 1961 – 183 с.

19. Геллер Ю.А. Материаловединие /Геллер. Ю.А, Рахштадт А.Г.. – М.: Металлургия, 1989. – 301 с.

20. Бурумкулов Ф.Х. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Бурумкулов Ф.Х., Лезин П.П., Сенин П.В.; под. ред. Бурумкулова Ф.Х.. – Саранск: Изд-во «Красный октябрь», 2003 – 504с.

Новаківський Станіслав Анатолійович – студент групи АТ-19-1, інститут інженерної механіки, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: stanislav.novakivskyi-at191@nung.edu.ua

Богатчук Іван Михайлович – к.т.н., доцент кафедри автомобільного транспорту, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: Ivan1945@meta.ua

Прунько Ігор Богданович – к.т.н., доцент кафедри автомобільного транспорту, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, e-mail: igorprynko@gmail.com

Novakivskyi Stanislav – student of group AT-19-1, Institute of Mechanical Engineering, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: stanislav.novakivskyi-at191@nung.edu.ua

Bohatchuk Ivan – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Transport, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: Ivan1945@meta.ua

Prunko Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Transport, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, e-mail: igorprynko@gmail.com

УДК 629.113

Павленко В. М., к.т.н., доц.; Кужель В. П., к.т.н., доц.; Мануйлов В. М.

СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ РОЗРОБКИ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ СИСТЕМИ В СИСТЕМІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Запропоновано огляд існуючих програмних продуктів і бібліотек для проектування мультиагентних систем в системі діагностування та технічного обслуговування автомобілів.

An overview of existing software products and libraries for the design of multi-agent systems in the system of diagnostics and maintenance of cars is offered.

Згідно з дослідженнями центру Berg Insight [1] до 2023 року парк автомобілів з функцією предиктивної діагностики складе 248 млн, тобто виросте в 5 раз у порівнянні з 2017 роком, а телематика, яка колись була особливісттю преміальних брендів, стає обов'язковою опцією для автомобілів середнього класу. Так, система GM Onstar (здатна збирати дані як із вбудованої системи діагностики (OBD-II), так і від вбудованої функціональності GPS), створена 20 років тому, на сьогоднішній день установлена більш ніж на 14 млн машин. В BMW цей показник – 8 млн, у групи PSA – майже 3 млн, понад 2 млн – в Hyundai, Mercedes-Benz, Toyota/Lexus і FCA Group [1].

Відмітимо, що всі програмні засоби для розробки й проектування мультиагентних систем (МАС) на сучасному етапі можна розділити на два класи: бібліотеки і середовища.

В свою чергу система Magenta Toolkit [2] містить у собі набір важливих, ефективних компонентів для розробки мультиагентних систем, а саме:

– мультиагентна виконуюча система (Multi-Agent Engine) - забезпечує підтримку при створенні співтовариств агентів і їх функціонуванні;

– інструмент для створення онтологій (Ontology Management Toolkit) - дозволяє формалізувати знання про предметну область (онтологію) у формі семантичної мережі [3];

– віртуальний ринок (Virtual Market) - розширення Multi-Agent Engine, що підтримує модель вільного ринку для організації взаємодії агентів, при якій агенти виконують ролі замовлень і ресурсів;

– бібліотека візуальних компонентів (Visual Components Library) - веб- і десктоп-компоненти для візуалізації вихідних даних і результатів роботи МАС (графіки, діаграми, мережі й т.п.).

Тобто Magenta Toolkit дає користувачам і розробникам ряд важливих переваг і може застосовуватися розроблювачами й програмістами, що не мають спеціальних знань і досвіду роботи з мультиагентними технологіями.

Розглянемо систему Agenttool, в якій проекти The MACR Laboratory пов'язані з пошуком шляхів ефективного проектування й моделювання динамічних розподілених мультиагентних систем. Ключові напрямки діяльності компанії:

– розробка методів і технологій для проектування й аналізу таких систем;

– організація моделей, на яких заснований аналіз і проектування даних систем;

– проектування мультиагентних систем, які підтверджують ці теорії.

Саме всі ці елементи визначені й реалізовані в системі Agenttool [4].

Отже Agenttool - це графічний редактор для проектування мультиагентних систем. Він підтримує реалізацію основних етапів проектування МАС: створення агентів, зв'язків між ними, визначення цілей і завдань агентів. При створенні Agenttool були визначені наступні технічні цілі:

– застосування методів синтезу програмного забезпечення до побудови інтелектуальних агентів, щоб гарантувати достатню безпеку протоколів комунікацій;

– розвиток моделі протоколу безпечному зв'язку, необхідного для автоматичного синтезу агентного програмного забезпечення;

– розробка методів приховання складної структури безпеки й протоколів від проектувальників агентів при забезпеченні їх строгого дотримання;

– інтегрування в систему напівавтоматичного симулятора інтелектуальних агентів по специфікаціях поведінки високого рівня необхідні протоколи, що реалізують усі;

– об'єднання синтезованих агентів з іншими агентами.

В свою чергу системи The Multi-Agent Systems Lab [5] працюють над розробкою й аналізом складних завдань проблеми ШІ й розбудовує архітектуру не тільки одноагентних, але й багатоагентних систем. Станом на сьогоднішній день ведуться проекти з розробки стосовно використання формальних систем для емпіричного аналізу:

– Autonomous Negotiating Teams. Проект The Autonomous Negotiating Teams (ANTS) створений як спроба розв'язку проблеми взаємодії через обмежені ресурси в невизначеному середовищі з реальним часом. Планується розробка методів взаємодії великої кількості агентів.

– Bounded Information Gathering. The BIG (resource-bounded Information Gathering) - це система збору інформації про навколишній світ.

– Organizational Adaptation. Одна з найбільш важливих характеристик мультиагентних систем - це їх організація, тобто опис того як, що, коли й з яким з агентів випливає взаємодіяти. Тип, кількість і якість цих відносин дуже сильно впливають на ефективність як одного агенту, але й системи в цілому..

– Soft Real-Time Architecture. Створена для створення певної взаємодії зовнішнього миру й агентів, і для виконання підсистем розподілу ресурсів і симуляції. Вона визначає користувацький рівень уявлення, залишаючи агентам оперувати більш низькими рівнями автоматично.

Далі розглянемо Cognitao - проект, що поставив своєю метою створення додатка для розробки мультиагентних систем, що вирішують завдання керування в робототехніці, що й підтримує найбільш сучасні парадигми робототехніки [6]. Ця автоматизована система максимально зближає один з одним методики прийняття рішень і поведінки в мінливих умовах навколишнього середовища, дозволяючи використовувати як методи цільового керування, так і поведінковий контроль..

Отже для порівняльної оцінки проаналізованих систем-аналогів використовується шкала від 1 до 5, де для ознак 5, 6, і 7:1 - ознака не характерна, 5 - ознака є невід'ємною частиною системи, а для ознак 1, 2, 3, 4, 8 і 9:1 - дуже низький, 5 - дуже високий. Результати оцінки представлено на таблиці 1.

В результаті аналізу авторами встановлені основні недоліки й проблеми, що виникають у процесі розробки МАС:

– потреба в наявності кваліфікованого розроблювача. На даний момент процес створення мультиагентної системи вимагає безперервної взаємодії розроблювача й експерта протягом усього проекту, хоча деякі життєво важливі для всього проекту кроки можуть виконуватися без залучення експерта. Прикладом такого кроку може бути крок вибору засобу розробки, який критично впливає на структуру майбутньої системи й на процес проектування в цілому;

– нездатність ряду систем до імплементації інтелектуальних методів. Незважаючи на те, що деякі системи дозволяють впроваджувати поведінкові алгоритми на своїй платформі, жодна із проаналізованих систем не пропонує інструментів реалізації інтелектуальних методів, не пов'язаних з керуванням, таких як аналіз даних, прогнозування, розпізнавання образів;

– у розглянутих системах автоматизованого проектування відсутній інструментарій повторного використання розроблених структур і функціонала [7-9].

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз систем автоматизації проектування МАС

Критерії	Найменування системи			
	Agenttool	Magenta Toolkit	The Multi-Agent Systems Lab	Cognitao
Оперативність інтеграції інтелектуальних методів	3	1	1	5
Швидкість внесення змін у структуру агентів	2	4	2	4
Швидкість зміни структури міжагентної взаємодії	4	5	4	1
Ступінь кваліфікації користувача як розроблювача програмного забезпечення	1	1	1	3
Інструментарій розширення мультиагентної системи	2	3	2	5
Інструментарій повторного використання розроблених структур і функціонала	1	1	1	3
Ступінь інтеграції стандартних протоколів обміну даними	4	4	3	3
Незалежність від наявності й роботи сторонніх програм	5	1	1	4
Кросплатформенність	2	2	2	5

Отже мультиагентні системи здатні в автономному режимі проводити моніторинг, збір інформації, передачу даних на центральний сервер, аналіз, оцінку й прогноз обслуговування, що робить підготовку авто до техобслуговування максимально зручною й простою як для клієнтів, так і для сервісних центрів.

В роботі виконано порівняльний аналіз існуючих програмних продуктів і бібліотек, що дозволяють здійснювати проектування мультиагентних систем. Аналіз виявив два основні недоліки, властиві всім продуктам - аналогам: потреба у високій кваліфікації користувача, як розроблювача програмного коду, і низькі показники можливостей впровадження інтелектуальних методів у структуру агентів, що погіршує показники їх роботи.

Список використаних джерел

1. Berg Insight [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://www.content-review.com/articles/ (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

2. MagentaToolkit [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://www.magenta-technology.iTi/ru/technology/ovei-view/toolkit/ (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

3. Сидорова Е.А. Мультиагентный алгоритм анализа текста на основе онтологии предметной области / Сидорова Е.А., Гаранина Н.О., Загорулько Ю.А. // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012. - 2012. – С.219-226.

4. AgentTool [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://agenttool.cis.ksu.edu/ (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

5. The multi-agent system lab [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://dis.cs.umass.edu/ (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

6. CogniTeam [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://www.cogniteam.com/cognitao.html (дата звернення 20.03.2021). – Назва з екрана.

7. Волков В.П. Дослідження агентного підходу контролю технічного стану транспортних засобів / В.П. Волков, В.М. Павленко, В.П. Кужель // Вісник Машинобудування та транспорту. №2(10), 2019. с. 16-23. DOI: https://doi.org/10.31649/2413-4503-2019-10-2.

8. Волков В.П. Аналіз програмного забезпечення для формування онтологічного простору обслуговування автомобілів / В.П. Волков, В.М. Павленко, В.П. Кужель, Є.В. Калашніков // Вісник Машинобудування та транспорту. №2(8), 2018. – С. 15 – 24.

9. Павленко В.М. Сутність автомобільної діагностики при впровадженні експертних систем / В.М. Павленко, В.П. Кужель, М.С. Хорін // Вісник машинобудування та транспорту. №2(12), 2020 – С. 85-92 – Вінниця DOI: https://doi.org/10.31649/2415-3486-2020-12-2.

Павленко В'ячеслав Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Мануйлов Володимир Миколайович – майор, викладач кафедри автобронетанкової техніки, Національна академія Національної гвардії України, Харків

Pavlenko Vyacheslav – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Operation and Service of Automobiles, Kharkiv National Automobile and Road University

Kuzhel Volodymyr – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Manuilov Volodymyr – Major, Lecturer of the Department of Armored Vehicles, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv

УДК 811.111

Пікула М. В.

АВТОМОБІЛЬНА ТЕРМІНОЛОГІЯ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ ЯК ЗАСІБ ПРОФЕСІЙНОГО СПІЛКУВАННЯ

Розглянуті питання вивчення студентами автомобільної термінології як засобу підвищення комунікативного спілкування у майбутній професійній діяльності фахівців автомобільної галузі.

The issues of studying automotive terminology by students as a means of improving communicative communication in the future professional activity of automotive industry specialists are considered.

Вступ. В Україні, незважаючи на складну економічну ситуацію, все ж спостерігається зростання іноземних інвестицій у різні галузі. А отже - і зростання потреби у висококваліфікованих фахівцях зі знанням іноземних мов, особливо - технічного профілю. Працюючи в міжнародному колективі, інженер не може ефективно справлятися зі своїми обов'язками, якщо він не володіє на хорошому рівні іноземною мовою. Іншомовна компетенція, до того ж, необхідна майбутньому фахівцю ще в період його навчання, наприклад - для стажування за кордоном. Тому володіння іноземною мовою стає для майбутніх інженерів одним з пріоритетів у їх підготовці до професії, істотно підвищуючи свою конкурентоспроможність на ринку праці. За соціологічними дослідженнями, володіння іноземною мовою посідає друге місце серед вимог до випускника технічного вузу, поступаючись лише професійній компетенції.

Все сказане абсолютно відноситься до автомобільної галузі, яка розвивається безперервно – світові виробники відкривають у нашій країні підприємства часткового та повного складання автомобілів, модельний ряд оновлюється раз на два-три роки, з кожним роком збільшується кількість іноземних марок автомобілів, які потребують якісного сервісу.

Постановка проблеми. Знання іноземних мов в цій галузі є актуальним завданням - при виробництві, експлуатації, обслуговуванні і ремонті транспортного засобу. Навряд чи гуманітарій, який добре володіє англійською, але не розуміє, як працює, для прикладу, дизельний двигун, зможе правильно пояснити особливості роботи кривошипно-шатунного механізму в умовах підвищеного навантаження. Тому в міжнародних дилерських і сервісних компаніях знання англійської мови на високому рівні часто є необхідною умовою при прийомі на роботу. Навіть якщо ці компанії займаються автомобілями азіатських виробників.

Саме тому в процесі вивчення іноземної, зокрема англійської мови як мови професійного спілкування особливого значення набуває проблема засвоєння термінів - як загальнотехнічної термінології, так і вузькоспеціалізованої фахової лексики.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемами термінології глибоко та ґрунтовно займались такі лінгвісти як Д. С. Лотте, Т. Л. Канделакі, В. П. Даниленко, Г. О. Винокур, В. І. Карабан та інші. Багато вчених у різні роки займалися проблематикою перекладу інтернаціональної лексики, а саме: В. В. Акуленко, Л. І. Борисова, В. М. Комісаров, І.В. Корунець та інші. Методологічні засади вивчення термінології досліджуються в наукових працях Ю. А. Зацного, Т. О. Пахомової, О. В. Столярської та інших.

Метою статті є огляд характерних особливостей автомобільної термінології, її ролі в процесі опанування студентами фахової термінології, визначення ефективних шляхів вивчення професійно-орієнтованої термінології студентами-автомобілістами.

Виклад основного матеріалу. Безперервний розвиток автомобільної галуз вимагає і більшого числа висококваліфікованих фахівцях. Адже однією з тенденцій на ринку праці в

галузі є дефіцит інженерно-технічних кадрів. Старіння персоналу та переїзд за кордон досвідчених фахівців вимагає серйозних інвестицій для підготовки нових кадрів.

Безумовно, якщо говорити про фахівців із значним досвідом роботи, то це той базовий елемент, без якого неможливо говорити про якісь перспективи розвитку. Більшість з них почали свою професійну діяльність ще в радянський чи в пострадянський час, вони вивчали галузь «зсередини» і отримали практичний багаж, який у поєднанні зі знанням сучасних технологій, високо цінується роботодавцями. Та, на жаль, ці фахівці часто не володіють іноземними мовами, іноді менш гнучкі в сприйнятті нових технологій, складно адаптуються в бізнес-середовищі, особливо в міжнародних компаніях. Тому галузі гострою є проблема відповідності фахівців міжнародним стандартам.

Сьогодні на ринку відбувається відкрита конкуренція за молоді таланти. Звичайно ж, в першу чергу віддають перевагу випускникам з хорошими показниками успішності за весь час навчання. Але існує і маса інших критеріїв відбору фахівців, серед яких - і знання іноземних мов.

Складання резюме, проведення співбесіди, інші етапи відбору кандидатів часто проводяться на «профілюючій» мові компанії. Тому для вдалого проходження всіх конкурсних етапів претендент повинен володіти хоча б мінімальними навичками розмовної мови, письма та перекладу - письмового та усного. Знання іноземних мов - це своєрідна візитна картка на міжнародний рівень автомобільної галузі, де перед фахівцем відкривається набагато більше можливостей і перспектив для кар'єрного зростання.

Одним із шляхів досягнення необхідного рівня володіння іноземною мовою є вивчення термінології. Майбутній фахівець повинен розуміти, що людина, яка не володіє термінологічної базою в своїй професійній орієнтації, не може бути компетентним фахівцем. Адже процес комунікації в будь-якій сфері може бути якісним тільки у випадку повного взаєморозуміння обох сторін.

Звичайно, при навчанні спеціальної термінології слід брати до уваги рівень знань студентів у галузі лінгвістики взагалі (зокрема - і в термінознавство), рівень їх професійної компетенції, а також зацікавленість процесом освоєння термінології даної спеціальності.

Засвоєння термінів відбувається значно ефективніше при проведенні занять з певної дисципліни. Саме тоді при введенні окремих термінів викладач може нагадати студентам про ті поняття, які лягли в основу розглянутих одиниць.

Демонстрація корелятивних зв'язків між науково-технічними та мовними фактами не тільки сприяє ефективному засвоєнню технічних процесів, а й ефективному сприйняттю термінологічних одиниць, які стосуються розглянутим процесам.

Крім цього, важливим є структурно-семантичний аналіз досліджуваних термінів, який дозволяє прогнозувати подальший розвиток технічної спеціальності, визначати найбільш ефективні способи утворення термінів, ознайомлює з сучасним станом терміносистеми і веде до впорядкування отриманих знань.

Як і будь-яка галузева термінологія, автомобільна має свою специфіку, і її характерними рисами є:

- відкритість, яка проявляється у запозиченні термінів інших наук. Вони з'являються у результаті привнесення в цю науку ідей, понять, методів іншої науки. Взаємопроникнення термінологій багатьох галузей особливо характерно зараз, коли спостерігається інтеграція і синтез різних наук і галузей техніки;

- динаміка розвитку, що реалізується постійним поповненням лексичного фонду термінології. Так, на наших дорогах з'являються автомобілі, які ще недавно були експонатами міжнародних автосалонів;

- широка вживаність, як наслідок поширеності цього виду транспорту. Її використовують в середовищі професіоналів, автолюбителів, пасажирів громадського транспорту, в ЗМІ та художній літературі..

Для дослідження системних співвідношень автомобільних термінів англійської мови зручно застосовувати класифікацію як сукупність лексичних одиниць, пов'язаних загальним

предметною ознакою. Такі тематичні групи об'єднують близькі за тематичною спрямованістю терміни і їх зручно використовувати при вивченні відповідних навчальних дисциплін.

Так, при вивченні дисципліни «Автомобілі» доцільно розглянути тематичну групу «Конструкція автомобіля» (Car design), яку можна розкласти на дві підгрупи: «Типи автомобілів» (Types of cars) і «Системи, вузли та агрегати» (Systems, units and aggregates). Так, до представників першої підгрупи можна віднести легковий автомобіль - car, вантажний автомобіль - truck, електромобіль - electric car тощо.

Представниками підгрупи «Системи, вузли та агрегати» є рама - frame, кабіна - cabin, двигун - engine, трансмісія - transmission, карбюратор - carburettor, паливний насос - fuel pump та інші.

Вивчаючи навчальну дисципліну «Основи технології виробництва та ремонту автомобілів» можна використовувати тематичні групи «Виробництво автомобілів» (Car production) і «Ремонт автомобілів» (Car repair).

При ознайомлення з технологічними процесами виробництва доцільно виділити підгрупи «Конструкційні матеріали» (Construction materials), «Процеси механічної обробки» (Machining processes) і «Складальні процеси» (Assembly processes).

У підгрупу «Конструкційні матеріали» відносять сталь - steel, чавун - cast iron, алюміній - aluminum, мідь - copper, пластмаса - plastic, термічна обробка - heat treatment.

У підгрупі «Обробка металів» виділяють терміни: різання - cutting, штампування - stamping, прокатування - rolling, кування - forging, лиття - casting.

Підгрупу «Складальні процеси» складають терміни: складання - assembly, зварювання - welding, комплектування - acquisition, фарбування - painting.

У підгрупі «Ремонт автомобілів» виділяють терміни: зношування - wear, деформації - deformation, дефектування - defecting, відновлення деталей – restoration of details.

У групі «Технічна експлуатація» («Technical operation») виділяють дві підгрупи: «Діагностика» («Diagnosis»), «Автосервіс» («Car service») «Технічне обслуговування» («Maintenance»)

До термінів підгрупи «Діагностика» відносять параметр - parameter, , елемент - елемент element, відмова - refusal.

У підгрупі «Автосервіс» типовими представниками є фірмове обслуговування - branded service, станція технічного обслуговування - service station, дилерська мережа - dealer network.

Представниками підгрупи «Технічне обслуговування» є сезонне обслуговування - seasonal service, щоденне обслуговування - daily service, регулювання - regulation.

Наведені лексичні наповнення тематичних груп і підгруп термінологічними одиницями, що демонструють процеси, предмети, властивості тощо є спробою внести у вивчення класичних, здавалося б, навчальних дисциплін, нових елементів, які у майбутньому можуть допомогти молодим фахівцям у їх професійній діяльності.

Висновок. Тематичні групи та підгрупи безперервно поповнюються новими термінологічними одиницями, що пов'язано з розвитком техніки і технології. Наприклад, ускладненням конструкції автомобілів, застосуванням нових матеріалів, використанням нових ефектів тощо. Тому ефективне засвоєння професійної лексики може відбуватися лише разом з вивченням фахових дисциплін та має послідовний і системний характер. А новітні інформаційні технології допомагають організувати цей процес на якісно новому рівні.

Пікула Микола Веніамінович – старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, 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, Rivne, e-mail: m.v.pikula@nuwm.edu.ua

УДК 629.113

Подригало М. А., д.т.н., проф.; Кириченко В. В., к.т.н.; Краснокутский В. Н., к.т.н., доц.; Никорчук А. И., к.т.н.,доц.; Закапко А. Г.; Ткаченко А. С.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО ТЯГОВОГО РАСЧЕТА АВТОМОБИЛЯ С УЧЕТОМ УТОЧНЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Предложена методика выбора мощности двигателя и передаточных отношений трансмиссии, что улучшит эффективность автомобиля для обеспечения требуемых динамических свойств.

A method is proposed for choosing engine power and transmission gear ratios, which will improve the efficiency of the vehicle to ensure the required dynamic properties.

Аэродинамическое сопротивление движению автомобиля определяется лобовым коэффициентом указанного сопротивления C_x, плотностью воздушной среды P, площадью лобового сопротивления (миделем) F и скоростью движения автомобиля V_a. В разделе работы [1], посвященной экспериментальной аэродинамике, отмечается, что в диапазоне скоростей движения автомобилей от 20 м/с до 80 м/с, принимая закон квадратов при оценке силы сопротивления воздуха, следует изменить коэффициент C_x в зависимости от скорости V_a.

Однако в традиционных расчетах аэродинамической силы принимают C_x=const, что приводит к получению заниженных значений при малых скоростях движения и завышенных – при высоких. Расчет аэродинамической силы осуществляют по известной формуле:

$$P_w = \frac{c_x}{2}\rho F V_a^2 . \qquad (1)$$

Проведенные в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете исследования [2] позволили предложить эмпирическую формулу, связывающую между собой величины V_a и C_x. Эта зависимость имеет вид:

$$C_x = \frac{A_w}{V_a^n} , \qquad (2)$$

где n – показатель степени; A_w – коэффициент регрессии, численно равный коэффициенту лобового аэродинамического сопротивления при V_a=1 м/с, размерность указанного коэффициента $(м/с)^n$.

После подстановки (2) в (1) получим:

$$P_w = \frac{A_w}{2}\rho F V_a^{2-n}, \qquad (3)$$

В работе [2] определено, что при расчете по формуле (1) сила F_w для автомобиля ЗАЗ-1103 «Славута» в шесть раз выше, чем по результатам испытаний [2] и расчете по формуле (3) (при скорости автомобиля, равной V_a =126 км/ч.). Это означает, что и затраты мощности двигателя при движении на скорости V_a =126 км/ч будут в шесть раз меньше. Последнее обстоятельство позволяет выдвинуть гипотезу о том, что при существующей методике проектирования максимальная скорость автомобиля ограничивается не аэродинамическим сопротивлением, а максимальной угловой скоростью автомобиля и передаточным числом

трансмиссии на высшей передаче. И тут возможны два пути улучшения динамических свойств и энергоэффективности автомобиля при его модернизации:

– повышение максимальной конструктивной скорости автомобиля за счет снижения передаточного отношения трансмиссии на высшей передаче;

– снижение максимальной эффективности мощности двигателя при сохранении прежнего передаточного отношения трансмиссии на высшей передаче.

