

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний технологічний університет
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія
Університет Лінчопінга, Швеція
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**VI-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

12-13 квітня 2018

MATERIALS

**OF VI-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL
INTERNET-CONFERENCE
“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”**

ВНТУ, Вінниця, 2018

УДК 629.3

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

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

Матеріали VI-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 12-13 квітня 2018 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 225 с.

Збірник містить Матеріали VI-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні системи, 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

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2018

ЗМІСТ (CONTENTS)

| | |
|---|----|
| <i>Аль-Аммори Али, Дегтярева А. О., Аль-Аммори Х. А.</i> Механизмы формирования информационных параметров функционирования информационно-управляющих систем воздушных судов | 5 |
| <i>Аль-Аммори Али, Хафед И. С. Абдулсалам, Клочан А. Е.; Верховецкая И. Н.</i> Вероятностно-физическая модель исследования эффективности работы зубчатых передач .. | 7 |
| <i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Дьяченко В. О.</i> Теоретико-методологічні основи побудови транспортно-логістичних систем | 9 |
| <i>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В.</i> Формування критеріїв ефективності функціонування транспортних систем | 11 |
| <i>Барановський В. М.</i> Методи діагностування підшипників маточин коліс автомобілів | 14 |
| <i>Біліченко В. В., Романюк С. О., Рукун Б. С. Канащук М. В.</i> Аналіз методів розрахунку доцільності створення і/або використання виробничо-технічної бази на підприємствах автомобільного транспорту | 16 |
| <i>Біліченко В. В., Смирнов Є. В.</i> Алгоритм моделювання технічного розвитку автотранспортних підприємств | 19 |
| <i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Бузниковатий С. В.</i> Вивчення функціонування та змін маршрутної мережі пасажирських перевезень у м. Вінниця після її вдосконалення в 2012 році | 22 |
| <i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В., Чумак В. Ю.</i> Аналіз проблем при впровадженні єдиного електронного квитка на громадському транспорті | 25 |
| <i>Борисюк Д. В.</i> Формування словника діагностичних ознак при віброакустичному діагностуванні тракторів і автомобілів | 28 |
| <i>Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О.</i> Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті | 31 |
| <i>Буйкус К. В.</i> Экспертная система диагностирования отказов автомобилей | 37 |
| <i>Вдовиченко В. О.</i> Структура управління взаємодією суб'єктів міського пасажирського транспорту в транспортно-пересадочному вузлу | 38 |
| <i>Волков В. П., Грищук І. В., Грищук Ю. В., Волков Ю. В.</i> Особливості методики визначення швидкості транспортного засобу в умовах експлуатації | 39 |
| <i>Волков В. П., Павленко В. М.</i> Інтелектуальні мультиагентні системи на автомобільному транспорті | 43 |
| <i>Володарець М. В.</i> До питання оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою AnyLogic | 45 |
| <i>Галущак Д. О., Галущак О. О., Вдовиченко О. В., Зелінський В. Й.</i> Вибір критеріїв оцінки ефективності переведення дизельного двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив | 48 |
| <i>Горяинов А. Н.</i> Эволюция технологии дистанционного обучения на примере курсов по логистике Массачусетского технологического института | 51 |
| <i>Ильинов Я. А., Ефименко А. Н.</i> Анализ конструктивных особенностей автомобиля воздействующих на безопасность дорожного движения | 60 |
| <i>Ігнат'єв М. М.</i> До питання аналізу підходів щодо прогнозування розвитку транспортних підприємств | 65 |
| <i>Кашканов А. А., Кашканова А. А.</i> Методика обчислення похибок та обробки результатів непрямих вимірювань параметрів для автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод | 68 |
| <i>Кашканов В. А., Ковпак О. О.</i> Шляхи вдосконалення підвіски легкового автомобіля | 72 |
| <i>Кашканов В. А., Люльчак С. О.</i> Перспективи використання нових технологій в автомобілебудуванні | 74 |
| <i>Коваленко Р. І.</i> Аналіз переваг і недоліків, а також напрямків застосування навантажувально-розвантажувальних механізмів автомобілів-носіїв | 76 |
| <i>Колесніков В. О.</i> Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування | 79 |

| | |
|---|-----|
| Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі | 90 |
| Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту | 95 |
| Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі | 100 |
| Кужель В. П., Буда А. Г., Юров А. Р. Моделювання зовнішніх поверхонь кузова автомобіля Toyota Land Cruiser 200 за допомогою сплайнів | 110 |
| Кужель В. П., Івацко В. П., Грицан В. О. Фактори впливу на формування попиту обслуговування пасажирів перевізниками | 114 |
| Литовченко В. В., Підгорний М. В. Структурний синтез синхронізатора натягу пасу відцентрового варіатора | 117 |
| Макаров В. А., Аданніков С. С. Шини майбутнього – Michelin «Vision» | 125 |
| Макаров В. А., Ванюта О. Р. Переваги і недоліки нового покоління автомобільних шин | 127 |
| Мустафаєв Г. К., Гецович Е. М. Експериментальное исследование поведения водителя на нерегулируемых перекрестках в правоповоротных потоках | 129 |
| Назаров А. И., Цыбульский В. А., Демчук П. М., Ивахненко К. А., Максименко Е. А. Обеспечение качества ремонта автотранспортных средств | 132 |
| Назаров І. О. Оцінка безпеки використання легкових автомобілів у експлуатаційних умовах | 141 |
| Павленко О. В. Аналіз сучасного стану питання по формуванню ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром у міжміському сполученні | 152 |
| Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я. Оцінка впливу корозії автобуса на фізичну міцність несівних елементів | 157 |
| Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів | 168 |
| Сараєв О. В. Дослідження дорожньо-транспортних пригод та ефективності гальмування транспортних засобів сучасними методами | 173 |
| Сахно В. П., Біліченко В. В., Поляков В. М., Омельницький О. Є. Переваги, недоліки та перспективи метробусів | 176 |
| Сосик А. Ю., Дударенко О. В., Щербина А. В. Обґрунтування випробувально-інформаційного комплексу для визначення технічного стану двигунів внутрішнього згоряння машинно-тракторних агрегатів | 179 |
| Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього | 181 |
| Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів | 190 |
| Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів | 198 |
| Терещенко О. П., Поляков А. П., Терещенко Є. О. Удосконалення організаційних форм технологічних процесів з метою підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом | 203 |
| Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів | 204 |
| Шльончак І. А., Павлов О. М., Компанієць І. В. Аналіз ефективності використання водневмісного газу у двигунах внутрішнього згоряння | 209 |
| Шраменко Н. Ю. Аналіз проблем функціонування транспортно-складських комплексів в умовах економії ресурсів | 213 |
| Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях | 216 |
| Korobko A. To the question of measuring the parameters of motion | 224 |

Аль-Аммори Али, д.т.н., проф.; Дегтярева А. О., Аль-Аммори Х. А.

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

В работе рассмотрен механизм формирования информационных параметров в процессе функционирования информационно-управляющих систем (ИУС) воздушного судна. В работе показано, что информация от датчика всегда поступает в ИУС с определенным уровнем достоверности, в результате чего возможны три характерные ситуации: ложного срабатывания, необнаружения и обнаружения контролируемого параметра. Для повышения достоверности работы ИУС предложено использовать информационное резервирование.

Известно, что эффективность и качество функционирования ИУС существенно зависит от достоверности информации, поступающей на вход управляемых вычислительных систем, от различного рода измерителей (так называемых источников информации), которые контролируют состояние и параметры функционирования ИУС.

Реальные источники информации (ИИ) обладают конечной точностью представления контролируемой ими информации. При этом точность и достоверность информации определяется как конструктивными особенностями, так и технической надежностью ИИ и, как правило, не удовлетворяет или неполностью удовлетворяет требованиям норм технической документации (НТД) по точности и достоверности информации, подаваемой на входы вычислительных систем автоматизированных ИУС. Известно, что как точность, так и достоверность контролируемой информации можно существенно повысить путем статистической ее обработки, если подавать на вычислительные управляемые системы информацию одновременно от нескольких ИИ, подключаемых параллельно. Такие способы ввода информации называют параллельным информационным резервированием, которые в принципе позволяют существенно повысить точность и достоверность контролируемой информации, поступающей от некачественных и технически малонадежных ИИ.

Информационное резервирование – это способ обеспечения эффективности информационно-управляющих систем (ИУС) за счет введения резервирования по информационным признакам этих систем.

Параллельное информационное резервирование – это способ обеспечения эффективности информационно-управляющих систем, когда данные поступают от нескольких источников, и принимается решение о наличии контролируемого параметра по мажоритарному принципу " m из n ", если m из n источников подтверждают факт появления контролируемого признака.

На рис.1. изображена область действия ИИ, определяемая площадью прямоугольника $OABC$. Через функцию $y(t)$ обозначается функция изменения во времени признака контролируемого явления. Иначе говоря, функция $y(t)$ - это физическое проявление параметра контролируемого процесса в зависимости от времени. Линия AB определяет то значение функции $y(t)$, при котором ИИ надежно срабатывает с вероятностью 1 [1, 2, 3].

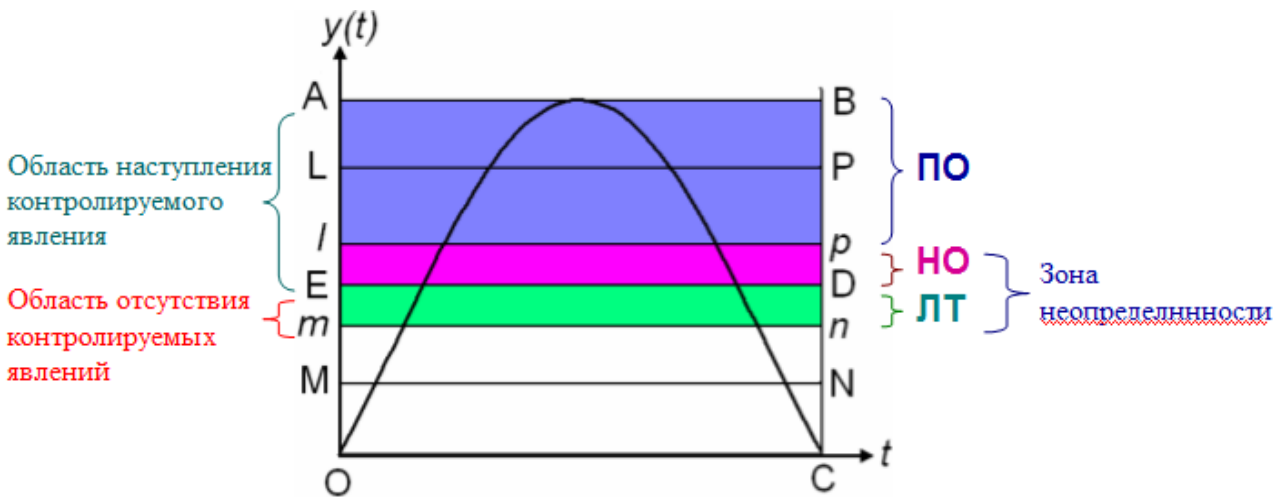


Рисунок 1 - Зона неопределенности срабатывания реального ИИ

В идеальном варианте область $ABDE$ определяет то значение функции $y(t)$, при котором наступает явление контролируемого события, а область $DCOE$ соответственно определяет его отсутствие. При этом порог срабатывания ИИ определяется линией ED .

Реально существует зона $lrpm$, определяет вероятность ложных срабатываний ИИ или же необнаружения им контролируемого явления, которое может иметь место.

Из проведенного исследования можно сделать следующий вывод:

- информация от реального ИИ всегда поступает с определенной степенью достоверности.
- при увеличении числа n ИИ и информационного резервирования можно создать эффективную систему контроля ситуации в функциональном смысле с помощью простых по конструкции, технически надежных и недорогостоящих ИИ.
- при применении предложенного метода можно существенно уменьшить отрицательные влияния физических недостатков отдельных источников информации на качество функционирования информационно-управляющих систем воздушных судов.

Список литературных источников

1. Левин Б. Р. Теоретические основы статической радиотехники / Б. Р. Левин – М. Радио и связь, 1989. – 656 с.
2. Лужецкий В. К. Противопожарная защита самолетов гражданской авиации / В. К. Лужецкий – Москва: Транспорт, 1987. – 144с.
3. Справочник по вероятностным расчетам / Абезгаус Т. Т., Тронь А. П. и др. – М.: Воениздат, 1989. – 656 с.

Аль-Аммори Али – д.т.н., профессор, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: ammourilion@ukr.net

Дегтярёва Анастасия Олеговна – аспирантка, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: degtjarova@gmail.com

Аль-Аммори Хасан Алиевич – аспирант, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: hasan.ammori@gmail.com

Аль-Аммори Али, д.т.н., проф.; Хафед И. С. Абдулсалам; Клочан А. Е.;
Верховецкая И. Н.

ВЕРОЯТНОСТНО-ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

В работе рассмотрена модель исследования эффективности работы зубчатых передач. Исследование процессов износа в транспортных машинах является актуальной проблемой которая требует разносторонних подходов. Поскольку процессы износа, старения, деградации в зубчатых передачах являются монотонными, поэтому целесообразно изучать эти вопросы с помощью вероятностно-физической модели, основанной на использовании законов распределения отказов, которые следуют из анализа физических процессов деградации, приводящие к отказу.

Рост производительности и эффективности машин, увеличение скоростей движения транспорта, повышение нагрузок вследствие вибраций и ударов, необходимость обеспечения надежной работы оборудования и безопасных условий эксплуатации, приводит к исследованию необходимости повышения эффективности работы зубчатых передач. Эффективность напрямую связана с надежностью. Основы надежности закладывает конструктор при проектировании изделия. Определение показателей надежности в процессе использования выполняют методами теории вероятностей.

Для исследования вопросов механических отказов типа (износ, поломка, выкрышивание, зубчатые передачи) можно применить вероятностно-физические методы исследования надежности, а именно диффузионно-монотонное DM (Diffusive Monotonic) - распределение. Оно описывает системы, содержащие электромеханические и механические элементы [1, 2]. Механические процессы деградации аппроксимируются марковским случайным процессом с монотонными реализациями. DM – распределение имеет:

- функцию распределения $F(t, \mu, \nu) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\nu\sqrt{\mu t}}\right)$

где μ - параметр масштаба, значение которой равно обратной величине средней скорости процесса деградации $\mu = \frac{1}{a}$.

ν - параметр формы, представляющий собой коэффициент вариации процесса деградации (скорости деградации).

$\Phi(Z)$ - нормированное нормальное распределение.

- плотность распределения $f(t, \mu, \nu) = \frac{t + \mu}{\nu\sqrt{2\pi\mu t}} \exp\left[-\frac{(\mu - t)^2}{2\nu^2 \mu t}\right]$

Основные числовые характеристики DM - распределения:

- математическое ожидание $M(T) = \mu\left(1 + \frac{\nu^2}{2}\right)$;
- дисперсия $D(T) = (\mu\nu)^2\left(1 + \frac{5\nu^2}{4}\right)$;
- коэффициент вариации $K_\nu[T] = \nu\frac{\sqrt{4 + 5\nu^2}}{(2 + \nu^2)}$;

- вероятность безотказной работы на момент $t = \tau$, $p(t) = \Phi\left(\frac{\mu - t}{v\sqrt{\mu t}}\right)$;
- интенсивность отказов $\lambda(t) = \left\{ t + \mu \exp\left[\frac{-(\mu - t)^2}{2v^2\mu t}\right] \right\} / v\sqrt{2\pi\mu t} \Phi\left(\frac{t - \mu}{v\sqrt{\mu t}}\right)$.
- средний остаточный ресурс (Т), как соответствующее математическое ожидание при известной функции плотности распределения вероятности начальной наработки в виде

$$T = \frac{1}{\Phi\left(\frac{t - \mu}{v\sqrt{\mu t}}\right)} \left\{ \left[\mu + \left(\frac{1+v^2}{2}\right) - \tau \right] \Phi\left(\frac{\mu - \tau}{v\sqrt{\mu t}}\right) + \frac{\mu v^2}{2} e^{\frac{2}{v^2}} \Phi\left(\frac{\mu - \tau}{v\sqrt{\mu t}}\right) + \frac{v\sqrt{\mu v}}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(\tau - \mu)^2}{2\mu\tau}\right) \right\}$$

Таким образом, применение в качестве теоретической модели DM-распределения позволяет прогнозировать ожидаемую остаточную наработку (ресурс, срок службы) для любого момента времени как на стадии проектирования, когда используется та же информация, которая и для прогнозирования начальной наработки (ресурса, срока службы), так и на стадии эксплуатации, когда есть возможность уточнения начальных оценок характеристик надежности путем использования дополнительной информации при контроле технического состояния системы.

В теории надежности механических систем все большее распространение получают вероятностно-физические модели надежности [2], основанные на использовании законов распределения отказов, вытекающих из анализа физических процессов деградации приводящих к отказу. При этом физические процессы деградации рассматриваются в виде случайных процессов. Этот подход к исследованию надежности получил название вероятностно-физический, поскольку он связывает значение вероятности отказа и физического параметра, вызывающего отказ. Вследствие этого параметры получаемого вероятностного распределения отказов имеют определенный физический смысл.

Список литературных источников

1. Аль-Аммори Али. Элементы теорії надійності комп'ютеризованих систем / Навч. посібник з розв'язанням задач у Mathcad – К.: НТУ, 2016. – 240 с.
2. Strelnikov V. The Status and Prospects of Reliability Technology – Part 1 // RAC Jornal. – 2001. – N 1. – P. 1–4.

Аль-Аммори Али – д.т.н., профессор, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: ammourilion@ukr.net

Хафед И. С. Абдулсалам – аспирант, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: hdwas78@gmail.com

Клочан Арсен Евгеньевич – аспирант, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: VArsenchuk@gmail.com

Верховецкая Инна Николаевна – аспирантка, Национальный транспортный университет, г. Киев, e-mail: lonelyspace@bigmir.net

Аулін В. В., д.т.н., проф.; Великодний Д. О., к.т.н.; Дьяченко В. О.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

У роботі наведено підхід до процесу побудови транспортно-логістичних систем, а також розглядається структура, етапи та методи, що забезпечують процес їх побудови.

Проблема побудови транспортно-логістичних систем має особливу значимість. Це викликано перш за все тим, що більшість підприємств працюють в умовах невизначеності та змінному навколишньому середовищі. Навіть в стабільно працюючій транспортній галузі пропозиція, попит, витрати, швидко змінюються у відповідь на зміну поведінки конкурентів, постачальників та вимог споживачів, а також внаслідок стрімкого розвитку технологій.

Одним з головних елементів логістики є транспорт, який в той же час розглядається як складна самостійна система зі своїми законами функціонування. Теоретико-методологічною основою створення і функціонування транспортно-логістичних систем (ТЛС) служить загальна теорія систем. Транспортні системи мають специфічні властивості, що дозволяють відносити їх до розряду складних систем [1], тобто систем з розгалуженою структурою і значною кількістю взаємозалежних і взаємодіючих елементів (підсистем), що мають власне цільове призначення, підлегле загальному цільовому призначенню всієї системи, а також різні за своїм типом зв'язку і елементи самоорганізації. Існування системи передбачає динамічний розвиток, який стає можливим за рахунок властивих їй характерних особливостей або властивостей. Аналіз і узагальнення праць вітчизняних [2, 3] і зарубіжних авторів дозволяють виділити основні принципи синтезу логістичних систем, що визнаються в науковому середовищі: складність, подільність, цілісність і структурованість.

Виявлено, що системна форма організації має деякі особливості, які розкривають її позитивні і негативні сторони, а саме:

- передбачає ієрархічну побудову (жорстке закріплення функцій за структурними елементами);
- компромісне або одноосібне вирішення всіх розбіжностей (структурний елемент підсистемна ланка має власні критерії оптимальності);
- домінуючі організаційні структури при системній формі організації логістики (структури функціонального типу).

Цей підхід передбачає в межах ТЛС виділяти елементи, що відповідають за виконання конкретних логістичних функцій, основними з яких є: закупівлі, постачання, виробництво, збут структурного складу логістичної системи. Формування логістичної системи є складним процесом [4, 5]. Приступаючи до її створення, спочатку вивчають і визначають ту сукупність цілей, яка впливає на взаємодію елементів даної системи і враховує такі визначальні аспекти, як задоволення попиту на ринку [6], кількість структурних підрозділів на мікрорівні - підприємства, що входять на макрорівні - в логістичну систему. Обмеженнями при цьому виступають рівень рентабельності та забезпеченість матеріальними, трудовими і фінансовими ресурсами. Якщо розглядати транспортно-логістичну систему в цілому, то можна виділити її основні складові: закупівлю матеріальних ресурсів, запаси, склади системи зберігання та переробки продукції, транспортна система, обслуговування виробництва, інформаційний зв'язок і контроль. Призначення елементів логістичної системи здійснюється з метою визначення їх складу, методів, форм і способів взаємодії з іншими елементами, а також формування об'єктної ієрархії логістичної системи. Наступним етапом побудови ТЛС є визначення функціонального стану кожного її об'єкту. Для того щоб логістична система розвивалася

відповідно до заданої мети, необхідно розробити сукупність конкретних показників і критеріїв ефективності її функціонування.

В цілому процес формування логістичної системи включає ряд послідовних етапів: постановку мети логістичної системи; визначення меж системи; твердження структурного складу; формування об'єктних складових системи; розподіл функцій, які виконуються кожним об'єктом логістичної системи; розробку показників функціонування системи; моніторинг ефективності функціонування логістичної системи. У процесі формування логістичних систем може застосовуватися інструментарій. Це передусім методична основа їх перебудови.

Сукупність методів, використаних при формуванні логістичних систем в залежності від етапів їх побудови включає безліч завдань, вирішення яких дає можливість досягти певних цілей. Крім того методи дозволяють прогнозувати матеріальні потоки, створювати інтегровані системи управління потоками і контролю за їх рухом, розробляти системи логістичного обслуговування, оптимізувати запаси і вирішувати інші завдання. Сукупність методів застосовуваних при системній організації логістичної діяльності при формуванні ТЛС з застосуванням наукових інструментів може вирішити конкретні логістичні завдання.

В цілому запропонована систематизація дозволяє більш якісно реалізовувати структурну побудову транспортно-логістичної системи і вирішувати основні проблеми, що виникають в процесі її функціонування. Таким чином, запропонований підхід до етапів побудови дозволить використовувати системну форму організації логістичної діяльності з меншими затратами і більшою ефективністю.

Список літературних джерел

1. Методологія підходів до дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем [Текст] / В. В. Аулін, В. В. Біліченко, Д. В. Голуб, Д. О. Великодний // Вісник машинобудування та транспорту. - 2017. - № 2. - С. 4-12.

2. Брагинський, В. В. Розвиток транспортно-логістичної системи як форма реалізації транспортного потенціалу України [Електронний ресурс] / В. В. Брагинський. - Режим доступу: <http://academy.gov.ua/ej/ej14/txts/Braginskiy.pdf>. - Назва з екрану.

3. Транспортно-логістична інфраструктура України: проблеми та перспективи розвитку/ І. Г. Лебідь, В. В. Кутирєв // Управління проектами, системний аналіз і логістика. - К. : НТУ, 2012. Вип. 10. С. 192-198.

4. Дороховський, О.М. Проблеми та перспективи розвитку транспортно-логістичної системи України [Текст]/ О. М. Дороховський // Экономика и управление. - 2012. - №5. - С. 60-65.

5. Соколова О. Є. Теоретико-методологічні і основи формування транспортно-логістичної системи України [Електронний ресурс] / О. Є. Соколова. - Режим доступу: http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/view_file/182/173. - Назва з екрану.

6. Дороховський О. М. Формування та функціонування регіональних транспортно-логістичних систем: теорія, методологія практика: дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.05 / Дороховський Олександр Миколайович. - Херсон, 2013. - 369 с.

Аулін Віктор Васильович – д.т.н, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет

Великодний Денис Олександрович – к.т.н., Автотранспортний коледж ДВНЗ «Криворізький національний університет»

Дьяченко Вікторія Олександрівна – аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет

Аулін В. В., д.т.н., проф.; Голуб Д. В., к.т.н., доц.; Біліченко В. В., д.т.н., проф.

ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Запропоновано принципи формування критеріїв ефективності функціонування транспортних систем. Розглянуто питання оцінки їх показників якості.

Визначення якості та показників, що характеризують її певні рівні, відображено у загальній кваліметрії [1-3]. Найважливішою складовою процесу дослідження транспортних систем (ТС) є забезпечення надійності їх функціонування. Рівні показників якості функціонування ТС, як і рівні показників їх властивостей, поділяються на вимогливі, бажані і ті, що пов'язані з можливістю досягнення цілей. Усі перераховані рівні показників якості змінюються в часі, що дає можливість здійснювати прогнозування. Відмінності між потрібним і прогнозованим рівнями стають рушійною силою циклової еволюції, а між бажаним і фактичним - фазовою і видовою еволюціями. В останньому випадку відмінності усуваються шляхом удосконалення існуючих і створених нових ТС [4-6].

Вибір усіх рішень в ході дослідження надійності ТС проводиться, виходячи із забезпечення максимального рівня показників, з використанням прогнозованої повної якості їх функціонування, яка, відповідно до еволюційних підходів фізико-інформаційний, трактується як загальна міра пристосованості структур ТС до взаємодії тим або іншим способом, при тій або іншій взаємодії з робочим (технологічним) та зовнішнім середовищем, характерних для протікання усіх етапів їх життєвого циклу, і певних еволюційних схем. По своїй принциповій суті це трактування елементів ТС. Якість - це сукупність властивостей систем, що обумовлюють їх придатність задовольняти певні потреби відповідно до їх призначення, які є більш конкретними і повними та враховують властивості елементів систем, що обумовлюють їх придатність та реалізацію в процесі експлуатації.

Виходячи з приведеного вище трактування, рівні кількісних показників якості функціонування Q_c^o , які мають в своєму розпорядженні досліджувані системи, визначаються сукупністю показників усіх базових властивостей (БВ), що їх характеризують, і узагальнені базові кваліметричні параметри:

$$Q_c^o(t) = F_{q_0} \left[\{W_{Bi}(t); i = \overline{1, N}\} \right], \quad (1)$$

які подаються на основі загального функціонала пристосованості, залежного (як і частинні функціонали) від параметрів структури підсистем, в загальному випадку, що змінюються в часі. Це означає, що даний функціонал має вигляд:

$$Q_c^o(t) = F_{q_0} \left[\{W_{Bi}(t); i = \overline{1, l_{Bi}}\}; \{P_{ПФСj}(t); j = \overline{1, m_{Bi}}\}; \{P_{jck}(t); k = \overline{1, k_{Bi}}\} \right], \quad (2)$$

З функціоналу (2) випливає, що рівні показників якості функціонування ТС, як і властивостей, можуть кількісно вимірюватися тільки за умови розгляду в них взаємовпливів та змінюватися шляхом управління параметрами структури, досягаючи граничного значення для структури, яка у спеціальній літературі розглядається, як повний кваліметричний потенціал Q_c^{nom} [2]. Для кількісної характеристики рівня показника якості функціонування ТС, при застосуванні фізико-інформаційного підходу [7, 8], використовуються групи показників, що класифікуються за наступними ознаками: етапність групування базової властивості; структурна розмірність кваліметрованого об'єкту; число показників, використаних в загальному показнику якості функціонування; міра охоплення базовою властивістю і т.д. Якщо розрізняти, відповідно до структури життєвого циклу елементів систем, виробничу і функціональну компоненти їх показників якості, і які, у свою чергу, поділяються на проектну, виробничу, експлуатаційну і цільову компоненти, то загальний показник якості функціонування елементів ТС, буде функціоналом від вказаних компонент й відображує естафетний принцип його формування:

$$Q_c^n(t) = F'_{q3} [Q_c^n(t), Q_c^\phi(t)] = F'_{q4} [Q_c^p(t), Q_c^{np}(t), Q_c^e(t), Q_c^{жц}(t)]. \quad (3)$$

Оскільки показники рівня якості функціонування кожної з підсистем (компонент) кількісно визначаються сукупністю показників відповідних базових властивостей (БВ) елементів ТС, то вираз функціоналу (1) можна подати в залежності від їх відповідних показників. Це означає, що виробничу і функціональну компоненти повної якості функціонування ТС можна розглядати як функціонали від показників $\{BV_i\}$ відповідної групи:

$$\begin{aligned} Q_c^o(t) &= F_{q0} \{W_{Bi}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^n; \\ Q_c^\phi(t) &= F_{q0} \{W_{Bi}(t)\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N^\phi. \end{aligned} \quad (4)$$

Аналогічним чином можна визначити, експлуатаційну і цільову компоненти повної якості функціонування. При цьому кожна з компонент повної якості функціонування характеризує ТС, як об'єкт виробничого створення і функціонального використання та відображає етапні фазові міри пристосованості до взаємодії із зовнішнім середовищем тим або іншим способом, по тій або іншій загальній схемі з етапними компонентами. Рівень якості функціонування $Q_c^n(t)$ визначає міру пристосованості до технічних та технологічних можливостей, а рівень $Q_c^\phi(t)$ - до функціональних потреб. Ці компоненти можуть розглядатися як показники якості з часткових та відомчих точок зору: виробництва і замовника. Як показує досвід роботи, при розробленні і узгодженні вимог до якості функціонування ТС прагнуть задати найбільш високий рівень повної якості. Основою для визначення груп функціоналів (4), їх рівень кількісних показників, які мають в розпорядженні підсистеми ТС служать етапні функціонали пристосованості, типу (2). Ці функціонали можна представити на основі відповідних груп узагальнених базових і часткових кваліметричних параметрів:

$$Q_c^n(t) = F_{q1} [(P_\sigma^n(t))] = F'_{q3} [I_{B11}(t), I_{B12}(t), \dots, I_{B21}(t), I_{B22}(t), \dots, I_{B11}(t), I_{B12}(t), \dots, N^n]. \quad (5)$$

Етапні компоненти повної якості функціонування систем взаємозв'язані, оскільки усі вони визначаються структурою ТС, виходячи з умов виконання певних цільових завдань. Отже цільова компонента повної якості визначає рівень усіх його компонент, тобто маємо:

$$Q_c^p(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)]; \quad Q_c^{np}(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)]; \quad Q_c^e(t) = F'_{q4} [Q_c^y(t)]. \quad (6)$$

Загальносистемні, для складних ТС, показники етапних компонент повної якості їх функціонування формуються з відповідних етапних підсистемних показників якості, що проявляються на кожному з етапів життєвого циклу. Виходячи з цього вираз (6) для $Q_c^0(t)$ в розгорнутій формі доцільно представляти у вигляді функціонала багатовимірної функціональної матриці розміру $(4 \times m_y)$, елементами якої є етапні показники якості підсистем, типу $Q_c^0(t) = F'_{q5} [M_{q0}(t)]$, де

$$M_{q0}(t) = \begin{bmatrix} Q_{ПС1}^p(t) & Q_{ПС1}^{np}(t) & Q_{ПС1}^e(t) & Q_{ПС1}^y(t) \\ Q_{ПС2}^p(t) & Q_{ПС2}^{np}(t) & Q_{ПС2}^e(t) & Q_{ПС1}^y(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{ПСm_y}^p(t) & Q_{ПСm_y}^{np}(t) & Q_{ПСm_y}^e(t) & Q_{ПСm_y}^y(t) \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Матриця (7) може розглядати як математичну модель показників компонент повної якості функціонування або системи цінностей ТС, яка відображає етапну підсистемну форму утворення і структурну розмірність.

Зазначимо, що в процесі дослідження ТС, з конкретною структурою побудови, рівень показників повної якості не може бути визначено однозначно, через неможливість однозначного встановлення фактичних параметрів при створенні і функціонуванні цих систем. Отже, необхідна оцінка можливих значень показників якості, які враховували б ймовірність реалізації a -ої виробничої P_a^n і b -ої функціональної P_b^ϕ ситуації, з множини можливих і для конкретного сполучення параметрів зовнішнього середовища.

Одним і тим показникам якості функціонування ТС може відповідати кілька критеріїв. Вибір конкретного критерію здійснюється в залежності від постановки завдання, етапів розробки і цілей оцінки, зважаючи на їх побічність і локальність.

Для кількісного виміру показників якості, так само як і БВ, використовуються критерії: матричного типу у вигляді сукупності критеріїв рівня показників БВ або підсистемного критерію якості, представленого виразом (7), без зведення їх до єдиних узагальнених критеріїв. Пропонується полікритеріальний критерій векторного типу, у вигляді сукупності, представленої у виразі (3), з обмеженим числом критеріїв, що є, зокрема, основними компонентами повної якості, які можуть подаватися у вигляді вектору; багатокритеріального (скалярного) типу, у вигляді єдиних критеріїв.

Викладені принципи формування критеріїв ефективності функціонування ТС можуть бути покладені в основу практичної діяльності науково-дослідних організацій і автотранспортних підприємств, що досліджують проблему підвищення та забезпечення надійності ТС.

Список літературних джерел

1. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.
2. Шишкин И Ф., Станякин В.М. Квалиметрия и управление качеством: Учебник для вузов / И.Ф. Шишкин, В.М. Станякин. - М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 254 с.
3. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья) // Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 - Рязань: РГСХА, 2000. - С. 60-70.
4. Аулін В.В. Надійність як найвагоміша складова оцінки якості роботи транспортної системи / В.В. Аулін, Д.В. Голуб / Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016) / М-во освіти і науки України, ТНТУ ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С.154-155.
5. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин / Михлин В.М. - М.: Колос, 1976. - 254 с.
6. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев - М.: Наука, 1981.- 488 с.
7. Аулін В.В. Удосконалення організації міських пасажирських перевезень на основі логістичного підходу / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, Д.В. Голуб [та ін.] / Матеріали VIII міжн. наук.-практ. конф. "Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 19-21 жовтня 2015 року: зб. наук. праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 27-29.
8. Аулін В.В. Надійність функціонування транспортної системи як чинник підвищення ефективності економіки країни / В.В. Аулін, Д.В. Голуб // Матеріали VIII міжн. наук.-практ. конф. "Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 19-21 жовтня 2015 року: зб. наук. праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 13-16.

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

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

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Billichenko.v@gmail.com

Барановський В. М., д.т.н., проф.

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ МАТОЧИН КОЛІС АВТОМОБІЛІВ

Представлено класифікацію методів діагностування маточин коліс автомобілів та їх переваги.

Необхідність діагностування підшипників маточин коліс автомобілів в цілому передбачає інтенсивний розвиток даного напрямку.

Технічний стан підшипників маточин коліс автомобілів може бути охарактеризований двома видами діагностичних параметрів [1]: прямі (головні) та непрямі (побічні).

Прямі параметри пов'язані з об'єктом контролю структурно, що дозволяє безпосередньо охарактеризувати технічний стан. До цієї групи відносяться: характеристики мікрогеометрії поверхонь кочення, параметри локальних дефектів, зазори, кути контакту та ін. [2].

Непрямі параметри визначають стан об'єкта контролю по опосередкованим властивостям, які характеризуються параметрами процесів, що відбуваються всередині трибоспряження. До цієї групи відносять різні статистичні оцінки ознак, наприклад, вібрації, момент тертя, температура, різні спектральні оцінки та ін.

На рис. 1. представлено класифікацію методів діагностування підшипників маточин коліс автомобілів.

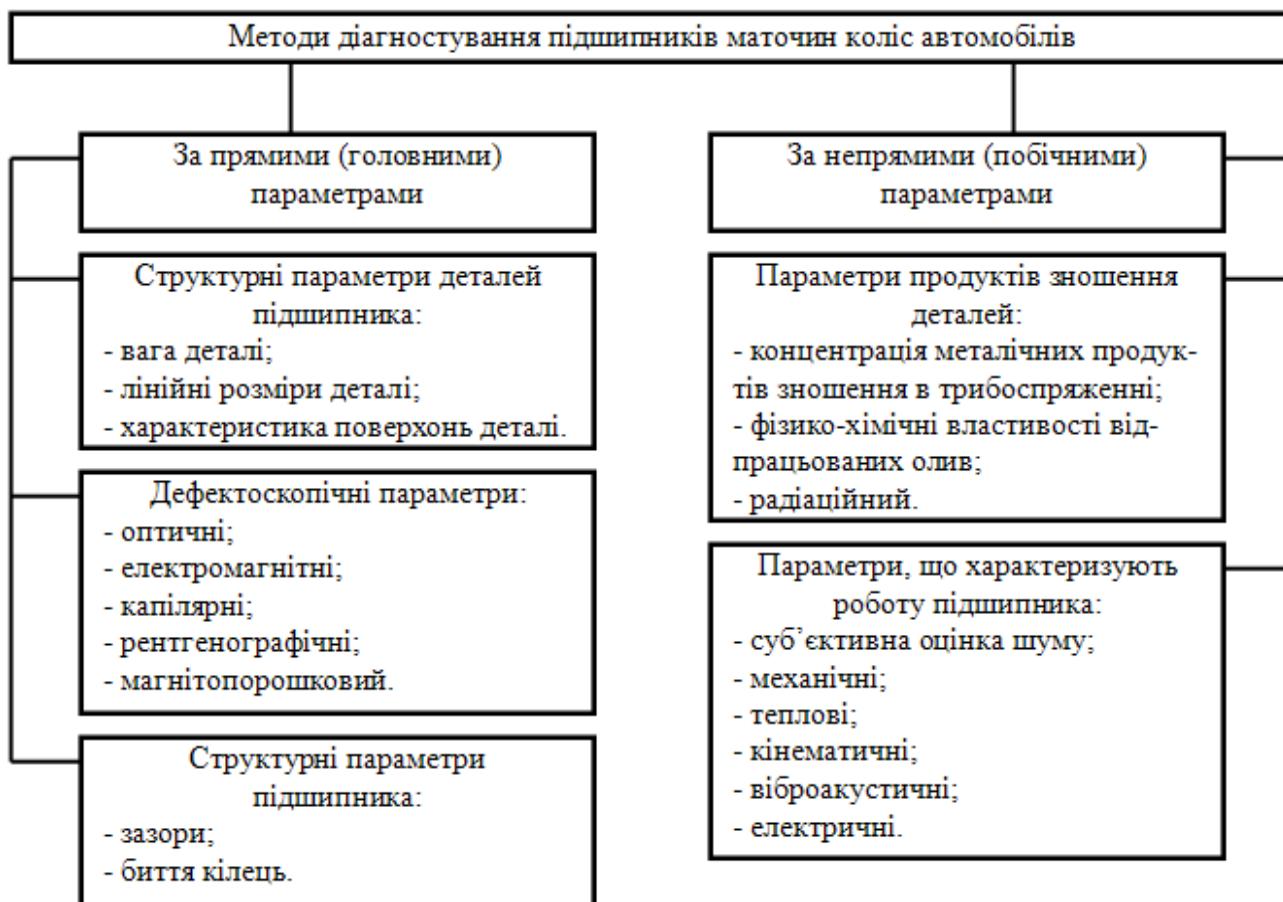


Рисунок 1 – Класифікація методів діагностування підшипників маточин коліс автомобілів

Слід зазначити, що підшипник - це система, на яку впливає велика кількість, як зовнішніх, так і внутрішніх чинників, тоді виникає необхідність у визначенні його стану динамічними методами. Звідси найбільш доцільне використання непрямих параметрів, які дозволяють комплексно охарактеризувати процеси в трибоспряженні, а, отже, і технічний стан підшипника в цілому [2].

Тому, для вибору методу отримання первинної інформації із зони тертя будуть розглянуті тільки непрямі методи оцінки стану підшипника.

Підшипники маточин коліс автомобілів є окремим випадком конструкцій і застосування підшипників кочення. Існує велика кількість методів діагностування підшипників, серед яких часто використовують: механічні методи, теплові методи, кінематичні методи, віброакустичні методи, ультразвукові методи, методи фотометрії і спектрометрії, електричні методи [2, 3].

Методи діагностування за прямими параметрами проводяться на стадії виробництва підшипників, а методи із застосуванням непрямих параметрів підходять застосовуються в процесах технічного обслуговування автомобіля.

Серед перерахованих методів (див. рис. 1) найбільш перспективними на сьогодні являють електричні та віброакустичні методи.

Список літературних джерел

1. Подмастерьев К. В. Электропараметрические методы комплексного диагностирования опор качения / К. В. Подмастерьев. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 376 с.
2. Дунин-Барковский И. В. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И. В. Дунин-Барковский. – М. : Машиностроение, 1978. – 232 с.
3. Мирошников Л. В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л. В. Мирошников, А. П. Болдин, В. И. Пал. – М.: «Транспорт», 1977. – 253 с.

Барановський Віктор Миколайович – д.т.н., професор кафедри технології і обладнання зварювального виробництва, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

*Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Романюк С. О., к.т.н.;
Рикун Б. С.; Канащук М. В.*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ І/АБО ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Розглянуті основні підходи до розрахунку виробничо-технічної бази та виробничої програми на автотранспортних підприємствах і, як наслідок, необхідність у подальшому створення або використання виробничо-технічної бази

Основний напрямок діяльності підприємств автомобільного транспорту (ПАТ) – це надання послуг з пасажирських і/або вантажних перевезень. Ці завдання успішно виконує служба експлуатації на ПАТ. Однак, оскільки значна частина таких підприємств працює на базі колишніх комплексних автотранспортних підприємств, то на них присутня ще одна служба, яка відповідає за технічну підготовку парку рухомого складу – інженерно-технічна служба.

Провівши аналіз діяльності інженерно-технічної служби та стану виробничо-технічної бази (ВТБ) [1-2], де здійснюється технічне обслуговування та поточний ремонт АТЗ, слід виокремити такі проблеми:

- невідповідність ВТБ існуючому парку автотранспортних засобів;
- моральний та фізичний знос основних виробничих фондів;
- у більшій частині перевізників ВТБ для здійснення технічного обслуговування та ремонту (ТО та ПР) відсутня взагалі або утримання останньої є економічно не вигідним;
- парки автотранспортних засобів (АТЗ) характеризуються превалюванням дрібних перевізників (до 5 АТЗ – 54% перевізників), великою кількістю марок, моделей і модифікацій АТЗ, які одночасно експлуатуються в одному парку; порівняно великим терміном експлуатації АТЗ (від 5 до 15 років 88% АТЗ);
- значне зниження якості обслуговування та підвищеної аварійності на маршрутах, як результат відсутності у приватних перевізників ВТБ;
- потужності існуючих ВТБ на ПАТ не використовуються в повній мірі – обладнання та інженерно-технічний персонал не довантажені, що збільшує витрати на їх утримання для ПАТ

У зв'язку з цим виникає необхідність вибору і/або створення та у подальшому використання методики, яка дозволила б визначити раціональність та економічну ефективність створення або використання існуючої ВТБ на ПАТ.

Розрахунок ВТБ та виробничої програми по ТО та ПР проводиться у наступній послідовності [3]:

- вибір і обґрунтування вихідних даних для розрахунку виробничої програми;
- розрахунок виробничої програми та чисельності персоналу інженерно-технічної служби;
- вибір і обґрунтування методу організації ТО та ПР;
- розрахунок числа постів і ліній для ТО та постів ПР рухомого складу;
- визначення потреби в технологічному обладнанні і розрахунок рівня механізації виробничих процесів;
- розрахунок площ виробничих, складських та допоміжних приміщень;
- вибір, обґрунтування і розробку об'ємно-планувального рішення зон, ділянок і підприємства в цілому;
- розробку генерального плану;

- техніко-економічну оцінку розробленого технологічного проектного рішення.

Для розрахунку потужності ВТБ та виробничої програми використовують економічні, технічні, техніко-економічні та адаптивні моделі [4].

Техніко-економічні моделі відповідно є узагальненням технічних і економічних моделей. Причому технічні компоненти моделі є обмеженнями, а економічні виступають в ролі критерію оптимізації. Обмеженнями можуть бути вимоги до безвідмовності, безпеки (в тому числі і екологічної), економічності і т.п.

В останні роки, все частіше починають застосовуватися адаптивні моделі, які мають можливість пристосовуватися під розрахункові елементи

Адаптивні моделі можуть застосовуватися, як при створенні, так і при вдосконаленні існуючих ВТБ АТП. В обох випадках дані моделі здатні оптимізувати витрати АТП, шляхом спрямування фінансових і фізичних потоків на технологічно необхідні зони і ділянки, в конкретний період експлуатації. При використанні таких моделей при проектуванні підприємств, відразу необхідно враховувати можливість вдосконалення або реконструкції ВТБ. Наприклад, в західних країнах зараз, для цих цілей розвинений модульний принцип будівництва, коли існує можливість розширення наявних виробничих площ без великих капіталовкладень і тимчасових витрат. Здійснюється такий принцип шляхом переміщення або додавання нових універсальних модульних конструкцій. Тому модульний принцип будівництва є добре пристосованим до адаптивних технологій.