При проектировании автомобиля с учетом усовершенствованного расчета аэродинамического сопротивления необходимо выбор максимальной эффективной мощности двигателя осуществляется с помощью следующей формулы:

$$N_{e\max} = \left[m_P g \psi_V V_{a\max} + \frac{A_w}{2} \rho F V_{a\max}^{3-n} \right] / \left(\lambda_N \eta_{TR} \right), \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения, g =9,81 м/с^2; m_P – полная масса автомобиля; ψ_V – коэффициент суммарного дорожного сопротивления при максимальной скорости движения автомобиля; $V_{a\max}$ – максимальная расчетная скорость движения автомобиля, м/с; λ_N – коэффициент, равный отношению эффективной мощности двигателя $N_{V\max}$, развиваемой при максимальной скорости автомобиля $V_{a\max}$ к максимальной эффективной мощности двигателя; η_{TR} – КПД трансмиссии.

Передаточное отношение трансмиссии на высшей передаче:

$$u_{TR} = \frac{V_{a\max}}{\omega_{\max} r_d}, \quad (5)$$

где $\omega_{\max}$ – максимальная угловая скорость вала двигателя; r_d – динамический радиус ведущих колес.

Выбор передаточных чисел *TR* коробки передач на низшей и промежуточных передачах предполагается выбирать по заданным величинам ускорений при трогании с места и разгоне автомобиля.

Выводы. Предлагаемая авторами методика выбора мощности двигателя и передаточных отношений трансмиссии позволяет улучшить эффективность автомобиля при обеспечении требуемых динамических свойств.

Список использованных источников

1. Бах А.Н., Берштейн-Коган С.В., Вейс А.В. и др., *Техническая энциклопедия,* том 1.М., Россия: Типография Москоетиграф,1927, 858с.

2. Артемов Н.П., Лебедев А.Т., Подригало М.А. и др., *Метод парциональных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин*. Харьков, Украина: Издательство «Міськдрук», 2012, 220с.

Подригало Михаил Абович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии машиностроения и ремонта машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e–mail: pmikhab@gmail.com

Кириченко Виктор Владимирович – к.т.н., командующий логистики командования Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

Краснокутский Владимир Николаевич – к.т.н., доц., профессор кафедры «Автомобиле– и тракторостроение», Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», e–mail: hvukvn62@gmail.com

Никорчук Андрей Иванович –к.т.н., доц., начальник кафедры автобронетанковой подготовки, Национальная академия Национальной гвардии Украины

Закапко Александр Григорьевич – аспирант, кафедра технологии машиностроения и ремонта машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e–mail: Zakapko13@ukr.net

Ткаченко Александр Сергеевич – аспирант, кафедра технологии машиностроения и ремонта машин, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e–mail: pmikhab@gmail.com

Podrigalo Mikhail – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department Machine Building Technology and Machine Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University, e–mail: pmikhab@gmail.com

Kirichenko Viktor – Cand. Sc. (Eng), Logistics Commander of the Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine

Krasnokutskyi Volodymir – Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department Automotive and Tractor Construction, «Kharkiv Polytechnic Institute», e–mail: hvukvn62@gmail.com

Nikorchuk Andriy – Cand. Sc. (Eng), Head of Department of Armored Training National Academy of the National Guard of Ukraine.

Zakapko Olexander – postgraduate, Department Machine Building Technology and Machine Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University, e–mail: Zakapko13@ukr.net

Tkachenko Olexander – postgraduate, Department Machine Building Technology and Machine Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University, e–mail: pmikhab@gmail.com

УДК 656.078

Поляков А. П., д.т.н., проф.; Терещенко О. П., к.т.н., доц.; Мороз Л. В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТІВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Проведено аналіз основних тренажерних комплексів для броньованих машин, що розробляються вітчизняними та іноземними фірмами, так як принци їхньої побудови найбільш близькі до машин спеціального призначення.

An analysis of the main training complexes for armored vehicles developed by domestic and foreign companies, as the principles of their construction are closest to special purpose vehicles.

Вступ. Безпека руху це комплекс заходів спрямованих на забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху. До основних причин недостатнього рівня забезпечення безпеки дорожнього руху в Україні порівняно з відповідним рівнем країн Європейського Союзу разом з іншими відноситься і низький рівень використання сучасних методів підготовки та підвищення кваліфікації водіїв, навчання правилам дорожнього руху [1]. До основних шляхів розв'язання проблеми відносяться сприяння проведенню наукових досліджень у сфері безпеки дорожнього руху та впровадженню їх результатів у практику, а також підвищення ефективності підготовки учасників дорожнього руху шляхом запровадження новітніх методів навчання [1].

Головною метою роботи є підвищення ефективності використання машин спеціального призначення за рахунок застосування тренажерних комплексів.

Результати дослідження. Провідні вчені в галузі будівництва тренажерів у своїх наукових роботах [1] обґрунтовано довели необхідність та актуальність проведення невідкладних заходів щодо впровадження новітніх тренажерних систем навчання у програму підготовки спеціалістів для Збройних Сил України з подальшим її інтегруванням у єдину систему навчання.

Проте не було акцентовано достатньо уваги безпосередньо на питання підготовки військових механіків-водіїв та операторів.

Одним із шляхів зменшення експлуатаційних витрат та збереження ресурсу машин спеціального призначення є використання тренажерних комплексів та програмного забезпечення. Необхідно вести перепідготовку водіїв, операторів спеціальної техніки, водіїв машин спеціального призначення за допомогою тренажерних комплексів. Застосування яких, поряд з безумовним дидактичним ефектом, дає немалий економічний ефект за рахунок відсутності витрати паливно-мастильних матеріалів, амортизаційних витрат техніки, витрат, пов'язаних з ремонтом техніки внаслідок неправильної експлуатації, утриманням центрів навчання тощо.

Використання сучасного програмного забезпечення може дати змогу визначити функціональний та психологічний стан оператора або механіка-водія, що дозволить скоригувати програму навчання та забезпечить краще підготовити персонал до виконання завдання. Фахова підготовка водіїв окреслюється у наявності широкого діапазону навиків, що забезпечують правильні і своєчасні дії в критичних дорожніх ситуаціях, а операторам спеціального обладнання – ефективно використовувати в різних умовах.

Механік-водій (оператор) повинен швидко сприймати і аналізувати велику кількість інформації, своєчасно приймати правильні рішення в критичних ситуаціях, точно маніпулювати органами управління [2]. Надійність правильного рішення в таких умовах залежить від впливу функціонального стану механіка-водія на об'єктивні кількісні показники, які характеризують процес сприйняття дорожніх умов. Одним із таких показників, який

суттєво залежить від функціонального стану механіка-водія, є час його реакції.

В даний час існує багато різновидів тренажерів, які застосовуються для підвищення практичних навичок механіків-водіїв (операторів) різних видів техніки, а також спеціальних машин.

Для злагодженої взаємодії екіпажу, а саме механіка-водія та оператора пропонується застосовувати комплексні тренажери, що в свою чергу дасть наступні результати:

- впровадження основних принципів бойової підготовки (зробити бойову підготовку реальним підґрунтям всієї діяльності військ, виключити спрощення у ході занять і навчань, створити умови навчання, наближені до реальних бойових, забезпечити інтенсивну підготовку всього особового складу підрозділів, забезпечити об'єктивний контроль рівня підготовленості екіпажів і злагодженості підрозділів);

- вирішення завдань бойової підготовки та перепідготовки (навчити екіпажі різним прийомам та способам бойових дій у складі підрозділу, ефективному використанню додаткового обладнання в складних умовах бойової обстановки, у денних та нічних умовах, відпрацювати навички командирів щодо безперервного управління підрозділами та вогнем в бою, підготувати підрозділи до ведення ефективних та узгоджених дій в сучасному бою, формувати у екіпажів високі морально-бойові якості);

- скорочення витрат на бойову підготовку і збереження технічного ресурсу військової техніки на 60-70%.

Розробка тренажера механіка-водія розробки фірми "Мікротекс" м. Київ виконана на базі тренажера танка Т-72 Муромського машинобудівного заводу. Додатково введено [5]:

– замість кіноапарата використано широкоформатний відеопроектор, що підвищує надійність зображення;

– динамічна платформа має можливість збурення кабіни механіка-водія у площині зміни кута по крену та диференту;

– відеомодель полігона побудована за ознаками "маршрут вибираю самостійно";

– робоче місце інструктора має два монітори один з яких відображає карту місцевості, інший – схему стану органів управління.

Недоліки даної моделі полягають в наступному:

– збурення кабіни механіка-водія не відповідає реальному положенню танка при його русі;

– відсутня математична модель танка та системи забезпечення збуреного руху танка у тривимірному просторі за зміною координат його положення відносно поверхні землі;

– на тренажерному комплексі відсутні важливі системи захисту двигуна при появі аварійних ситуацій, протипожежний захист , система навігації, що не дає можливість отримати реальну ситуацію за ознаками дійсного положення механіка-водія у танку;

– модель не відповідає умовам виконання вправ механіком-водієм під час подолання водяних перешкод та відсутня імітація пуску двигуна при різноманітних умовах, пов'язаних зі зміною температур навколишнього середовища;

– використаний для збурення платформи гідравлічний привід вертикального наведення танкової гармати не може задовольнити зміну положення її відносно траси за параметрами швидкодії, що не відповідає умовам руху танка.

– тренажерний комплекс розробки Муромського машинобудівного заводу.

В порівнянні з тренажерами, що випускались Муромським заводом раніше, проведена модернізація, що полягала у наступному:

– перед тримплексом механіка-водія встановлено відеомонітор замість кінопроектора;

– замість жорсткої прив'язки до місцевості водій самостійно вибирає напрям руху;

– розроблена система автоматичної фіксації похибок водієм при виконанні ним вправ.

Недоліками Муромського тренажера є можливість зміни його положення тільки у площині тангажа, що не відтворює дійсного положення танка при русі його по трасі.

В якості приводу використано гідроциліндр вертикального наведення танкової гармати з гідростанцією, що працює від струму з напругою 380 В та електричного двигуна потужністю

10 кВт.

Макетний тренажер бойового відділення танка Т-72 розробки концерну "МАТС" м. Львів, Україна.

Макет виконано у вигляді 2-х статичних кабін для командира та навідника з розташуванням приладів та комплексів, що дійсно знаходяться у відділах командира та навідника. За діями того хто навчається спостерігає інструктор за допомогою відеомонітора.

Для відображення цілей, що появляються на відеомоніторі використовуються восьмидюймові кольорові монітори, а для інструктора два 15-ти дюймових кольорових та один чорно-білий.

До базового комплекту тренажерного комплексу входить:

– мікроконтролер обробки вхідних та вихідних сигналів;

– робоче місце інструктора;

– сітьові концентратори;

– канал обміну даних;

– програмне забезпечення для створення графічного тривимірного простору.

В той же час на тренажері відсутня динамічна платформа, імітатор стабілізатора, гармати і інших комплексів.

Модель прицільного комплексу, обчислювача, параметри рухомості не відображають дійсного положення танка при русі по пересіченій місцевості.

Монітори, що встановлені на робочих місцях не повністю відображають всі дії командира та навідника. Крім того, розміщення членів екіпажу у єдиній кабіні не відповідає реальному їх положенню при пошуку цілей та виконанні прицільної стрільби.

В країнах, що розробляють сучасні танки "Абрамс", "Леклерк", "Леопард" і "Челенджер" приділяється достатня увага розробці спеціальних тренажерних комплексі. Цим займаються компанії "Мартін-Локхід" і "Wickers" – Англія, "Stiva Bak" – Франція, "Рейдон" – Сполучені Штати Америки, "Kranss-Haffei" – Німеччина.

Як правило, конструктивно та функціонально тренажери охоплюють сімейство учбових засобів для теоретичного та практичного навчання.

В свою чергу, створювались тренажери для обладнання стаціонарних приміщень, настільного типу та мобільні зразки для навчання екіпажів в бойових підрозділах.

Тренажерні комплекси на високому рівні відтворюють навколишнє середовище та цілі, що появляються на місцевості. Відеозображення відповідає умовам ведення бойових дій у будь-якому районі Азії, Близького Сходу, Європи та Америки.

Але для всіх тренажерів недоліками є недостатня реалізація реальних умов руху та збурення за алгоритмічними законами кабін членів екіпажів із-за відсутності математичного забезпечення руху танка по пересіченій місцевості. Крім того, розробкою тренажерних комплексів займаються компанії, що не приймають участі у розробці танків і це не дає можливості відтворити систему "тренажер-танк" за єдиними законами, з урахуванням конструктивних особливостей.

З огляду тренажерних комплексів що розробляються іноземними та Українськими фірмами, тренажерний комплекс розробки КП ХКБМ імені О.О. Морозова найбільш повно відтворює реальні умови експлуатації будь-якої броньованої техніки з урахуванням особливостей руху, стрільби та збурення членів екіпажу за єдиним законом.

Принциповою відмінністю тренажерних комплексів розробки КП ХКБМ імені О.О.Морозова є математичний опис положення броньованого об’єкта у просторі за трьома лінійними та трьома кутовими координатами. Зміна будь-якої координати при русі об’єкта через пристрої сполучення передається на систему збурення, що дозволяє змінити положення кабіни будь-якого оператора дійсному значенню броньованого об’єкта. Це основна перевага напрямку розвитку тренажерних комплексів.

Для цього створені спеціальні програми які за зміною значень управляючих дій (кутів повороту кривошипів платформи) для виконавчих двигунів динамічної платформи. Для тренажера механіка-водія вхідними являються три параметра (кут тангажа, крени корпуса та

висота положення водія).

Отже проаналізувавши існуючі тренажери танків, можемо зробити висновки що для комплексного тренажера екіпажів машин спеціального призначення доцільно використовувати розробки КП ХКБМ імені О.О.Морозова, а саме математичну модель руху кабіни механіка водія, а також оператора, так як башта в якій знаходиться оператор повністю відповідаю руху машини.

Метою використання тренажерного комплексу машин спеціального призначення є підготовка екіпажу до ефективного виконання поставленого завдання з мінімальними витратами паливо-мастильних матеріалів, моторесурсу та часу. Для цього потрібно відпрацювати усі навики механіка-водія та оператора спеціального обладнання до автоматизму в різній бойовій обстановці та кліматичних умовах.

Тому потрібно розробити програму підготовки, яка включатиме в себе базу даних, що містить структуру, опис, результати виконання та статистичні дані проходження вправ. Структура вправ являє собою взаємозв'язок між вправами, діями і показниками. Будь-яка вправа будується на основі цих зв'язків.

Вправи розвивають моторні (рухові) навички оператора, механіка-водія специфічні при керуванні та роботі із спеціальним обладнання машин спеціального призначення. Багаторазове повторення з корекцією по результату - основний шлях в освоєнні моторних навичок [4]. Для освоєння простої операції до рівня, що дозволяє здійснювати її без підказок, необхідно в середньому 4-8 повторів.

Кожна вправа на комплексному тренажері машин спеціального призначення відповідає певній технологічній операції. Наприклад, для машин спеціального призначення технологічними операціями є «висування машини до перешкоди», «прорублення проходу» і т.п. будь-яка операція представляється як безліч навчальних завдань, що виконуються в певній послідовності. Причому для вправи, подібній певній технологічні операції, навчальні завдання можуть відрізнятися залежно від рівня підготовленості учня.

У процесі навчання накопичується певний масив статистичних даних про показники учня, на основі яких проводиться аналіз і вироблення корисних порад для механіка-водія (оператора). Також кожна наступна вправа оцінюється з урахуванням показників, наявних в попередній вправі. Даний підхід дозволяє сформувати рекомендації для керівника занять (інструктора): чи потрібен повтор теми, чи потрібні вправи з незначно відмінними показниками, чи можливий перехід на нову тему.

Дана система підготовки може працювати в наступних режимах:

– режим симуляції з додатковими підказками (зображенням маршруту машини спеціального призначення, принципу виконання робіт над об’єктом та подолання перешкоди);

– режим симуляції без підказок;

– режим контролю, який допоможе визначити кількість помилок та оцінку за виконане завдання.

– тестовий режим дасть можливість визначити готовність екіпажу, провести опитування із знання матеріально-технічної бази машин спеціального призначення.

При оцінці якості навчання враховуються такі показники виконання вправ: час виконання поставленого завдання; швидкість руху транспортного засобу; швидкість та точність виконання маневру; зіткнення іншими об'єктами; точність перенесення вантажів телескопічною стрілою; швидкість подолання перешкоди.

Оціночні показники:

– часовий показник визначається на основі нормативних вимог по подоланню мінно-вибухових загороджень, по обладнанню переходів через протитанковий рів і по прорубленню проходів в завалах;

– оцінки за техніку керування базовим шасі і робочим обладнанням визначається на основі кількості помилок, допущених тими, хто навчається, під час виконання вправи;

– оцінка злагодженості дій екіпажу визначається на основі результатів спільних дій механіка-водія і оператора (командира машини) і оцінюється керівником заняття по обсягу і часу виконання робіт;

– оцінка якості виконаних робіт визначається на основі виконаних тими, хто навчається, умов поставленого завдання і оцінюється керівником заняття по дотриманню вимог до подолання протитанкового мінного поля, обладнанню переходів через протитанковий рів і проходів в кам'яному і лісному завалах, влаштування кам'яного і лісного завалу і зруйнування дорожнього полотна.

Висновки. Підвищення рівня підготовки механіків-водіїв та операторів додаткового обладнання це не лише надання певного комплексу знань, а й відпрацювання певного переліку завдань та різних ситуацій з якими зустрічається екіпаж машин спеціального призначення під час виконання бойового завдання з метою зменшення часу їх реакції та доведення дій в певних межах до автоматизму.

Проведений розрахунок річного економічного ефекту показує, що при застосуванні в навчанні екіпажів машин спеціального призначення сучасних комп'ютерних комплексних тренажерів вже після першого року експлуатації отримуємо економію, а саме: збільшення моторесурсу машин спеціального призначення, які використовуються для підготовки екіпажів; зменшення фонду оплати інструкторам на 5 чоловік; зменшення витрат на паливо-мастильні матеріали; зменшення витрат на запчастини; зменшення витрат на поточний та капітальний ремонти.

Список використаних джерел

1. Волобуєва Т.В. Конструкція автотренажера для навчання водія водінню в стресових ситуаціях / Т.В. Волобуєва, І.Е. Линник // Вісник Житомирського державного технологічного універси- тету. –2008. – №1. – С. 82-87.

2. Матвієвський О. Методичний підхід до обґрунтування характеристик тренажерних засобів і систем / О. Матвієвський // Наука і оборона – 2005. – С. 58-62.

3. Рудковський О.М. Особливості методики підготовки водія автомобіля з використанням сучасних технологій моделювання з урахуванням його психофізіологічних якостей / О.М. Рудковський // Підготовка військових фахівців: Військово-технічний збірник. – 2013. – № 1(8). – С. 107–112.

4. Руснак І.С. Проблеми модернізації та створення тренажерно-моделювальних комплексів./ І.С. Руснак // Наука і оборона. – 2002 .– С. 32-34.

5. Шапталенко М.І., Мазуренко В.І., Гайдаманчук С.П., Поляков А.П., Сай І.В. Вплив тренажерної підготовки на час реакції водія. - Київ: Труди академії № 33, інв. № 38223, 2002.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Мороз Лариса Василівна – старший викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua

Polakov Andriy – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua

Tereschenko Oleksandr – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Automotive and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Moroz Larisa – Senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua

УДК 629.113

Разбойніков О. О.; Поляков В. М., к.т.н., доц.; Шарай С. М., к.т.н., доц.

ВИЗНАЧЕННЯ ТАНГЕНЦІАЛЬНИХ РЕАКЦІЙ НЕРІВНОСТЕЙ ДОРОГИ НА КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ

Запропоновано методику визначення тангенціальних реакцій дороги на колеса автомобіля, яка дозволяє враховувати властивості шини, її ковзання і відрив від поверхні нерівної дороги.

A method for determining the tangential reactions of the road to the wheels of the car is proposed, which allows to take into account the properties of the tire, its slip and separation from the surface of a rough road.

Постановка проблеми. Безперечно рух автомобіля по рівній дорозі з якісним покриття є найбільш раціональним з точки зору впливу на будь-яку його експлуатаційну властивість. Проте, в реальних умовах дорожнє покриття з часом руйнується, а на деяких ділянках воно взагалі відсутнє. Разом з тим рух автомобіля по нерівній дорозі супроводжується динамічними навантаженнями, що діють в контакті автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги. При цьому еластична шина деформується в різних напрямках, що супроводжується силами і моментами, які через жорстку частину автомобільного колеса та маточину передаються на систему рульового керування автомобіля та його підвіску. Зазначені процеси можуть призвести до зміни курсового кута автомобіля та його поперечного відхилення від заданої траєкторії руху, що в кінцевому результаті може призвести до виходу його габаритів за межі коридору безпеки.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз інформаційних джерел показує, що найбільший збурюючий вплив на зміну напрямку руху автомобіля чинять нерівності мікропрофілю довжиною від 1 м до 2 м на шляху коліс одного з бортів автомобіля, що рухається на середніх швидкостях з вільним рульовим колесом [1-3]. Втрата курсової стійкості автомобіля при русі по нерівній дорозі обумовлена факторами, що за впливом конструктивних елементів автомобіля умовно можна поділити на дві групи: фактори, які залежать від процесів, що відбуваються в контакті еластичної шини з нерівною опорною поверхнею дороги та фактори, які залежать від процесів, що відбуваються в системі рульового керування автомобіля.

Характер руху автомобіля обумовлений дією сукупності сил, що в тій чи іншій мірі є випадковими [4]. Разом з тим основною причиною відхилення автомобіля від заданої траєкторії вважають збурення від дорожніх нерівностей [1]. Відомо, що нерівності опорної поверхні призводять як до вимушених коливань автомобіля [5], так і до вільних, що виникають вже після переїзду нерівностей [6]. Тому при русі автомобіля по нерівній дорозі, зазвичай, досліджується його плавність ходу, паливна економічність та ефективність використання. В залежності від ступеня рівності покриття змінюються рівень коливань автомобіля (комфортабельність) [7]; витрати енергії на коливання (економічність), [7, 8]; середня швидкість руху (ефективність використання) [6-8] та міжремонтний пробіг (надійність) [6, 7].

При цьому все більше уваги науковці приділяють дослідженню активної безпеки автомобіля при його русі по нерівній дорозі. Так, ще у 1951 році Р.В. Ротенберг писав [9]: «На дорогах з нерівною поверхнею стійкість автомобіля може також погіршуватись в результаті перемінного тиску коліс на дорогу, а найчастіше і їх відриву від поверхні дороги».

Професор А.П. Солтус наголошує, що мікропрофіль опорної поверхні є одним з найбільш суттєвих чинників, який призводить до появи динамічності реакцій в контакті колеса з опорною поверхнею [10]. До того ж мікропрофіль безпосередньо впливає на процес коливання автомобіля [1, 11].

При дослідженні взаємодії колеса автомобіля з нерівною поверхнею дороги часто обирають гармонічний (у відповідності зі стандартизованою методикою розрахунку плавності ходу автомобіля) профіль нерівностей [7, 11-15]. Характерний для гармонічної нерівності профіль дозволяє в області плями контакту шини розглядати опорну поверхню нерівності як площину, що змінює свою висоту та нахил відносно горизонту (кут атаки нерівності). Це суттєво спрощує математичне моделювання процесів, які відбуваються при взаємодії еластичної шини з нерівною поверхнею дороги.

Сили, що діють на транспортний засіб (керуючі та збурюючи, за винятком аеродинамічних) генеруються в плямі контакту шини з опорною поверхнею дороги, розміром з долоню людини. Тому знання процесів, що відбуваються в контакті шини з нерівною поверхнею дороги є важливим аспектом розуміння динаміки руху автомобіля в цілому [16]. Дослідженню властивостей шин, що впливають на курсову стійкість автомобіля, присвячено багато робіт [1, 4, 7, 10, 11, 15, 16]. Під дією динамічних навантажень, що виникають в контакті автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги, еластична шина деформується не тільки в радіальному напрямку (радіальна жорсткість шини), але й в тангенціальному (тангенціальна жорсткість шини) та бічному (бічна жорсткість шини), крім того, шина може закручуватись в плямі контакту (кутова жорсткість шини). Звісно ці процеси супроводжуються силами і моментами, що обмежені силами зчеплення, і діють через жорсткий обід, диск та маточину на систему рульового керування автомобіля та його підвіску.

Професор А. П. Солтус зазначає, що нерівності опорної поверхні обумовлюють не тільки змінність вертикальної, але й повздовжньої реакції [10]. В роботі [8] наголошується, що при русі автомобіля по нерівній дорозі змінюються нормальні реакції в плямі контакту коліс з опорною поверхнею, їх зміщення по відношенню до вертикальної осі (а також кутове відхилення від неї [7]). Тому відбувається зміна як коефіцієнту опору коченню, так і повздовжніх сил. При русі автомобіля по нерівній дорозі (навіть з постійною швидкістю) його колеса можуть зазнавати впливу кутових прискорень. Це буде супроводжуватися дією інерційних моментів, які впливають на тангенціальні реакції дороги [14].