Прикладом використання адаптивної моделі є методика розрахунку виробничої програми ТО та ТР рухомого складу іноземного виробництва [4]. У даній роботі за розрахунок циклу пробігу автомобіля, запропоновано використовувати пробіг, за який виконується повний комплекс регламентного ТО.

Вибір моделі, її складність, з одного боку, визначають адекватність і точність розрахунків, але, з іншого боку, вимагають об'ємної кількості нормативної інформації та досить точних вихідних даних [5].

Недостатність інформаційного забезпечення – одна з головних перешкод для розвитку і впровадження в практику інших, більш узагальнених і вдосконалених моделей економічного класу, наприклад, моделей оптимізації по прибутку, найбільш придатних для комерційного транспорту. Дійсно, неважко уявити ситуацію, коли збільшення витрат на ТО та ПР сприятливо позначається на прибутку від використання АТЗ. У граничних випадках з комерційної точки зору абсолютно неважливо, скільки прослужить автомобіль і в скільки обійдеться його експлуатація. Важливий кінцевий результат, тобто прибуток. Наприклад, при обмеженому часі комерційної діяльності та необмеженій можливості придбання нових АТЗ. У такій ситуації витрати на експлуатацію АТЗ будуть визначатися лише мінімальними вимогами до безпеки руху. Клас моделей оптимізації по прибутку вимагає додаткової, часом важко формалізованої в даний час інформації, яку важко оцінити для подальшого використання у розрахунках.

З вище наведеної класифікації моделей, окреслюються на сьогоднішній день найбільш поширені методи розрахунку ВТБ [6]:

1) економічні методи – використовують відповідно економічні моделі для вирішення питань забезпеченості ВТБ на рівні ПАТ і галузі в цілому. При таких масштабних розрахунках не будуть враховуватися різні організаційні форми і технологічні рішення для планування зон і ділянок, в зв'язку, з чим наближені результати розрахунків можуть використовуватися лише для перспективного планування розвитку ВТБ підприємств і галузі в цілому з урахуванням прогнозів зміни обсягів перевезень. Такий метод не в змозі вирішувати питання оптимізації потужності конкретних підприємств на різних стадіях розвитку;

2) детермінований технологічний розрахунок АТП використовується для визначення потужності функціонування, реконструювання і проектування ВТБ підприємств, їх зон і ділянок. Цей підхід використовує технічну модель побудови, тому цей підхід не відображає

техніко-економічні показники рухомого складу та ВТБ, імовірнісний характер виробничих процесів, рівень спеціалізації, різні форми організації праці та інші чинники.

Крім традиційних моделей та методів розрахунку слід додати нові, які будуть враховувати не тільки внутрішні потреби служби перевезень у ВТБ, а й потреби зовнішніх партнерів, які можуть користуватися послугами ВТБ на засадах аутсорсингу. Такий вид інтегративної взаємодії ПАТ або окремих перевізників буде вигідний для всіх сторін учасників.

Список літературних джерел

1. Романюк С. О. Модель оцінювання результату проекту регіонального партнерства в розвитку системи технічної підготовки парків автотранспортних засобів в позиціях організацій автомобільного транспорту-учасників проекту / С. О. Романюк // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки», 2014. – Вип. 45. – С. 477-481.

2. Левченко Ю. Ю. Обґрунтування необхідності укрупнення автотранспортних підприємств на ринку пасажирських перевезень // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. Випуск 6/2007 (47). Частина 1. – С. 99-102.

3. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г. М. Напольский. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

4. Терентьев А. В. Совершенствование методики расчета производственной программы ТО и ТР подвижного состава / А. В. Терентьев // автореф. дис. на соискание уч. степ. канд. техн. наук. – СПб. : 2009, – 24 с.

5. Лукинский В. С. Модели и алгоритмы управления обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств: учеб. пособие / В. С. Лукинский, Е. И. Зайцев, В. И. Бережной. – СПб. : Изд-во СПбГИЭА, 1997, – 95 с.

6. Тахтамышев Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий / Х. М. Тахтамышев. – М. «Академия», 2011 – 352 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Романюк Світлана Олександрівна – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Рикун Богдан Сергійович – студент, Вінницький національний технічний університет

Канащук Максим Володимирович – студент, Вінницький національний технічний університет

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Смирнов Є. В., к.т.н.

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розроблено алгоритм моделювання стратегій та варіантів технічного розвитку автотранспортних підприємств, який дозволяє визначити стратегію та розробити оптимальний варіант технічного розвитку автотранспортного підприємства.

На сьогоднішній день значна частина автотранспортних підприємств (АТП) знаходиться у скрутній ситуації. Це в першу чергу пов'язано зі значним фізичним зносом та моральним старінням основних виробничих фондів (ОВФ), як активної, так і пасивної частин. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є технічний розвиток АТП, який передбачає комплексне оновлення ОВФ, а саме оновлення рухомого складу (РС) з урахуванням необхідного розвитку виробничо-технічної бази (ВТБ). У зв'язку з цим перед АТП постає проблема визначення оптимальної стратегії та розробки варіанту її реалізації, які б дозволили забезпечити найбільш ефективну роботу АТП з урахуванням сучасних умов господарювання.

Проте більшість наукових праць щодо технічного розвитку АТП розглядають або оновлення рухомого складу [1, 2], або вдосконалення системи підтримки рухомого складу в працездатному стані [3, 4]. Хоча автори цих праць вказують на тісний взаємозв'язок цих двох проблем, однак ґрунтовні праці, які інтегрують в собі ці дві проблеми, на даний час майже відсутні. Крім того, більшість наукових праць, в яких вивчаються ці проблеми, засновані на засадах планово-адміністративної економіки, що ускладнює їх застосування за ринкових умов.

Для дослідження функціонування складних організаційно-технічних систем, до яких належить АТП, та полегшення прийняття рішення, широке застосування набуло економіко-математичне моделювання. Визначення стратегій та розробка варіантів відбувається на основі розробленого алгоритму моделювання, узагальнена блок-схема якого представлена на рис. 1.

Моделювання за даним алгоритмом відбувається таким чином.

В блоці 1 відбувається введення вихідних даних.

Блоки 2 – 4 призначені для оцінки сучасного стану АТП, ринку транспортних послуг та формулювання найбільш доцільних стратегій технічного розвитку, які визначаються ринками (або сегментами ринку) транспортних послуг, для яких вони пропонуються.

Варіанти технічного розвитку формуються в залежності від типу, марок та кількості рухомого складу, які пропонується придбати, які залишаються на підприємстві і вибувають з нього. При цьому за однією стратегією може бути запропоновано кілька альтернативних варіантів, які можуть відрізнятися між собою, наприклад, марками або вантажопідйомністю автомобілів тощо.

Блоки 5 та 6 формують відповідно номери стратегій та варіантів технічного розвитку, а також часового кроку t .

Блоки 7 та 8 визначають необхідність заміни рухомого складу який є на АТП. В тому випадку, якщо оновлення РС визнається необхідним, то управління передається на блок 10 та визначаються необхідні інвестиції для оновлення рухомого складу. Якщо ж приймається рішення про недоцільність заміни парку автомобілів, то управління переходить на блок 9, в якому виконується пошук інших шляхів підвищення ефективності роботи АТП.

Блок 10 визначає час роботи основних засобів виробництва за варіантом в t -му кроці. В першу чергу це час роботи автотранспортних засобів які будуть придбані в майбутньому, що визначає загальний прибуток АТП.

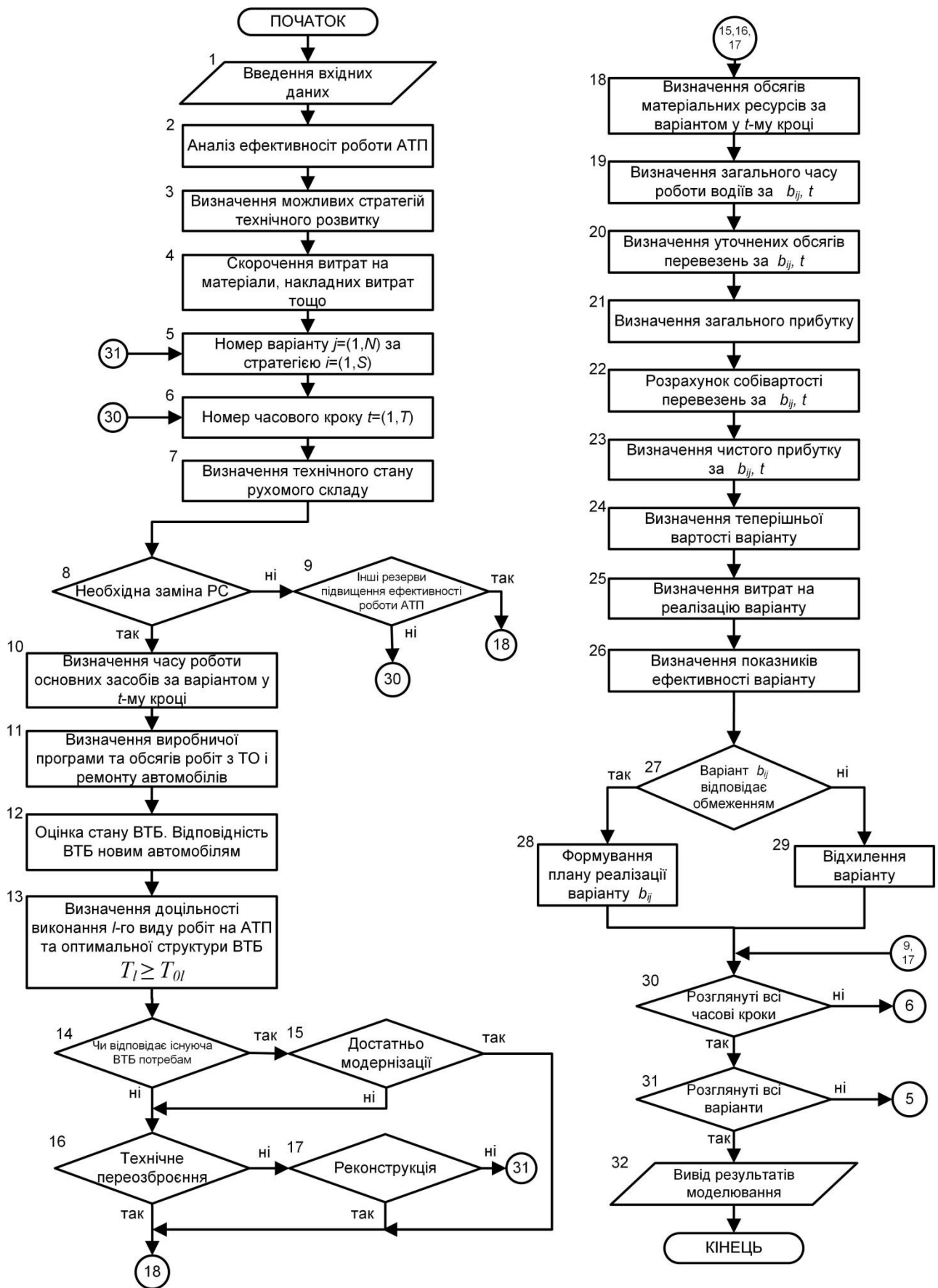


Рисунок 1 – Алгоритм моделювання технічного розвитку автотранспортних підприємств

Група блоків 11 – 17 призначена для визначення шляху розвитку ВТБ для реалізації варіанта b_{ij} . Це має досить важливе значення тому, що наявна ВТБ створювалась і розвивалась під той РС, який експлуатується на підприємстві, а тому може не відповідати потребам нових автомобілів.

Визначення оптимальних заходів розвитку ВТБ є одним з визначальних питань при розробці варіантів технічного розвитку. При цьому для будь-якого варіанта технічного розвитку необхідно створити оптимальну структуру ВТБ, що забезпечує максимальну економічну ефективність технічного розвитку. Принципи формування оптимальної структури ВТБ детально розглянуто в роботі [5].

Окрім виду розвитку ВТБ, який визначається в блоках 11 – 17, технічний спеціаліст (експерт або група експертів) підприємства, аналізуючи наявну ВТБ і шлях її розвитку, формує попередній перелік заходів з розвитку ВТБ та визначає, попередні обсяги матеріальних та інших ресурсів на визначені заходи.

Далі в блоках з 18 по 23 виконуються техніко-економічні розрахунки ефективності роботи рухомого складу підприємства за кожним варіантом в розрізі марок та по відповідним часовим крокам.

В блоках 24 – 26 визначають показники роботи підприємства та числові значення критеріїв ефективності. З метою оцінки ефективності варіантів технічного розвитку в роботі [6] обґрунтовано застосування таких показників: коефіцієнт технічної готовності, термін окупності та чиста теперішня вартість.

Логічний оператор 27 визначає чи варіант b_{ij} відповідає обмеженням цільової функції обґрунтування стратегій технічного розвитку [6]. Якщо хоча б одна із умов не виконується, то управління передається на блок 29, який відсіює даний варіант, якщо всі обмеження виконано, то даний варіант приймається до подальшого розгляду, а управління передається в блок 28, який формує план реалізації варіанта b_{ij} технічного розвитку для формування рішення.

Блоки 30 і 31 відповідно перевіряють чи розглянуті всі задані часові періоди та всі можливі варіанти. Блок 32 формує масив варіантів, які були досліджені в процесі моделювання, та виконує вивід результатів.

На основі результатів моделювання в подальшому буде визначено оптимальну стратегію технічного розвитку та відповідний варіант її реалізації.

Список літературних джерел

1. Бідняк М. Н. Планування інвестицій на автомобільному транспорті України / М. Н. Бідняк, Н. М. Бондар. – К., 2000. – 118 с.
2. Панов С. А. Развитие производства в автотранспортных объединениях / С. А. Панов, А. М. Поляк, Ю. К. Поносов. – М. : Транспорт, 1986. – 200 с.
3. Варфоломеев В. Н. Управление техническим развитием предприятий автомобильного транспорта / В. Н. Варфоломеев. – К. : УМК ВО, 1989. – 116 с.
4. Курников И. П. Развитие производственно-технической базы АТП : [учеб. пособие] / И. П. Курников. – К. : УМК ВО, 1991. – 80 с.
5. Дрючин Д. А. Оптимизация структуры производственно-технической базы комплексного автотранспортного предприятия / Д. А. Дрючин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 10 (129). – С. 108–114.
6. Смирнов Є. В. Визначення оптимальної стратегії технічного розвитку автотранспортних підприємств / Є. В. Смирнов // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк, 2016. – Випуск 55. – с. 372 - 377.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Смирнов Євгеній Валерійович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

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

ВИВЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЗМІН МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У М. ВІННИЦЯ ПІСЛЯ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ В 2012 РОЦІ

Вивчено обсяги перевезень на різних маршрутах м. Вінниці. Розроблено проект розвитку маршрутної мережі пасажирського автомобільного транспорту м. Вінниці. Удосконалено перевезення пасажирів у транспортній системі міста Вінниці із забезпеченням покращення організації і якості перевезень, а також їх техніко-економічних показників та екологічної безпеки.

Пасажирський транспорт задовольняє різноманітні потреби населення в пересуванні, відіграє значну роль у житті мешканців міста. Якість пасажирських перевезень впливає на психологічний та фізичний стан людей, продуктивність їх праці, відпочинок. Виходячи з цього, удосконалення організації пасажирських перевезень має важливе народногосподарське та соціальне значення.

Колектив кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ у 2011 році розробив проект розвитку маршрутної мережі пасажирського автомобільного транспорту м. Вінниці, який було успішно реалізовано 23 лютого 2012 року.

До цього обсяг перевезень пасажирів майже рівномірно розподілявся між окремими видами міського пасажирського транспорту. При цьому автомобільний пасажирський транспорт забезпечував 34% обсягів перевезень, тролейбуси перевозили 36%, а трамваї 30%. При цьому з пасажирів, які перевозились автомобільним транспортом, тільки 10% перевозилось автобусами в звичайному режимі руху, а 90% перевозилось в режимі маршрутного таксі.

Для вдосконалення організації перевезень попередньо були визначені реально існуючі пасажиропотоки в місті, і саме на цих чисельних даних були встановлені засоби їх регулювання, вибрано типи, кількість та раціональні режими руху рухомого складу, а також отримано інформацію необхідну для вдосконалення маршрутної мережі.

Визначення обсягів перевезень на різних маршрутах, показників роботи рухомого складу на маршрутах проводилось табличним методом згідно з методикою вивчення попиту населення на пасажирські перевезення, затвердженою наказом міністерства транспорту України. Обробка результатів проводилась за спеціально розробленою програмою.

При вдосконаленні маршрутної мережі пасажирського автомобільного транспорту м. Вінниця було використано спеціально розроблений евристичний алгоритм який дозволив врахувати існуючу мережу трамвайних та тролейбусних маршрутів та можливі зміни цієї мережі. Розробка рекомендацій по вдосконаленню маршрутної мережі базувалась на результатах вивчення попиту населення на пасажирські перевезення, який попередньо був проведений.

При формуванні маршрутної мережі виходили з наступного:

- оскільки електротранспорт є найбільш екологічним і безпечним, то на напрямках перевезень пасажирів, де є маршрути трамваїв і/або тролейбусів, в першу чергу, враховувались їх можливості з урахуванням поповнення та оновлення рухомого складу;
- на автобусних маршрутах за наявності достатнього пасажиропотоку передбачалось використання автобусів великої та середньої пасажиромісткості, оскільки це дозволяє зменшити шкідливі викиди в атмосферу і кількість рухомого складу на дорогах міста, що в свою чергу сприяло зменшенню заторів і аварійності на дорогах.

– для забезпечення комфортності перевезень пасажирів інтервал руху на маршрутах не повинен перевищувати 12 хв.

Під час формування маршрутної мережі за розробленою імітаційною моделлю та програмним забезпеченням визначалась кількість та пасажиромісткість автобусів, необхідних для виконання наявного обсягу перевезень по маршрутам та забезпечення раціональних інтервалів в різних режимах руху і приймалось рішення про доцільність застосування експресного режиму руху на конкретних маршрутах.

Результатом впровадження маршрутної мережі є:

- Збільшення обсягу перевезень муніципальним електро - та автотранспортом.
- Підвищення соціальної та економічної ефективності діяльності муніципального транспорту .
- Зменшення кількості автомобільних транспортних засобів, задіяних на пасажирських перевезеннях, що зменшило завантаження вулично - дорожньої мережі міста, особливо в центральній її частині.
- Підвищення безпеки та культури перевезень.
- Покращення екологічного стану, особливо в центрі міста.
- Створення позитивних умов для подальшої оптимізації руху всіх видів транспорту в м. Вінниці, особливо в її центральній частині.

Реалізація міроприємств по розвитку маршрутної мережі пасажирського автомобільного транспорту проводилась поетапно. До початку впровадження тобто до 23 лютого 2012 р. перевезення пасажирів в місті Вінниці здійснювались на 15 тролейбусних маршрутах та 5 трамвайних маршрутах, 47 автобусних маршрутах: з них 9 – в звичайному режимі руху, 38 – в режимі руху маршрутного таксі. При цьому на маршрутах перевезень щоденно працювало 62 трамвая, 93 тролейбуса, 461 автобус: з них 14 – великої пасажиромісткості, 91 – середньої пасажиромісткості, 356 – малої пасажиромісткості. В результаті проведених досліджень, базуючись на наведених вище принципах було розроблено і впроваджено вдосконалену маршрутну мережу з 23 лютого 2012 перевезення здійснювались на 14 тролейбусних маршрутах та 5 трамвайних маршрутах, 44 автобусних маршрутах: з них 9 – в звичайному режимі руху, 6 в експресному режимі , 29 – в режимі руху маршрутного таксі. При цьому на маршрутах перевезень щоденно працювало 74 трамвая, 111 тролейбусів, 309 автобусів: з них 23 – великої пасажиромісткості, 91 – середньої пасажиромісткості, 195 – малої пасажиромісткості. Після реалізації першого етапу роботи продовжувались вивчалась нова мережа пасажиропотоки на окремих напрямках перевезень і вносились відповідні корективи. На 01.01.2018 р. у місті Вінниці перевезення здійснюються на 15 тролейбусних маршрутах та 5 трамвайних маршрутах, 45 автобусних маршрутах: з них 13 – в звичайному режимі руху, 32 – в режимі руху маршрутного таксі. На маршрутах працює 74 трамвая, 131 тролейбус, 314 автобусів: з них 49 – великої пасажиромісткості, 85 – середньої пасажиромісткості, 180 – малої пасажиромісткості.

Реалізація основних положень проекту дозволила досягти поставлених завдань. Збільшились обсяги перевезень пасажирів електротранспортом з 58% до 76%. Значно зменшилась кількість автобусів малої пасажиромісткості що використовуються при перевезенні пасажирів з 356 одиниць до 180. Кількість автобусів великої пасажиромісткості при цьому збільшилась з 14 до 49 одиниць. Зросла кількість маршрутів на яких перевезення здійснюються в загальному режимі руху. Створено автобусний парк в складі Вінницького трамвайно- тролейбусного управління яке реорганізовано у Вінницьку транспортну компанію. Наведене вище дозволило значно зменшити навантаження на вулично-дорожню мережу від пасажирських перевезень що в свою чергу дозволило знизити рівень завантаженості міських вулиць та підвищити безпеку руху на них.

Крім того слід зазначити що збільшення обсягів перевезень пасажирів муніципальним транспортом сприяло покращенню фінансового стану Вінницької транспортної компанії що в свою чергу дозволило проводити капітально відновлювальні ремонти тролейбусів на даний

час модернізовано біля 90 тролейбусів, придбати 40 нових тролейбусів та 30 автобусів розпочато роботи по модернізації трамвайв.

Зміна кількості маршрутів та транспортних засобів показана в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зміна кількості маршрутів та транспортних засобів маршрутної мережі м. Вінниці

| | Трамвай | Тролейбус | Автобус в звичайному режимі руху | Автобус в експресному режимі руху | Маршрутне таксі |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| До реорганізації 23.02.12 р | 5 маршрутів 64 одиниці | 14 маршрутів 100 одиниць | 9 маршрутів 14 одиниць | 0 маршрутів 0 одиниць | 42 маршрути 439 одиниць |
| Після реорганізації 23.02.12 р | 5 маршрутів 74 одиниці | 14 маршрутів 111 одиниць | 9 маршрутів 23 одиниці | 6 маршрутів 34 одиниці | 29 маршрутів 252 одиниці |
| Станом на 01.01.18 р | 6 маршрутів 78 одиниць | 15 маршрутів 131 одиниця | 14 маршрутів 57 одиниць | 0 маршрутів 0 одиниць | 31 маршрут 264 одиниці |

Після реалізації проекту розвитку маршрутної мережі пасажирського автомобільного транспорту м. Вінниці було кардинально змінено маршрути руху громадського транспорту, кількість та пасажиромісткість транспортних засобів.

В результаті відбувся перерозподіл пасажирів по нових маршрутах мережі і на сьогоднішній день гостро постало питання нового повного вивчення пасажиропотоків міста Вінниці.

Список літературних джерел

1. Доля В.К. Пасажирські перевезення: підручник. / В.К. Доля. – Харків.: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.
2. Гудков В.А. Пасажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможи, С.А. Ширяев. М.: Телеком, 2006. – 448 с.
3. Петров А.И. Формирование результативности пассажирских автомобильных перевозок в условиях переменной внешней среды: учебное пособие / А. И. Петров. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2009. – 152 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Бузниковатий Сергій Валерійович – начальник відділу транспорту та зв'язку, Вінницька міська рада

*Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Цимбал С. В., к.т.н., доц.;
Цимбал О. В.; Чумак В. Ю.*

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ВПРОВАДЖЕНІ ЄДИНОГО ЕЛЕКТРОННОГО КВИТКА НА ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Вивчено основні проблеми перевезення пасажирів у громадському транспорті, зокрема перевезення пільгових верст населення. Проаналізовано проблеми, які виникли при впровадженні та роботі єдиного електронного квитка на громадському транспорті.

У містах, які першими ввели електронний квиток, виникли проблеми з його роботою. Незважаючи на всі проблемні моменти цього питання, основною причиною стала неготовність пасажирів міняти раніше напрацьовану багаторічну систему. А вже технічні несправності стали наслідком цього.

Після впровадження диференційованої системи оплати за проїзд у громадському транспорті з'явилося багато проблем та нарікань пасажирів. У тролейбусах кондуктори вже вільно використовують валідатори і вміють спокійно ліквідувати проблеми, які можуть виникати при роботі з цим пристроєм. А то водії маршруток не всі вміють ними користуватися. І це створює незручності, як для водіїв, так і для пасажирів.

Не залежно від міста, найбільше нарікань виникає через сферу транспорту та інфраструктуру, а саме: недотримання графіку руху, відсутність маршруток у ранні та вечірні години, проблеми з перевезенням пенсіонерів та інших пільговиків, небажання перевізників їздити на неприбуткових маршрутах. Порушення правил дорожнього руху, та правил висадки та посадки пасажирів.

Основні причини виникнення перерахованих нарікань – безвідповідальність водіїв маршрутних таксі, які в години «пік» намагаються заробити максимальні кошти, влаштувавши перегони з тролейбусами чи автобусами, а потім з'їжають з маршруту, оскільки вважають, що кожна поїздка у вечірній період приносить їм збитки через відсутність достатньої кількості пасажирів. Аналогічна система і з пільговиками. З одного боку, держава не компенсує вартість перевезення пільговиків, і перевізники возять їх задаремно. З іншого, відповідно, влада дивиться крізь пальці на недотримання закону з боку водіїв, оскільки компенсації дати не може. Так триває роками, у всіх містах України. Про перебування основних грошових оборотів в тіні та, відповідно, недопущення податків від перевізників і говорити не доводиться. Мало хто повірить, що людина буде виконувати напружену роботу за мінімальну зарплатню, на яку оформлені водії. Саме тому необхідно запровадити електронний квиток, так як, він дасть змогу побачити міській владі реальні доходи, а вона в свою чергу зможе достойно оплачувати працю водіїв.

Запровадження безготівкової оплати змінить систему: пасажир платитиме місту, а місто платитиме найнятому перевізнику. Платитимуть за кілометраж, а не за кількість перевезених пасажирів. Перевізники будуть зацікавлені їхати за графіком. Добре виконана робота – належна оплата. Поїздки не за графіком або взагалі невіїзд на маршрут – каратиметься штрафом.

Але це неєдина проблема власне розглянемо досвід міст, що запровадили безготівкову оплату проїзду. У Тернополі ті хто отримали «Соціальну карту тернополянина» та ті, хто придбали неперсоніфікований електронний гаманець оплачують проїзд по три гривні у

тролейбусі і чотири у маршрутці. Пасажири, які не мають картки або електронного гаманця оплачують проїзд по 4 гривні у троллейбусі і 5 гривень у маршрутці. Стосується це і пільгових категорій населення – пенсіонерів, учасників АТО, студентів та учнів, які не виготовили соціальну карту. Здавалося б, що все чудово, але «у бочці меду є ложка дьогтю», поповнення карток та неперсоніфікованих електронних квитків. По всьому місту діє тільки біля двох десятків пунктів, попри те, що вони розташовані біля зупинок, відповідальність за пункти поповнення поклали на продавців котрі і працюють в магазинах та місцях громадського харчування, що не зовсім зручно. І тільки п'ять у газетних кіосках. Та й не у всіх пунктах коректно працює термінал поповнення. А при несправності валідатора водій не має права здійснювати посадку нових пасажирів, а повинен довести тих, хто є у транспорті до кінцевої зупинки і замінити несправний апарат на працюючий, і тоді повертатися на маршрут. У тому числі, якщо водій не видав пасажиру квиток, то при контролі штрафуватимуть не його а, тільки пасажирів за безквитковий проїзд у двадцятикратному розмірі від вартості проїзду. Тому кожен повинен контролювати та вимагати квиток при його невидачі.

Непотрібно забувати, що автоматизовану систему оплати проїзду та обліку пасажирів запровадили для того, щоб вилучити з обігу у громадському транспорті готівку, що в деякій мірі повинно було б зменшити кількість крадіжок. Навіть при повному технічному забезпеченні люди не бажатимуть користуватись єдиним електронним квитком. Люди не поспішали користуватися нею, а оплачували проїзд готівкою. Із підвищенням тарифу, пасажирів, які почали користуватися електронними квитками стало більше, але й залишається чимало тих, хто платить готівкою, навіть, якщо це дорожче. Доказом цього стало закінчення разових квитків у терміналах Києва, Тернополя та Харкова. Це говорить лише про те, що люди побоюються через безпеку персональних даних. Хоча випадків крадіжки персональних даних через єдиний електронний квиток поки що не зафіксовано. Тому необхідно розглядати програми із захисту від можливих атак та проявів шахрайства.

У Львові вперше розпочали використовувати QR-код. Пасажир мав змогу оплатити проїзд просканувавши його. Сам процес сканування викликає масу незручностей, як і пред'явлення квитка у електронному вигляді. Так як квиток на проїзд приходиться на телефон протягом трьох–п'яти хвилин, то цей факт заставляє пасажирів хвилюватись, чи справді відбулась оплата за проїзд і чи не отримає він штраф за безквитковий проїзд.

Низка запитань залишається до оформлення та поповнення різноманітних варіантів проїзних квитків, що планується здійснювати зокрема через кабінет пасажирів на відповідному сайті та через електронні термінали поповнення. В той же час соціальна картка не дає права пенсіонерам в необмеженій кількості одночасно користуватися маршрутками. Як і раніше, у маршрутці одночасно можуть їхати не більше трьох пенсіонерів. Персоніфікованим електронним квитком також не можна оплатити проїзд когось із рідних.

Коли заходить мова про «рух до Європи» то непотрібно вигадувати велосипед, бо у всіх європейських країнах принципи перевезень давно розроблені і діють. У пасажирів – це один універсальний квиток на всі види міського транспорту. Вартість проїзду на всі види транспорту однакова для певної тарифної зони. Існують разові, одноденні, тижневі та місячні квитки. Чим триваліший термін дії квитка, тим менша вартість однієї умовної поїздки. Тому, якщо в місто приїхав турист і їде лише кілька раз на день, то він заплатить дорожче, а житель придбає тижневий чи місячний квиток і їздитиме в межах своїх потреб, і бажань протягом терміну дії квитка.

В Європі квитки/картки купуються в автоматах, або в кіосках. Водій не пов'язаний з грішми, а відповідно, нема факторів, що можуть відвернути його увагу від виконання своєї

роботи. Це дозволяє дотримуватися графіку руху, який контролюється GPS-системою, тобто забезпечується те, що необхідне пасажиру.

Контролером і наставником по факту являється ЄБРР. Банк ретельно слідкує, щоб скеровані кошти пішли за призначенням, а не так, як це у нас буває. Винаймається представник консалтингової фірми, який заробляє достатньо, щоб не цікавитися значенням слова «відкат». Він постійно присутній при реалізації проекту та контролює його хід і відповідність робіт умовам договору. Крім цього, тендери на виконання робіт проводяться за міжнародними правилами і жодні нюанси нашого законодавства там не діють.

По проведеному дослідженні, на нашу думку, в першу чергу, необхідно розробити фінансову модель транспортної системи, куди включаються, як муніципальний так і приватний транспорт.

Основою кваліфікованої, професійної розробки такої моделі повинна полягати у визначенні ціни квитка з врахуванням того, що тіньова частина виведеться на світло і підлягатиме оподаткуванню. Якою повинна бути заробітна плата, щоб водії із задоволенням йшли на роботу? Які доходи отримує перевізник і які реальні грошові обороти в транспортній сфері взагалі? Скільки в дійсності є пільговиків і які грошові компенсації потрібні для їх перевезення? Ми повинні отримати відповідь, а скільки ж коштуватиме впровадження цієї системи та які джерела фінансування можна залучити, окрім бюджетних чи кредитних.

Список літературних джерел

1. Вінницькі депутати змінили порядок залучення інвестицій, додали години для гуртків у школах та схвалили передачу місту 5 подарованих автобусів. – Назва з екрану. Режим доступу: <http://www.vmr.gov.ua/Lists/CityNews/ShowNews.aspx?ID=744>
2. Електронний квиток. Дизайн вже є, а коли з'явиться у Вінниці – невідомо. – Назва з екрану. Режим доступу: <https://vn.20minut.ua/DTP/elektronniy-kvitok-dizayn-vzhe-e-a-koli-zyavitsya-u-vinnitsi--nevidomo-10659135.html>
3. У Києві впроваджують Е-квиток: як будемо платити за проїзд. – Назва з екрану. Режим доступу: <https://kiev-ukr.segodnya.ua/ktransport/v-kieve-vnedryayut-e-bilet-kak-budem-platit-za-proezd-1097962.html>
4. Харків відсьогодні переходить на єдиний електронний квиток у транспорті. – Назва з екрану. Режим доступу: <https://economics.unian.ua/transport/2273111-harkiv-vidsogodni-perehodit-na-ediniy-elektronniy-kvitok-u-transporti-foto.html>
5. Електронний квиток: проблеми і вирішення. – Назва з екрану. Режим доступу: <http://zz.te.ua/elektronnyj-kvytok-problemy-i-vyrishennya/>

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Цимбал Ольга Василівна – інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Чумак Василь Юрійович – студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ СЛОВНИКА ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ПРИ ВІБРОАКУСТИЧНОМУ ДІАГНОСТУВАННІ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

Описано методика формування робочого словника діагностичних ознак для оцінки технічного стану вузлів і агрегатів при віброакустичному діагностуванні тракторів і автомобілів.

Широке застосування систем діагностування, що забезпечують можливості пошуку несправностей механізмів і систем без їх розбирання, перехід від не ефективного планово-попереджувального ремонту до ремонту за фактичною необхідністю, оптимальне регулювання механізмів і прогнозування їх стану є важливим напрямком підвищення ефективності використання тракторів і автомобілів та інших технічних систем [1].

В даний час розробка процедур діагностування з метою визначення та прогнозування стану технічної системи найчастіше базується на інженерній інтуїції розробників продукції або практичному досвіді фахівців, що займаються її експлуатацією. Це не завжди дозволяє отримати оптимальні результати. Науковий підхід до розробки методів та систем діагностування більш опрацьований для виробів радіоелектронної промисловості, а проблемам діагностування механічних систем приділено менше уваги [2, 6].

При побудові систем діагностування виникає питання про розміри алфавіта класів станів діагностування W_i і словника діагностичних ознак u_j . Якщо зафіксувати розміри словника ознак, то розширення алфавіту класів приводить до зменшення достовірності діагностування. Розширення словника ознак, хоч і приводить до збільшення достовірності розпізнавання, але потребує збільшення затрат ресурсів на реалізацію системи.

Перелік класів розпізнавання станів визначається насамперед необхідною глибиною діагностування. Існує маса об'єктів, які потребують оцінки якості функціонування за принципом «добре-погано» («придатний-непридатний», «працездатний-непрацездатний», «справний-несправний» і т.п.). В цьому випадку добре працює метод дихотомії (поділ на два класи). Якщо ж необхідна глибина діагностування така, що потрібно виявити не тільки вихід з ладу кількох вузлів машини, але і вид, а також ступінь пошкодження кожного з них, завдання діагностування різко ускладнюється.

Завдання формування алфавіту класів розпізнавання станів, робочого словника діагностичних ознак і вирішальних правил класифікації взаємопов'язані, тому при виборі діагностичних ознак необхідно враховувати ряд вимог, що впливають із завдання оптимізації системи діагностування.

Раціональний вибір діагностичних ознак, тобто відповідним чином представлених характеристик коливальних процесів, чутливих до змін технічного стану об'єкта, значною мірою визначає успіх діагностування. Перш за все ознаки повинні бути однозначно пов'язані зі станом об'єкта і утворювати достатню систему для забезпечення достовірного діагнозу. Слід надавати перевагу ознакам з підвищеною чутливістю до розпізнавання дефектів, які дозволяють виявляти пошкодження машин на ранній стадії. Таким чином, ознаки повинні відповідати вимогам чутливості, інформативності, інваріантності до факторів, що заважають забезпечувати необхідну глибину і достовірність діагностування, не ускладнюючи її

процедуру і не збільшуючи вартість засобів діагностування. Така загальна постановка задачі [3, 4, 5, 7].

Очевидно, що найбільш корисними ознаками є ті, які інваріантні (нечутливі) до зміни всередині класу і різко змінюються при переході від одного класу до іншого.

У віброакустичному діагностуванні найбільш інформативними є такі характеристики, які мало змінюються від експерименту до експерименту при моделюванні одних і тих же параметрів технічного стану, тобто мають найменшу дисперсію за умови, що середні значення цих ознак для різних дефектних станів значно відрізняються один від одного.

Для виділення ознак, що володіють мінімальною дисперсією, будується кореляційна матриця ознак:

$$K = \begin{vmatrix} k_{11} & \dots & k_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & \dots & k_{nn} \end{vmatrix}, \quad (1)$$

в якій ступінь корелювання ознак визначається за формулою:

$$k_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^q (u_{il} - MU_i)(u_{jl} - MU_j)}{q-1}, \quad (2)$$

де MU_i - оцінка математичного очікування ознаки u_i ; MU_j - оцінка математичного очікування ознаки u_j ; q - число повторних експериментів.

Якщо ознаки незалежні, тобто $k_{ij} = k_{ji} = 0$ і їх кореляційна матриця діагональна, легко встановити, які ознаки мають максимальну дисперсію і отже, більшу інформативність. Корельовані ознаки і ознаки, котрі володіють великою дисперсією, можуть бути виключені, що спрощує діагностичне обладнання і знижує його вартість.

При використанні діагностичних ознак отриманих шляхом розкладання віброакустичного сигналу по системі ортогональних функцій, кореляційна матриця завідомо є діагональною.

Відносно інформативності ознак можна помітити наступне: якщо під інформативністю ознаки розуміти кількість інформації, яке система розпізнавання отримує при вимірюванні цієї ознаки:

$$J(u_j) = H_0 - H(u_j), \quad (3)$$

то послідовна оцінка інформативності $J(u_1), J(u_2), \dots, J(u_n)$ дозволила б ранжувати ознаки за величиною інформативності, а потім виключити ті з них інформативність яких низька, і тим самим скласти робочий словник ознак, тобто мінімізувати опис об'єкта діагностування. У виразі (3) початкова ентропія системи:

$$H_0 = -\sum_{i=1}^m P(W_i) \ln P(W_i), \quad (4)$$

де m - кількість структурних параметрів; $P(W_i)$ - апіорна ймовірність стану.

Ентропія після вимірювання ознаки u_j :

$$H(u_j) = -\sum_{i=1}^m P(W_i / u_j) \ln P(W_i / u_j), \quad (5)$$

$$P(W_i / u_j) = \frac{P(W_i) p_i(u_j)}{\sum_{i=1}^m P(W_i) p_i(u_j)}, \quad (6)$$

де $P(W_i / u_j)$ - апостеріорна ймовірність віднесення стану розпізнавання об'єкта до класу W_i ; $p_i(u_j)$ - умовна щільність розподілу ознаки u_j в W_i -му класі.

Одна з основних вимог до діагностичної ознаки - висока чутливість до зміни даного структурного параметра, тобто велика відносна швидкість його зміни від нормального стану механізму до дефектного:

$$J_j = (u_j^h - u_j^p) / u_j^p, \quad (7)$$

де u_j^h і u_j^p - значення діагностичних ознак при несправному і робочому станах механізму.

Список літературних джерел

1. Малкин В.С. Техническая диагностика / В.С. Малкин. – СПб: Издательство «Лань», 2013. – 272 с.
2. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
3. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
4. Балицкий Ф.Я. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов / Ф.Я. Балицкий, Н.А. Иванова, А.Г. Соколова, Е.М. Хомяков. - М: Наука, 1984. –120 с.
5. Костюков В.Н. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин / В.Н. Костюков, А.П. Науменко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 360 с.
6. Зелінська О. В. Актуальні проблеми підвищення надійності та ефективності діагностування сільськогосподарської техніки / О. В. Зелінська, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Н. Р. Веселовська // Збірник наукових праць, серія «Галузеве машинобудування, будівництво» – Полтава. – 2009. – Випуск 3(25), Том 2. – С. 91–94.
7. Абрамов И.Л. Вибродиагностика энергетического оборудования / И.Л. Абрамов. – Кемерово, 2011. – 80 с.

Борисюк Дмитро Вікторович – інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bddv@mail.ru

Бувалець М. Ю.; Рулевська Т. Ф.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

СТАН ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СУЧАСНОМУ ТРАНСПОРТІ

В роботі в стислій формі розглянуто нові матеріали та технології які можуть бути використані в «водневому» транспорті. Також висвітлені деякі проблеми, що «гальмують» впровадження «водневих» технологій.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільної галузі [1-12]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових матеріалів та технологій в автомобільній промисловості.

Компанія Toyota розраховує перейти на водневу технологію другого покоління і збільшити продажі подібних авто. Наступне покоління автомобілів з двигунами на водневих паливних елементах за вартістю буде порівняно з бензиново-електричними гібридними машинами. Компанія планує збільшити виробництво таких машин в 10 разів в найближчі 8 років.

"На початку 2020-х років ми запустимо технологію водневого палива наступного покоління, це забезпечить істотний крок вперед. Сьогодні виробництво Mirai обмежене 3000 автомобілів на рік, але до 2025 року ми очікуємо, що ця цифра стане в десять разів більше", - заявив генеральний менеджер бізнес-планування Toyota Наомічі Хата.

В даний час гібридна Toyota Prius коштує близько \$ 25000, а воднева Mirai продається приблизно за \$ 70000 - в зв'язку з витратами на її розробку. Однак нове покоління водневої паливної технології буде значно дешевше у виробництві, запевняють в Toyota [13].

В США випробували "паливо майбутнього" - водень і нанопорошки. Водень отримують дешевше звичайного в 8-10 разів, а нанопорошки - в 20-30 разів. Зараз з'явилися автозаправки для паливних елементів на водні. 1 кілограм водню там стоїть 16,5 доларів. Розрахунки показують 1-2 долари. Що стосується нанопорошків, то вони коштують від 60 до 300 - 400 доларів за 1 кілограм. Їх можна запропонувати за 12 доларів.

Подвійною інновацією стала технологія по синтезу водню новим методом. У воду занурюється металева пластина, яку "підривають" електрогідролітичним ударом. Від пластини розлітаються наночастинки, які розщеплюють молекули води на кисень і водень. На сьогоднішній день, заявляють автори, це найдешевша технологія водню з води. Інші водняні технології ще дорожчі, тому що використовують природний газ.

А в ході синтезу водню відпрацьовані наночастинки осідають в нанопорошок. Іншими словами, на виході виходить ще один цінний матеріал без зайвих витрат.

Поки вчені випробували 4 види каталізаторів: оксид алюмінію, мідь, оксид цинку, а також один неметал - графіт.

Нанопорошки по всьому світу застосовують все частіше. Порошок алюмінію і цинку можна вносити в фарби, щоб збільшити їх стійкість до корозії, а також в фільтри по очищенню повітря і в металокераміку.

Наночастинки міді можна використовувати в біо- і електрохімічних сенсорах. Наночастинки графіту - додавати в паливо, щоб скоротити знос двигунів. Це лише одиниці серед десятків інших можливих застосувань [14].

Одним з результатів розробок стало експериментальне купе на базі серійної моделі BMW i8, яке замість гібридного силового агрегату отримала в своє розпорядження установку на водневих паливних елементах.



Рисунок 1 – Процес зарядки бака воднем займає не більше 5 хвилин [15]

Водень закачується в циліндричний балон під тиск 700 бар, який знаходиться в трансмісивному тунелі. Подібне розташування 160-кілограмового бака дозволяє не тільки знизити центр ваги і оптимізувати розподіл маси між осями, але і максимально захистити його в разі аварії. Крім того, корпус балона виконує функцію несучого елемента купе.

Енергія, що отримується в результаті хімічної реакції між воднем і киснем, відправляється до 245-сильного електромотора.

Запасу водню досить, щоб подолати більше 500 кілометрів, причому процес заправки займає менше 5 хвилин, а єдиним продуктом роботи машини є звичайна вода. У компанії BMW планують почати серійний випуск водневих авто в найближчі роки, коли вдасться істотно розширити інфраструктуру заправних станцій.

Балон для водню являє собою тонкий і довгий циліндр з композитних матеріалів, надійно захищений від розгерметизації. Він важить 160 кг і дозволяє вмістити до 7,1 кг водню.