Метою роботи є розробка методики щодо визначення тангенціальних реакцій нерівностей дороги на колеса автомобіля.

Результати дослідження. На автомобільне колесо, окрім внутрішніх (інерційних) сил та моментів з одного боку, діють сили та моменти, що генеруються в елементах шасі автомобіля, а з іншого – реакції опорної поверхні. Під дією зазначених сил та моментів формується характер його (колеса) руху, що впливає на рух автомобіля в цілому.

Зв'язок центру колеса автомобіля (точки V) з опорною поверхнею дороги здійснюється через жорстке колесо (диск та обід) та еластичну шину, що в площині обертання колеса характеризується радіальною жорсткістю $c_{\text{ш}}^{r}$ і коефіцієнтом окружної жорсткості $c_{\text{ш}}^{\text{o}}$, а також коефіцієнтом демпфування $k_{\text{ш}}$. В свою чергу, опорна поверхня дороги характеризується кутом атаки нерівності β в центрі контакту шини з поверхнею дороги (точка Q) (рис.) та її повздовжньою (Q_X) та вертикальною (Q_Z) координатами.

Замінивши взаємодію елементів конструкції ходової частини автомобіля силами взаємозв'язку (рис. 1), на основі рівнянь, запропонованих в роботах [17] складено рівняння обертального руху колеса

$$J_{\text{к}} \cdot \dot{\omega}_{\text{к}} = M_{\text{к}} - R_n \cdot a_{\text{ш}} - R_{\tau} \cdot r_{\text{д}}, \qquad (1)$$

де $J_{\text{к}}$ – моменти інерції колеса автомобіля відносно осі його обертання, кг/м^2; $\omega_{\text{к}}$ – кутова швидкість обертання колеса автомобіля, рад/с; $M_{\text{к}}$ – крутний момент на колесі, Н·м; R_n – нормальна реакція опорної поверхні на колесо автомобіля, Н; $a_{\text{ш}}$ – знос нормальної реакції R_n, м; R_{τ} – тангенціальна реакція опорної поверхні на колесо автомобіля, Н; $r_{\text{д}}$ – динамічний радіус колеса автомобіля, м.

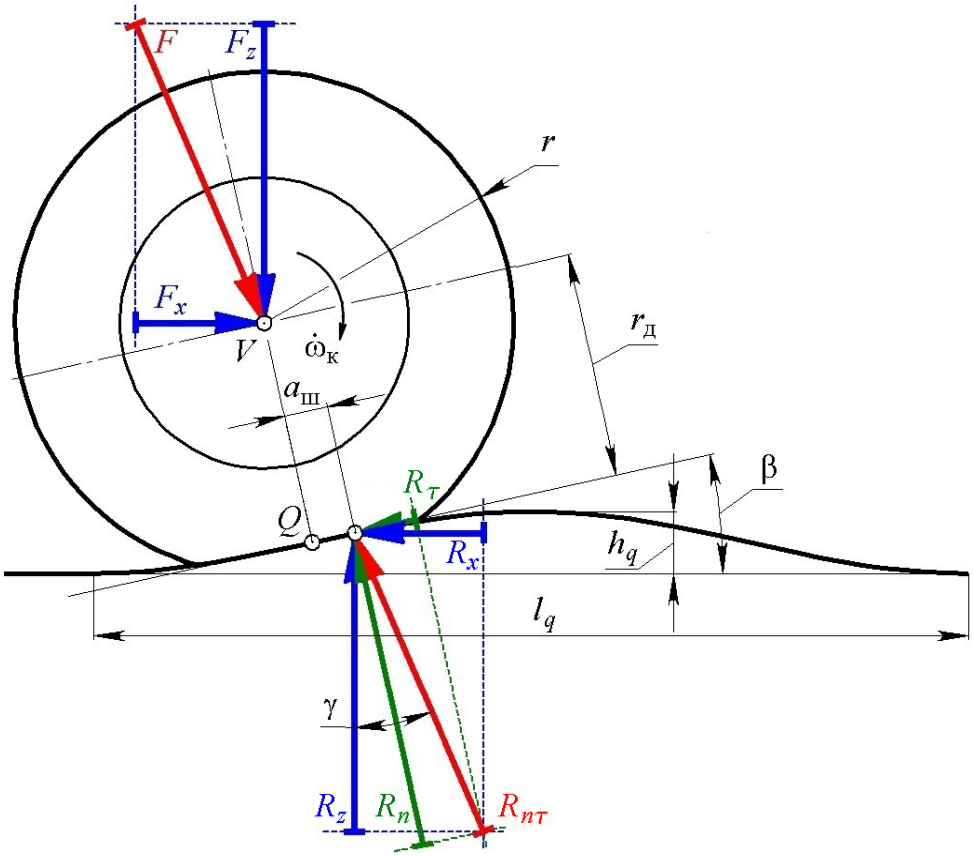


Рисунок 1 – Схема сил, що діють на колесо автомобіля при його коченні по нерівності гармонічного профілю

З одного боку, радіус кочення колеса ($r_к$) залежить від кінематичних параметрів руху ($r_к = v_к/\omega_к$). Кутова швидкість обертання колеса ($\omega_к$) визначається з рівняння (1), а його поступальна швидкість ($v_к$) - геометричній сумою проекцій швидкості його центру (*V*). З іншого боку, зміна радіуса кочення ($r_к$) залежить від тангенціальної реакції дороги ($R_τ$) або моменту на колесі ($M_к$) [4]. Зазначені залежності в [18] записано

$$r_к = r_к^0 + \lambda_τ \cdot R_τ; \qquad r_к = r_к^0 + \lambda_M \cdot M_к, \tag{2}$$

де $r_к^0$ - радіус кочення колеса у вільному режимі, м; $\lambda_τ$, λ_M - коефіцієнт тангенціальної еластичності шини відповідно по силі (м/Н) і по моменту (м/(Н•м)).

Але, як відзначають автори роботи [19]: «... за 60 років шини сильно змінилися» (у зазначеній роботі автори припускають, що значення коефіцієнтів тангенціальної еластичності шин (входять в рівняння (2)), визначені з рис. 3 і 4 монографії Е.О. Чудакова [18] 1950 року і переходять з одного підручника в інший).

У роботах [20, 21] також використовується коефіцієнт окружної жорсткості шини, який для легкових автомобілів знаходиться в межах від 70000 Н•м / м до 100000 Н•м / м, а радіус кочення записаний як $r_к = r_к^0 - M_к / c_ш^o$.

З урахуванням рекомендацій А.С. Литвинова: «... зміна радіуса кочення слід пов'язувати не з величиною і напрямком моменту, прикладеного до колеса, а з величиною і напрямком дотичної реакції ...» [4], а також на основі відомостей з робіт [20, 21] тангенціальну реакцію дороги запишемо як $R_τ = c_ш^o \cdot (r_к^0 - r_к) / r_д$.

Слід зазначити, що отримане рівняння справедливо лише в умовах відсутності ковзання шини щодо дороги. Відомо, що максимальне значення (по модулю) тангенціальної реакції дороги на шину обмежується силою зчеплення [21], тобто $|R_\tau| \le |\varphi_x| \cdot R_n$. Потокове значення коефіцієнта поздовжнього зчеплення шини з дорогою (φ_x) може бути визначено моделлю методів парабол, яка є однією з найбільш точних.

З урахуванням вище викладеного, тангенціальну реакцію дороги на колесо автомобіля в загальному вигляді запишемо

$$R_\tau = \begin{cases} c_{\text{ш}}^{\text{o}} \cdot \dfrac{r_{\text{к}}^0 - r_{\text{к}}}{r_{\text{д}}} & \text{, если } \left| c_{\text{ш}}^{\text{o}} \cdot \dfrac{r_{\text{к}}^0 - r_{\text{к}}}{r_{\text{д}}} \right| \le |\varphi_x| \cdot R_n \\ \varphi_x \cdot R_n & \text{, если } \left| c_{\text{ш}}^{\text{o}} \cdot \dfrac{r_{\text{к}}^0 - r_{\text{к}}}{r_{\text{д}}} \right| > |\varphi_x| \cdot R_n \end{cases} \quad (3)$$

Рівняння (3) дозволяє визначити тангенціальну реакцію опорної поверхні дороги на еластичну шину з урахуванням її ковзання і відриву від опорної поверхні. Воно може бути використано як при дослідженнях руху автомобіля по рівних дорогах, так і по дорогах з нерівностями.

Висновок. Запропоновано методику визначення тангенціальних реакцій нерівній дороги на колеса автомобіля, що враховує коефіцієнти окружний жорсткості шин, зміну їх радіусів кочення, а також поточні значення коефіцієнтів зчеплення шин з дорогою і значення її нормальних реакцій на колеса автомобіля.

Подальша робота буде присвячена визначенню навантажень в підвісці автомобіля при русі по нерівній дорозі.

Список використаних джерел

1. Динамика системы дорога–шина–автомобиль–водитель / А. А. Хачатуров, В. Л. Афанасьев [и др.] ; под ред. А. А. Хачатурова. М. : Машиностроение, 1976. 536 с.

2. Додонов Б. М. Исследование курсовой устойчивости автомобиля при случайных возмущениях: автореф. дис. … канд. техн. наук.: 441 – автомобильный транспорт. М.: Московский автомобильно-дорожный институт, 1969. 33 с.

3. Костюк И.В. Методика выбора параметров автомобиля по показателям устойчивости **и** управляемости при действии возмущений от дороги: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Московский автомобильно-дорожный институт. Москва, 2001. 171 с.

4. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля: монография. М.: Машиностроение, 1971. 416 с.

5. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода: Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Машиностроение, 1972. 392 с.

6. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: учебн. для машиностроительных спец. вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

7. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: учебник для вузов. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. 478 с.

8. Желтышев А.В. Теоретические и экспериментальные исследования топливной экономичности автомобиля при движении по неровной дороге: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Братск, 2006. 127 с.

9. Ротенберг Р. В. Теория подвески автомобиля. М.: Машгиз, 1951. 213 с.

10. Солтус А. П. Основы теории рабочего процесса и расчета управляющих колесных модулей: автореф. дис. … д-ра. техн. наук: 05.22.02. Киев, 1995. 43 с.

11. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навчальний посібник для ВНЗ. Київ: Арістей, 2010. 155 с.

12. Санжапов Р.Р. Методика выбора базы колёсной машины с учётом показателей устойчивости движения: дис. … канд. техн. наук: 05.05.03 / Волгоград. гос. тех. ун-т. Волгоград, 2016. 136 с.

13. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода: Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: Машиностроение, 1972. 392 с.

14. Певзнер Я. М. К расчету вертикальных колебаний автомобиля. Автомобильная промышленность. 1976. №1. С. 21–24.

15. Mitschke Manfred, Wallentowitz Henring. Dynamik der Kraftfahrzeuge. Berlin : Springer, 2014. 919 p.

16. Gillespie T. D. Fundamentals of vehicle dynamics. *Michigan:* SAE International. 1992. 519 p.

17. Подригало М.А. Новое в теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов : монография. Харьков: Изд-во Академии ВВ МВС Украины, 2013. 222 с.

18. Чудаков Е.А. Теория автомобиля: учеб. Изд. 3-е, переработ.и доп. М.: Машгиз, 1950. 343 с.

19. Волков В.П. Оценка радиуса качения ведущих колес по параметрам разгона автомобиля / В.П. Волков, Э.Х. Рабинович, И.М. Баранник, В.В. Митасов // Український метрологічний журнал. – 2013. №4. С. 38–42

20. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч. 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів: навчальний посібник / В.П. Сахно, А.П. Костенко, М.І. Загороднов та ін. Донецьк : ТОВ «Цифрова типографія», 2014. 444 с.

21. Тарасик, В.П., Бренч М. П. Теория автомобилей и двигателей: учеб. пособие; Изд 2-е, испр. Минск: Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. 448 с.

Разбойніков Олександр Олександрович – асистент кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: razboyn1k@ukr.net

Поляков Віктор Михайлович – к.т.н., доцент, професор кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Шарай Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль», Національний транспортний університет, e-mail: svetasharai@gmail.com

Razboynikov Olexander – Assistant of Avtomobili chair, National transport university, e-mail: razboyn1k@ukr.net

Poliakov Viktor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Professor of Avtomobili chair, National transport university, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Sharai Svitlana – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Professor of Department of International Transportation and Customs Control, National transport university, e-mail: Svetasharai@gmail.com

УДК 629.33

Риб'янець С. Р.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

РОЗВИТОК ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Продовжено аналіз, узагальнення та систематизацію даних, що стосуються розвитку та впровадження водневих технологій на автомобільному транспорті.

The analysis, generalization and systematization of data related to the development and implementation of hydrogen technologies in road transport have been continued.

Вступ. В автомобілебудуванні поряд з автомобілями, що працюють на бензині та дизельному паливі проводжують впроваджуватись та вдосконалюватись технології пов'язані з воднем [1 - 9].

Згідно Вікепедії, один з перших двигунів внутрішнього згоряння, що працює на водні, створив Франсуа Ісаак де Ріваз (1752-1828) в 1806 році. Водень дослідник виробляв шляхом електролізу води.

Військовий технік Борис Шелищ, під час Другої Світової війни, запропонував використовувати повітряно-водневу суміш для роботи загороджувальних аеростатів. В той час на водні працювало близько 600 автомобілів.

Використання водню як енергоносія дозволить як істотно скоротити споживання викопних вуглеводневих палив, так і значно просунутися у вирішенні екологічної проблеми забруднення атмосфери міст шкідливими для здоров'я людини складовими вихлопних газів транспортних засобів.

Автомобілі на водневому паливі вже виробляються. Серед компаній, які виготовляють такі автомобілі - Toyota, Honda, Hyundai ті ін. Розробкою автомобілів на водневому паливі займаються також Daimler, BMW, Audi, Ford, Nissan і ін.

Більш широке впровадження водневого палива поки стримується більш високою ціною водню в порівнянні зі звичним рідким і газовим паливом, відсутністю необхідної інфраструктури.

Проміжним рішенням можуть стати суміші традиційного палива з воднем. Водень може використовуватися для поліпшення займистості бідних сумішей в ДВЗ, що працює на традиційних видах палива. Наприклад, HCNG - суміш водню з природним газом.

Водневі паливні елементи можуть виробляти електричну енергію для електродвигуна на борту транспортного засобу, замінивши тим самим двигун внутрішнього згоряння, або застосовуватися для бортового живлення.

Основна перевага впровадження паливних елементів в наземні транспортні засоби (наприклад на автомобілях): передбачуваний високий ККД (коефіцієнт корисної дії). ККД сучасного автомобільного двигуна внутрішнього згоряння досягає 35%, а ККД водневого паливного елемента - 45% і більше. Під час випробувань автобуса на водневих паливних елементах канадської компанії Ballard Power Systems був продемонстрований ККД в 57% [10].

Результати дослідження. Щоб підтримати перехід до нульових викидів, компанія Renault пропонує повний спектр продуктів і послуг. Компанія Renault випустить в цьому році екологічно чистий фургон Master ZE Hydrogen (рис. 1). Також з'явиться в продажу електрична версія з запасом ходу 160 км [11, 12].

До кінця 2021 року Renault представить нову модель Master Hydrogen. Компанія Renault націлена зайняти 30% європейського ринку легких комерційних автомобілів на водні вже до 2030 року, пропонуючи рішення для зарядки електричних і гібридних транспортних засобів - Plug Power.

Абсолютно новий Renault Kangoo Van - це інноваційний фургон з динамічним дизайном, який став ще більш комфортабельним і технологічним. Так, зокрема, машина отримала інноваційну функцію «Sesame Open by Renault».

Renault є піонером в області електричних розвізних моделей з 2011 року, а також піонером у використанні водню - з 2014 року.

Згідно з попередніми даними, автомобільний фургон буде працювати завдяки електродвигуну і акумулятору, але до них догадуються також і паливні елементи. Дальність ходу водневого Renault Master ZE Hydrogen складе майже 600 км. Ця версія автомобіля може використовуватись компаніями, які займаються вантажними перевезеннями на великі дистанції.

Рисунок 1 – Автомобільний фургон компанії Renault Master ZE Hydrogen [13]

Також є відомості, що Renault і американська фірма Plug Power уклали угоду про будівництво у Франції спільного заводу, який зможе виробляти до 30% модифікацій сегмента LCV на паливних елементах від усього обсягу ринку в Європі. На цьому підприємстві з'являться потужності для випуску сучасних механізмів паливних елементів і їх інтеграції в автомобілі.

Керівник дочірньої компанії концерну FTXT Energy Technology Co Чзан Тяньюй, повідомив про наміри Great Wall випускати водневі автомобілі [14, 15]. Також, компанія планує представити новинки на Зимовій Олімпіаді в Китаї в 2022 році.

Топ-менеджер бренду поділився інформацією, що за останні п'ять років Great Wall вклала в розробку технологій, пов'язаних з водневою енергією чимало коштів. А якщо бути точним, то близько 300 млн доларів. І це тільки початковий етап: засновник Great Wall вже заявив, що готовий протягом наступних трьох років вкласти ще близько (трьох мільярдів

юаней) 456 млн. дол. в розвиток даного напрямку. Головна мета - до 2025 року потрапити в топ-3 лідерів з продажу водневихмобілей.

Також в планах концерну виробництво 49- ти тоних вантажівок на водневих двигунах. Перші 100 таких автомобілів планується виготовити найближчим часом. Основою для виготовлення автомобілів буде платформа L.E.M.O.N. (застосовується в нових позашляховиках Haval) вірніше її адаптована версія. Передбачувана потужність силових установок близько 270 кінських сил. Вони будуть модульної конструкції, що дозволить легко комбінувати різні варіації систем паливних елементів, батарей, самих двигунів, балонів з воднем [14].

Нині серед суперників бренду - Toyota і її модель Mirai. Багато інших компаній також розвиваються в цьому напрямку, наприклад, корпорація SAIC Motor має намір захопити 10% ринку автомобілів з водневим двигуном в КНР до 25-го року [15]. .

Займатися створенням водневих двигунів Great Wall почали через політику в Китаї. Влада активно сприяє розробці автомобілів, вантажівок і автобусів з водневими двигунами і навіть пропонують винагороду тим містам, де були досягнуті цільові показники впровадження. За планами за 10 років на дорогах Китаю має бути, як мінімум мільйон електромобілів, серед яких значна частка на водні.

Список використаних джерел

1. *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., м. Вінниця. – С. 28-38. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf. (дата звернення 07.04.2021)

2. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 144 – 157. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 07.04.2021).

3. Колесніков В.О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *“Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”* (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference *“Problems and prospects of automobile transport”*). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 158 – 165. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 07.04.2021).

4. . 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.

5. 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” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference “Problems and prospects of automobile transport”). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 23 – 30. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

6. 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" (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference "Problems and prospects of automobile transport"). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 31 – 45. ISBN 978-966-641-793-3. URL: http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf. (дата звернення 06.04.2021).

7. 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.

8. 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.

9. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гребенюк С.О., Еліаш Я.Я., К.Ф. Абрамек. Устаткування для технічної діагностики системи поршень-втулка-циліндр при зношуванні конструкційних сплавів у воденьвмісному газовому середовищі. Патент на корисну модель України 127154 від 25.07.18, МПК (2016.01) G01N 3/56 (2006.01) G01N 15/10 (2006.01). Заявка № u 2017 11856; Чинна від 4.12.2017.- 4 с. Бюл.№ 14, 25.07.2018. http://base.uipv.org/searchlnvStat/. - ідентифікатор 2484230718.

10. Fueling the Future of Mobility. Ballard Power Systems: веб-сайт. URL: https://www.ballard.com/.

11. Renault анонсувала новий електричний Kangoo і водневий Master. Курс України : веб-сайт. URL: https://kurs.com.ua/ua/novost/318177-renault-anonsirovala-novii-alektricheskii-kangoo-i-vodorodnii-master?source=read_another_language_link. (дата звернення: 25.03.2021).

12. Компания Renault анонсировала новый водородный фургон Renault Master ZE Hydrogen. Car : веб-сайт. URL: https://car.ru/news/automobili/111980-kompaniya-renault-anonsirovala-novyiy-vodorodnyiy-furgon-renault-master-ze-hydrogen. (дата звернення: 25.03.2021).

13. Renault Releases Longer Range Kangoo And Large Master Van. hybridcars.com: веб-сайт. URL: https://www.hybridcars.com. (дата звернення: 07.04.2021).

14. Китайская Great Wall планирует выпускать водородные автомобили. Опубл. 01.04.2021. V-tochku.com.ua: веб-сайт. URL: https://v-tochku.com.ua/news/198. (дата звернення: 07.04.2021).

15. Great Wall разрабатывает автомобили с водородным двигателем. Kitaec.ua Опубл. 02.04.2021. веб-сайт. URL: https://kitaec.ua/news/great-wall-razrabatyvaet-avtomobili-s-vodorodnym-dvigatelem

Риб'янець Сергій Романович – студент спеціальність «Професійна освіта. Транспорт», ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ

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

Rib'yanets Sergiy – student specialty "Professional education. Transport ", Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk

Kolesnikov Valerii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Department of Production Technology and Professional Education Luhansk Taras Shevchenko National University, Starobilsk, Ukraine, researcher of the Department of strength of materials and structures in hydrogen-containing environments Karpenko Physico-Mechanical institute of the NAS of Ukraine, e-mail: kolesnikov197612@gmai.com

УДК 629. 113. 013

Романюк С. О., к.т.н., доц.; Бабій С. М., к.т.н., доц.; Бедлевич М. Р.

ПРОГРАМНО-ЦІЛЬОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуті основні принципи розробки проектів розвитку на підприємствах, як виробничих систем, з врахуванням принципів програмно-цільового підходу, який має свої переваги під час трансформаційних процесів в економіці та світі.

The basic principles of development development projects at enterprises as production systems are considered, taking into account the principles of the program-target approach, which has its advantages during the transformation processes in the economy and the world.

Значимість програмно-цільових методів планування і управління в сучасних умовах особливо зросла в зв'язку з подальшими трансформаційними процесами ускладненням технічної основи виробництва [1]. З ускладненням організаційної структури виробничих систем і їх внутрішніх взаємозв'язків комплексно-цільові програми є одним зі шляхів забезпечення погодженості дій окремих елементів виробництва [2].

Впровадження в практику розробок принципів програмно-цільового підходу, а саме: планування від кінцевого результату;інтеграція науково-технічних і виробничих елементів за рахунок комплексного планування по життєвому циклу, що охоплює всі рівні управління і етапи удосконалення виробничих систем; є назрілою необхідністю [3].

Комплексний характер проекту означає, що він охоплює всі етапи розвитку виробничої системи, погоджуючи функціональні зв'язки між усіма виконавцями, незалежно від їхньої відомчої структури. Напрямок діяльності цих організацій є складним довгостроковим процесом, здійснення якого можливо тільки при введенні цільового управління, що дасть можливість усунути роз'єднаність і обмеженість.

Комплексні проекти – це сукупність науково-технічних, організаційних і економічних заходів, збалансованих за ресурсами і термінами. Вони включають: обґрунтування цілей і задач, розробку стратегій розвитку, комплекс головних і обслуговуючих програм, варіанти реалізації програм, оцінку передбачуваної ефективності кожного варіанта, порядок реалізації програм із указівкою термінів і ресурсів, схему управління розробками та впровадженням.

Реалізація перерахованих принципів програмно-цільового управління забезпечує підвищення ефективності управління розробками як великомасштабних, так і невеликих організаційно-технічних виробничих систем на всіх етапах їхнього життєвого циклу.

У процесі створення і використання організаційно-технічна система проходить визначену послідовність етапів (табл. 1).

Для підвищення ефективності управління доцільно формування єдиного комплексного циклу розробки від ідеї до застосування і подальшої модернізації виробничої системи. Управління цим процесом повинно проводитися на основі комплексних-цільових програм з урахуванням чіткої регламентації термінів етапів і термінів прийняття рішень про виконання робіт.

Аналіз життєвого циклу організації, розроблений у рамках проектно-цільового підходу, показує, що після кожного етапу повинна проводитися оцінка результатів реалізації проекту, використаних ресурсів, на основі чого повинні коригуватись поточні плани. Якщо виникає необхідність, то проводиться експертиза планів, уточнюються і доповнюються вимоги до системи.

Реалізація комплексних програм розробки і впровадження організаційно-технічних проектів вимагає достатніх зусиль в області організації управління. Керівництво комплексною програмою проекту повинно здійснюватися, починаючи з проектного етапу.