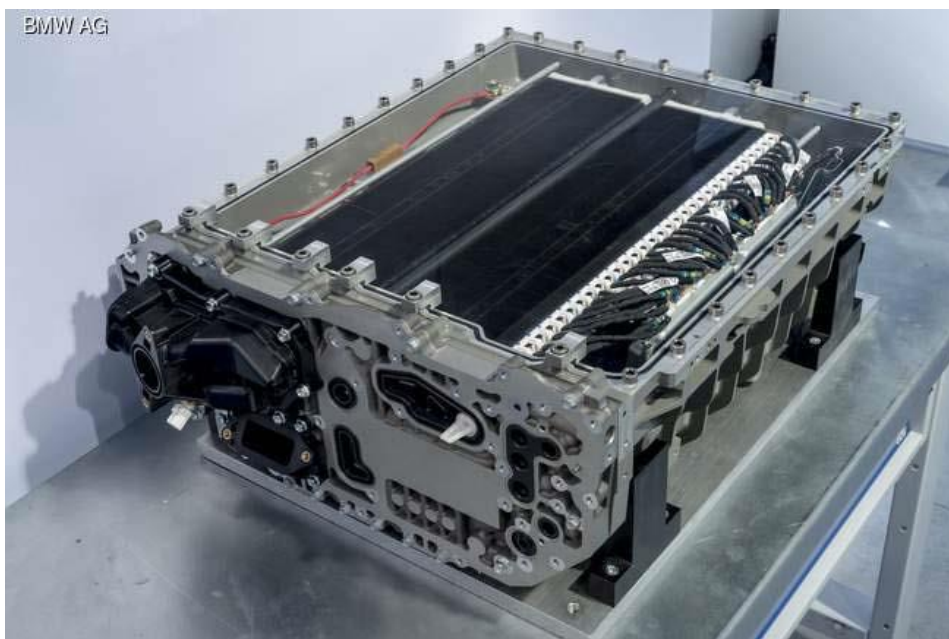


Рисунок 2 – Балон для водню

Батарея паливних елементів складається з набору паливних осередків, яких може бути від 200 до 400 штук. Кожна комірка складається з двох металевих пластин і спеціальної мембрани між ними. В результаті хімічної реакції між воднем і киснем, виділяється електроенергія, яка передається далі до електромотора, а вода, що утворюється в наслідок реакції відводиться від осередків по численним канавкам.

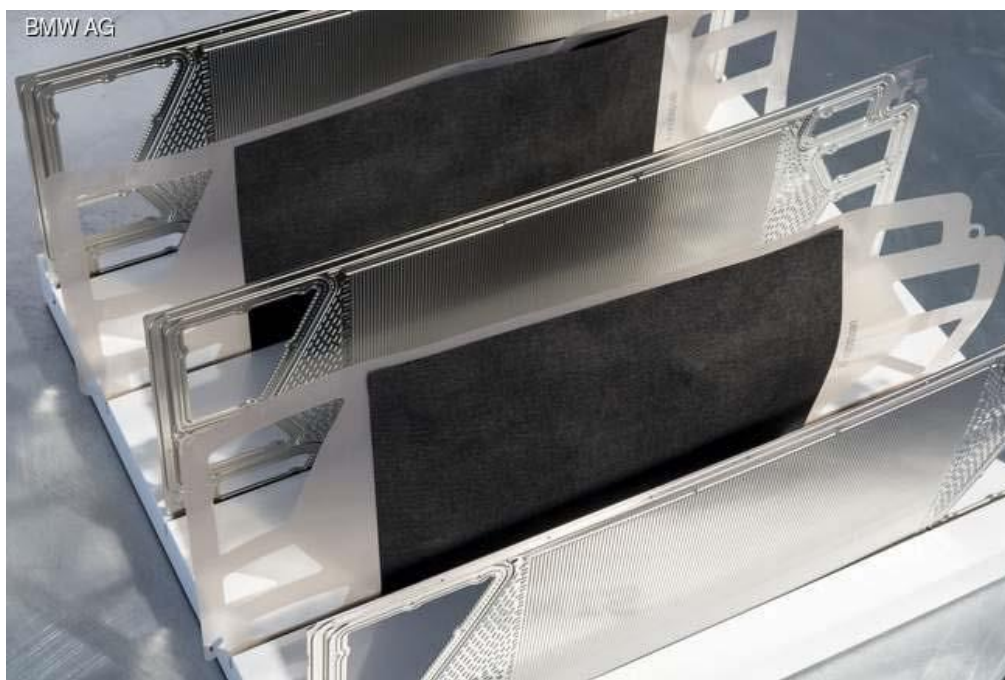


Рисунок 3 – Батарея паливних елементів

Небезпека водневого палива. Небезпека використання водню як палива пов'язана з двома факторами: високою летючістю водню, через яку він проникає через дуже невеликі зазори, і легкість займання [16]. З іншого боку, при пробі паливного бака бензин розливається калюжею по поверхні, тоді як водень випаровується у вигляді спрямованого струменя [17]. Однак є небезпека запалення замкнутого простору салону автомобіля воднем.

Головні мінуси водневих автомобілів. На прикладі Toyota Mirai, як першого посправжньому масового водневого автомобіля, розберемо їх мінуси, яких не так вже й мало.

По-перше, ціна. Сьогодні Toyota Mirai продається за \$ 60 - 70 тис. Залежно від країни, податків і пільг, субсидій, це ціна базової Tesla Model S в США; це в 2 - 3 рази дорожче гібрида Toyota Prius або Chevrolet Volt. Причому на моделі Mirai компанія Toyota ще й втрачає гроші! Згідно інсайд-інформації, реальна ціна Toyota Mirai становить \$ 100-120 тис. Цей факт підтверджує і інший малосерійний водневий автомобіль недавнього минулого - Hyundai Tucson (iX35) Fuel Cell, який в момент своєї появи на ринку був оцінений в \$ 144 тис [18].

По-друге, ціна поїздки. Так, сьогодні 1 кг водню коштує близько \$ 8; при витраті 1-1,3 кг на 100 км шляху вартість залікової «сотні» пробігу виявляється близько \$ 8-10 - що можна порівняти з вартістю поїздки на бензиновому автомобілі, а гібрид або дизель можуть виявитися навіть вигідніше! У той же час вартість поїздки на електрокарі ледь перевищує \$ 1 - 2 за 100 км шляху. Причому водень потрібно десь брати - і цим «десь» будуть водневі заправки, які можна контролювати так, як заманеться кільком великим мережним гравцям ринку: те, що сьогодні відбувається з продажем бензину і дизельного палива. Та й самі заправки дуже дорогі: невелика воднева АЗС обходиться в \$ 250-300 тис., середня - в \$ 2-3 млн. Що за розподіл на велику і середню? Цей поділ в залежності від кількості водневих автомобілів, які можна заправити за добу: невелика воднева розрахована на заправку 25 - 30 водневих автомобілів; велика може заправити 250 автомобілів або 50 автобусів - дуже мало!

Звичайно, існують і великі водневі АЗС, але вони дуже дорогі (\$ 5-10 млн.), або будуються поряд з підприємством по виробленню водню, або мають величезне сховище, що вимагає складного, масштабного, і знову-таки дорогого, будівництва.

Нарешті, третє - вага і габарити. Водневий автомобіль Toyota Mirai при довжині 4,9 м важить 1 850 кг і вміщає 4-х людей плюс багажник на 361 л. Як бачимо, водневий автомобіль страждає також, як електрокар: він важкий і не дуже просторий. Зайва вага (+ 200-300 кг в порівнянні зі схожою ДВЗ-моделлю) обумовлює складна конструкція: наявність паливних осередків, додаткової батареї, електричного перетворювача. Причина невеликого внутрішнього обсягу криється в масивних балонах для водню. У випадку з електрокаром в усьому винна АКБ, однак хоч конструкція виявляється в рази простіше.

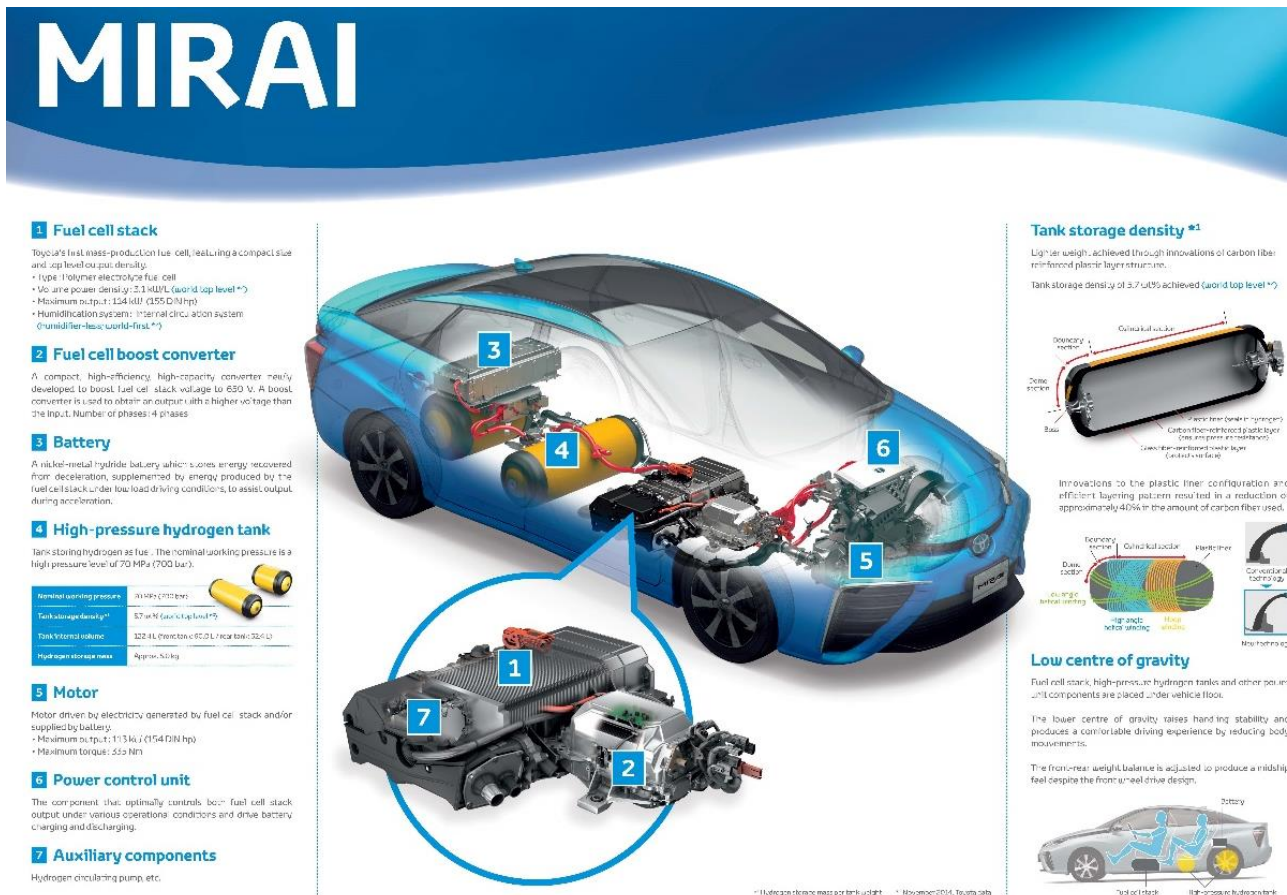


Рисунок 4 – Інфографіка Toyota Mirai [13]

В цьому винна не модель Toyota Mirai, а взагалі клас водневих автомобілів. Занадто багато питань слід вирішити: де брати водень «недорого»? Як побудувати мережу АЗС? Що робити з деградацією паливних осередків? Чи можна зменшити ціну авто?

І все це було затіяно лише для того, щоб зробити можливим швидко «заправку» автомобіля - мабуть, головну проблему сучасного електрокара.

Як тільки з'являться можливості швидко заряджати електрокар - в цей момент необхідність в водневих автомобілях пропаде. І на вирішення всіх питань, пов'язаних зі світом водневих авто, може піти навіть більше часу і ресурсів, ніж на поширення надшвидких зарядних станцій для електрокарів, тим більше, що перша така станція вже з'явилася в США, і а в 2018 році вони почнуть активно відкриватися в США і Європі.

Фактори, що стримують впровадження водневих технологій.

Відсутність водневої інфраструктури (частково цю проблему можна вирішити зокрема пристроєм домашніх заправок при приватних житлових будинках). Недосконалі

технології зберігання водню. Відсутність стандартів безпеки, зберігання, транспортування, застосування і т. д .

Поширені сучасні способи безпечного зберігання водню вимагають більшого обсягу паливних баків, ніж для бензину. Тому в розроблених на сьогоднішній день автомобілях заміна палива на водень призводить до значного зменшення обсягу багажника [19]. Можливо в майбутньому ця проблема буде подолана, але швидше за все за рахунок деякого збільшення габаритів легкових авто. Для інших класів автомобілів (автобусів, вантажних автомобілів, різноманітних спеціальних автомашин) проблема збільшення габаритів транспортного засобу не настільки гостра. Зокрема на автобусах паливні елементи можуть розміщуватися на даху кузова, подібно до того як це робиться наприклад з тролейбусним електроустаткуванням.

Висновки. Впровадження та застосування водневих технологій на автомобільному транспорті, ще потребують додатково часу на вирішення деяких проблем, що перелічені вище.

Список літературних джерел

1. 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.
2. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця, с.49-57.
3. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. – С. 97 -102.
4. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. – С.105 -112.
5. 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. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf> .
6. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.
7. Балицький О. І., Душар І. Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл.№ 3, 2010 - 4 с.
8. Колесников В. А., Балицкий А. И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СХУ.- 2011. – С. 81 – 87.
9. Балицький О. О., Колесніков В. О., Еліаш Я., М. Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

10. Курьлев В. О., Тупельняк О. Л., Колесников В. А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. – С. 104 - 107.

11. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17-29.

12. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008.-s.91-102.

13. Toyota перейде на водневу технологію. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hronika.info/avto/270378-toyota-pereydet-na-vodorodnuyu-tehnologiyu.html>.

14. В США випробували "паливо майбутнього" - водень і нанопорошки. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.yerkramas.org/article/127501/video-armyane-iz-ssha-ispytali-toplivo-budushhego---vodorod-i-nanoporoshki?utm_source=vsluh.net.

15. Водневий спорткар від BMW заряджається за 5 хвилин. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hronika.info/avto/67613-vodorodnyy-sportkar-ot-bmw-zaryazhaetsya-za-5-minut.html>.

16. Мацкерле Ю. Водород и возможности его применения в автомобиле // Современный экономичный автомобиль = Automobil s lepší účinností / Пер. с чешск. В. Б. Иванова; Под ред. А.Р. Бенедиктова. — М.: Машиностроение, 1987. — С. 273 - 282. — 320 с.

17. Моделирование утечки топлива. Сравнение водорода с бензином. Университет Майами, 2001. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://evworld.com/library/swainh2vgasVideo.pdf>.

18. Чи можуть водневі автомобілі скласти конкуренцію електромобілю? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://e-move.com.ua/mogut-li-vodorodnye-avtomobili-sostavit-konkurenciyu-elektromobilyam>.

19. 7. Воднева казка. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org>

Бувалець Микола Юрійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Рулевська Ірина Федорівна – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Буйкус К. В., к.т.н., доц.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Локализация отказавшего элемента автомобиля — сложный процесс и требует знаний высокого уровня.

Предлагается системный подход к обнаружению отказавшего элемента на базе экспертных оценок.

Экспертная система может быть реализована в форме компьютерной программы с общим доступом (например, на базе социальной сети), которая обрабатывает информацию из всевозможных источников для решения проблемы.

Система анализирует информацию и выдает рекомендации, а также объясняет логику рекомендаций.

Система состоит из четырех взаимосвязанных программных модулей: модуль пополнения базы данных, база данных, модуль обработки данных и пользовательский интерфейс.

База данных наполняется информацией от специалистов, специализированных книг и автомобильных сайтов (в том числе форумов).

Для упрощения идентификации предлагаемая система делит отказы автомобилей на три основных типа:

1. Состояние запуска — отказы, препятствующие нормальному запуску двигателя. Например: двигатель не работает, посторонние звуки, двигатель работает и останавливается. Эти проблемы могут быть вызваны одним или несколькими отказами: отказ стартера или аккумуляторная батарея разряжена.

2. Состояние холостого хода — отказы, которые могут возникать после запуска двигателя, например: выброс несгоревшего топлива, сизый выхлоп.

3. Состояние движения — отказы, которые могут возникать во время движения автомобиля.

Связь между пользователем и системой осуществляется через пользовательский интерфейс, который представлен в виде меню, отображающего вопросы пользователю, а пользователь отвечает «Да» или «Нет».

При запуске системы на экране отображается главное меню, в котором пользователю предлагается выбрать одно из трех состояний автомобиля, указанных выше.

Далее в зависимости от уточняющих ответов пользователя система делает выводы на основании удовлетворяющих фактов, хранящихся в базе данных, и предлагает алгоритм действий по устранению отказа.

Буйкус Кястас Вито — к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей», Белорусский национальный технический университет

Вдовиченко В. О., к.т.н., доц.

СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ ВЗАЄМОДІЄЮ СУБ'ЄКТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОМУ ВУЗЛУ

Представлена послідовність реалізації комплексу управлінських дій спрямованих на підвищення ефективності взаємодії суб'єктів міського громадського пасажирського транспорту в транспортно-пересадочному вузлу.

Загальний критерій ефективності функціонування системи відображає стан досягнення висунутою перед нею головної місії. Відповідно до виділених методологічних принципів формування сталого розвитку міст, в умовах міського середовища головним критерієм оцінки ефективності міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) при прийнятті управлінських рішень щодо організації взаємодії в транспортно-пересадочному вузлу (ТПВ) є забезпечення його системної ефективності, яка вимірюється рівнем запасу сервісно-ресурсної сталості відносно допустимих значень внутрішніх (час пересадки, час простою транспортних засобів) та зовнішніх параметрів функціонування (вплив на екологічне середовище, рівень конфліктності руху). При оцінці управлінських дій щодо впровадження відповідних технологічних рішень в організації взаємодії суб'єктів МГПТ в ТПВ системна ефективність розподіляється на певні локальні критерії, що характеризуються показниками які повинні загалом виражати головну міру бажаного результату, виступають комплексною основою для прийняття та розгляду варіантів їх реалізації. Використання групи локальних критеріїв оцінки ефективності впровадження технологічних рішень дозволяє забезпечити наступні переваги:

- скорочення варіативності простору можливих рішень;
- дозволяє сформувавши логічну структуру алгоритму пошуку ефективного стану суб'єктів МГПТ в умовах опису складних системних взаємозв'язків;
- забезпечує можливість проведення структурно-логічного аналізу ризиків виникнення конфліктних ситуацій в ТПВ та виділення на його основі необхідних заходів щодо усунення джерел їх виникнення;
- підвищує точність та знижує трудомісткість проведення досліджень.

На основі проведеного технологічного аудиту функціонування МГПТ м. Харків, м. Кривий Ріг, м. Херсон, м. Слов'янськ та сформованих вимог до ефективності функціонування ТПВ виділена структурна послідовність реалізації основних етапів технологічних механізмів підвищення ефективності взаємодії суб'єктів, які передбачають реалізацію локальних рішень за наступними напрямками:

- визначення доцільності впровадження пріоритетного руху на ділянках вулично-дорожньої мережі на підході до ТПВ;
- раціональний розподіл маршрутів між зупиночними пунктами ТПВ;
- визначення меж допустимої тривалості простою транспортних засобів у зупиночних пунктах;
- розосередження періодів простою транспортних засобів у зупиночних пунктах за часом (слот-координація);
- дублювання зупиночних пунктів ТПВ (оперативний перерозподіл маршрутів).

Вдовиченко Володимир Олексійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Волков В. П., д.т.н., проф.; Грицук І. В., д.т.н., проф.; Грицук Ю. В., к.т.н., доц.;
Волков Ю. В.*

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Представлена у роботі методика дозволяє в оперативному режимі на основі інформаційних і апаратно-програмних можливостей дистанційного моніторингу та конкретної системи управління здійснювати визначення швидкості транспортного засобу в умовах експлуатації.

Системи моніторингу технічного стану в умовах інтелектуальної транспортної системи (ITS) дозволяють здійснювати безперервний автоматичний контроль технічних параметрів транспортного засобу (ТЗ) і його складових елементів, розпізнавати відмовні стани і запобігати їх розвитку, а також здійснювати перехід до організації системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) за технічним станом [1-3]. Як правило, такі системи являють собою складний комплекс бортових і стаціонарних технічних і програмних засобів.

Найбільш ефективною і найменш витратною комбінацією для реалізації інтелектуального моніторингу технічного стану ТЗ є система, що включає в себе поєднання штатного і опційного інформаційно-діагностичного обладнання, яке програмно вбудовано в навігаційно-зв'язковий комплекс і реалізує функції супутникової навігації.

Для визначення швидкості ТЗ в умовах експлуатації засобами ITS використовували декілька етапів. Розглянемо результати на прикладі одного маршруту з електронним звітом результатів проведеного дослідження.

На першому етапі процес визначення швидкості ТЗ здійснювався в цілому для всієї ділянки дослідного відрізка шляху (маршруту руху). Для цього використано результати – електронний звіт, отриманий за допомогою ІПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» [4-6].

На другому етапі для визначення швидкості руху ТЗ з урахуванням умов експлуатації розбивали дослідну ділянку шляху пропорційно на 10 відрізків. Підхід був наступний. Для подолання відстані у 172,6 км була отримана 9541 фіксація (вимірювання) часу через 1 сек. Тобто в результаті поділу було отримано 9 ділянок по 1000 вимірювань і одна – на 541 вимірювання часу відповідно.

На основі проведеного дослідження отримали однозначну відповідь у тому, що визначення умов експлуатації за швидкістю ТЗ, за результатами першого і другого етапів досліджень, виконати не можливо. Потрібно на початку визначення і дослідження швидкості руху ТЗ, витрати палива і визначення відносного коефіцієнту зміни швидкості руху [7] проводити формування геозон шляху руху ТЗ. При цьому потрібно відокремлювати геозони руху ТЗ у місті і рух ТЗ за містом.

На третьому етапі для визначення швидкості руху ТЗ з урахуванням умов експлуатації розбивали дослідну ділянку шляху в залежності від формування геозон на всій відстані шляху, що досліджувалась. Підхід був наступний. В першу чергу виділяли геозони міст з обмеженням максимальної швидкості руху за вимогами ПДР 80 км/год і геозони за містом з обмеженням максимальної швидкості руху за вимогами ПДР 130 км/год. Результати формування геозон на третьому етапі дослідження показані на рис. 1.

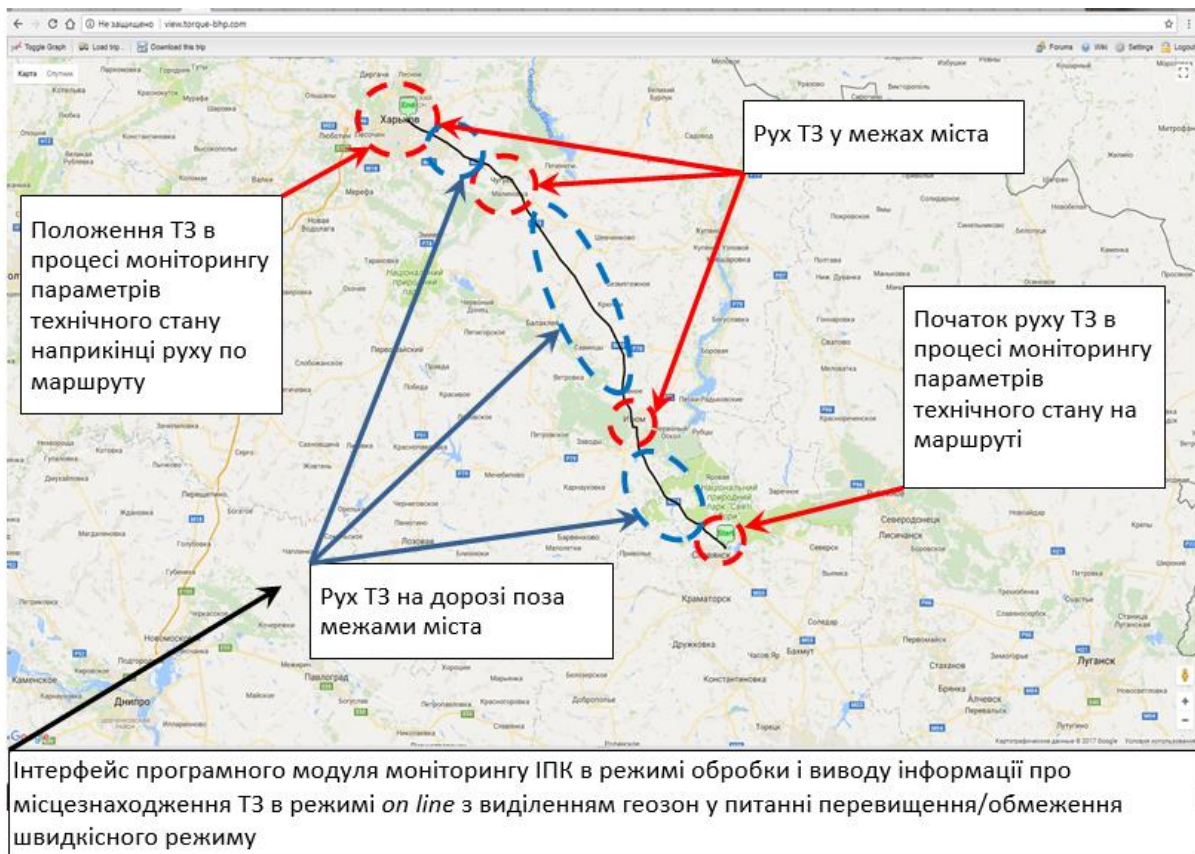


Рисунок 1 – Формування геозон дослідної дільниці

Таким чином, в результаті аналізу умов використання ТЗ в умовах експлуатації на основі звіту було сформовано 8 геозон. Швидкість руху ТЗ в геозонах встановлювалась відповідно до положень розділу 4.5.2., а саме в геозонах 1, 3, 5, 7 було встановлено обмеження 130 км/год (для умов руху ТЗ за містом), а в геозонах 2, 4, 6, 8 – 80 км/год (для умов руху ТЗ у місті).

В результаті обробки протоколу дослідження (звіту) було отримано зміну швидкості руху ТЗ в залежності від положення дільниці, відстані шляху і часу руху.

Всі отримані результати зміни параметрів в звіті в частині середніх швидкостей руху ТЗ наведені на рис. 2.

Значення $V_{\text{сеп}}$ на рис. 2 було отримано за наступними залежностями (в порядку розрахунку за наведеними формулами):

$$V_{\text{сеп}} = S_{\Sigma i} / t_{\Sigma \text{рух } i} \quad (1)$$

$$V_{\text{сеп}} = S_{\Sigma i} / (t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_{\Sigma i} \quad (2)$$

$$V_{\text{сеп}} = \Sigma (S_i / t_{\text{рух } i}) / n_i \quad (3)$$

$$V_{\text{сеп}} = \Sigma (S_i / (t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_i) / n_i \quad (4)$$

$$V_{\text{сеп}} = \Sigma V_{\text{GPS сеп } i} / n_i \quad (5)$$

$$V_{\text{сеп}} = \Sigma V_{\text{OBD сеп } i} / n_i \quad (6)$$

де $V_{\text{сеп}}$ – середня швидкість руху ТЗ в межах відстані руху; $S_{\Sigma i}$ – сума відстаней

i - дільниць; $t_{\Sigma \text{рух } i}$ - Σ часу руху ТЗ на i - дільницях в межах відстані руху; $(t_{\text{рух}} + t_{\text{ст}})_{\Sigma i}$ - Σ часу руху ТЗ і зупинки, стоянки на i - дільницях в межах відстані руху; n_i - кількість дільниць; $V_{\text{GPS } \text{сер } i}$ - середня GPS швидкість руху ТЗ в межах кожної i - дільниці, що були отримані із звіту; $V_{\text{OBD } i}$ - середня OBD швидкість руху ТЗ в межах кожної i - дільниці, що були отримані із звіту.

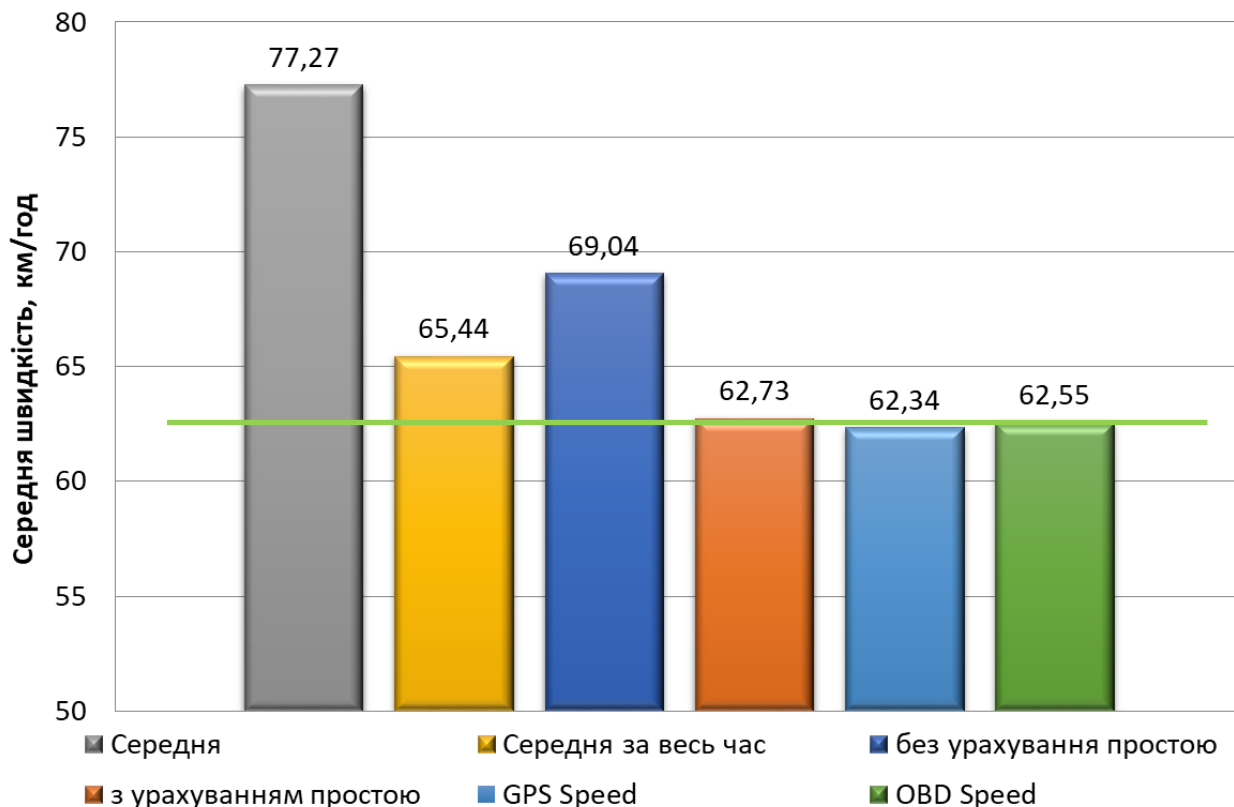


Рисунок 2 – Результати визначення зміни середньої швидкості руху ТЗ за результатами обробки звіту

З отриманого результату видно, що після обробки отриманих параметрів технічного стану у звіті отримуються різні середні швидкості руху ТЗ в умовах експлуатації. В результаті аналізу середніх швидкостей в подальших розрахунках використовуємо швидкість $V_{\text{сер}} = 62,55$ км/год, тому, що саме це значення найбільш коректно враховує обмеження геозон в частині обмежень щодо руху в місті і поза ним та умови експлуатації ТЗ. Отримане значення в подальшому може бути використано для визначення умов експлуатації транспортного засобу інформаційними методами за методикою проф. М. Я. Говорущенко [7].

Список літературних джерел

1. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов, П.Б. Комов, И.В. Грицук, Ю.В. Волков, Е.А. Комов // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013.– 398с.
2. Ахмедов Т.Н. Основы системы контроля состояния транспортного средства в процессе выполнения перевозок / Т.Н. Ахмедов, С.В. Жанказиев, А.Е. Финкель / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 138 – 164.
3. Волков В.П. Структурний підхід до розробки автоматизованої системи збирання даних і моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Науковий вісник Херсонської державної морської

академії, № 1 (16), 2017. – С.120-131.

4. Волков В.П. Особливості формування інформаційної системи класифікації умов експлуатації транспортних засобів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 30. – К.: ДЕУТ, 2017. – С. 84 – 94.

5. Волков В.П. Обґрунтування і розробка інформаційної математичної моделі оцінювання поточного і прогнозування параметрів технічного стану автомобіля в умовах експлуатації / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017.– №2(9)-С.18-29.

6. Твір науково-практичного характеру «Технічний регламент і результати роботи інформаційного програмного комплексу (продукту) «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» (Identification, Monitoring technical condition, Diagnosis, Operating conditions of the vehicle under ITS) при здійсненні ідентифікації, моніторингу параметрів технічного стану, діагностування, ідентифікації умов експлуатації транспортного засобу в умовах інтелектуальних транспортних систем» / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков, З.І. Краснокутська, Т.В. Волкова, О.М. Вольська, Т.В. Покшевницька, А.І. Грицук, М.В. Володарець, В.Ю. Грицук, В.В. Вербовська, А.В. Ченцов // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 75506 от 22.12.2017. Заявка від 26.10.2017 №76361.

7. Говорущенко Н.Я. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту). Ч.1 / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Х.: РІО ХГАДТУ, 1998. – 255 с.

Волков Володимир Петрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грицук Ігор Валерійович – д.т.н., професор кафедри експлуатації судових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія

Грицук Юрій Валерійович – к.т.н., доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ

Волков Юрій Володимирович – аспірант кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Волков В. П., д.т.н., проф.; Павленко В. М., к.т.н., доц.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Розглянуто можливості інтелектуальних мультиагентних систем та агентів, щодо використання їх на автомобільному транспорті при технічному обслуговуванні.

Використання комп'ютерної техніки останніх поколінь і розвиток відповідних програмних комплексів привели до реальної можливості створення систем штучного інтелекту, інтелектуалізованих інформаційно-обчислювальних комплексів, мультиагентних і експертних систем в різних областях знань [1].

Інтелектуальні мультиагентні системи (ІМАС) – це напрям штучного інтелекту, який сформувався на основі результатів досліджень в області розподілених комп'ютерних систем, мережових технологій вирішення проблем і паралельних обчислень.

В мультиагентних технологіях закладається принцип автономності окремих частин програм, чи елементів, спільно функціонуючих в розподіленій системі, де одночасно протікає безліч взаємопов'язаних процесів [2, 3].

Завдання, які можна вирішити за допомогою ІМАС:

- управління інформаційними потоками і мережами;
- пошук інформації в мережі Інтернет;
- електронна комерція, навчання;
- колективне прийняття багатокритеріальних управлінських рішень та інші.

В таких технологіях закладений принцип автономності окремих частин програми, спільно функціонуючих в розподіленій системі, де одночасно протікає безліч процесів. Агентом в таких системах, є автономний штучний об'єкт, зазвичай комп'ютерна програма, що володіє активним мотивованим поведженням і здатна до взаємодії з іншими об'єктами в динамічних віртуальних середовищах. Кожен агент може приймати повідомлення, інтерпретувати їх зміст і формувати нові повідомлення, які або передаються в загальну базу, або направляються іншим агентам.

Властивості інтелектуальних агентів приведені на рис. 1.

| | |
|------------------|--|
| Основні | можливість функціонувати без втручання і здійснювати контроль власних дій та внутрішнього стану; |
| | здатність до реалізації дій та організації; |
| | комунікація та взаємодія з іншими агентами; |
| | реальне сприйняття стану середовища і реакція на його зміну; |
| | цілеспрямованість; |
| | наявність базових знань про себе, про інших агентів і про навколишнє середовище; |
| | змінна часткових базових знань; |
| | прагнення до певних станів; |
| | наміри для виконання своїх зобов'язань; |
| | виконувати прохання або доручення інших агентів. |
| Додаткові | правдивість; |
| | готовність до співпраці з іншими агентами; |
| | пріоритетність загальних цілей в порівнянні з особистими; |
| | здатність агента мігрувати по мережі в пошуках необхідної інформації. |

Рисунок 1 – Загальні властивості агентів в мультиагентних системах

Кожен інтелектуальний агент розвивається відповідно до власної моделі поведінки, яка може змінюватися в рамках його індивідуального життєвого циклу. Життєвий цикл конкретного агента представлений у вигляді дискретної системи, при певних умовах та змінює свій внутрішній стан, і може бути заданий у вигляді графа переходів між стадіями (режимами) його існування (рис. 2).

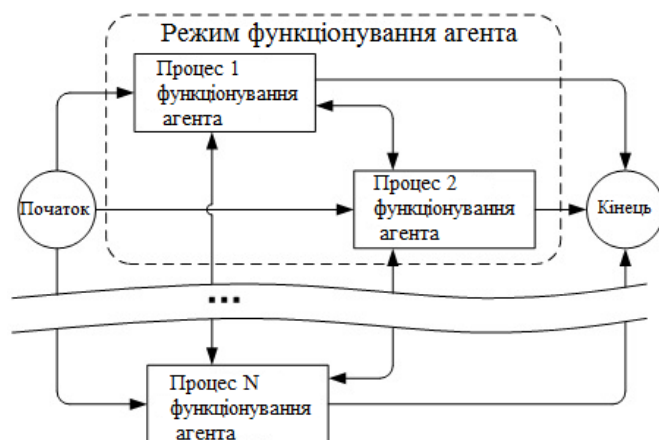


Рисунок 2 – Життєвий цикл агента

Відповідно до такого циклу, алгоритм збору, аналізу, і вироблення рекомендацій для користувача буде заснований на мультиагентному підході. Суть мультиагентного підходу в цьому випадку полягає в тому, що набагато ефективніше впровадити кілька інтелектуальних агентів, які будуть відповідати за свій невеликий сегмент, ніж використовувати один електронний пристрій із заданою жорстко програмою функціонування, що відповідає за всю діагностику (в даний час вся інформація з датчиків надходить в ECU (Engine Control Unit)).

Кожен агент містить базу знань, яка поширюється лише на один елемент автомобіля. Наприклад, перший агент відповідає за роботу включення і виключення автомобіля, інший агент відстежує роботу гальмівної системи, третій агент контролює роботу двигуна, четвертий агент стежить за покриттям дороги та т.п..

Висновки. Ранні конструкції систем діагностики були здатні формувати і зберігати лише невелике число кодів, але зараз, за допомогою мультиагентних систем можна створювати базу знань. Такі бази знань здатні значно поліпшити роботу діагностів та пришвидшувати виявлення несправностей в кілька разів. Ця швидкість буде залежати від здатності програмного забезпечення бортових комп'ютерів, засноване на технології інтелектуальних агентів.

Список літературних джерел

1. Мультиагентные системы: самоорганизация и развитие / [Лихтенштейн В., Конявский В., Росс Г., Лось В.]: Высшая школа, 2008. – 264 с.
2. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://m2m-t.ru/solutions/its/> – Загл. с экрана.
3. Ощепкова Е. А. Информационные технологии на автомобильном транспорте / Е. А. Ощепкова // Кемерово: КузГТУ, 2012. – 144 с.

Волков Володимир Петрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко В'ячеслав Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ТРАНСПОРТНОМУ ВУЗЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ANYLOGIC

Розглянута можливість вирішення задачі оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою пакету програм AnyLogic, який має підтримку всіх існуючих методів імітаційного моделювання та їх комбінації

Вступ. Транспортні системи зазвичай являють собою складний комплекс технічних і програмних засобів. Тому для опису і прогнозування поведінки цих систем доручним є застосування імітаційного моделювання, яке дозволяє врахувати все різноманіття транспортних ситуацій та їх стохастичний прояв [1].

Найбільш зручним і простим у використанні з існуючих програмних продуктів є AnyLogic, а його основною перевагою є те, що він має підтримку всіх існуючих методів імітаційного моделювання та їх комбінацій, а також потужну вбудовану бібліотеку для моделювання об'єктів та процесів транспортних систем.

Мета роботи. Метою роботи є вирішення задачі оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою пакету програм AnyLogic.

Основна частина. Програмний продукт AnyLogic містить велику бібліотеку візуальних компонентів, при цьому розробник може також створювати і додавати в середу власні компоненти [2, 3]. Моделі зберігаються як Java-аплети.

Оптимізація моделі AnyLogic полягає в послідовному виконанні декількох прогонів моделі з різними значеннями параметрів і знаходженні оптимальних для даного завдання значень параметрів. У AnyLogic вбудований оптимізатор OptQuest, який автоматично знаходить найкращі значення параметрів моделі з урахуванням заданих обмежень. Комбінуючи евристики, нейронні мережі і математичну оптимізацію, OptQuest дозволяє знаходити значення параметрів моделі, відповідні максимуму або мінімуму цільової функції, як в умовах невизначеності, так і за наявності обмежень [3].

Для того, щоб оптимізувати модель необхідно:

- 1) створити оптимізаційний експеримент;
- 2) задати цільовий функціонал (функцію, яку потрібно мінімізувати або максимізувати);
- 3) задати оптимізаційні параметри (параметри, значення яких будуть змінюватися);
- 4) задати обмеження, які будуть накладені на значення параметрів і змінних (опціонально);
- 5) задати умови зупинки прогон;
- 6) задати умови зупинки оптимізації;
- 7) запустити оптимізаційний експеримент.

Остання версія AnyLogic 8.2.3, в якій проведено моделювання, містить [2, 3]:

- 1) графічні елементи розмітки простору для побудови дорожніх мереж (дорога, перехрестя, автобусна зупинка, парковка, стоп-лінія);
- 2) вибір шляху автомобіля з урахуванням обмежень швидкості, логіки зміни смуг, вибору менш завантаженої смуги, виявлення (можливих) зіткнень і вжиття заходів щодо їх уникнення на перехрестях;
- 3) можливість завдання різних типів автомобілів зі специфічними атрибутами і анімацією.

Для вирішення задачі оптимізації дорожнього руху в транспортному вузлі було створено цифрограму інтенсивностей транспортних потоків у вузлі (рис. 1), а на його основі

графічну модель руху транспортних засобів у ньому (рис. 2)

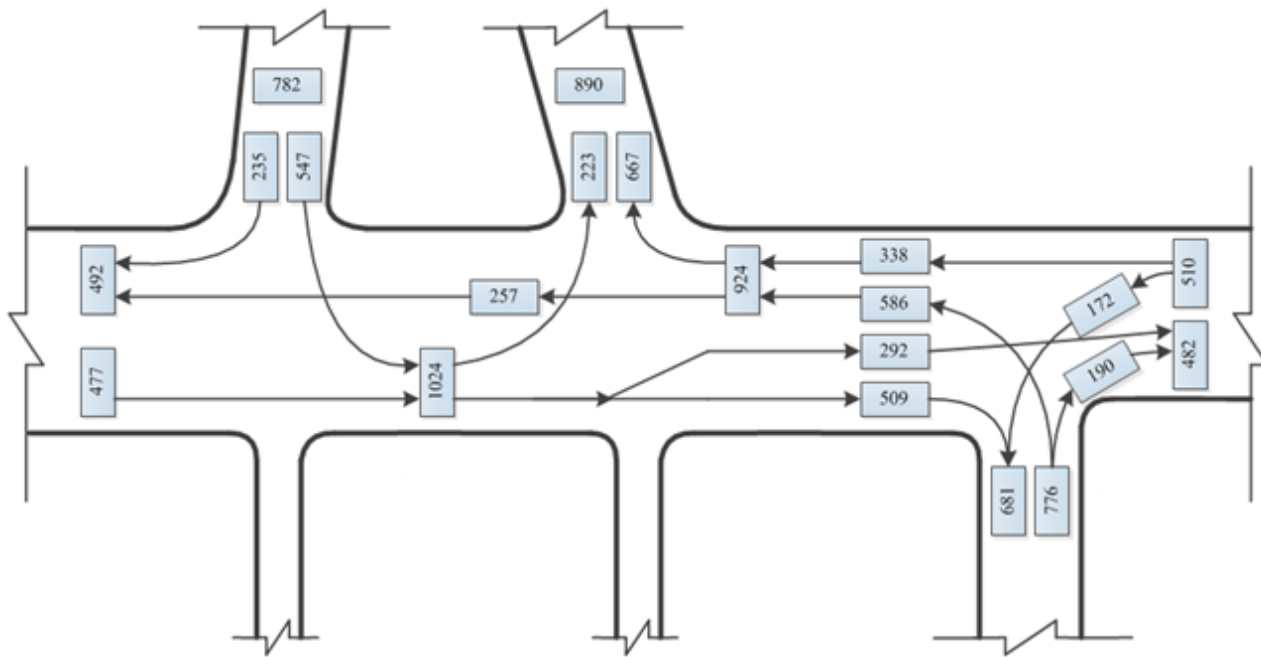


Рисунок 1 – Цифрограма інтенсивностей транспортних потоків в транспортному вузлі

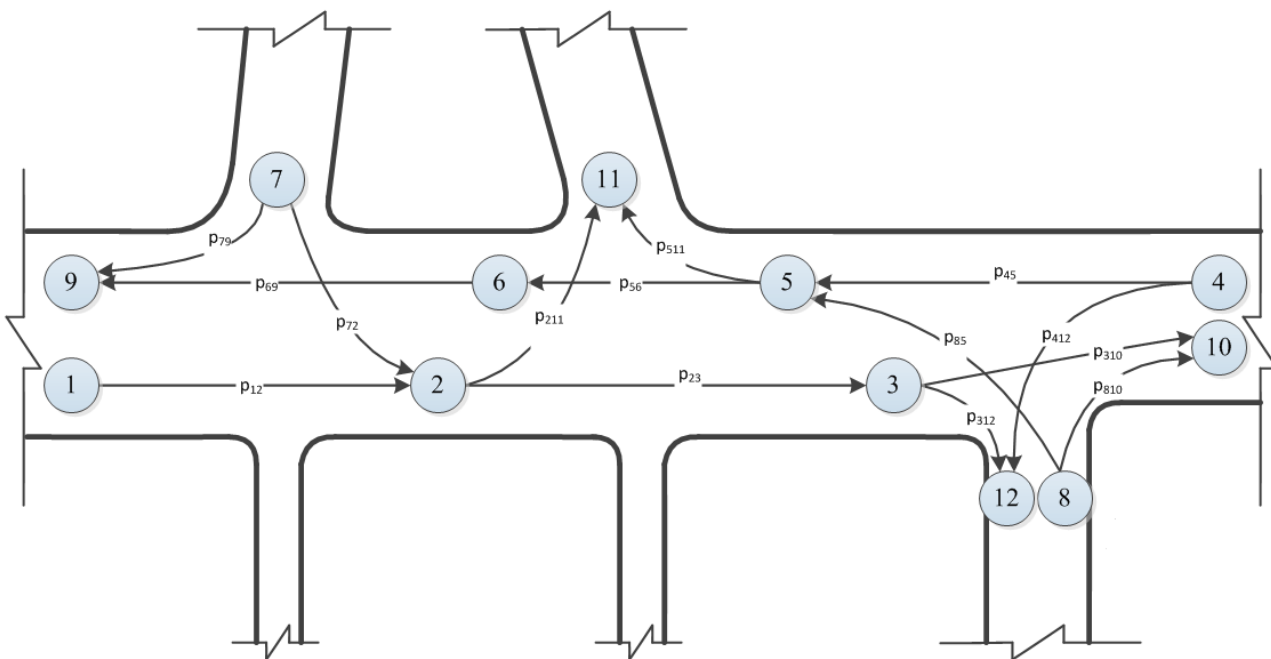


Рисунок 2 – Графічна модель руху транспортних засобів в транспортному вузлі

Для наведеної моделі було створено за результатами експерименту матрицю перехідних ймовірностей і цифрограму інтенсивностей транспортних потоків для розглянутого вузла.