Таблиця 1 – Етапи життєвого циклу проекту

Підготовчий або концептуальний етап	Етап планування	Етап розробки	Етап впровадження	Етап завершення	Етап функціонування
Фаза обґрунтування		Фаза розробки	Фаза реалізації	Фаза завершення	Фаза ефективного життя
Обґрунтування необ-хідності розробки проекту. Визначен-ня цілі, задач і очікуваних результатів. Оцінка реалізован-ності. Оцінка часу і витрат на життєвий цикл	Науково-технічні досліджен-ня. Розробка принципів і варіантів проекту. Визначення і порівняль-на оцінка альтерна-тив. Оцінка реалізованості й ефективності варіантів	Розробка основних компонент ів проекту і підготов-ка до його реалізації. Розвиток концепції і розробка основного змісту проекту. Структур-не плану-вання проекту	Повне введення в дію розробленої системи УП. Оперативне планування робіт. Керівництво і координація робіт, моніторинг процесу, оперативний контроль і регулювання основних показників проекту. Рішення проблем і задач, що виникають	Приймальна стадія. Випробовув ання. Завершаль-на здача проекту	Розгортанн я та реалізація проекту. Впровадж ення. Науково-технічний супровід. Модерніза ція, реструкту ризація (початок нового проекту)

Прийняті рішення для реалізації проекту повинні бути спрямовані як на координацію робіт співвиконавців, так і на відстеження результатів виконання всього плану заходів і забезпечення його виконання. Передбачається, що управління комплексною програмою повинно включати представників як замовника, так і інших організацій, які приймають участь у проекті, що забезпечить цільове управління розробками. У зв'язку з цим потрібно впровадження організаційно-планового супроводу програм, що включало б механізм управління програмами, систему відповідальності за досягнення кінцевих результатів, порядок розподілу ресурсів, розподіл контрольних функцій на всіх рівнях організаційної структури проекту. Для формування і реалізації погоджених рішень у системі управління розробками потрібно також відповідне методологічне, інформаційне і математичне забезпечення процесу прийняття рішень.

Список використаних джерел

1. Глобальные трансформации и стратегия развития / [под. ред. О. Г. Белоруса]. – К.: Оріяни, 2000. – 422 с.

2. Комков Н. И. Модели программно-целевого управления / Н. И. Комков. – М.: Наука, 1981. – 269 с.

3. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія та практика: монографія / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 176 с

Романюк Світлана Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Бабій Сергій Миколайович – к.т.н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет

Бедлевич Микола Ростиславович – магістрант, Вінницький національний технічний університет

Romaniuk Svitlana – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University

Babiy Serhiy – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University

Bedlevych Mykola – Master's student, Vinnytsia National Technical University

УДК 629.113

Рубан Д. П., к.т.н., доц.; Крайник Л. В., д.т.н., проф.; Рубан Г. Я.; Крайник М. В.

ОЦІНКА ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ КУЗОВА АВТОБУСА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Наведено результати оцінки пасивної безпеки кузова автобуса «Еталон» БАЗ 079 під час експлуатації з використанням комп'ютерного моделювання. Встановлено, що в результаті корозійних пошкоджень та накопичення осередків втомного руйнування міцність кузова автобуса не відповідає вимогам пасивної безпеки.

The assessment of passive safety of the body of the bus «Etalon» BAZ 079 during operation using computer simulation is presented. It is established that as a result of corrosion damage and accumulation of foci of fatigue failure, the strength of the bus body does not meet the requirements for passive safety.

Вступ. Автобуси на стадії проектування та виготовлення перевіряються на їх відповідність до вимог пасивної безпеки. Сертифіковані автобуси починають експлуатацію, а потім більше ніколи не підлягають такій перевірці, оскільки це потребує перекидання автобуса, що неминуче призводить до механічного руйнування елементів каркасу кузова. Подальша експлуатація автобуса після таких експериментів вже буде неможливою. Тому для оцінки пасивної безпеки кузовів автобусів під час експлуатації доцільним є використання комп'ютерних прикладних програм, що імітують процес руйнування каркасу кузова.

Для перевірки відповідності автобуса до вимог пасивної безпеки ще на стадії проектування використовуються методи із застосуванням комп'ютерного моделювання на основі методу кінцевих елементів [1]. При цьому до моделі вносяться фізико-механічні властивості нових матеріалів елементів каркасу кузова автобуса, що не були в експлуатації [1]. Для моделювання відповідності вимогам пасивної безпеки під час експлуатації необхідно використовувати результати досліджень, що описують деградацію матеріалу труб елементів каркасу кузова автобуса, при тривалих термінах експлуатації [2, 3]. Також доцільним буде урахування корозії [4, 5], що призводить до зменшення товщини труб каркасу [6].

З метою оцінки пасивної безпеки кузова автобуса, за умов що відповідають реальній експлуатації, потрібно провести імітаційне комп'ютерне моделювання відповідно до Правил № 66 ЄЕК ООН із урахуванням деградації фізико-механічних властивостей матеріалу труб каркасу.

Результати дослідження. Проведено імітаційне моделювання перекидання автобуса «Еталон» БАЗ 079 відповідно до Правил № 66 ЄЕК ООН. Вихідними даними були обрані параметри автобуса «Еталон» БАЗ 079 із урахуванням деградації матеріалу труб каркасу та зменшення їх товщини під дією корозії.

Імітаційне моделювання задовольняє умови проведення випробування наступним чином. Кожна секція кузова, яка підлягає випробуванню, міцно і надійно закріплюється на випробувальному стенді за допомогою жорсткої конструкції так, щоб навколо точок кріплення не відбувалося місцевої пластичної деформації; місце і метод кріплення не перешкоджає формуванню передбачуваних зон пластичної деформації та функціонування пластичних шарнірів.

Для прикладення навантаження до секції кузова, у відповідності до Правил № 66 ЄЕК ООН були забезпечені такі вимоги:

- навантаження рівномірно розподіляється по верхній обв'язці через жорсткий брус, довжина якого більше, ніж у верхній обв'язці (для імітації поверхні землі у випробуванні на перекидання), і який відповідає геометричним характеристикам верхньої обв'язки;

- навантаження прикладається до бруса в центрі ваги секції кузова, який визначається по масам що входять в секцій силової структури і з'єднують їх конструктивні елементи.

На рис. 1 наведено схему експериментальної установки при перекиданні автобуса.

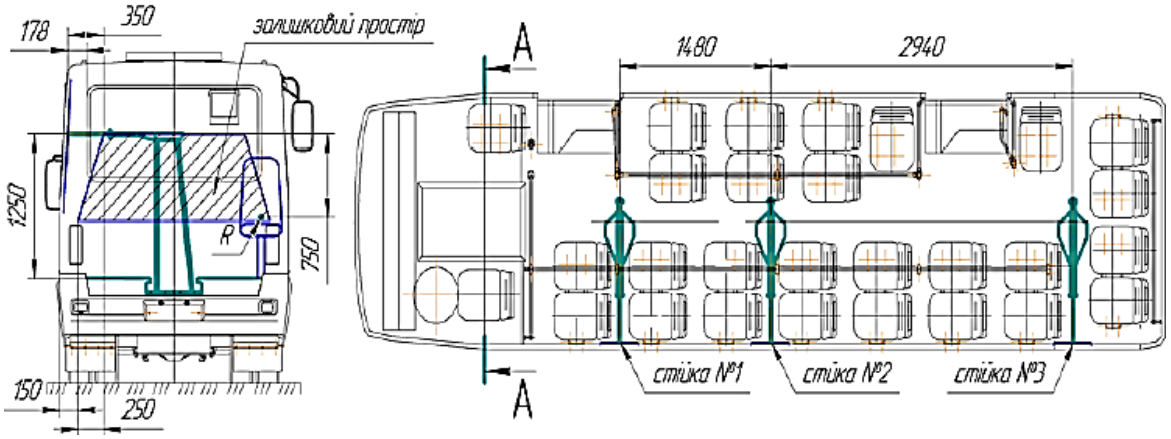


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки згідно Правил № 66 ЄЕК ООН (оснащення салону автобуса БАЗ-А079)

На рис. 2 зображено фрагмент імітаційного моделювання, що показує значення деформації при перекиданні автобуса.

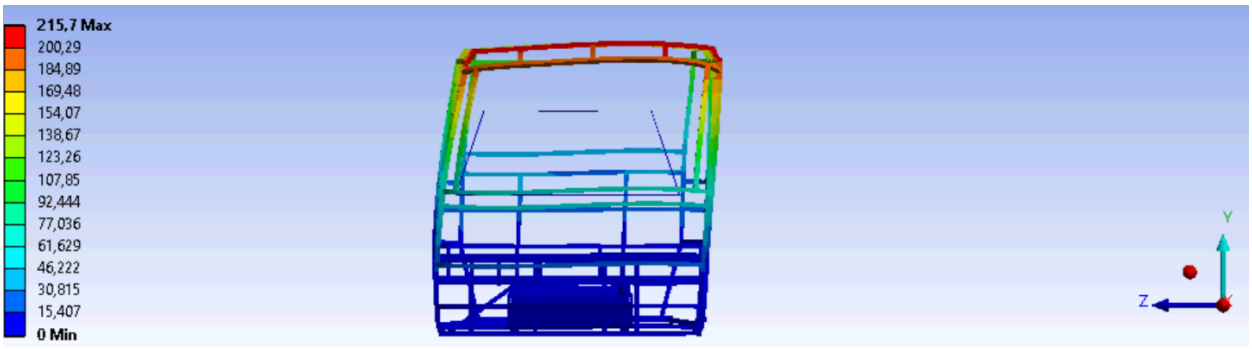


Рисунок 2 – Фрагмент імітаційного моделювання, що показує значення деформації при перекиданні автобуса

В табл. 1 наведено результати оцінки пасивної безпеки автобуса під час експлуатації.

Таблиця 1 – Порівняння деформації стійок нового та 8-ми річного автобуса

Стійка	№ 1	№ 2	№ 3
Деформація нового автобуса Δе, мм	178	135	74
Деформація 8-ми річного автобуса Δе, мм	393	344	282

Висновки. В результаті проведеної оцінки встановлено, що автобус «Еталон» БАЗ 079 при терміні експлуатації 8 років навіть без втомних руйнувань елементів каркасу кузова, не відповідає вимогам пасивної безпеки. Деформації в стійок каркасу кузова збільшені у 2,2 – 3,8 разів, у порівнянні з новим автобусом.

Результати оцінки пасивної безпеки кузова автобуса, не зважаючи на відсутність втомних та корозійних руйнувань елементів каркасу кузова, вказують на заборону експлуатації таких автобусів по причині невідповідності вимогам пасивної безпеки згідно Правил № 66 ЄЕК ООН.

В попередніх дослідженнях [7] було доведено, що при відновлювальних ремонтах кузовів автобусів доцільно замінювати всі елементи каркасу кузова нижче підвіконного бруса, а проведена оцінка пасивної безпеки кузова автобуса вказує на заміну елементів каркасу кузова, які знаходяться вище підвіконного бруса. Таким чином виникає потреба у заміні всього кузова.

Вартість кузова першої комплектності складає близько 70 % від повної вартості автобуса. Якщо врахувати заміну інших агрегатів, що вичерпали свій ресурс, то витрати на відновлення роботи автобуса можуть зрости і до 90 %. Тому раціональним варіантом, з точки зору пасивної безпеки та довговічності, буде закупівля нового автобуса.

Оновлення парків автобусів громадського транспорту, при термінах експлуатації понад 8 років, дозволить забезпечити пасивну безпеку автобусів на належному рівні та зменшити витрати на подальшу експлуатацію.

Список використаних джерел

1. Горбай О.З., Голенко К.Е., Крайник Л.В. Міцність та пасивна безпека автобусних кузовів: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 276 с.

2. Крайник Л.В. Оцінка зміни фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса в процесі експлуатації / Л.В. Крайник, Д.П. Рубан, Г. Я. Рубан // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця, 2017. – № 1(5). С. 47 – 51.

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. Pol. Rz., 2017. Mon. Nr. 10. – P. 95 – 100.

4. Рубан Д. П. Дослідження зміни структури матеріалу лонжеронів каркасу кузова автобуса в умовах експлуатації / Д. П. Рубан, Л.В. Крайник // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк, 2017. – № 2 (9). С. 139 – 143.

5. Похмурский В. И. Коррозионная усталость металлов / В. И. Похмурский. – М.: Металлургия – Автодата, 1985. – 207 с.

6. Рубан Д. П. Математична модель прогнозування довговічності кузовів автобусів та перевірка її на адекватність. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2020. № 3 (150). С. 81 – 89.

7. Оцінка впливу корозії автобуса на фізичну міцність несівних елементів / Д. П. Рубан, Л.В. Крайник, Г. Я. Рубан // Матеріали V міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції: Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту. – Вінниця. – 2018. – с. 60 – 64.

Рубан Дмитро Петрович – к.т.н., доцент, провідний інженер з якості, АТ «Черкаський автобус», e-mail: ruban_dimon@ukr.net

Крайник Любомир Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілебудування, НУ «Львівська політехніка», e-mail: l.kraynyk@gmail.com

Рубан Ганна Яківна – викладач кафедри фундаментальних дисциплін, Черкаський державний бізнес-коледж, e-mail: ganna-gaivoronsk@ukr.net

Крайник Михайло Васильович – магістр, кафедра автомобілебудування, НУ «Львівська політехніка», e-mail: ab.dept@lpnu.ua

Ruban Dmytro – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, a leading engineer is from quality, JSC «Cherkasy bus», e-mail: ruban_dimon@ukr.net

Kraynyk Lubomir – Dr. Sc. (Eng.), Professor of Automotive Engineering, National University «Lvivska Politehnika», e-mail: l.kraynyk@gmail.com

Ruban Hanna – teacher-methodologist of the department of fundamental disciplines, Tcherkasy state business-college, e-mail: ganna-gaivoronsk@ukr.net

Kraynyk Michael – master, department of Automotive Engineering, National University «Lvivska Politehnika», e-mail: ab.dept@lpnu.ua

УДК 629.3.017

Сакно О. А., к.т.н., доц.; Колеснікова Т. М., к.т.н., доц.; Антропов О. В.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ОРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Розроблена структурна схема реалізації функціонально-орієнтованих технологій для технічного обслуговування і ремонту автомобілів, що враховує особливості конструкцій та рівень технологій для технічних впливів.

The structural scheme of realization of functionally-oriented technologies for maintenance and repair of cars is developed that considers features of designs and level of technologies for technical influences.

Вступ. Організаційно-технологічна форма функціонально-орієнтованого технологічного процесу щодо технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) автомобілів може будуватися за двома варіантами технологій: одинична та уніфікована.

При організації технологічного процесу за одиничною технологією, для кожного функціонального елемента кожного рівня технології складаються спеціальні операції, і застосовується необхідне спеціальне обладнання, що призначене тільки для даного функціонального елемента або частини [1-2].

Результати дослідження. Уніфіковані технології є універсальним засобом спрощення складної структури технологічного процесу на безлічі функціональних елементів. При цьому вони можуть формуватися на базі типових, групових, модульних або інших видів технологій. В цьому випадку, функціональні елементи різних рівнів технології об'єднуються в типи, групи, модулі або класи.

Після виконання процесу поділу автомобіля на функціональні елементи виконується об'єднання функціональних частин (елементів) в ієрархічну структуру підмножин в залежності від рівнів об'єднання:

1. Рівень технології технічних впливів (діагностика, технічне обслуговування та ремонт).
2. Особливостей дії експлуатаційних функцій, заданого, необхідного, граничного експлуатаційного рівня автомобіля.
3. Ступені необхідності застосування особливих принципів орієнтації технологічних впливів і техніко-експлуатаційних та економічних властивостей автомобіля.
4. Властивостей, якості і точності функціональних частин (елементів, деталей).
5. Просторової взаємодії функціонального елемента.
6. Габаритних розмірів функціонального елемента.
7. Перелік обов’язкових та додаткових технічних впливів.
8. Застосовування обладнання і устаткування.
9. Застосування технології технічних впливів нового покоління.
10. Інші параметри.

За цим рівням об'єднання виконується класифікація функціональних елементів до реалізації технічних впливів.

На рис. 1. представлена структурна схема реалізації технічних впливів для забезпечення ефективної технічної експлуатації автомобілів. Зображено: *І* – вхідні данні щодо технічного стану автомобіля; *О* – вихідні параметри системи; ФЧ – функціональні частини автомобіля; ТВ – технічні впливи; *А, Д* – процес аналізу та досліджень, що виконується для реалізації процесу поділу кожного виробу на ФЧ за рівнями технології ТВ; $m_1 + m_i$ – процес аналізу та досліджень, що виконується для об'єднання ФЧ кожного безлічі в ієрархічну структуру підмножин в залежності від рівнів об'єднання.

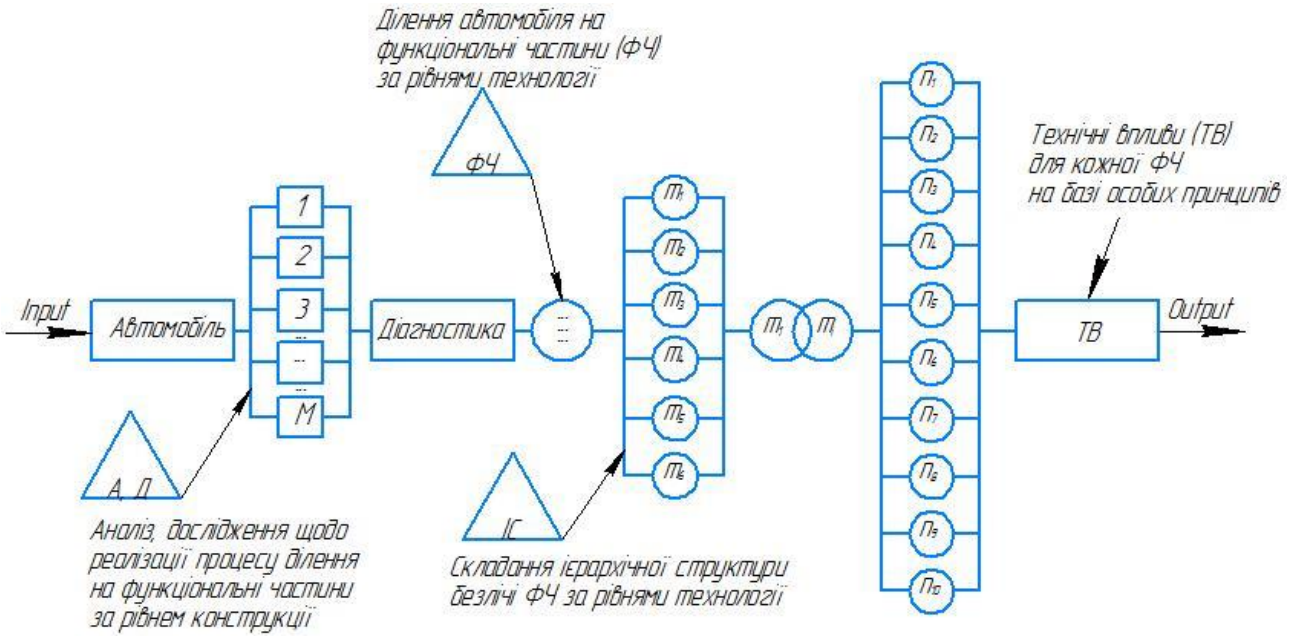


Рисунок 1 – Структурна схема реалізації функціонально-орієнтованих технологій для ТО і Р автомобілів

Таким чином, розроблена структурна схема реалізації функціонально-орієнтованих технологій для ТО і Р автомобілів, що враховує особливості конструкцій та рівень технологій для технічних впливів. Це дозволяє об'єктивно визначити необхідний об'єм робіт по ТО в залежності від результатів діагностики та наявності технологічного обладнання.

Список використаних джерел

1. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / А.Н. Михайлов. – М.: Машиностроение, 2009. – 346 с.

2. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 26 с. – (Національний стандарт України).

Сакно Ольга Петрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: sakno-olga@ukr.net

Колеснікова Тетяна Миколвївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Антропов Олександр В'ячеславович – магістр АТ-20мп факультету інформаційних технологій та механічної інженерії, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Sakno Olga – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, SHEI "Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture", e-mail: sakno-olga@ukr.net

Kolesnikova Tetyana – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation and Repair of Machines, SHEI "Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture"

Antropov Oleksandr – Master of AT-20MP Faculty of Information Technologies and Mechanical Engineering, Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture

УДК 656.13.072

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

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПРЕСНОГО РЕЖИМУ РУХУ

В роботі описана ситуація, що панує на ринку міських пасажирських перевезень в теперішній час та основні причини, що призвели до цього. Вивчено організацію експресного режиму руху у міських пасажирських перевезеннях. Розроблено алгоритм застосування експресного режиму руху.

The paper describes the current situation in the urban passenger transport market at present and the main reasons that led to this. The organization of the express mode of movement in city passenger transportations is studied. An algorithm for using the express mode of movement has been developed.

Вступ. Однією з проблем індустріалізації суспільства є проблема перевезень населення, яка тісно пов'язана з економічними і соціальними аспектами розвитку суспільства, розселенням мешканців і містобудівними проблемами. Місто, як система, складається з територіально розділених між собою об’єктів: місць проживання, об’єктів прикладання праці та культурно-побутових закладів. Взаємозв’язок між ними виконує міський пасажирський транспорт. Задовольняючи потреби населення у перевезеннях, міський пасажирський транспорт впливає на рівень продуктивності праці й побутового обслуговування. Міський транспорт забезпечує регулярний транспортний зв’язок на всій території, що сприяє об’єднанню всіх районів у єдину міську мережу.

Отже, система міського пасажирського транспорту є динамічною і являє собою сукупність складних, керованих, багатогалузевих, взаємозв’язаних та взаємодіючих між собою елементів. Крім того, попит на перевезення формується під впливом систем виробництва і споживання. Залежно від взаємного розташування пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів згаданих систем виникає направлений рух пасажирів, які їдуть у певному напрямку протягом певного проміжку часу.

З розвитком міських перевезень змінювалися і критерії їхньої ефективності. Аналізуючи роботу міського транспорту, з метою її поліпшення за певними показниками, зазначено, що недоліки, які наявні у роботі міського пасажирського транспорту, призводять до досить значних, невиправданих витрат матеріальних, фінансових і трудових ресурсів, що несприятливо позначаються на наслідках суспільного виробництва.

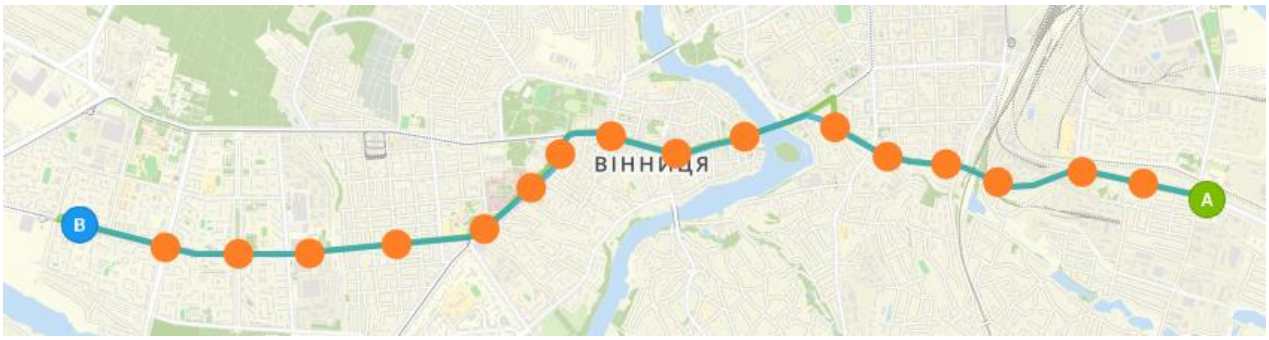
Організаційні рішення з підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту ефективні з економічної точки зору, але далеко не завжди є найкращими в соціальному плані (прагнення досягнути високої економічної ефективності роботи пасажирського транспорту може призвести до негативних соціальних результатів, як зменшення вільного часу населення, зниження якості перевезень, погіршення екологічної ситуації і т.д). За цих умов актуальне значення має проблема вивчення соціально- економічної ефективності пасажирських перевезень.

Результати дослідження. Зростання обсягів перевезень пасажирів зумовило необхідність залучення додаткової кількості рухомого складу для обслуговування маршрутів загального користування та надання послуг підприємствам, установам, організаціям і громадянам за їхніми замовленнями. В той же час, розвиток пасажирського транспорту поки що не набув системного характеру.

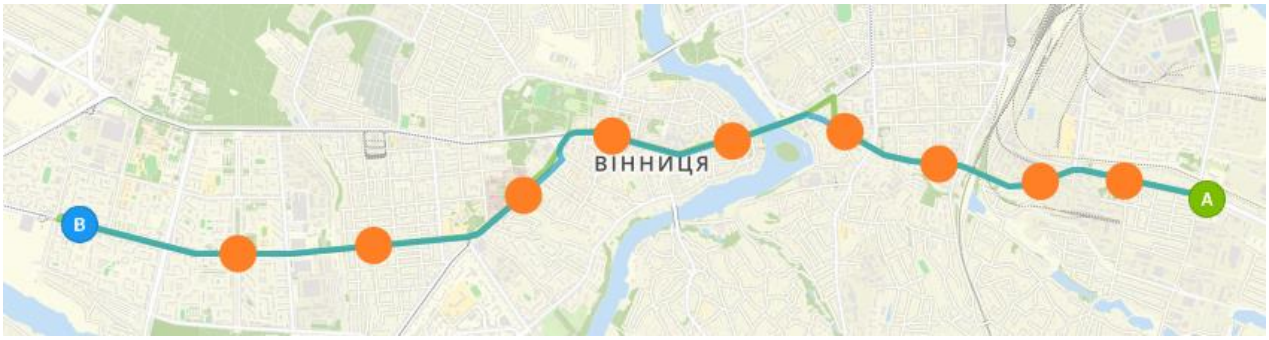
З метою поступового розвитку та поліпшення ефективності роботи міського пасажирського транспорту, доцільно розглядати впровадження різних режимів руху на одному маршруті, які можуть бути застосовані внаслідок технологічних особливостей на автомобільному транспорті.