На рис. 3 наведено результати простого експерименту «Simulation», який моделює дорожній рух в розглянутому транспортному вузлі з приведеними транспортними засобами відповідно до моделі, зображеної на рис.2, і матриці перехідних ймовірностей. На рис. 4 зображено гістограму ймовірності розподілу часу знаходження транспортного засобу в досліджуваній системі, яку отримано також за результатами імітаційного моделювання.

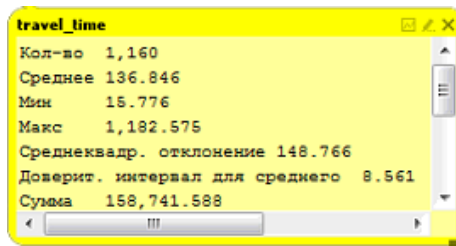


Рисунок 3 – Результати імітаційного моделювання дорожнього руху в досліджуваному транспортному вузлі

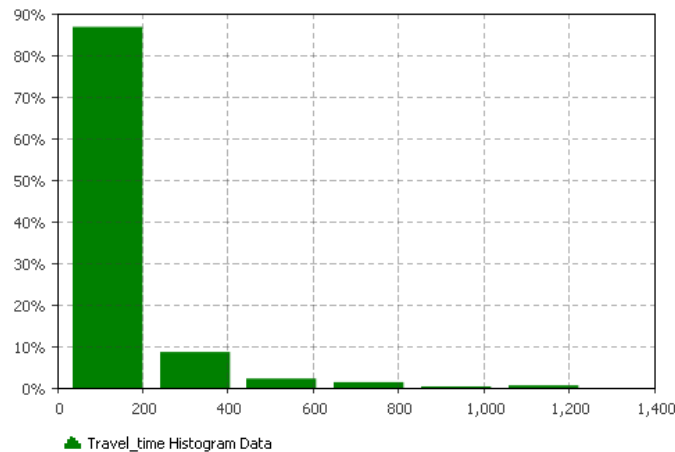


Рисунок 4 – Гістограма ймовірності розподілу часу знаходження транспортного засобу в досліджуваній системі

Для здійснення оптимізації дорожнього руху в транспортному вузлі в AnyLogic був створений експеримент «Optimization». Завдання оптимізації зводилося до мінімізації часу перебування транспортних засобів у системі. В результаті були отримані оптимальні параметри робочих процесів для заданого транспортного вузла, що дозволило зменшити середній час руху через нього на 11%, при цьому похибка моделювання склала близько 3%.

Висновки. На прикладі транспортного вузла на мікрорівні було проведено імітаційне моделювання руху транспортних засобів у ньому. Розраховані оптимальні значення параметрів робочих процесів у вузлі, які дозволили зменшити середній час руху транспортних засобів, що знаходяться в системі. Отримані моделі і результати можуть бути використані в процесі перебудови транспортного вузла і організації руху у ньому.

Список використаних джерел

1. Hensher D. A. Handbook of Transport Modelling / D. A. Hensher, K. J. Button // London, United Kingdom: Pergamon Press, 2000. – 690 p.
2. AnyLogic [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании AnyLogic. – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru>, свободный. – Загл. с экрана. (15.03.2018).
3. О системе справочной документации AnyLogic [Электронный ресурс] // Сайт компании AnyLogic. – Режим доступа: <https://help.anylogic.ru/index.jsp>, свободный. – Загл. с экрана. (15.03.2018).

Володарець Микита Віталійович — к.т.н., старший викладач кафедри теплотехніки та теплових двигунів, Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Галушак Д. О., к.т.н.; Галушак О. О., к.т.н.; Вдовиченко О. В.; Зелінський В. Й.

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА РОБОТУ НА СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ

У роботі представлено результати критеріальної оцінки ефективності переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

Вступ. Відмінність фізико-хімічних та енергетичних властивостей дизельного та біодизельного палив обумовлює вплив на показники двигуна, що в свою чергу здійснює вплив на техніко-економічні та екологічні показники автомобіля в цілому. Тому необхідно здійснити вибір критеріїв оцінки ефективності переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

Результати дослідження. При переведенні дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу передбачається використовувати групи критеріїв оцінки ефективності переведення за двома напрямками:

- техніко-економічні та екологічні показники автомобіля;
- вартісні показники, в які повинні входити витрати на переобладнання автомобіля, витрати на проведення технічного обслуговування та поточного ремонту (ТО та ПР) системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив та матеріальні затрати на експлуатаційні витрати.

Оскільки енергоємність суміші палив менша ніж дизельного палива [1], тому при переведенні двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив його потужність буде зменшуватися, тому, відповідно, буде зменшуватись і максимальна швидкість автомобіля.

Як відомо, найбільш складним із видів розгону автомобіля є розгін з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої, при якому можна визначити вплив зміни фізико-хімічних та енергетичних показників суміші дизельного та біодизельного палив на динамічний фактор автомобіля D_a та на час t його розгону до максимальної швидкості V_{max} .

Для дослідження техніко-економічних та екологічних показників автомобілів повною масою до 3,5 т згідно ГОСТ 20306-90 прийнято магістральний цикл на дорозі [2]. Магістральний цикл реалізується на прямолінійній горизонтальній ділянці дороги протяжністю 4000 м. Він починається зі швидкості 40 км/год, включає в себе 3-и відрізки шляху, на яких відбувається розгін автомобіля зі швидкості 40 до 70 км/год, 60-90 км/год і 80-90 км/год; 3-и відрізки шляху, на яких відбувається сповільнення двигуном зі швидкості 70 до 60 км/год, 90-80 км/год і 90-60 км/год; 7-м відрізків шляху з постійними швидкостями.

Отже, під час руху автомобіля за магістральним циклом можна досліджувати вплив суміші дизельного та біодизельного палив на такі технічні показники автомобіля, як: середня швидкість V_{cp} та час t проходження автомобілем даних циклів.

Таким чином, за критерії оцінки зміни технічних показників автомобіля при роботі двигуна на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- динамічний фактор автомобіля D_a ;
- час t розгону автомобіля до швидкості $V_a = 100$ км/год;
- час t руху автомобіля за магістральним циклом на дорозі згідно вимог ГОСТ 20306-90.

Вищезазначені критерії дозволяють в повній мірі оцінити динамічність автомобіля та вплив використання суміші біодизельного та дизельного палив на його технічні показники.

Як вже відмічалось, розгін автомобіля з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої є найбільш складним із видів розгону, тому оцінювати вплив переведення двигуна на суміш дизельного та біодизельного палив на економічні показники автомобіля доцільно за допомогою витрати палива під час його розгону $G_{роз}$.

Крім того, оцінити вплив використання системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив можливо за витратою палива на одиницю пробігу $G_{нал}$ при русі автомобіля за магістральним циклом на дорозі.

Отже, за критерії оцінки зміни економічних показників автомобіля при роботі двигуна на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- витрата палива $G_{роз}$ під час розгону автомобіля до швидкості $V_a = 100$ км/год з місця з перемиканням передач;

- витрата палива $G_{маг}$ на одиницю пробігу під час руху автомобіля магістральним циклом на дорозі згідно ГОСТ 20306-90.

До основних токсичних речовин, що містяться у відпрацьованих газах дизельного двигуна можна віднести наступні: оксид вуглецю G_{CO} , вуглеводні (незгорілі частки палива) G_{CH} , оксиди азоту G_{NOx} та викиди сажі G_c . Останні складають найбільшу частку у відпрацьованих газах та є найбільш небезпечними для людини [3].

Тому, екологічні показники автомобіля при роботі на суміші дизельного та біодизельного палив було прийнято оцінювати за концентрацією сажі C_c у відпрацьованих газах. При сталих частотах обертів колінчастого валу двигуна концентрація сажі C_c у відпрацьованих газах буде незначною в порівнянні з викидами при розгоні автомобіля. Тому доцільно визначати концентрацію сажі C_c при розгоні автомобіля.

Таким чином, за критерій оцінки зміни екологічних показників автомобіля при роботі на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- максимальну концентрацію сажі C_c у відпрацьованих газах в режимі вільного прискорення колінчастого валу двигуна та в режимі прискорення під навантаженням.

Економічну доцільність переведення двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу та модернізації системи живлення двигуна можна оцінити за допомогою витрат на переобладнання автомобіля, витрат на проведення ТО та ПР системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші та матеріальних затрат на експлуатаційні витрати.

Витрати на переобладнання автомобіля $B_{пер}$ здійснюються одноразово безпосередньо при переобладнанні та включають в себе вартість додаткового обладнання $B_{д.о.}$ та вартість роботи по його встановленню $B_{роб}$:

$$B_{пер} = B_{д.о.} + B_{роб}. \quad (1)$$

Витрати на проведення ТО та ПР системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив можливо визначити при проведенні додаткових досліджень. Оскільки, це не входить в задачі дисертаційного дослідження припустимо, що ці витрати не відрізняються від витрат на ТО та ПР штатної системи живлення дизельного двигуна.

Матеріальні затрати на експлуатаційні витрати включають в себе витрати на паливо, мастильні матеріали, шини, тощо [4]. Але переведення двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив впливає лише на витрати, що пов'язані із закупівлею палива, тому в подальшому будемо розглядати тільки витрати на паливо. Витрати на закупівлю палива розраховуємо на 1 календарний рік експлуатації автомобіля.

При використанні суміші дизельного та біодизельного палив витрати на закупівлю палива рівні сумі витрат на закупівлю дизельного палива та витрат на закупівлю біодизельного палива.

Розрахунок витрат на закупівлю палива для проїзду автомобілем 100 км шляху визначається за формулою:

$$B = G_{\text{дн}} \cdot B_{\text{дн}} + G_{\text{бдн}} \cdot B_{\text{бдн}}, \quad (2)$$

де $G_{\text{дн}}$, $G_{\text{бдн}}$ - витрата дизельного та біодизельного палив, відповідно, л/100км;

$B_{\text{дн}}$ та $B_{\text{бдн}}$ - ціна дизельного та біодизельного палив, відповідно, грн/л.

Отже, витрати на закупівлю палива на 1 календарний рік експлуатації автомобіля розраховуються:

$$B_{\text{екс}} = \frac{G_{\text{дн}} \cdot C_{\text{дн}} + G_{\text{бдн}} \cdot C_{\text{бдн}}}{100} \cdot S, \quad (3)$$

де S - річний пробіг автомобіля, км.

Висновки. Таким чином, за представленими критеріями можна здійснювати оцінку ефективності переведення роботи дизельного двигуна автомобіля на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

Список літературних джерел

1. Семенов В.Г. Визначення фізико-хімічних показників альтернативних палив рослинного походження для дизелів сільськогосподарських машин / В.Г. Семенов, Р.В. Колодницька // Вісник ЖДТУ. - 2003. - № 3 (27). - С. 57-65.
2. ГОСТ 20306-90 Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. [Действующий с 1992-01-01]. – М. : Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 34 с.
3. Гутаревич Ю.Ф. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. -К.: Основа, 2002.-312 с.
4. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов.-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. -М.: Наука, 2001. - 535 с.

Галушак Дмитро Олександрович – к.т.н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Галушак Олександр Олександрович – к.т.н., старший викладач кафедри двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів, Вінницький національний аграрний університет.

Вдовиченко Олександр Володимирович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Зелінський Вячеслав Йосипович – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Горяинов А. Н., к.т.н., доц.

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КУРСОВ ПО ЛОГИСТИКЕ МАССАЧУСЕТСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Рассмотрены вопросы развития дистанционных курсов Массачусетского технологического института. Выделены тенденции в развитии образовательной программы «Supply Chain Management». Определены стандартные характеристики учебных курсов.

Введение. В последние годы наблюдается увеличение различных конференций, которые связаны с рассмотрением вопросов обучения с использованием электронных технологий. Например, в 2018 году в Украине появилась такая конференция: «*Підвищення якості освітньої діяльності у вищих навчальних закладах за рахунок інтерактивних форм навчання*» (ХНАДУ, 09-10.04.2018). Множество конференций начали носить интерактивный характер (онлайн конференции). Активно начинает развиваться профессиональное Интернет-общение через социальные сети. Каждый университет ищет способы использовать преимущества Интернет-ресурсов и задействовать потенциал современных информационных технологий.

Актуальность исследования. Появление международных платформ с дистанционными курсами изменило ситуации в сфере образования. Изменился баланс возможностей для всех участников рынка образования (например, [1, 2]). Те университеты, которые активно начали осваивать новый сегмент образовательных услуг, получили большой опыт разработки и становления дистанционных курсов. Многие ошибки и методические наработки в этом процессе могут быть результативно использованы для университетов, которые делают только первые шаги в этом направлении. Поэтому вопросы систематизации опыта мировых университетов в области дистанционного обучения являются актуальными.

Постановка задачи. Целью работы является выделить особенности подхода к реализации дистанционных курсов Массачусетским технологическим институтом в области управления цепей поставок (в области логистики).

Результаты исследований. Материал данного исследования базируется на результатах обучения в рамках образовательной программы «*Supply Chain Management*» (Управление цепями поставок) Массачусетского технологического института (реализовано на платформе - www.edx.org). Программа на сегодняшний день состоит из пяти курсов. Автору удалось пройти обучение на данных курсах. Прохождение обучения происходило на протяжении нескольких лет. Информация представлена на рис. 1, табл. 1.

Образовательная программа «*Supply Chain Management*» стартовала 27.05.2015 с курса «CTL.SC1x Supply Chain and Logistics Fundamentals». В дальнейшем данный курс был преобразован в два курса, и именно:

- CTL.SC0x Supply Chain Analytics;
- CTL.SC1x Supply Chain Fundamentals.

Из информации, которая циркулировала в рамках курсов, можно сделать вывод, что разработчики образовательной программы столкнулись с проблемой разноплановой подготовки обучающихся. Стал вопрос повышения уровня обучающихся, в первую очередь, в области высшей математики и основ статистики. Поэтому возник «нулевой» курс CTL.SC0x Supply Chain Analytics. Естественно, для полноты понимания всей программы с учетом таких структурных изменений, целесообразно пройти обучение на вновь

образовавшихся курсах. Это и было сделано после завершения основной последовательности курсов в программе. Последовательность обучения автора по программе «*Supply Chain Management*» следующая: CTL.SC1x (редакция 2015 года) - CTL.SC2x - CTL.SC3x - CTL.SC4x - CTL.SC0x - CTL.SC1x (редакция 2017 года).

Таблица 1 – Список пройденных курсов в программе «*Supply Chain Management*» Массачусетского технологического института (MIT) за период 2015-2018 гг

| Название курса | Период | Итоговый бал |
|---|-------------------|--------------|
| CTL.SC1x Supply Chain and Logistics Fundamentals (Основы цепи поставок и логистики) | 27.05.15-28.08.15 | 97 |
| CTL.SC2x Supply Chain Design (Проектирование (дизайн) цепей поставок) | 30.09.15-23.12.15 | 96 |
| CTL.SC3x Supply Chain Dynamics (Динамика цепей поставок) | 24.08.16-26.10.16 | 92 |
| CTL.SC4x Supply Chain Technology and Systems (Технологии и системы цепей поставок) | 25.01.17-12.04.17 | 94 |
| CTL.SC0x Supply Chain Analytics (Аналитика цепей поставок) | 13.09.17-13.12.17 | 78 |
| CTL.SC1x Supply Chain Fundamentals (Основы цепей поставок) | 27.12.17-28.03.18 | 78 |

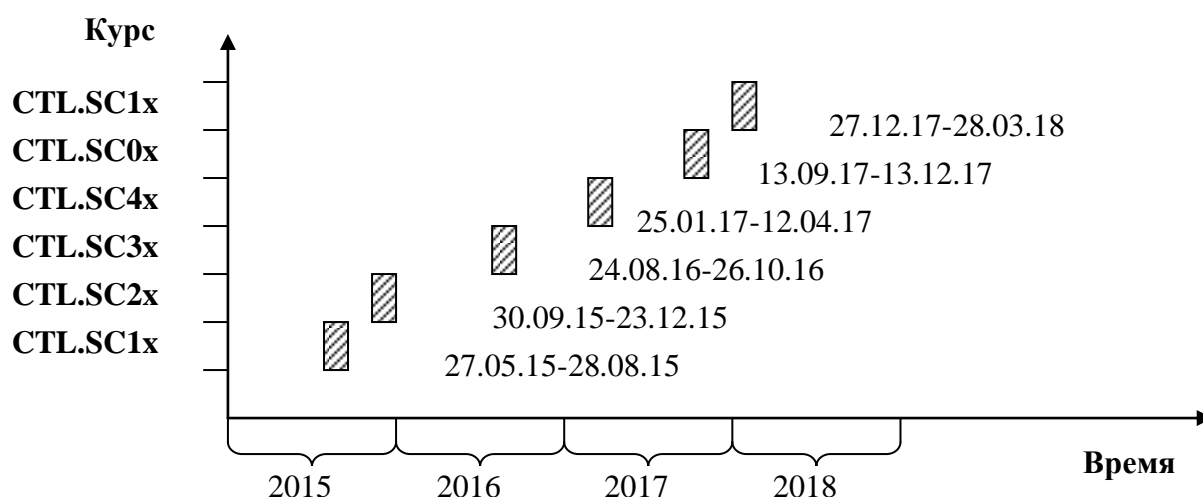


Рисунок 1 – Обучение по программе «*Supply Chain Management*» Массачусетского технологического института

Если обратить внимание на итоговый бал, полученный автором по каждому из курсов (табл.1), то можно констатировать о снижении результативности обучения. Причем результативность снизилась заметно (с более чем 90% - табл.1) и вышла на один уровень (78 %). Это при том, что курсы CTL.SC0x и CTL.SC1x редакции 2017 года содержат материалы из курса CTL.SC1x редакции 2015 года. Другими словами, часть материала автору уже была знакома, а результат итоговый оказался хуже (рис. 2, табл. 2), (в табл. 2 выделены одинаковые учебные блоки). Понимание причин этого кроется в изменении методики оценивания знаний. Остановимся на этом подробнее.

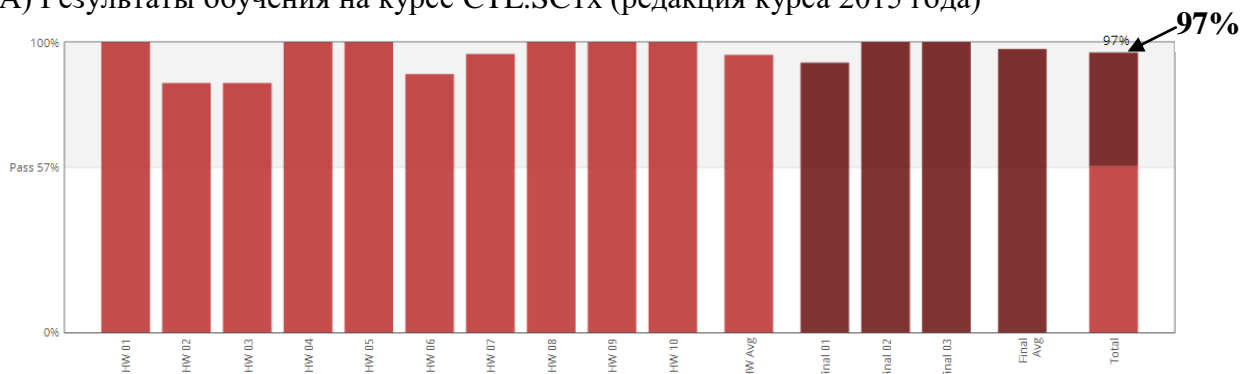
Дадим общее описание подхода к обучению по программе «*Supply Chain Management*».

Минимальным учебным блоком является неделя (**Week**). Учебный курс состоит из нескольких недель. В зависимости от технологии обучения, недели могут объединяться в модули. Каждая неделя состоит:

- из двух уроков (**Lesson 1, Lesson 2**) (редко может быть еще **Lesson 3**),
- блока практики (**Practice Problems**),
- блока дополнительных материалов для тех, кто обучается на платной основе (**Supplemental Materials for MicroMasters**),
- оцениваемых контрольных заданий (**Graded Assignment**).