На пасажирському транспорті розрізняють три основні режими руху між зупиночними пунктами: звичайний, експресний і маршрутне таксі.

У структурі парку пасажирських транспортних засобів для міських маршрутів основного виду перевезень зі звичайним і експресним режимом руху, повинні використовуватися автобуси з широкими проходами між сидіннями та накопичувальними площадками для пасажирів, а їхні місткість і кількість на маршруті визначатися з урахуванням державних соціальних нормативів у сфері транспортного обслуговування населення, якими встановлено, що в автобусі на кожному квадратному метрі вільної від сидінь площі підлоги повинно перевозитися не більше п'яти, а в перспективі, трьох пасажирів. Пасажирський перевізник, з яким укладається договір за результатами конкурсу, повинен застосовувати на маршруті автобуси, що відповідають затвердженій структурі парку, або гарантувати оновлення автобусів протягом встановленого замовником перевезень терміну.



а) - зупинка, де зупиняється ТЗ, який працює у звичайному режимі руху;



б) - зупинка, де зупиняється ТЗ, який працює у експресному режимі руху.

Рисунок 1 – Порівняння режимів руху міського пасажирського транспорту

Міський пасажиропотік звичайно має велику нерівномірність по сезонам, дням тижня, годинами доби та напрямів. Пасажиропотоки також нерівномірні в різні години і по направленням на кожному маршруті. Нерівномірність пасажиропотоків характеризується коефіцієнтом нерівномірності $\eta_м$,

$$\eta_м = \frac{P_{макс}}{P_{ср}},$$

де $P_{макс}$ - максимальний пасажиропотік; $P_{ср}$ - середній пасажиропотік.

Для великих міст $\eta_м$ приблизно дорівнює: за місяцями року - 1,1... 1,2; за днями тижня

- 1,15... 1,2; за годинами доби - 1,5...2,0; за направленням - 1,2... 1,5.

В основному, перевезення здійснюються у звичайному, але в якості додаткового – у режимах маршрутного таксі та (чи) експресного руху автобусів. Порівняно із звичайним режимом, автобуси в експресному режимі руху надають пасажирам послуги підвищеного комфорту та значне скорочення часу поїздки.

Звичайний режим припускає, що рухомий склад зупиняється на всіх зупинках маршруту. При експресному режимі руху транспортні засоби зупиняються тільки на деяких зупинках маршруту.

Експресний режим руху допомагає здійснювати перевезення пасажирів на маршрутах загального користування, перш за все в часи «пік». Експресний режим руху може бути введений на діючих маршрутах поряд зі звичайним режимом руху, що в сукупності утворює комбінований режим, або на правах самостійних маршрутів. Установлення режимів руху на маршруті зводиться до ухвалення рішення про необхідність використання комбінованого режиму руху і визначення його виду. Завдання визначення комбінованого режиму руху є завданням пошуку на маршруті ділянок з такими пасажиропотоками, що виправдують з точки зору ефективності перевезень установлення на цих ділянках різних способів реалізації сполучення.

Основна ідея впровадження експресного режиму руху на маршрутах міського пасажирського транспорту - підвищення ефективності організації перевезень із забезпеченням надання належного рівня якості обслуговування жителям міст при мінімальній витраті енергії та ресурсів. На основі аналізу відповідних джерел, сформовано алгоритм удосконалення перевезень на міських маршрутах, який складається з компонентів, які зображені на рис. 2.

Рисунок 2 – Алгоритм удосконалення перевезень на міських маршрутах

Основу організації на міських маршрутах складають попит на перевезення і перевізні можливості транспорту. Отже для підвищення ефективності пасажирських перевезень необхідно мати інформацію про місця відправлення і прибуття та обсяги переміщення пасажирів протягом доби, наявність транспорту та умов перевезень тощо.

Для того, щоб визначити величину перевезень пасажирів міського транспорту за результатами накладення трудових кореспонденцій на маршрутну мережу, доцільно використовувати дані вибіркових пасажирських обстежень.

При розгляді конкретного маршруту громадського транспорту із зупинками 0, 1, …, *n* при наявності інформації: на зупинці *i*=0, …, *n*-1 у салон входять $A_i > 0$ пасажирів ($A_n = 0$), а на зупинках *j*=1, …, *n* виходять $B_j > 0$ пасажирів ($B_0 = 0$) можна визначити x_{ij} як число пасажирів, що ввійшли на зупинці *i* і вийшли на зупинці *j* ($i < j$). Тоді матимемо наступні обмеження:

$$\sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} = A_i \qquad \sum_{i=0}^{j-1} x_{ij} = B_j$$

Відсутність відомостей про переваги пасажирів змушує приймати припущення про однакову зацікавленість усіх зв'язків (i, j). Звідси запис оптимальної задачі має такий вигляд:

$$\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} x_{ij} \ln \frac{1}{x_{ij}} \to \max$$

де $p_j > 0, j = 1, \ldots, n$ - коефіцієнти, які визначаються з вищенаведених рівнянь.

Попит на перевезення вивчається за регламентованими методиками. Вони дозволяють визначити реальний пасажиропотік на маршрутах на основі повного або вибіркового обстеження (блок 1). Вибір методики визначається розробником залежно від комплексу завдань, які вирішуються, точності розрахунків і наявних коштів. Тому основа розрахунків - матриця маршрутних кореспонденцій формується безпосередньо за результатами обстеження. Результатом цього етапу є прогнозовані обсяги пасажирських кореспонденцій (блок 2).

Основою для організації перевезень на маршруті є характеристики пасажиропотоку та траси маршруту, а також техніко-економічні показники роботи транспорту. Для їх визначення використовують методики (блок 3). Число транспортних засобів для маршруту, при їх відомій місткості пропонується визначати за формулою:

$$A = \frac{H_{\max} * 2l_м}{T_n * V_e * q * \gamma}$$

де H_{max} - пасажиропотік на напрямку маршруту за період «пік», пас.; q - місткість транспортного засобу, пас.

На основі цих характеристик розраховують рівень обслуговування населення та ефективність роботи транспорту (блок 4). Для аналізу ефективності перевізного процесу використовується коефіцієнт динамічного заповнення салону транспортного засобу:

$$\gamma_{n_{ij}} = \frac{l_м * H_{ij}}{k_з * A * T_n * V_e * q}$$

$$\gamma_{n_{ji}} = \frac{l_м * H_{ji}}{k_з * A * T_n * V_e * q}$$

Результати аналізу та основних розрахунків є основою для відбору маршрутів, організація роботи на яких потребує удосконалення. Для виконання цієї процедури доцільно використати запропоновану методику (блок 5).

Розрахунок комбінованих режимів руху складно піддається аналітичному вирішенню через складну взаємну залежність факторів. Тому єдиним способом, що забезпечує одержання достовірного результату, є математичне моделювання. Залежно від можливості впровадження експресного режиму руху встановлюється режим роботи моделі та виконується оптимізація параметрів (блок 6). Поряд з цим при оптимізації перевезень можна використовувати не тільки кількість транспортних засобів, які працюють на різних режимах руху, але й тариф на перевезення. Розрахунок ефективності експресного режиму руху забезпечує (блок 7). Для прийнятного варіанта організації перевезень розраховують графік руху і визначають режими роботи транспортних засобів за методиками (блок 8). При цьому, базові параметри маршрутної мережі міста визначаються для кожного окремого маршруту в такій послідовності.

Наводиться характеристика рухомого складу на окремому маршруті. В перелік показників входять: 1) типи рухомого складу та їх кількість на маршруті; 2) максимальна місткість тролейбусів, трамваїв; 3) кількість місць для сидіння.

На основі цих даних визначається середня пасажиромісткість транспорту, який працює на даному маршруті:

$$q_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(q_i \cdot A_{спі})}{\sum_{i=1}^{n} A_{спі}},$$

де q_i – пасажиромісткість транспортного засобу i-го типу, пас; $A_{спі}$ – облікова кількість транспортних засобів i-го типу, одиниць.

Загальна кількість рейсів на маршруті визначається за формулою:

$$z_{заг} = \sum_{j=1}^{m}(z_{розклj} + z_{доdj} - z_{відмj}),$$

де $z_{розклj}$– кількість рейсів, передбачених розкладом руху на маршруті, одиниць; $z_{доdj}$ і $z_{відмj}$ – кількість рейсів, одиниць.

Досліджувана кількість рейсів на маршруті визначається з маршрутних таблиць обстеження залежно від вибірковості обстеження пасажиропотоків.

Організація впровадження розроблених заходів є заключним етапом методики удосконалення перевезень на міських маршрутах. ЇЇ особливістю є відстеження динаміки розвитку маршруту і на цій основі прогнозування результатів впровадження та управління періодом часу виходу на номінальний режим роботи.

Список використаних джерел

1. Біліченко В.В. Методика визначення базових параметрів автобусних маршрутів загального користування. / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал // Вісник СевНТУ. Серія машинобудування та транспорт: збірник наукових праць. – Севастополь, 2012. - № 134. – С. 230-233.

2. Біліченко В.В. Вдосконалення міських пасажирських перевезень шляхом застосування експресного режиму руху. / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал // ВНТУ. Серія машинобудування та транспорт: збірник наукових праць. – Вінниця, 2014.

3. 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.

4. 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.

5. Цимбал С.В. Класифікація маршрутів міських пасажирських перевезень. / С.В. Цимбал // ВНТУ. Серія машинобудування та транспорт: збірник наукових праць. – Вінниця, 2016.

Свершок Антон Васильович – аспірант кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Факультет машинобудування та транспорту (ФМТ), Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

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 кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

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

Bilichenko Viktor – Dr. Sc. (Eng), Professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Academician of the Transport Academy of Ukraine, Rector of Vinnytsya National Technical University, e-mail: : bilichenko.v@gmail.com

Tsymbal Serhiy – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

УДК 629.3.017.5

Скляров М. В., к.т.н., доц.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИЛ АВТОМОБІЛЯ

Розробники гальмівних систем все більше впроваджують автоматичні системи керування гальмуванням на автомобільному транспорті. В даній роботі розглянуто та запропоновано можливий метод дослідження регулювання гальмівних сил легкових автомобілів з використанням теорії і техніки слідкуючих систем.

Brake system developers are increasingly implementing automatic braking control systems in road transport. In the given work the possible method of research of regulation of brake forces of cars with use of the theory and technics of tracking systems is considered and offered.

Вступ. Відомо, що ефективним способом покращення гальмівних можливостей автомобіля є використання регуляторів гальмових сил. Одночасно потенційні можливості регулювання гальмівних сил можуть бути використані недостатньо без врахування умов використання регуляторів.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Розподіл навантаження на загальмовані колеса почали з'ясовувати та досліджувати ще на початку вивчення руху автомобіля [1, 2]. Ефективність гальмівних систем може забезпечити повна зупинка (блокування) коліс яка залежить від закону розподілу гальмівних сил [2, 3]. В [4] показано, що для підвищення стійкості автомобіля при гальмуванні без одночасної зупинки всіх коліс, розподіл гальмівних сил слід обирати при умові попереднього блокування передніх коліс.

З'ясовано також [5, 6], що постійний розподіл забезпечує одночасне блокування коліс тільки при одному значенні коефіцієнта зчеплення $\varphi = \varphi_0$. При $\varphi < \varphi_0$ блокуються передні колеса і зникає керованість. При $\varphi > \varphi_0$. – зникає стійкість руху. Тому розподіл гальмівних сил необхідно вибирати так, що $\varphi \geq \varphi''$ де φ'' відповідає найбільшому значенню коефіцієнта зчеплення φ. Але подальші дослідження [7] показали, що при такому розподілі гальмівних сил виникає значне недовикористання зчіпної ваги в умовах малих і середніх значень φ. Таким чином були сформовані передумови використання регуляторів гальмівних сил (РГС). Аналіз використання різноманітних РГС та їх характеристик для легкових автомобілів виконано в роботах [6, 7]. Скутнєв В.М. [8] аналізуючи методи використання розподілу гальмівних сил з'ясував відсутність аналітичного опису функціонального зв'язку при використанні зчіпних якостей.

Значний обсяг теоретичних та експериментальних досліджень виконано під керівництвом А.Б. Гредескула та Б.Б. Генбома.

Узагальнення задач та з'ясування напрямків підвищення безпеки руху при гальмуванні автомобілів приведені в [9]. Наголошується, що необхідно активно використовувати автомобільні системи управління процесами гальмування.

Мета тез. На прикладі гальмівної системи з РГС розглянути спосіб теоретичного дослідження з використанням методів теорії і техніки слідкуючих систем.

Виклад основного матеріалу. Схема системи дослідження з РГС приведена на рис. 1.

Згідно зі схемою рисунок 1 гальмівна система з РГС може бути віднесена до розімкнутої системи автоматичного регулювання по збудженню, по заданій програмі, або по їх комбінації [10, 11].

Система регулювання по збудженню компенсує відхилення вихідної величини (загальної гальмівної сили) від заданого значення в відповідності з дією зовнішнього збудження. Для гальмівної системи з РГС зовнішнім збудженням може бути зміна навантажень на вісі при

статичному та динамічному перерозподілу маси по дії нерівності дороги. Інформація надходить в РГС з подальшою зміною регульованої величини відповідно до збудження.

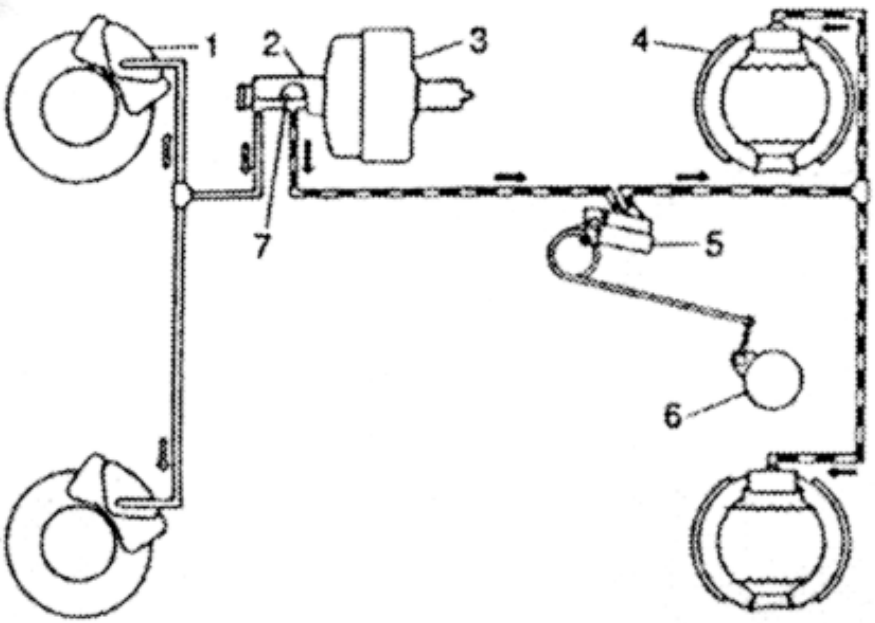


Рисунок 1 – Схема гальмівної системи з гідроприводом і регулятором гальмівних сил:
1 – дискові гальмівні механізми передньої вісі; 2 – головний гальмівний циліндр;
3 – гальмівний підсилювач; 4 – барабанні гальмівні механізми задньої вісі; 5 – РГС;
6 – корпус задньої вісі; 7 – сигналізатор

В системах регулювання по заданій програмі вихідна величина підтримується в відповідності з управляючою дією і не залежить від зовнішніх збуджень. Регулювання гальмівної сили в такому разі виконується по зусиллю на педалі або по тиску в гідравлічному приводі.

Загальним недоліком цих систем регулювання є відсутність контролю регульованої величини, внаслідок чого внутрішні збудження (нестабільність гальмівної системи, зв'язок коліс з дорогою та інше) на які система не реагує, можуть привести до значного відхилення дійсної характеристики регулювання від заданої.

Цей недолік мають і системи з комбінованим регулюванням де регулюєма величина Y встановлюється в відповідності з зовнішнім збудженням F та задаючою дією X по заданій програмі.

Структурна схема такої гальмівної системи приведена на рисунку 2.

Тиск в головному циліндрі 1 поступає до гальм передньої вісі 2 безпосередньо, а до задніх 3 через РГС 5. Динамічний перерозподіл навантаження F_g сумісно з дією нерівностей дороги F_2 змінює прогін задньої підвіски з попереднім навантаженням F_1. Пружний елемент 4 передає зусилля від підвіски на РГС 5. Зусилля F_1, F_2, F_g діють як зовнішнє збудження системи вплив яких необхідно змінити (F_1 та F_g) або виключити F_2. РГС 5 отримав від пружного елемента 4 сигнал зовнішнього збудження змінює тиск в гальмах задньої вісі. Крім цього на систему регулювання діють внутрішні збудження F_3 та F_4 (нестабільність характеристик підсилювача, РГС, гальмівних механізмів, взаємодії коліс з дорогою та ін.).

На структурній схемі рисунок 2 представлені передавальні функції (ПФ): $S_1(P)$ – головного гальмівного циліндра та підсилювача; $S_2(P)$ – РГС; $S_3(P)$ та $S_4(P)$ – гальмівні механізми і контакти коліс з дорогою; $S_5(P)$ – прогину задньої підвіски; $S_6(P)$ – дія нерівності дороги; $S_7(P)$ – пружного елемента зв'язку підвіски з РГС; $S_8(P)$ – статичний прогін підвіски; $S_9(P)$ і $S_{10}(P)$ – внутрішні збудження системи.

Використовуючи зв'язок ПФ [10, 11] отримаємо передавальну функцію системи РГС в наступному вигляді:

$$Y = S_1 \frac{S_2 \cdot S_4 + S_3}{1 + S_2 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_7} X + \frac{S_2 \cdot S_4 \cdot S_7 \cdot S_8}{1 + S_2 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_7} F_1 \pm \frac{S_2 \cdot S_4 \cdot S_6 \cdot S_7}{1 + S_2 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_7} F_2 \pm$$
$$\pm \frac{S_9}{1 + S_2 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_7} F_3 \pm \frac{S_{10}}{1 + S_2 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_7} F_4 \qquad (1)$$

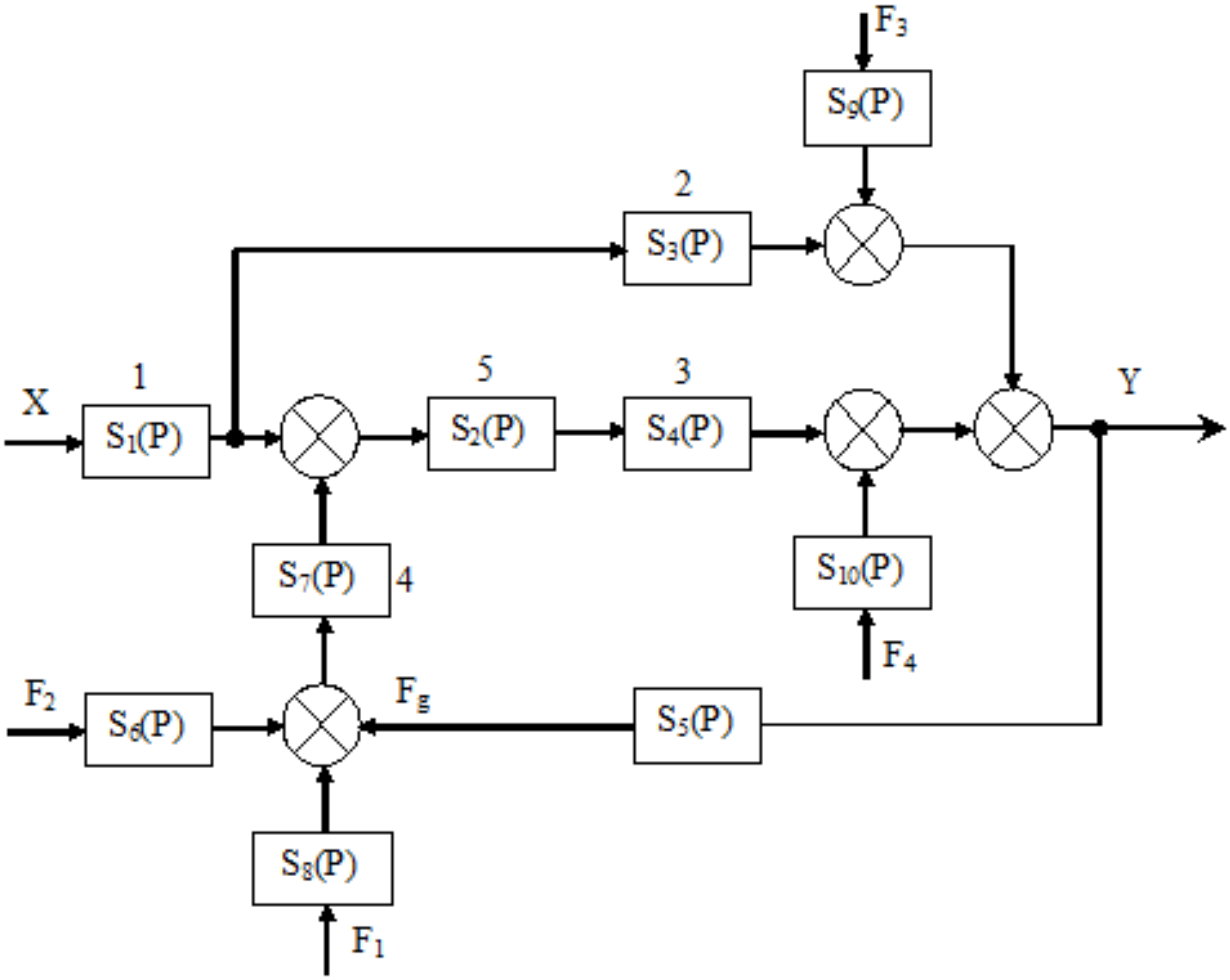


Рисунок 2 – Структурна схема регулювання гальмівних сил в гальмівній системі наведеній на рисунку 1 відповідно.

Коефіцієнт вхідної величини X і збуджень F_1, F_2, F_3 і F_4 представляють результуючі ПФ регулюємої величини Y а відповідно кожної з складових рівняння. Зміною складових ПФ можливо впливати на процес регулювання. Запис взаємодії сигналів дозволяє дати оцінку впливу окремих елементів гальмівної системи та їх сукупність на якість процесу регулювання.

Висновки. 1. Сучасні гальмівні системи з РГС можливо розглядати як розімкнуті системи автоматичного регулювання.

2. Використання запропонованого теоретичного способу дослідження гальмівних систем з РГС, внаслідок використання передавальних функцій, дозволяє виконати оцінку впливу на якість процесу окремих складових системи.

3. Маючи ПФ елементів системи можливо перейти до вивчення лінійних систем регулювання гальмівних сил на ПЕОМ.

3. Необхідно подальше визначення використання запропонованого методу.

Список використаних джерел

1. Чудаков А.Е. Расчет автомобиля. – М.: Гос. Научно-техн.. узд-во машиностроит. Лит-ры, 1947. – 586 с.

2. Бухарин Н.А. Тормозные системы автомобилей. – Л.-М.: Гос. Науно-техн. узд-во машиностр. Лит-ры, 1950. 292 с.

3. Генбом Б.Б., Демьянюк В.А. Тормозная система автомобиля, как система автоматического управления. – в сб.: «Труды ГСКМ по автобусам». Вып. 1. м. Львов Изд. ГСКБ, 1970.

4. Гуревич Л.В., Меламуд Р.А. Тормозное упраление автомобиля. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.

5. Гредескул А.Б., Федосов А.С., Скутнев В.М. Определение параметров тормозной системы автомобиля с регулятором тормозних сил. «Автомобильная промышленность» №6. 1975 г.

6. Генбом Б.Б. и др. Вопросы динамики торможения и робочих процес сов тормозних систем автомобилей. – Львов: Вища школа, 1974. – 234 с.

7. Скутнев В.М. Об эффективности применения регулятора тормозних сил на легкових автомобілях – сборник «Автомобильный транспорт», вып. 10, Киев «Техніка», 1973.

8. Скутнев В.М. Коэффициент регулируемого распределения тормозних сил автомобіля. «Автомобильный транспорт», вып. 12, Киев, «Техніка», 1975 г.

9. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств. / Туренко А.Н., Богомолов В.А., Клименко В.И., Кирчатый В.И., Ходырев С.Я. – Харьков: Издательство ХНАДУ (ХАДИ), 2002. – 400 с.

10. Жиль Ж., Пелегрен М., Декольн П. Теория и техника следящих систем. М.: Машгиз. 1961. – 803 с.

11. Гейлер Л.Б. Введение в теорию автоматического регулирования. Минск: «Наука и техника», 1967 г.

Скляров Микола Вячеславович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автобронетанкової техніки, Національна академія Національної гвардії України, м. Харків, e-mail: nvsrklyarov@ukr.net

Sklyarov Mykola – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Armored Vehicles of the National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, e-mail: nvsklyarov@ukr.net

УДК 629.3.08

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

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ВУЗЬКОСПЕЦІАЛІЗОВАНИХ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

В роботі розглянуто перспективи створення централізованих спеціалізованих виробництв в системі автосервісу для виконання робіт з малим попитом та великою складністю і трудомісткістю. Для організації таких централізованих спеціалізованих виробництв пропонується створення вузькоспеціалізованих автосервісних підприємств з агрегатною, подетальною або технологічною спеціалізацією.

The paper considers the prospects of creating centralized specialized production in the car service system to perform work with low demand and high complexity and laboriousness. For the organization of such centralized specialized productions, it is offered creation of highly specialized car service enterprises with aggregate, detailed or technological specialization.

В сучасних умовах господарювання в галузі автомобільного транспорту досить гостро стоїть питання розвитку системи автосервісу. Збільшення парку легкових автомобілів в особистому користуванні, поява дрібних приватних перевізників, розукрупнення великих автотранспортних підприємств із частковою або повною відмовою від власної виробничо-технічної бази (ВТБ) призводять до збільшення попиту на автосервісні послуги. Все це призводить до появи великої кількості автосервісних підприємств різної потужності, різних форм організації та спеціалізації виробництв тощо. Крім того автовиробники, просуваючи власну продукцію, створюють фірмові мережі дилерських автосервісів.

З одного боку, створення великої кількості автосервісних підприємств призводить до конкуренції між ними, що для автовласників означає підвищення якості та зниження вартості найбільш затребуваних послуг. З іншого боку, відсутність системного підходу при створенні автосервісного комплексу регіону, висока собівартість організації виконання складних робіт, що мають низький попит, можуть призвести до надмірного часу очікування на виконання робіт та їх завищеної вартості. Більш того, це ускладнює застосування найбільш перспективних шляхів розвитку ВТБ на автомобільному транспорті, а саме спеціалізації, кооперації і концентрації виробництва [1-3].

У світовій практиці автосервісу в даний час спостерігаються тенденції підвищення рівня спеціалізації і кооперації автосервісних виробництв. Тому попит на послуги, що потребують наявності дорогого технологічного обладнання, призвів до появи і розвитку централізованих спеціалізованих виробництв, здатних з мінімально можливими витратами забезпечити необхідний споживачу рівень якості технічних впливів, а також підвищити безпеку дорожнього руху.

Централізовані спеціалізовані виробництва (ЦСВ) – це підприємства, цехи, майстерні, дільниці, спеціалізовані (предметно, агрегатно, подетально або технологічно) за певними видами робіт технічного обслуговування та ремонту автомобілів, а також ремонту і відновлення агрегатів, вузлів і деталей автомобілів [3].

Відповідно до зазначеної проблеми, виконання робіт з високою трудомісткістю і складністю при малих потоках відмов в системі автосервісу може бути організовано ЦСВ у вигляді вузькоспеціалізованих автосервісних підприємств з агрегатною (підприємства по ремонту двигунів, автоматичних коробок передач, паливної апаратури тощо), подетальною (підприємства по відновленню колінчастих валів, блоків циліндрів або інших деталей) або технологічною (підприємства, що відновлюють деталі за певною технологією, наприклад, наплавленням, напиленням, нанесенням гальванічних покриттів тощо) спеціалізацією. Проте, на даний час в Україні розвиток ЦСВ відбувається стихійно, є недостатнім наукове

обґрунтування рівнів концентрації, спеціалізації та кооперування виробництва для забезпечення оптимального рівня якості виконання робіт та досягнення максимальної ефективності функціонування системи автосервісу.

Дослідження сучасних форм і тенденцій концентрації, спеціалізації та кооперування виробництва має важливе значення при формуванні системи автосервісу регіону. Основною умовою рішення конкретних виробничих задач є оптимізація організаційно-виробничих структур в системі автосервісу, що забезпечують ефективне функціонування автосервісних підприємств різних типів і потужностей. Найвища ефективність від створення вузькоспеціалізованих автосервісних підприємств досягається при кооперуванні виконання робіт між автосервісними підприємствами, де програма по видах послуг забезпечує максимальне завантаження устаткування і зниження питомих витрат на виконання робіт.

Визначення оптимального переліку робіт, що будуть виконуватись вузькоспеціалізованими автосервісними підприємствами є складним завданням, вирішення якого потребує виконання таких рекомендацій [3, 4]:

– рішення про доцільність спеціалізації на роботах приймаються в результаті аналізу трудомісткості і попиту на роботи;

– перевагу слід віддавати роботам, якім характерна технологічна однорідність, що дозволяє використовувати одне і те ж обладнання для виконання різних робіт (підвищення коефіцієнта завантаження устаткування);

– черговість механізації робіт визначається з урахуванням переваги робіт, для яких характерні шкідливі і важкі умови праці, що визначає соціальний і в кінцевому підсумку економічний ефект від механізації;

– остаточне рішення про раціональність співвідношення робіт приймається на основі аналізу попиту і зміни прибутку.

Крім визначення переліку робіт необхідно обґрунтування потужності вузькоспеціалізованого підприємства, оснащеності технологічним обладнанням та персоналом, які можуть бути вирішені методами теорії масового обслуговування. Для цього необхідно знати параметри потоку відмов (вимог) та параметрів інтенсивності виконання заявок, від співвідношення яких залежить ефективність роботи підприємства.

Таким чином проблема формування організаційно-виробничих структур вузькоспеціалізованих підприємств в системі автосервісу потребує подальшого вивчення.

Список використаних джерел

1. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. М.: Транспорт, 1993. 272с.
2. Кузнецов Е. С., Курников И. П. Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы. М. : Транспорт, 1988. 231 с.
3. Денисов А. С., Романцов Р. В. Централизация и специализация предприятий автосервиса. Учебное пособие/ Сарат. гос. техн. ун-т. Саратов, 2008. 116 с.
4. Фастовцев Г. Ф. Автотехобслуживание.– М.: Машиностроение, 1985. 256 с., ил.

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

Огневий Віталій Олександрович – к.е.н, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ognevoy@ukr.net

Smyrnov Yevhenii – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua

Ohnevyi Vitalii – Cand. Sc. (Econ), Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ognevoy@ukr.net

УДК 519.8:656.13

Сніжко Л. Л., к.е.н, доц.; Бузун Т. М., к.ф.-м.н., доц.

ОБҐРУНТУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ОПЕРАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

На основі аналізу існуючих підходів до процесу прийняття рішень запропонована процедура процесу прийняття оптимальних операційних рішень, у якій детально описані усі її аспекти та особливості, пов'язані зі специфікою операційної діяльності автотранспортних підприємств.

On the basis of analysis of existing approaches to the process of decision making, the procedure of taking optimal operational decisions is proposed, which describes in detail all of its aspects and features related to the specifics of the operational activities of the road transport enterprises.

Вступ. Забезпечення довгострокової конкурентоспроможності кожного автотранспортного підприємства (АТП) є одним з основних завдань операційного менеджменту. Досвід показує, що наслідки некомпетентного управління операційною діяльністю в умовах жорсткої конкуренції на ринку відчутно впливають на подальшу долю підприємства.

Нові загрози і виклики зовнішнього середовища вимагають від операційних менеджерів автотранспортних підприємств вищого рівня управління своєчасного, виваженого та безпомилкового вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням належного рівня конкурентоспроможності підпорядкованих їм підприємств.

На сучасному етапі для ефективного прийняття і реалізації ефективних управлінських рішень щодо операційної діяльності автотранспортних підприємств недостатньо фахових знань, досвіду або інтуїції операційних менеджерів. Необхідне наукове обґрунтовування прийняття оптимальних операційних рішень.

Результати дослідження. Усі методи прийняття раціональних рішень базуються на моделях, які є науковими інструментами. Моделювання – це дослідження явищ, процесів або систем на основі розробки і вивчення їх моделей для визначення чи уточнення характеристик об'єктів, раціоналізації та оптимізації їх діяльності [1-5].

Необхідність застосування моделей в операційному менеджменті зумовлена такими основними причинами: наявністю багатофакторних залежностей у процесі розв'язання управлінських завдань в операційній діяльності автотранспортних підприємств; складністю їх господарської діяльності; потребою експериментальної перевірки багатьох альтернативних варіантів управлінських рішень; необхідністю орієнтувати управління підприємствами на майбутнє та враховувати динаміку зовнішнього та внутрішнього середовища суб'єктів господарювання. На даний момент моделювання є єдиним науковим систематизованим інструментарієм спрогнозувати майбутнє, визначити потенційні наслідки альтернативних управлінських рішень і вибрати серед них найприйнятніші. Для менеджерів вищого рівня операційного менеджменту автотранспортних підприємств моделювання формує серйозну інформаційну і методологічну базу процесу прийняття рішень для удосконалення управлінського процесу та підвищення рівня управлінської діяльності у цілому. Так, для забезпечення довгострокової конкурентоспроможності автотранспортних підприємств операційним менеджерам у своїй професійній діяльності відповідно до їх посад і рівня відповідальності необхідно вчасно приймати обґрунтовані стратегічні та тактичні рішення, що стосуються, в першу чергу, операційної діяльності [6; 7]. Такі рішення повинні бути взаємопов'язані між собою, враховувати обмежені фінансові, матеріальні і трудові ресурси на довгостроковий період.

Оптимальне операційне рішення повинне базуватися на аналітичному процесі його

прийняття, на логіці та враховувати всі наявні дані та можливі альтернативи [8]. Вчасно прийняті і реалізовані вдалі важливі стратегічні рішення дають змогу автотранспортному підприємству зайняти лідируюче положення на ринку автотранспортних продуктів (послуг) чи за рахунок зменшення витрат, чи збільшення споживачів даної продукції, чи підвищення якості продукції та ін. Втрати підприємства внаслідок необґрунтованих рішень, що стосуються невдалих кардинальних змін в операційній діяльності, можуть бути досить відчутні й приводити навіть до банкрутства та подальшого припинення діяльності автотранспортного підприємства.

До стратегічних в операційному менеджменті автотранспортних підприємств можна віднести наступні рішення [9]:

– проектування нових транспортних та/або супутніх послуг з постійним поліпшенням їх якості;

– проектування операційних потужностей АТП та визначення їх розміру;

– визначення необхідності оновлення та/або модернізації рухомого складу, технології перевезень, діагностики, технічного обслуговування і ремонту, а також обладнання та інших основних виробничих засобів;

– вибір способу забезпечення підприємства паливо-мастильними матеріалами, запасними частинами, вузлами тощо;

– вибір місця розташування АТП, яке б мало конкурентні переваги в обслуговуванні споживачів; ринковому просуванні, ціні продукту, логістиці паливо-мастильних матеріалів і транспортної продукції та ін.;

– формування необхідної операційної інфраструктури автотранспортних підприємств;

– ефективний розподіл та використання водіїв, ремонтних робітників та іншого персоналу АТП;

– обґрунтування резервування операційних потужностей АТП;

– вибір форм і методи виконання транспортних, складських та інших робіт,

– вибір постачальників паливо-мастильних матеріалів, запасних частини з урахуванням якості, логістики, ціни та ін.

Процес прийняття таких рішень потребує ретельного їх обґрунтування, адже від них залежить успіх подальшого функціонування підприємства на ринку автоперевезень.

Для забезпечення раціональності процесу прийняття вищенаведених та ін. незапрограмованих операційних рішень у діяльності автотранспортних підприємств пропонується наступна процедура, основні етапи якої представлені на рис.1. [9]. Реальна кількість етапів процедури процесу прийняття управлінських рішень визначається самою проблемою, її інформативністю, складністю, оперативністю вирішення та ін.

Спочатку надзвичайно важливо суттєво сформулювати проблему. Це потребує дослідження тієї області операційної діяльності, де виникла проблема, що розглядається [8].

Виникнення проблеми може бути пов’язане з ситуаціями, коли поставлені цілі не досягнуті або з пошуком шляхів підвищення ефективності, продуктивності та результативності операційної діяльності автотранспортного підприємства [10]. Крім того, на етапі дослідження реальної проблеми актуально провести всебічний аналіз ситуації шляхом залучення різних фахівців, не пов'язаних безпосередньо з математикою та операційним менеджментом, але які можуть мати різні погляди на вирішення даної проблеми.

Для вирішення виявленої проблеми операційний менеджер, у першу чергу, повинен визначити основну мету операційного рішення (критерій або критерії його формалізації) та який інформаційний масив необхідний для її досягнення. Так, стосовно рішень щодо операційної діяльності автотранспортних підприємств цілі можуть бути такими: збільшення прибутку або доходу (для планово-збиткових автотранспортних підприємств) від перевезень та інших видів діяльності, збільшення грошового потоку від перевезень та інших видів діяльності, зменшення собівартості перевезень та інших видів діяльності, мінімізація транспортної роботи та ін.

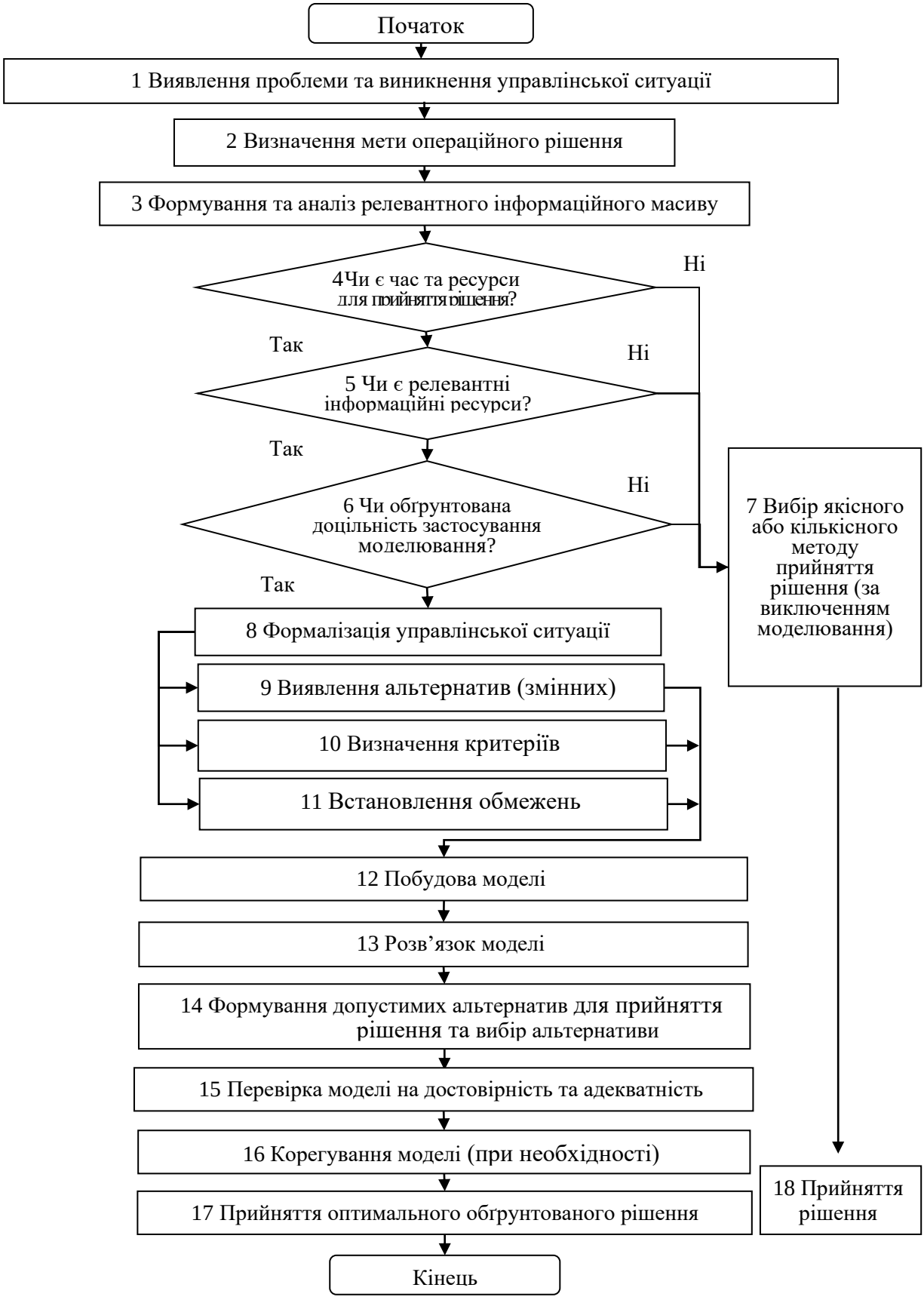


Рисунок 1 – Процедура процесу прийняття обґрунтованих операційних рішень

Безумовно, одним із найскладніших і найважливіших є етап, пов'язаний із забезпеченням процесу прийняття рішення необхідною інформацією. Отримати релевантну

інформацію не завжди є легким завданням через відсутність даних або навіть їх надлишок. Певні дані зараз легко генеруються та зберігаються у цифровій формі: автоматично з операційних процесів, із різних веб-сайтів, соціальних мереж, відповідних записів у місцях реалізації продукції та ін. Крім того інформацію можна отримати на основі аналізу ринку, конкурентів, споживачів, постачальників, фінансової, статистичної та оперативної звітності; думок експертів, бесід із фахівцями; спостережень за процесами та ін. Для отримання релевантної інформації ці дані потребують подальшої обробки та аналізу.

Найскладнішим у процедурі процесу прийняття раціонального рішення є вибір найкращого методу для його прийняття. Вибір методу прийняття управлінських рішень ніколи не починається відразу з моделювання – спочатку треба довести обґрунтованість його застосування. Операційні менеджери перш за все прагнуть підібрати, залежно від конкретної ситуації і наявних можливостей автотранспортного підприємства, конкретний якісний чи кількісний метод, вартість застосування якого буде нижча, ніж вартість рішень, отриманих на основі моделювання та ін.

На нашу думку, основними критеріями вибору моделювання, як наукового інструментарію процесу прийняття рішення є: 1) наявність часу для прийняття рішення (існує достатня кількість рішень, які необхідно прийняти терміново і відповідно часу для усіх етапів моделювання не існує); 2) наявність ресурсів для прийняття рішення (моделювання потребує значних фінансових, трудових та ін. ресурсів); 3)наявність достатнього обсягу релевантної інформації; 4) доцільність.

Базовими у даній процедурі (рис.1) є етапи, що стосуються безпосередньо моделювання: постановка задачі (формалізація вихідної проблеми), побудова моделі, її розв’язання, перевірка на достовірність та адекватність, корегування моделі.

Формалізація управлінської ситуації включає: 1) опис можливих альтернативних рішень або змінних; 2) формулювання критерію або критеріїв; 3) визначення системи обмежень, що накладаються на можливі рішення.

Критерії прийняття рішення – це показники, за якими будуть оцінюватись альтернативні варіанти рішень [9]. Для того, щоб можливі варіанти вирішення проблеми організації були реалістичними, формується система обмежень, які варіюються й залежать від конкретної управлінської ситуації та фаховості операційних менеджерів. Загальними обмеженнями можуть бути: закони; морально-етичні норми підприємництва; обмежені фінансові, матеріальні та інші ресурси. Для автотранспортних підприємств такими обмеженнями можуть бути кількість технічносправних автотранспортних засобів, їх тоннажність, спеціалізація та ін., вартість рухомого складу, вартість паливо-мастильних матеріалів, кількість наявних водіїв (персоналу) відповідного класу та досвіду та ін.

Типова економіко-математична модель схематично має вигляд: дослідження екстремуму (максимум чи мінімум) цільової функції (критерію) за умови дотримання системи обмежень. Оптимальним буде рішення, для якого критерій досягає максимального чи мінімального значення. Прийняте оптимальне рішення є найкращим тільки для даної моделі [1].

Незважаючи на вражаючі досягнення економіко-математичного моделювання багато реальних управлінських ситуацій в операційній діяльності автотранспортних підприємств неможливо адекватно формалізувати за допомогою економіко-математичних моделей. Альтернативою економіко-математичного моделювання складних систем є імітаційне моделювання. Імітаційні моделі є значно гнучкішими щодо реальних підприємств, ніж економіко-математичні, так як в імітаційному моделюванні вихідна система описується на елементарному рівні, а в економіко-математичних моделях система розглядається на глобальному рівні. Через це імітаційні моделі є більш трудомісткими і для їх реалізації потребуються значні витрати часу та обчислювальних ресурсів [1].

Після побудови моделі її необхідно розв’язати. Одержання розв’язку моделі – це найбільш простий з усіх етапів процедури процесу прийняття оптимального рішення, так як тут використовуються відомі алгоритми оптимізації [1]. Вибір математичного апарату

диктують тип і складність досліджуваної моделі. Якщо використовується одна зі стандартних економіко-математичних моделей, то рішення зазвичай досягається шляхом використання існуючих алгоритмів. Для вирішення економіко-математичних моделей призначені методи лінійного програмування, методи цілочисельного програмування, динамічного програмування і нелінійного програмування. Ці методи базуються на обчислювальних алгоритмах, які є ітераційними за своєю сутністю, які зручно реалізувати за допомогою обчислювальної техніки. Також, для розв'язку економіко-математичних моделей може бути використаний математичний апарат сітьових методів, теорії ігор, методів прогнозування, кореляційно-регресивного аналізу, статистичне моделювання, виробничі функції (функція Кобба-Дугласа) та ін., які мають специфічні алгоритми розрахунку. Обчислювальні процедури імітаційної моделі починаються з вхідного елемента (модуля), і далі проходять по всіх елементах, поки не буде досягнутий вихідний елемент [1-5].

На основі результатів моделювання виявляються можливі допустимі альтернативи, які задовольняють усім обмеженням моделі. При оцінці кожної альтернативи визначаються її переваги та недоліки, можливі наслідки, ймовірність реалізації, ступінь досягнення цілей, задоволення одному або декільком встановленим критеріям. На основні проведеного аналізу та оцінки вибирається найкраща альтернатива.

Для подальшого застосування результатів моделювання модель перевіряється на адекватність, одним із аспектів якої є визначення ступеня її відповідності реальним умовам функціонування автотранспортного підприємства. Але спочатку операційні менеджери повинні інтуїтивно визначити, що прийняте рішення є реальним для даного автотранспортного підприємства. Модель вважається адекватною, якщо за певних початкових умов її поведінка співпадає з поведінкою вихідної системи при тих же початкових умовах. При необхідності здійснюється корегування моделі.

Якщо результати перевірки моделі на адекватність є допустимими, приймається відповідне оптимальне обґрунтоване операційне рішення. Жодну модель не можна вважати успішно вибудованою, поки вона не буде ефективно прийнята і застосована на практиці.

Слід зазначити, що прийняття складних і важливих рішень повинні бути результатом колективної (командної) роботи фахівців, де операційні менеджери та аналітики працюють разом.

Таким чином, застосування представленої у дослідженні процедури процесу прийняття обґрунтованих операційних рішень в діяльності автотранспортних підприємств, що базується на широкому спектрі моделей та методів, допоможе операційним менеджерам приймати оптимальні рішення, а це, у свою чергу, сприятиме підвищенню ефективності управління як операційною діяльністю, так і підприємством в цілому та забезпеченню його довгострокової конкурентоспроможності

Список використаних джерел

1. Таха Х.А. Введение в исследование операций; пер. с англ. / Х.А.Таха. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.

2. Математичні основи наукових досліджень : навчальний посібник для наукових спеціальностей: 051 Економіка, 073 Менеджмент, 274 Автомобільний транспорт / Ложачевська О. М., Бузун Т. М., Сніжко Л. Л., Разводовська В. О. Київ : НТУ, 2020. 113 с.

3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Підручник / Ю.П. Зайченко// 7-е видання, перероблене та доповнене. – К.: Видавничій дім «Слово», 2006. – 816 с.

4. Ржевський С.В. Дослідження операцій: підручник / С.В.Ржевський, В.М.Александрова– К. : Академвидав, 2006. – 560 с.

5. Синєглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синєглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. –К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. – 329 с.

6. Schroeder R. G. Operations Management. Decision Making in the Operations Function. – 4th Ed. – New York: McGrow-Hill, Inc.,1993. – 848 с.

7. Stevenson W. Operations Management. – 13th Ed. – NY; McGraw-Hill Education, 2018. – 891 p.

8. Heizer J., Render B. Principles of operations management. – 12th edition. – New Jersey: Prentice Hall, 2017. – 806 p.

9. Сніжко Л.Л., Бузун Т.М., Разводовська В.О. Моделювання як науковий інструмент обґрунтування управлінських рішень в операційній діяльності підприємств транспорту**.** *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник*. Київ: НТУ, 2021. Вип. 2 (49). С162-172. DOI: 10.33744/2308-6645-2021-2-49-162-172

10. Мескон М.Х. Основы менеджмента : пер. с англ. / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф.Хедоури. – М. ; Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. – 665 с.

Сніжко Лариса Леонідівна – к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: l.snizhko@ntu.edu.ua

Бузун Томіла Миколаївна – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, e-mail: tnbuzun@gmail.com

Snizhko Larisa – Cand. Sc. (Econ), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: l.snizhko@ntu.edu.ua.

Buzun Tomila – Cand. Sc. (Phys&Math), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, National Transport University, e-mail: tnbuzun@gmail.com

УДК 629.33-027.33

Стадник О. С., к.т.н.; Кнап Є. А.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СОРТУВАННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ У ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Виконано аналіз методів розділення кольорових металів та їх сплавів у технології утилізації автомобілів, що вийшли з експлуатації. Запропонована схема класифікації методів розділення кольорових металів, яка включає сучасні методи, такі як індукційне та x-ray *сортування.*

The analysis of separation methods of non-ferrous metals and their alloys in car recycling technology is performed. A classification scheme for non-ferrous metal separation methods, which includes modern methods such as induction sorting and x-ray sorting is proposed.

Кількість автомобілів на дорогах України швидко зростає. Цьому сприяють ряд факторів: розширення можливостей завезення вживаних автомобілів з Європи та США, епідемія COVID-19, в умовах якої інтенсивніше почали використовувати індивідуальні транспортні засоби і менше - громадський транспорт у цілях безпеки. Ввезення вживаних автомобілів та швидкі темпи старіння українського автопарку приведуть з часом до накопичення великої кількості автомобілів, що вийдуть з експлуатації, і які потрібно буде утилізувати. Сьогодні кількість автомобілів, що вже вийшли з експлуатації та підлягають утилізації, становить близько 170 тис. на рік. Враховуючи сучасні темпи таких процесів, кількість автомобілів що можуть вийти з експлуатації через 10 років, може зрости удвічі. В таких умовах без ефективних високотехнологічних комплексів з утилізації автомобілів не обійтися.

Сучасний автомобіль на 75-80 відсотків складається з чорних металів, 6…8 % - кольорових металів і сплавів, решта – пластики, скло, гума та інші матеріали [1]. Кольорові метали, хоч і складають відносно невелику частку, є цінною сировиною для подальшої переробки. У сучасних технологіях шредерної утилізації автомобілів кольорові метали вилучають після виділення чорних металів, переважно електродинамічною сепарацією на вихрострумових сепараторах. Це дозволяє вилучити суміш частинок кольорових металів та сплавів зі шредерного залишку утилізації автомобілів, що вийшли з експлуатації. Далі для розділення частинок металів і сплавів за типами потрібно використовувати інші методи, такі як важкосередовищна сепарація, X-ray сортування та інші. Суміш кольорових металів і сплавів на ринку можна продати по ціні найдешевшого компоненту, що знижує економічну ефективність технології шредерної утилізації автомобілів.

Метою роботи є розроблення класифікації методів сепарації кольорових металів і сплавів та аналіз можливостей цих методів, використання яких дозволить збільшити економічну ефективність шредерної технології утилізації автомобілів.

Методи сепарації кольорових металів і сплавів можна розділити на дві групи: методи для виділення суміші частинок усіх кольорових металів і сплавів та методи для розділення кольорових металів за типами. До першої групи можна віднести методи електродинамічної сепарації та індукційного сортування. До другої групи - методи важкосередовищної сепарації та методи *X-ray* сортування (з використанням рентгенівського випромінювання). При умові однорідної крупності частинок кольорових металів і їх сплавів для виділення частинок алюмінію може бути використана електродинамічна сепарація. Дану класифікацію можна представити у вигляді схеми (рисунок 1)

Електродинамічна (вихрострумова) сепарація є найбільш поширеним методом у технологіях шредерної утилізації автомобілів, призначена для виділення частинок кольорових металів та їх сплавів з шредерного залишку після видалення магнітних металів.

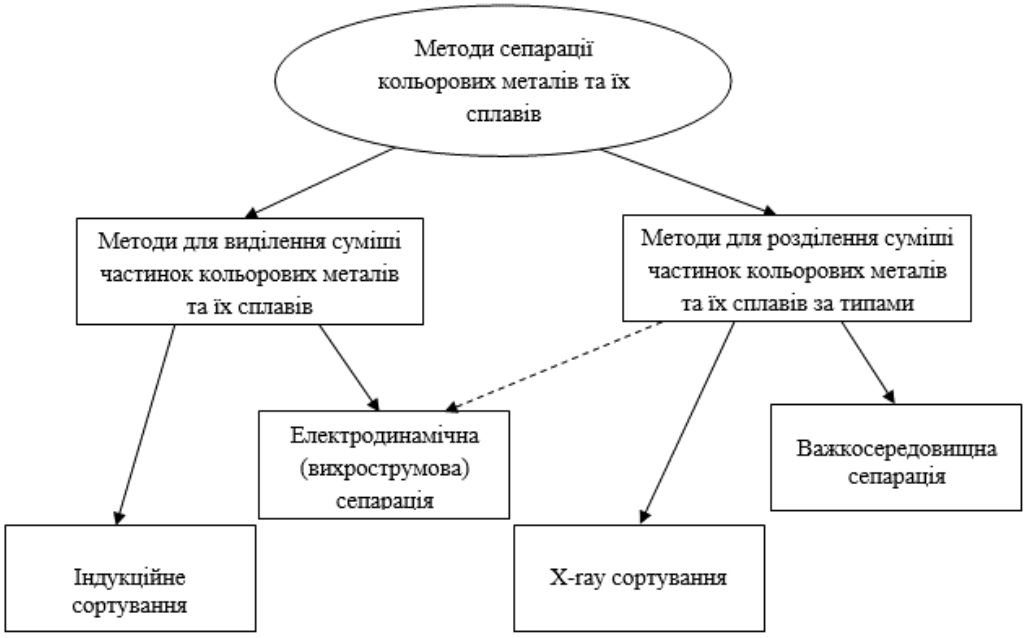


Рисунок 1 – Класифікація методів сепарації кольорових металів і сплавів

Принцип роботи електродинамічних сепараторів полягає у виникненні вихрових струмів у електропровідному матеріалі частинки під впливом змінного магнітного поля. Головна розділова ознака, що використовується у процесі електродинамічної сепарації – електропровідність матеріалу частинок металів. Ефективно може бути використана для виділення частинок кольорових металів та сплавів з розмірами 3–100 мм. При однорідному складі продукту за розмірами та формою частинок може бути використана для розділення кольорових металів за типами.

Індукційне сортування є порівняно новим методом сепарації та призначене для вилучення металів та їх сплавів з сипких продуктів. Принцип роботи індукційних сепараторів полягає у проходженні продукту на конвеєрній стрічці між двома котушками (індукційними датчиками), одна з яких підключена до джерела змінного струму і створює змінне магнітне поле, а в іншій це змінне електромагнітне поле наводить електричний струм. При попаданні між ці частинок кольорових металів сигнал у приймальній котушці слабшає за рахунок створення колових струмів у електропровідній частинці. Ця зміна сигналу фіксується та передається на виконавчі пристрої, переважно пневматичні форсунки, які видувають ідентифіковану частинку повітряним потоком з основного потоку продукту. Схема роботи індукційного сепаратора фірми Steinert (Німеччина) [2] наведена на рис. 2.

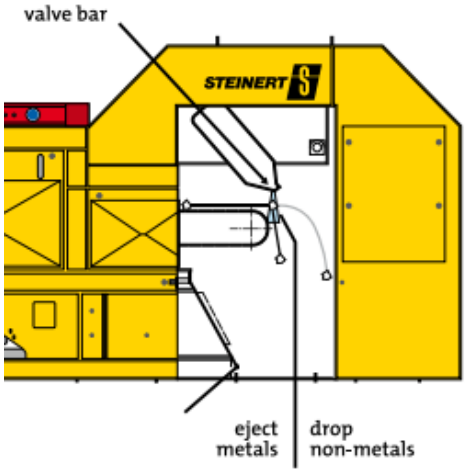


Рисунок 2 – Схема роботи індукційного сепаратора фірми Steinert (Німеччина) [2]

Головною розділовою ознакою, що використовується у процесі індукційного сортування, є і електропровідність матеріалу частинок. Індукційне сортування дає можливість вилучати частинки металів та їх сплавів з розмірами 1–20 мм.

X-ray сортування – сучасний інформаційний метод сепарації, призначений для розділення кольорових металів та їх сплавів за типами, що ґрунтується на основі використання рентгенівського випромінювання. Воно дає можливість ідентифікувати спектри атомів металів та їх сплавів. Продукт подають на конвеєрну стрічку, на якій виконується *X-ray* опромінювання, в результаті чого отримують сигнал у вигляді спектрограм кожної частинки. Після ідентифікації частинки металу чи сплаву сигнал подається на відповідну пневматичну форсунку, яка і видуває цю частинку з основного потоку продукту. За один прийом сепарації можна вилучити один метал або групу металів, наприклад алюміній та його сплави. Розділовою ознакою X-ray сортування є енергія спектру атомів. Схема роботи *X-ray* сепаратора фірми Redwave (США) [3] зображена на рис. 3.

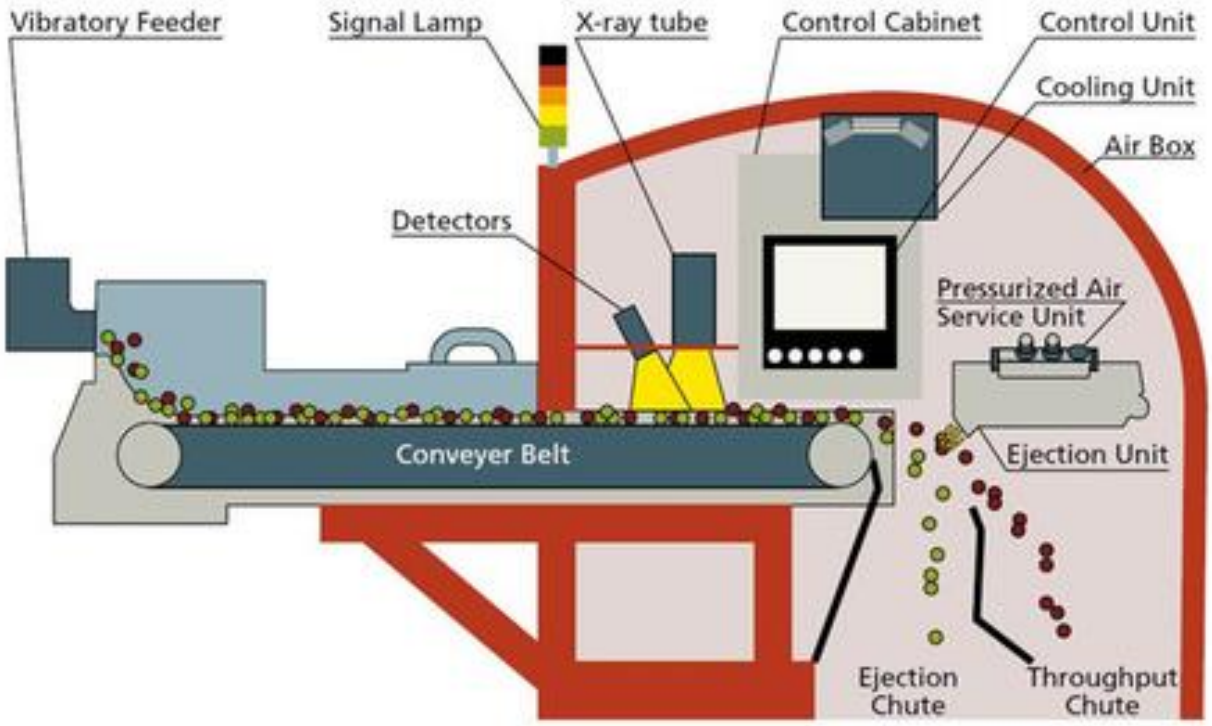


Рисунок 3 – Схема роботи x-ray сепаратора фірми Redwave (США) [3]

Важкосередовищна сепарація, призначена для розділення продуктів за густиною у важких суспензіях на основі магнетиту або феросиліцію, дозволяє розділити більшість кольорових металів та їх сплавів. Цей вид сепарації широко використовується при збагаченні вугілля та поліметалів. Виконують важкосередовищну сепарацію переважно у колісних сепараторах та важкосередовищних гідроциклонах. Розділовою ознакою є густина матеріалу частинок. Ефективно можна розділити частинки з крупністю 3–150 мм. Основним недоліком методу є необхідність постійної підготовки та регенерації важкої суспензії.

Отже, у роботі запропонована класифікація методів сепарації кольорових металів та їх сплавів, які використовують вже та можуть бути використані у технології утилізації автомобілів у майбутньому. Ця класифікація включає, крім традиційних методів сепарації, і нові перспективні ефективні технології. Більш широке використання методів розділення кольорових металів за типами дозволить підвищити економічну ефективність технології утилізації автомобілів за рахунок реалізації кожного металу окремо по вищих цінах.

Список використаних джерел

1. Бобович Б.Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов: учебное пособие. М.: МГИУ, 2010. 176 с.

2. STEINERT Fines ISS with ARGOS C-Technology. URL: https://steinertglobal.com/fileadmin/user_upload/steinert/downloads/_magnete-sensorsortierer/sensorsortierung/ISS/ISS FINES/STE_Fines_ISS_EN.pdf. (дата звернення 03.11.2020)

3. REDWAVE XRF for recognition of materials according to the chemical composition. URL: http://www.redwave-us.com/products/redwave-xrf. (дата звернення 03.11.2020)

Стадник Олександр Святославович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua.

Кнап Євгеній Андрійович – студент групи АТ-21інт., навчально-науковий механічний інститут, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: knap_m19@nuwm.edu.ua

Stadnyk Oleksandr – Cand. Sc. (Eng), senior lecturer of Automobile and Automobile Industry Department, Institute of Mechanics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, e-mail: o.s.stadnyk@nuwm.edu.ua.

Knap Yevheniy – student of group AT-21int., Institute of Mechanics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, e-mail: knap_m19@nuwm.edu.ua

УДК 62.529

Стороженко А. В.; Дубовик С. О.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АВТОПІЛОТУ ЯК ОДНА З КЛЮЧОВИХ ЗАСАД ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Розглянуті питання використання системи автопілоту, принцип його дії, досліджено основні недоліки та переваги, що безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху в цілому.

The issues of using the autopilot system, the principle of its operation, the main disadvantages and advantages that affect road safety in general are considered.

Вступ. Вже досить скоро людство докорінно змінить уявлення про роботу транспорту. Звичні для багатьох автомобілі замінять більш розумні та удосконаленні транспортні засоби — безпілотні автомобілі. Але, не дивлячись на стрімкий прогрес у цій галузі, все ще залишаються невирішені технологічні проблеми, які перешкоджають всезагальному розповсюдженню безпілотної системи управління. Так, зокрема, стан автомобільних доріг є загальнонаціональною проблемою адже витрати, які спрямовані на покращення рівня стану доріг не задовольняють їх належного відновлення. Проте у 2020 році уряд запровадив проект «Державне будівництво», який спрямований на масштабну розбудову дорожної інфраструктури в державі, що на сьогодні вже значно покращує ситуацію в автодорожньому господарстві.

Результати дослідження. Існує декілька підходів до визначення терміну безпілотного автомобіля. Так, безпілотий автомобіль (або робомобіль)— транспортний засіб, який оснащений системою автоматичного управління, яка може пересуватися без діяльності людини [1]. Також існує думка, що безпілотний автомобіль – це транспортний засіб, який використовує поєднання датчиків, камер, радарів та штучного інтелекту (ШІ) для подорожі між пунктами призначення без оператора людини [2]. Отже, можна зробити висновок, що безпілотний автомобіль – це технічний пристрій, який самостійно пересувається відповідно до правил дорожнього руху по заданому маршруту, оцінюючи дорожню обстановку, з урахуванням всіх можливих потенційних ситуацій та небезпек без заходів реагування з боку людини.

Кожен автомобіль, оснащений системою автопілоту, має власну класифікацію та систему автоматизації. Відповідні рівні встановлюються організацією SAE International. Це професійна асоціація інженерів автомобілебудівників, і рівні автономності коротко описують, як далеко просунулась конкретна система автоматизації транспортного засобу. Отже, на сьогодні існує 6 рівнів автоматизації безпілотних авто. [3]

0-й рівень: безпілотні системи відсутні, але може працювати система повідомлень - сигнальні табло, звуки, антиблокуючі системи, система екстренного гальмування і т.д. Водій несе повну відповідальність за керування автомобілем упродовж всього руху.

1-й рівень: автомобіль керується водієм, але можуть працювати деякі автоматизовані системи: круїз-контроль, адаптивний круїз-контроль, автоматична парковка і система попередження про схід зі смуги. Відповідає лише за систему управління або рулюванням або прискоренням/гальмуванням на постійній основі, але тільки при обмежених конкретних обставин. Круїз-контроль (CC - Cruise Control) допомагає водієві підтримувати постійну швидкість, що дозволяє менше напружуватися при водінні на автомагістралях і довгих прямих дорогах з рівномірним трафіком. Але не враховує безпечну відстань до авто, що рухається попереду та його швидкість. Адаптивний круїз-контроль (ACC - Adaptive Cruise Control) допомагає водієві зберігати постійну швидкість і вибраний часовий інтервал до транспортного

засобу, що рухається попереду. Також ця система допомагає виконувати обгін транспортних засобів, зміну полоси на дорозі або виїзд на іншу дорогу[4].

2-й рівень: водій повинен брати керування на себе у випадках, коли система не може впоратися самостійно - наприклад різко перелаштовується або «підрізає» інший транспортний засіб. Системи цього рівня дозволяють управляти автомобілем «без рук. Autopilot в Tesla і Super Cruise в General Motors, які можуть прискорюватися, гальмувати і керувати в багатьох (але не у всіх) обставин.

3-й рівень: його характеризують як «умовний автопілот» тобто, автомобіль може рухатися майже без контролю пілота, особливо на дорогах з "передбачуваним" рухом (наприклад на шосе, автостраді). Але водій повинен бути готовий в будь-який момент взяти керування на себе, тому що в деяких нестандартних ситуаціях автомобіль може реагувати на обстановку на дорозі не зовсім коректно і це може привести до аварії. При використанні цієї системи роль людини – бути завжди в «резерві». Прикладом впровадження цього рівня є Audi, яка називається «Traffic Jam Pilot», на своєму седані A8 у 2019 році.

4-й рівень: ці системи зазвичай використовують кілька лідарів для фіксації оточення транспортного засобу від моменту до моменту. Потім зображення з лідарів порівнюються із збереженою 3D-картою. Система Рівня 4 є істинним автопілотом, поки система працює в своїх межах. Неважливо, чи буде водій відволікатися або спати, авто безпечно доставить транспортний засіб до місця призначення, якщо вона працює всередині своїх передбачуваних меж. Компанія Waymo, раніше відома як проект автоматично керованих автомобілів Google, почала розгортати мережу транспортних засобів рівня 4 в пілотному ride-hailing сервісі (сервіс неліцензованих таксі, таких як Uber і Lyft) в Чандлері, штат Арізона. 20 жовтня 2020 року у деяких досвідчених власників електромобілів Tesla активувалась функція Full Self-Driving Beta. Full Self-Driving можна перекласти як “повністю автономний рух автомобіля” [5].

5-й рівень: безпілотний автомобіль повністю самостійно доїде до будь-якого потрібного вам місця. На п’ятому рівні автоматизації штучний інтелект повністю контролює всі системи автомобіля. Управління автоматизовано, незалежно від ситуацій на дорозі і погодних умов. Поки автомобілі п’ятого рівня автоматизації тільки в планах багатьох великих компаній.

Однією з головних переваг є зменшення числа ДТП. Згідно з даними AT Kearney, безпілотний транспорт скорочує вірогідність виникнення ДТП на 70%. За статистикою число смертності та ДТП за участю автомобілів під керуванням водіїв багаторазово перевершує показники безпілотників. Проїзд на заборонений сигнал світлофора, порушення швидкісного режиму, водіння в нетверезому стані - всі ці фактори виключає штучний інтелект автомобіля. Крім цього, місто може позбутися проблеми відсутності паркувальних місць за рахунок автономної системи паркування, яка самостійно визначить вільне місце для паркування- це призведе до підвищення пропускної здатності доріг. [6] Дослідження показали, що в певних випадках, коли виникла надзвичайна ситуація, керування безпілотним автомобілем знову повинна взяти на себе людина. І поки людина перехопить керування та зрозуміє, як треба реагувати на ситуацію на дорозі, може пройти до 10 секунд, іноді все треба вирішити миттєво. У випадку, коли автомобіль, керований людиною, спробує отримати перевагу, навмисно не поступившись дорогою безпілотному транспортному засобу виникає велика вірогідність нещасного випадку. На непередбачені обставини безпілотник зреагує краще, ніж людина-водій може відвернутися, відволіктися на телефон, почуватися втомленим та через це не встигне зреагувати на зміну дорожньої обстановки.

Хоча й більшість моментів розробники вже передбачили у найновіших моделях безпілотних авто, проте залишилися невирішеними питання: проїзд перехресть, перестроювання в жвавому потоці і ще десятки схожих сценаріїв. Наприклад, автомобілю складно заздалегідь зрозуміти, чи проїде він між двома близько розташованими перешкодами. І поки неможливо зрозуміти свій динамічний коридор (тобто межі простору, які автомобіль займає в динаміці), а без цього неможливо точно прорахувати дорожню ситуацію. [4] Безпілотні автомобілі заздалегідь отримують інформацію з 3-D карт, що під час руху зіставляється з інформацією з сенсорів, і навіть, якщо дорожня розмітка опиниться під снігом

або зітреться, це ніяк не вплине на орієнтування транспортного засобу у просторі, але значною проблемою залишається розпізнавання ям та вибоїн, вирішення якої є тільки в планах розробників безпілотних авто.

Висновок Безпілотні транспортні засоби стрімко розвиваються та впевнено захоплюють авторинок. На початку 2021 року США оголосили, що планують випуск не лише легкових автомобілів, а також вантажних безпілотних транспортів та шатлів. Важливість транспорту полягає в тому, що він забезпечує зв'язки між галузями, підприємствами, регіонами країни, зарубіжними державами. Без транспорту був би неможливий сам процес сучасного виробництва, для якого необхідні зв'язки щодо постачання сировини і продукції, а безпілотний транспорт зменшить час перевезень, дозволить збільшити рівень безпеки на дорозі та багато інших переваг. Проте, варто пам’ятати, що транспортні засоби створюють велику загрозу життю та здоров’ю населенню. У зв’язку з цим безпілотні машини повинні навчитися визначати незліченну кількість предметів на шляху руху транспортного засобу, починаючи від гілок і каменів до тварин і людей аби зменшити вірогідність ДТП. Автоматизація управління транспортними засобами подалі вдосконалюється та доповнюється додатковими заходами реагування на будь-які вірогідні непередбачувані ситуації.

Список використаних джерел

1. Regulations Hinder Development of Driverless Cars — NYTimes.com
2. Self-driving car (autonomous car or driverless car) - earchenterpriseai.techtarget.com/definition/driverless-car.
3. John Rosevear. Self-Driving Cars: Understanding the 6 Autonomous Levels [https://www.fool.com/investing/2018/09/06/self-driving-cars-nderstanding-6-autonomous-level.aspx]
4. 3 серьезных проблемы автопилотов, которые не выглядят решаемыми [https://habr.com/ru/post/396055/]
5. TESLA запустила повноцінний автопілот. але не все так просто. [https://tesla-club.com.ua/news/us/tesla-zapustila-povnotsinniy-avtopilot-ale-ne-vse-tak-prosto]
6. Голуцкий А.Г., Дуганова Е. В Плюсы и минусы появления беспилотных автомобилей УДК 629.01:629.03
7. The things 11 Scary Facts About Driverless Car Technology 22.02.2020

Стороженко Аліна Віталіївна – курсанка 06-19-01, Військово-юридичний інститут, Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого, м. Харків, e-mail: alina09stor@gmail.com

Дубовик Семен Олександрович – викладач кафедри загальновійськових дисциплін Військово-юридичного інституту, Національний юридичний університет імені Ярослава Мудрого, м. Харків

Storozhenko Alina – kadet of group 06-19-01, Military-Law Institute, Yaroslaw Mudriy National Law University, Kharkiv, e-mail: alina09stor@gmail.com

Dubovyk Semyon – Lecturer of the Department of General Military Disciplines, Military Law Institute, Yaroslav Mudriy National University of Law, Kharkiv

УДК 656.025.2

Хітров І. О., к.т.н., доц.

ПАСАЖИРСЬКА ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА МІСТА ДУБНО ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Розкрито зміст основних компонент єдиної транспортної системи і транспортної інфраструктури. Описано систему громадського транспорту міста Дубно.

The content of the main components of the unified transport system and transport infrastructure is revealed. The public transport system of Dubno is described.

Вступ. Протягом XX століття більшість міст були пристосовані для приватного транспорту, пропонували гнучку мобільність та високий рівень комфорту. Неминучий розвиток міст, зокрема збільшення пропускної здатності, значного розширення кількості автомобілі у поєднанні з урбанізацією та приростом населення вимагають корінних змін у формі, розмірів та функціонуванні міст. Розвиток системи міського транспорту з сучасними громадським транспортом є конкурентоспроможною альтернативною використанню приватних легкових автомобілів як за зручністю, так і вартістю проїзду

Результати дослідження. Ефективність функціонування транспортної галузі безпосередньо залежить від розвиненості транспортної інфраструктури, і впливає на ділову активність, обсяги ВВП, національної безпеки, суспільного добробуту та інші суспільно важливі показники. Це визначає транспортну галузь, як стратегічну, яка повинна перебувати під контролем держави і вимагає регуляторної політики [1].

Стаття 21 Закону України «Про транспорт» чітко роз'яснює поняття про єдину транспортну систему нашої держави, до складу якої входять всі види транспорту та шляхи сполучення. Вона повинна відповідати вимогам суспільного виробництва, національної безпеки, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг та забезпечувати зовнішньоекономічні зв'язки [2].

Розкриємо зміст основних компонент, необхідних для функціонування єдиної транспортної системи:

1. Транспортне забезпечення характеризує різні види транспорту, який використовується для забезпечення мобільності пасажирів і (або) доставки вантажів (автомобільний, авіаційний, залізничний, метрополітен та ін.).

2. Інфраструктура характеризує фізичну підтримку видів транспорту, найважливішим компонентом якої є маршрутна мережа і термінали.

3. Шляхи сполучення включають систему взаємопов'язаних розташувань, які використовуються для представлення функціональної та просторової організації транспортної діяльності.

4. Потоки визначають переміщення населення, вантажів за відповідними шляхами.

З огляду на вище сказане, ми можемо зробити висновок, що транспортна інфраструктура є складовою частиною єдиної транспортної системи, яка включає [3]:

1. Шляхи сполучення (вулично-дорожня мережа), як система транспортних і пішохідних зав'язків планувальної структури міста, що призначена для організації руху транспорту і пішоходів, прокладання інженерних комунікацій та благоустрою.

2. Об'єкти обслуговування (автовокзал, залізничний вокзал), як комплекс будівель і споруд, що призначена для обслуговування пасажирів, управління рухомим складом, зберігання вантажів.

3. Технологічні об'єкти (будівлі і споруди служб утримання та ремонту шляхів сполучення, об'єкти енергетичного господарства), тобто виробничі об'єкти, що призначені для забезпечення функціонування шляхів сполучення.

4. Об’єкти засобів управління рухом (технічні засоби організації та управління рухом, управлінські центри тощо), тобто будівлі та споруди, певні технологічні системи які призначені для управління рухом транспортних засобів.

Місто Дубно – типове середнє за розміром місто, районний центр Рівненської області (з обласним підпорядкуванням). Воно розташоване в південно-західній частині Рівненської області. Сусідніми містами є Кременець, Радивилів, Рівне, Млинів. Площа території міста складає 2704 га (0,135% Рівненської області) [4]. Містом Дубно і Дубенським районом функціонують важливі національні та міжнародні траси автомобільних коридорів в напрямку Краківець, Мінськ, Ягодин, Львів, Ужгород та ін.

Мережа вулиць і доріг комунальної власності міста Дубно складає 145,8 км, 49% яких – з твердим покриттям [9].

Загальна кількість одиниць автомобільного транспорту щорічно зростає на 7-10% з проектним збільшенням до 2030 року в два рази порівняно з 2020 роком.

Перевезення пасажирів містом виконується громадським транспортом (міськими автобусними транспортними засобами). Для забезпечення транспортного зв’язку мешканців, що проживають на території міста, а також забезпечення нормативної пішохідної доступності до ліній руху громадського транспорту населення, що проживає на території існуючої житлової забудови передбачено 25 автобусних маршрутів загального користування.

Розвинена транспортна інфраструктура міста Дубно направлена на задоволення потреб у перевезеннях громадським транспортом пасажирів так і доставки промислових вантажів. Об’єкти транспортної інфраструктури міста Дубно направлені на виконання різних функцій, від виконання транспортної роботи до управління рухом і обслуговування учасників руху (рис. 1).

Рисунок 1 – Об’єкти транспортної інфраструктури міста Дубно

Проблеми розвитку міського транспорту вирішуються за допомогою розробки та виконанню плану сталої міської мобільності, який включає стратегію розвитку громадського

транспорту та нову транспортну модель, як фундаментальної основи для запровадження нових підходів в галузі громадських перевезень [5].

Для міста Дубно громадський транспорт є справжнім інструментом містобудування, який визначає повсякденне життя всіх громадян. Дійсно, це є необхідним засобом, особливо для периферійних територій, він забезпечує послугу, за допомогою якої можна дістатися місця призначення, такого як школа, навчальні заклади, медичні і адміністративні центри, тощо. Також цей вид транспорту набуває дедалі більше у житті громадян міста завдяки доступній ціновій політиці.

Таким чином, громадський транспорт є найефективнішим способом вирішення транспортних проблем міста. Поняття громадського транспорту об'єднує всі способи забезпечення мобільності населення. Він характеризується типом рухомого складу, а також принципами інфраструктури, що підтримує громадський транспорт. Рівень ефективності, пов'язаний з функцією «транспорт», є важливим для привабливості транспортної мережі або ліній громадського транспорту.

Список використаних джерел

1. Красовский В.П. и др. Инфраструктура и интенсификация экономики. – М.: Наука, 1980. – 193 с.

2. Закон України «Про транспорт». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text (дата звернення 19.03.2021).

3. Класифікація об'єктів транспортної інфраструктури. URL: https://stud.com.ua/96646/logistika/klasifikatsiya_obyektiv_transportnoyi_infrastrukturi (дата звернення 20.03.2021).

4. Стратегія сталого розвитку міста Дубна до 2022 року. URL: http://old.dubno-adm.gov.ua/UserFiles/Strategija_2022.pdf (дата звернення 22.03.2021).

5. Розумний транспорт (Smart Mobility). URL: https://www.smartcity.ks.ua/rozumnyj-transport/ (дата звернення 21.03.2021).

Хітров Ігор Олександрович – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

Khitrov Ihor – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Transport Technology and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

УДК 681.518.5

Худяков І. В.; Грицук І. В., д.т.н. проф.; Черненко В. В.; Манжелей В. С.; Котов А. І.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РЕЖИМІВ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІЯ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В статті розробляються сучасні методи і заходи, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль режиму праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ. Виконано аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні.

The article develops modern methods and measures that allow remote control of the mode of work and rest of the driver in the system of information monitoring of the technical condition of the vehicle. The analysis of features of remote determination of modes of work and rest of the driver in system of information monitoring of vehicles in Ukraine is executed.

Вступ. 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]. 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.

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 Mycarevent (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 ІПК «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 режиму праці та відпочинку водія (РПВВ), фізичного стану водія, не можливість забезпечення взаємозв'язку між витратою палива ТЗ, параметрами технічного стану ТЗ та РПВВ, 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 РПВВ 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, РПВВ, 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 ІПК 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 РПВВ, фізичний стан водія, екологічні показники ТЗ, порушення швидкісного режиму тощо сучасним ІПК 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 РПВВ на основі ТЗ Mersedes-Benz Actros 1841LS, реєстраційний номер АА5113ТА, 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 РПВВ існуючими в Україна методами спостереження в реальному часі.

Основні результати моніторингу ТЗ Mersedes-Benz Actros 1841LS показані в табл. 1 і на рис. 1.

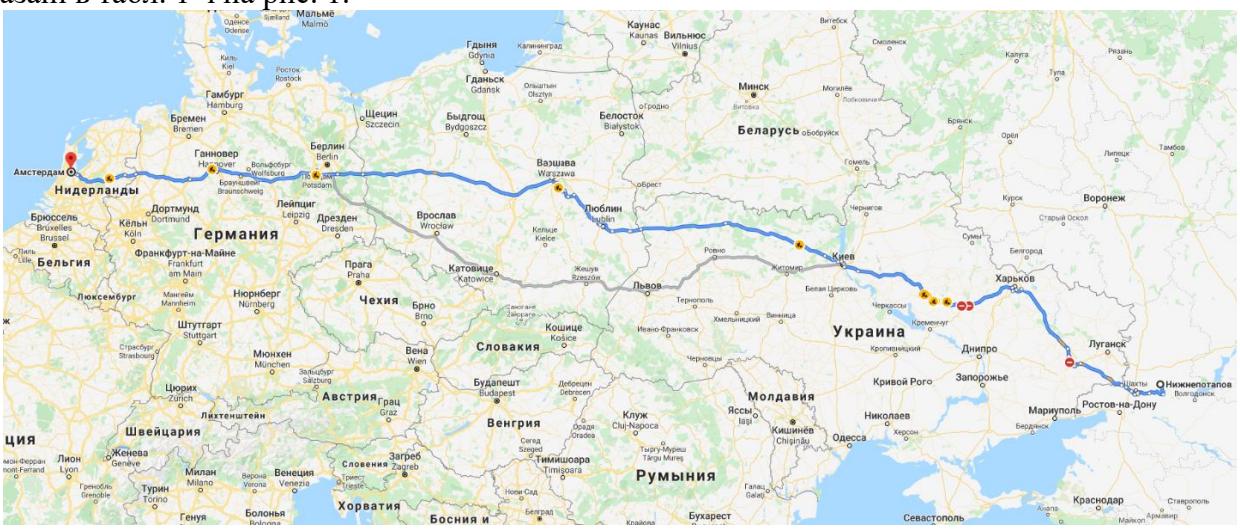


Рисунок 1 – Трекінг ТЗ на мапі спостереження час рейсу ТЗ за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна)

Реєстрація витрати палива проводилась додатковими технічними засобами, встановленими на ТЗ. Крім того проводилась реєстрація РПВВ вказаного ТЗ в умовах

експлуатації. На рис. 2 показані основні результати моніторингу параметрів витрати палива і РПВВ під час дослідного спостереження.

В результаті проведеного аналізу отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та РПВВ, можливо впевнено говорити, що:

- параметрам технічного стану ТЗ, окрім витрати палива і швидкості, в практиці експлуатації вантажних ТЗ в Україні, приділяють недостатньо уваги;

- в автоматичному режимі, одночасно з параметрами технічного стану ТЗ, у власника ТЗ не проводиться реєстрація РПВВ в реальному часі експлуатації ТЗ. Це робиться після закінчення рейсу. Тобто спостерігати за зміною параметрів ТЗ при наявності точної інформації про РПВВ 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 РПВВ здійснюється за допомогою приладів в кабіні ТЗ без можливості дистанційного моніторингу.

Таблиця 1 – Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна)

Дата	Тривалість водіння	Тривалість відпочинку	Пробіг	Рівень палива, початок	Рівень палива, кінець	Різниця	Середня швидкість	Середня витрата палива
	годин	годин	км	літр	літр	літр	км/ год	літр/ 100 км
10.12.19	0:03:00	23:57:00	0,540	897,00	1150,00	253,00		
11.12.19	11:09:00	12:51:00	721,350				65,01	29,4
12.12.19	8:10:00	15:50:00	567,880				70,1	29
13.12.19	3:39:00	20:21:00	255,890				75,48	28
14.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
15.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
16.12.19	0:11:00	23:49:00	4,940					
17.12.19	0:18:00	23:42:00	1,190					
18.12.19	7:55:00	16:05:00	541,560				71,72	28,6
19.12.19	15:20:00	8:40:00	911,485				59,96	31
20.12.19	0:10:00	23:50:00	6,105					
21.12.19	0:22:00	23:38:00	4,285					
22.12.19	0:15:00	23:45:00	7,300					
23.12.19	0:21:00	23:39:00	5,135	504,00	1150,00	646,00		
РАЗОМ:	**47:53:00**	**288:07:00**	**3027,660**			**899,00**	**66,7**	**29,9**

Таким чином, існуючі в Україні системи дистанційного моніторингу параметрів стану ТЗ і РПВВ на сьогоднішній день, не забезпечують можливості отримати системну інформацію в достатньому обсязі про зміну параметрів стану ТЗ у відповідності до змін РПВВ 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 РПВВ водіїв, з

урахуванням умов їх експлуатації. Система моніторингу повинна охоплювати основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі РПВВ, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни РПВВ в залежності від стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації.

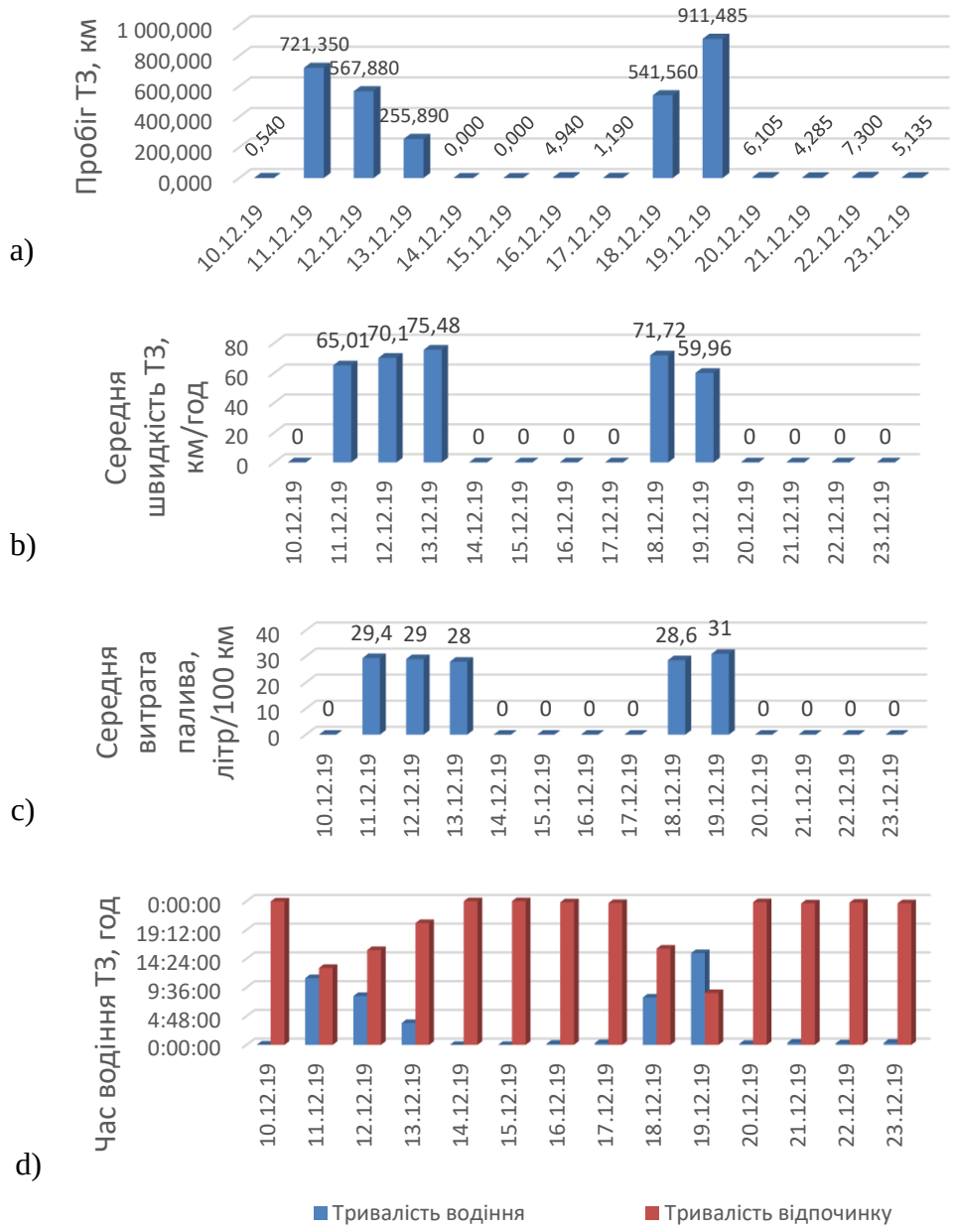


Рисунок 2 – Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ:
a) результати реєстрації пробігу ТЗ під час спостереження, b) середня швидкість, c) середня витрата палива, d) результати реєстрації основних режимів праці та відпочинку водія за період спостереження

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 - Cat", ["Sistema udalennogo monitoringa / Zeppelin - Cat"], :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 – 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

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

Манжелей Віктор Стефанович – старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: cevikman@i.ua

Котов Анатолій Ілліч – старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: kotovfi055@gmail.com

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

Hrytsuk Igor – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

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

Manzheley Viktor – Senior Lecturer Department of Ship Power Plants Operation, Kherson State Maritime Academy, e-mail: cevikman@i.ua

Kotov Anatoliy – Senior Lecturer, Department of Ship Power Plants Operation, Kherson State Maritime Academy, e-mail: kotovfi055@gmail.com

УДК 656.025

Шраменко Н. Ю., д.т.н. проф.; Шраменко В. О.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ВИБОРУ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ІНТЕРМОДАЛЬНОЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Розроблена імітаційна модель прийняття рішення щодо вибору транспортно-технологічної системи інтермодальної доставки вантажів, яка враховує різні ймовірнісні фактори та випадковий характер технологічних параметрів. В результаті імітаційного моделювання визначено технологічні параметри альтернативних транспортно-технологічних систем доставки вантажів в інтермодальному сполученні.

A simulation model of decision-making on the choice of transport and technological system of intermodal delivery of goods, which takes into account various probabilistic factors and the random nature of technological parameters. As a result of simulation modeling the technological parameters of alternative transport-technological systems of cargo delivery in intermodal communication are determined.

Вступ. На сучасному рівні розвитку організації перевезень застосовуються новітні технології в поєднанні з інтелектуалізацією управління процесом перевезень та автоматизацією процесу прийняття рішень щодо оптимізації технологічних процесів складних транспортних систем. Інтелектуалізація супроводжується накопиченням різної інформації, яку необхідно додатково обробити.

Аналіз. Ефективне функціонування логістичних транспортно-розподільних систем здійснюється шляхом оптимізації управління та планування товарно-матеріальних і пов'язаних з ними інформаційних і фінансових потоків на основі системного підходу та узгодження економічних інтересів всіх учасників логістичної системи [1].

Рішення задач організації раціональної взаємодії процесів систем виробництва, матеріально-технічного постачання й споживання із процесами на транспорті й взаємодія окремих видів транспорту викликає необхідність розгляду цілісних інтегрованих транспортно-технологічних систем [2] та формування оптимізаційних моделей для їхнього аналізу [3]. При цьому забезпечується більша загальна ефективність у порівнянні із сумарною ефективністю частин, узятих окремо [4].

Результати дослідження. Проведені дослідження доводять доцільність застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій [5] та імітаційного моделювання для прийняття коректного рішення по вибору раціонального варіанту доставки вантажів з метою мінімізації витрат логістичних компаній [6, 7]. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в умовах Індустрії 4.0 характеризується спроможністю систем самостійно та автономно приймати рішення [8, 9].

При оперативному плануванні процесу доставки вантажів в інтермодальному сполученні виникає задача визначення впливу технологічних параметрів на сукупні витрати, пов’язані з доставкою цих вантажів в пункт призначення.

Для підвищення ефективності функціонування термінальної системи доставки вантажів в інтермодальному сполученні (в умовах випадкового характеру часу виконання окремих технологічних операцій) вибір раціональної транспортно-технологічної системи доставки вантажів між терміналами виконаний на основі імітаційного моделювання, кореляційного і регресійного аналізу.

Випадковою величиною при виборі раціональної міжтермінальної системи доставки виступає час доставки вантажу, який залежить від окремих складових часу виконання певних технологічних операцій. При цьому, за допомогою регресійного аналізу виявлено, що

найбільш впливовим показником є час проходження митниці, який є випадковою величиною та залежить від зовнішніх чинників.

Розроблено імітаційну модель прийняття рішення щодо вибору раціональної транспортно-технологічної системи при інтермодальній доставці вантажів. Імітаційна модель дає можливість врахувати різні ймовірнісні фактори та випадковий характер параметрів часу виконання окремих технологічних операцій, а також встановити закономірності зміни технологічних параметрів, визначити їх оптимальні значення.

Розроблено програмне забезпечення для імітаційної моделі міжтермінальної доставки вантажів в інтермодальному сполученні, яке орієнтована на вибір раціональної ТТС в умовах невизначеності та ризиків з огляду на випадковий характер часу виконання технологічних операцій.

В результаті імітаційного моделювання визначено технологічні параметри альтернативних транспортно-технологічних систем доставки вантажів в інтермодальному сполученні. Вибір раціональної транспортно-технологічної системи при інтермодальній доставці вантажів здійснювався на основі моделі прийняття рішень в умовах невизначеності та ризиків.

Висновки. Розроблена імітаційна модель прийняття рішення щодо вибору транспортно-технологічної системи інтермодальної доставки вантажів, яка враховує різні ймовірнісні фактори та випадковий характер технологічних параметрів. Запропонована імітаційна модель дозволяє встановити закономірності зміни технологічних параметрів, визначити їх оптимальні значення, а також передбачає прийняття рішення в умовах невизначеності та ризиків. Розроблено програмне забезпечення для імітаційної моделі міжтермінальної доставки вантажів в інтермодальному сполученні, яке дозволяє здійснити вибір раціональної транспортно-технологічної системи.

Список використаних джерел

1. Shramenko, N. Y., 2017. The methodological aspect of the study feasibility of intermodal technology of cargo delivery in international traffic. Scientific Bulletin of National Mining University, Vol. 4 (160). – pp. 145–150.

2. Шраменко Н. Ю. Тенденції розвитку мультимодальних технологій при міжнародних контейнерних перевезеннях / Н.Ю.Шраменко /Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК: зб. наук. пр. – К., 2017. – Вип. 262. – С. 103-110.

3. Shramenko, N. Y., 2017. Evaluation of the effectiveness of piggyback traffic in the context of creating transport and logistics clusters. Scientific Bulletin of National Mining University, Vol. 6 (162). – pp. 151–155.

4. Шраменко Н. Ю. Методологія оцінювання синергетичного ефекту при термінальній системі доставки вантажів / Н.Ю.Шраменко / Актуальні проблеми економіки : наук. економічний журн. – Київ : ВНЗ «Національна академія управління», 2016. – № 8(182) – С. 439–444.

5. Пасічник А.М. Імітаційне моделювання роботи вантажного митного комплексу/ А.М. Пасічник, В.О. Андрущенко, С.С. Кравчук / Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.2. – К.: Нац. трансп. ун-т, 2010. – № 21. – С. 209–213.

6. Шраменко Н. Ю. Автоматизація та інформаційні технології як основа ефективного функціонування вантажних термінальних комплексів / Н. Ю. Шраменко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : наук. журн. – Луцьк : Луцький НТУ, 2015. – № 2(4) – С. 170–175.

7. Shramenko, N., Shramenko, V. Simulation model of the process of delivering small consignments in international traffic through the terminal system. CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2711. – pp. 443–454.

8. Шраменко Н. Ю. Распределение грузопотока между складами терминала с помощью информационной автоматизированной системы поддержки принятия решения / Н. Ю.

Шраменко // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов : сб. науч. тр. – Минск: БНТУ, 2015 – С. 265–272.

9. Шраменко Н. Ю. Спосіб формування технології контрейлерних перевезень за допомогою автоматизованої евристичної системи / Н. Ю. Шраменко, Є. В. Нагорний, О. П. Процик // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. – Х. : ХНАДУ, 2015. – Вып. 36. – С. 149–153.

Шраменко Наталя Юріївна – д.т.н., професор кафедри транспортних технологій і логістики, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка; Сумський національний аграрний університет, e-mail: nshramenko@gmail.com

Шраменко Владислав Олександрович – студент, факультет математики та інформатики, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна; факультет технологічних систем і логістики, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, e-mail: shramenko.vlad@gmail.com

Shramenko Natalia – Dr. Sc. (Eng), Professor, Department Transport Technology and Logistics, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture; Sumy National Agrarian University, e-mail: nshramenko@gmail.com

Shramenko Vladyslav – student, Faculty of Mathematics and Computer Science, V. N. Karazin Kharkiv National University; Faculty of Technological Systems and Logistics, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, e-mail: shramenko.vlad@gmail.com

Електронне наукове видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

Матеріали IX-ої міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2021 року

Збірник наукових праць

Підписано до видання 21.04.2021 р.
Гарнітура Times New Roman.
Обяг 13 Мб. Зам. № Р2021-015

Видавець - Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр,
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.