Помимо уроков могут быть включены материалы в рамках дополнительного урока (**Recitation**) – касается использования программных средств или дополнительных примеров решения задач, а также блок онлайн моделирования (экспериментирования) - «песочница» (**Sandbox**).

А) Результаты обучения на курсе CTL.SC1x (редакция курса 2015 года)



Б) Результаты обучения на курсе CTL.SC1x (редакция курса 2017 года)

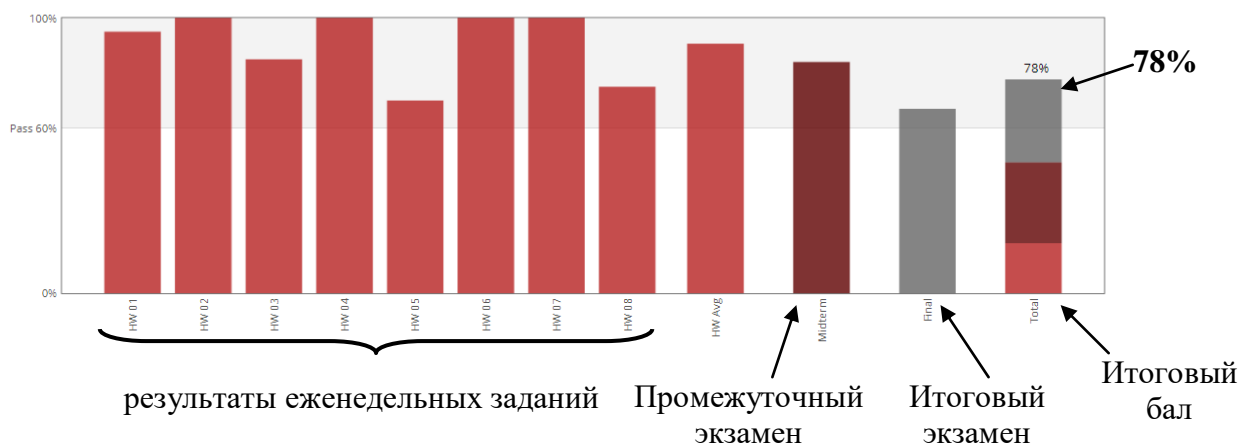


Рисунок 2 – Результаты обучения на курсе CTL.SC1x: а) редакция курса 2015 года; б) редакция курса 2017 года

Таблица 2 – Тематика недельных учебных блоков для курса CTL.SC1x (в редакциях 2015 и 2017 гг.)

| CTL.SC1x Supply Chain and Logistics Fundamentals (2015) | CTL.SC1x Supply Chain Fundamentals (2017) |
|---|--|
| 1 | 2 |
| Week 1: Overview of Supply Chain Management & Logistics | Week 1: Segmentation and Introduction to Forecasting |
| Week 2: Forecasting I - Introduction | Week 2: Times Series Analysis and Exponential Smoothing |
| Week 3: Forecasting II - Exponential Smoothing | Week 3: Forecasting with Seasonality and for Special Cases |
| Week 4: Forecasting III - Special Cases & Extensions | Week 4: Inventory Management I - Deterministic Demand |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 |
|--|---|
| Week 5: Inventory Management I - Deterministic Demand | Week 5 - Prep Week |
| Week 6: Inventory Management II: Stock Outs & Single Period Models | Week 6: Midterm Exam |
| Week 7: Inventory Management III: Multi-Period Policies | Week 7: Inventory Management II: Stock Outs & Single Period Models |
| Week 8: Inventory Management IV - Multiple Items & Locations and Real World Challenges | Week 8: Inventory Management III: Multi-Period Policies |
| Week 9: Transportation Management I - Fundamentals & Mode Choice | Week 9: Inventory Management IV: Special Cases and Warehousing |
| Week 10: Transportation Management II - One to Many Distribution and Wrap Up | Week 10: Transportation Management - Fundamentals & Mode Choice |
| Week 11: Final Exam | Week 11: Wrap-up |
| | Week 12: Final Exam |

Рассмотрим структуру оценивания на рассматриваемых курсах – рис. 3.

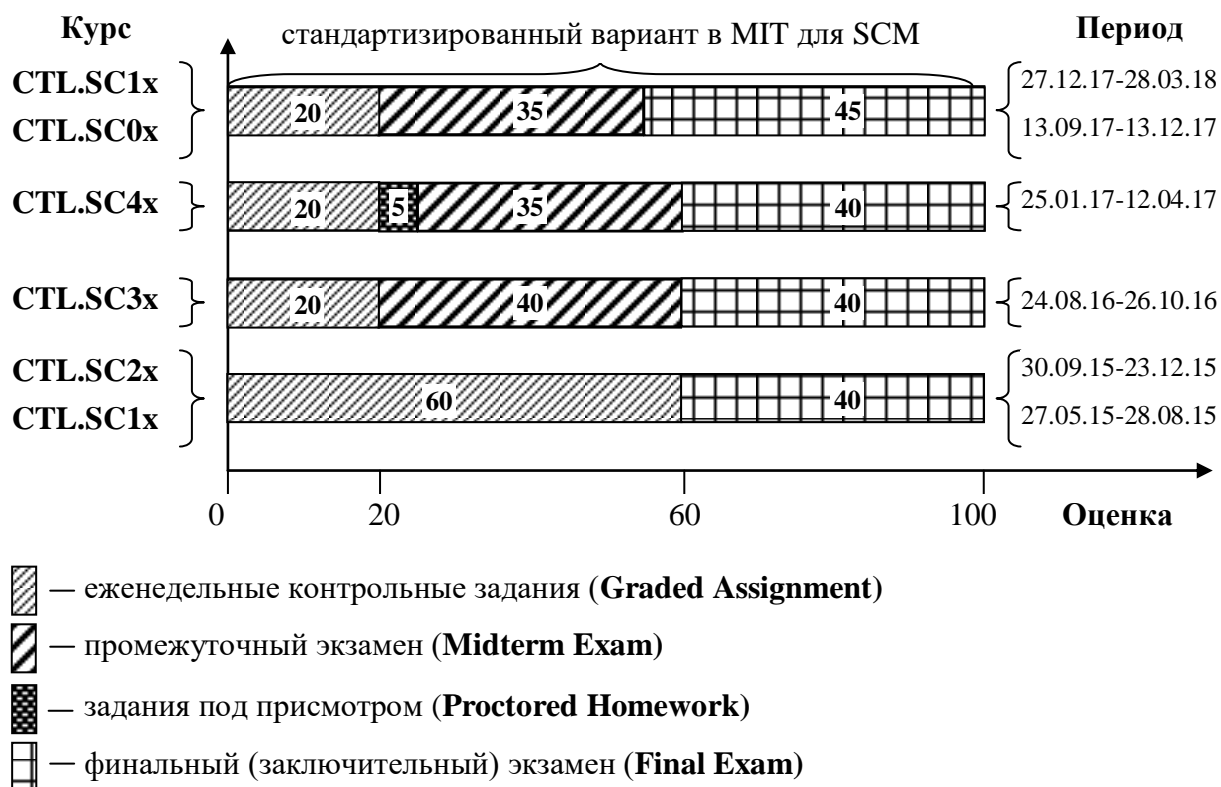


Рисунок 3 – Структура оценки на курсах программы «Supply Chain Management» (2015-2018гг)

Представленная информация на рис. 3 свидетельствует о постепенной трансформации структуры оценки на курсах. На первых курсах, которые стартовали в 2015 году, структура итоговой оценки отображала стандартный подход:

- 60% оценки можно набрать, выполняя текущие задания курса;
- 40% оценки можно набрать на заключительном экзамене в конце курса.

Последние варианты курсов содержат следующую структуру итоговой оценки:

- 20% оценки можно набрать, выполняя текущие задания курса;
- 35% оценки можно набрать на промежуточном экзамене в середине курса.

– 45% оценки можно набрать на заключительном экзамене в конце курса.

Отметим, что 80% итоговой оценки набираются на экзаменах курса. Именно экзаменах, а не тестах (на экзамен выносятся и тестовые задания различной сложности, и задачи). Также следует указать, что экзамены, начиная с курса CTL.SC3x (24.08.16-26.10.16), стали фиксированными во времени. Имеется ввиду, что на выполнение экзамена (промежуточного или заключительного) отводится неделя, однако при начале самого экзамена включается таймер с продолжительностью 4-ре часа. Например, Вам отводится время на выполнение заключительного экзамена с 15.00 21 марта 2018 года до 15.00 28 марта 2018 года. Если Вы приняли решение начать экзамен в 08.00 22 марта, то время для выполнения экзамена истечет в 12.00 22 марта. Прекратить экзамен и возобновить его в другое время нельзя. Другими словами воссоздается полная аналогия физического экзамена с точки зрения длительности. Также отметим, что на заключительный экзамен выносятся вопросы всего учебного курса, начиная с первой учебной недели.

Те, кто проходит курсы на платной основе (для получения сертификата), осуществляют выполнение заданий экзаменов под присмотром (**Proctored Exam**). Для сдачи экзамена в таком режиме, заблаговременно устанавливается специальное программное обеспечение на компьютер обучающегося. Данное программное обеспечение берет под контроль монитор компьютера, активность программ на компьютере, осуществляется запись с Веб-камеры. Перед началом такого экзамена обучающийся с помощью Веб-камеры делается обзор обстановки вокруг рабочего стола, за которым будет сдаваться экзамен.

Во время экзамена разрешается пользоваться различными материалами, связанными с курсом.

Далее проследим структуру курсов с позиции количества учебных недель (блоков) – рис. 4.

Представленные данные на рис. 4 коррелируются с данными рис. 3. На начальном этапе реализовывалась методика, согласно которой материал подается последовательно на протяжении нескольких недель и в заключении проводится итоговая аттестация в виде экзамена. Вступительная («нулевая») неделя при этом не была оформлена. Материалы, связанные со знакомством с учебным курсом присутствовали, но не имели такого оформления и систематизации, как это было сделано в последующих вариантах курсов в виде «нулевой» недели.

Изначально первые два курса содержали 10 учебных недель, а 3-й и 4-й курс содержали по шесть учебных недель. В сумме вся образовательная программа содержала – 32 учебные недели (CTL.SC1x – 10 недель, CTL.SC2x – 10 недель, CTL.SC3x – 6 недель, CTL.SC4x – 6 недель). По мере развития (эволюции) образовательной программы сформировался определенный стандарт учебного курса:

- общая продолжительность – 13 недель;
- учебных недель – 8-м;
- две недели экзаменов (неделя – промежуточный, неделя - заключительный);
- две недели подготовки к экзаменам (неделя – для промежуточного, неделя – для заключительного);
- «нулевая» (вводная) неделя.

Учитывая, что программа стала состоять из 5-ти курсов по 8-м учебных недель каждый, общая продолжительность учебных недель – 40. Если учесть общую продолжительность каждого курса, то суммарная продолжительность всей программы – 65 недель. Если учесть, что в году 52 недели, то продолжительность обучения по программе «*Supply Chain Management*» составит 1 год и 3 месяца. Если учесть, что между окончанием одного курса и началом другого могут быть перерывы, то общая продолжительность будет еще больше. Также отметим, что после прохождения всех курсов на платной основе (сейчас один курс стоит 200 долл.), предоставляется возможность пройти *Supply Chain Comprehensive Exam* (комплексный экзамен по всей программе), который охватывает все 5-ть курсов программы. Однако, с субъективной позиции автора, который прошел все курсы на

бесплатной основе, материалов и полученных знаний вполне достаточно и без сертификатов. Наличие самого аккаунта на платформе www.edx.org с результатами обучения само по себе является подтверждением квалификации. Такой аккаунт можно сравнить с аккаунтами в других социальных сетях (например, www.facebook.com , www.linkedin.com).

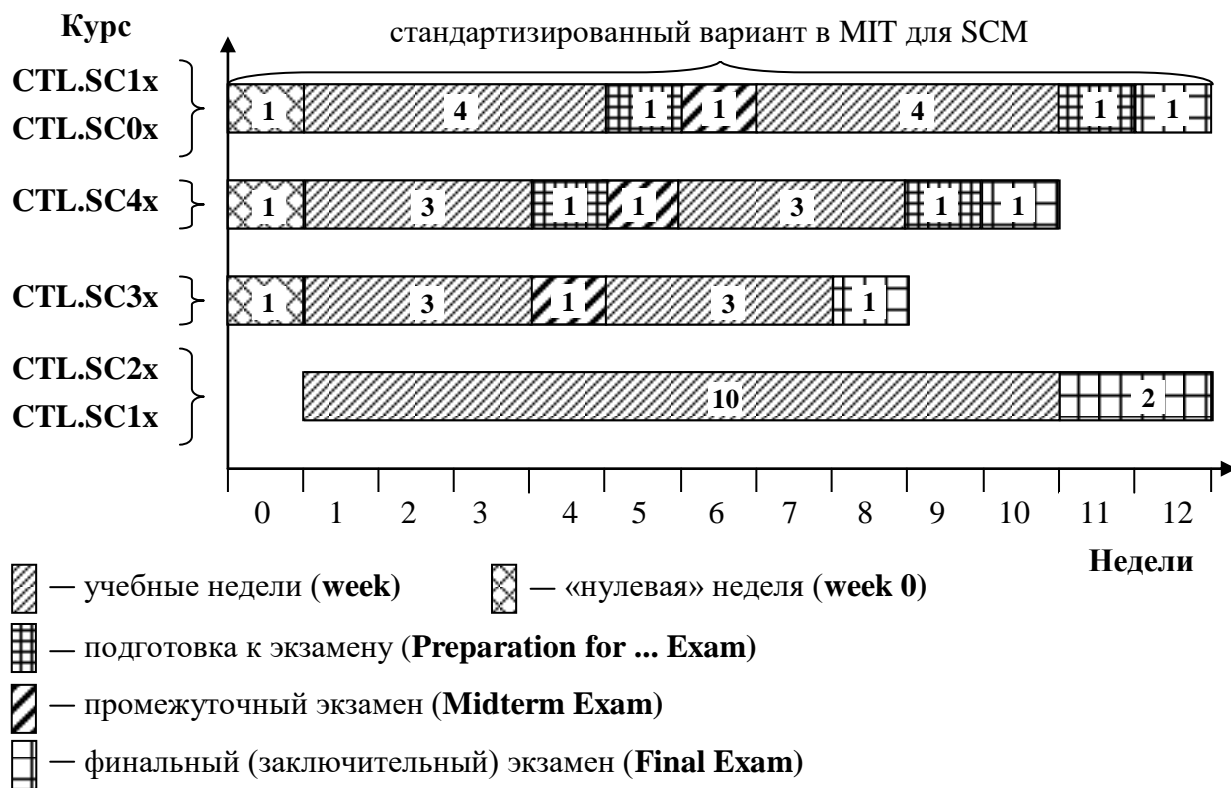


Рисунок 4 – Структура курсов программы «Supply Chain Management» (SCM) (2015-2018гг)

Далее рассмотрим характеристики контрольных элементов курсов, за которые начисляются баллы для определения оценки. В табл. 3 представлена информация, характеризующая еженедельные контрольные задания (**Graded Assignment**).

Приведем разъяснения к данным табл.3.

«Количество баллов» (колонки 2, 3, 4) – показано, сколько можно максимально набрать баллов, выполняя еженедельные задания. Например, в курсе CTL.SC1x (2015) каждая неделя могла иметь разное количество баллов – от минимальных 12 баллов до максимальных 24 баллов. В среднем за курс на одной учебной неделе можно было получить 18 баллов. Если мы просмотрим динамику по курсам, то увидим, что последние курсы стандартизированы и имеют одинаковое количество баллов за неделю – 10 баллов.

«Среднее кол-во ответов» (колонки 5, 6) – показано, сколько в среднем необходимо сделать ответов на задания. Условно все задания в данном исследовании поделены на два типа:

- задания, в которых в качестве ответов необходимо сделать выбор из заданного множества ответов;

- задания, в которых нет вариантов ответов – ответ необходимо вписать самостоятельно (в основном это цифры, могут быть формулы). Ответ, в основном, находится в процессе решения задачи. Для решения задачи выдаются исходные данные (либо в виде файла с данными, либо непосредственно в тексте задания на сайте курса).

Таблица 3 – Характеристика еженедельных контрольных заданий (**Graded Assignment**)

| Курс | Количество баллов | | | Среднее кол-во ответов | | Баланс баллов по ответам | |
|-----------------|-------------------|------|-------|------------------------|--------------|--------------------------|----------|
| | мин | макс | средн | общее | только цифр. | выбор из... | цифровой |
| CTL.SC1x (2017) | 10 | 10 | 10 | 16 | 14 | 20 | 80 |
| CTL.SC0x | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 5 | 95 |
| CTL.SC4x | 20 | 20 | 20 | 16 | 2 | 86 | 14 |
| CTL.SC3x | 10 | 10 | 10 | 16 | 7 | 61 | 39 |
| CTL.SC2x | 8 | 15 | 10 | 20 | 15 | 36 | 64 |
| CTL.SC1x (2015) | 12 | 24 | 18 | 18 | 16 | 11 | 89 |

В колонке 6 табл. 3 показано среднее значение ответов, которые необходимо вписать самому (второй тип заданий), в колонке 5 – среднее значение ответов и первого и второго типа. Из табл. 3 видно, что на начальных курсах преобладают задания второго типа.

«Баланс баллов по ответам» (колонки 7, 8) – показано, какое соотношение заданий первого и второго типа. Из табл. 3 видно, что основное количество баллов набирается от решения заданий второго типа.

Далее дадим характеристику промежуточному экзамену – табл.4.

Таблица 4 – Характеристика промежуточного экзамена (**Midterm Exam**)

| Курс | Количество баллов по заданиям экзамена (problem) | | | | | | |
|-----------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | Problem 1 | Problem 2 | Problem 3 | Problem 4 | Problem 5 | Problem 6 | Всего |
| CTL.SC1x (2017) | 30 | 30 | 40 | 40 | - | - | 140 |
| CTL.SC0x | 30 | 30 | 40 | 40 | - | - | 140 |
| CTL.SC4x | 45 | 55 | 55 | 55 | - | - | 210 |
| CTL.SC3x | 12 | 14 | 30 | 18 | 16 | 30 | 120 |

Первый курс, на котором был введен промежуточный экзамен – это CTL.SC3x. Количество заданий (problem) составило шесть. Начиная с курса CTL.SC4x количество заданий на промежуточном экзамене сократилось до четырех и стандартизировалось количество баллов.

Далее рассмотрим особенности заключительного (финишного) экзамена (**Final Exam**) – рис. 5.

Заключительный экзамен на курсах программы «*Supply Chain Management*» прошел три основных этапа эволюции (рис. 5).

На первом этапе (курс CTL.SC1x (2015)) заключительный экзамен состоял из трех частей. Первая часть – это задания первого типа (выбор из представленных вариантов). Вторая часть решение простых задач. Третья часть – решение комплексной задачи.

На втором этапе (курс CTL.SC2x) экзамен состоял из двух частей. Первая часть задания первого типа. Вторая часть – решение задач.

На третьем этапе заключительный экзамен разделялся на четыре задания. Как правило, первое задание – это решение заданий первого типа. В рамках этого этапа происходили отдельные изменения по распределению баллов между отдельными заданиями. Например, на курсе CTL.SC1x распределение было следующим (рис. 5): Problem 1 – 20 баллов, Problem 2 – 30 баллов, Problem 3 – 40 баллов, Problem 4 – 30 баллов. На последних вариантах курсов произошла стандартизация этих значений. Сейчас распределение выглядит следующим образом: Problem 1 – 45 баллов, Problem 2 – 45 баллов, Problem 3 – 45 баллов, Problem 4 – 45 баллов.

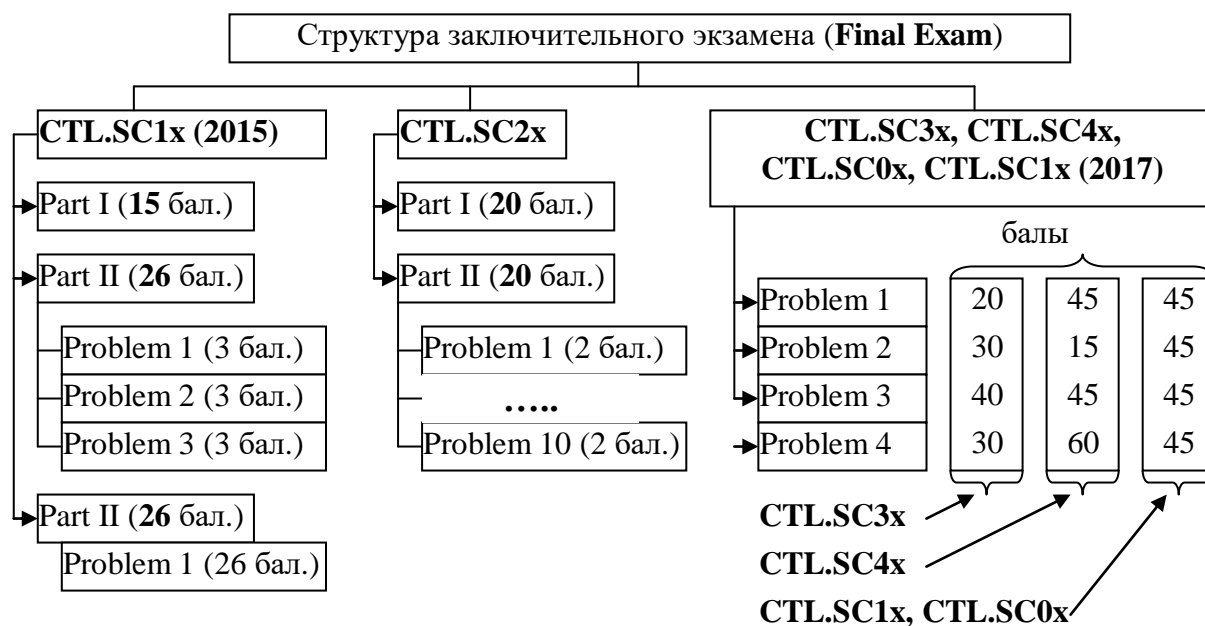


Рисунок 5 – Эволюция структуры заключительного экзамена программы «Supply Chain Management» (SCM) (2015-2018гг)

Сгруппируем информацию о балах по всем курсам в единую таблицу – табл. 5.

Таблица 5 – Характеристика оценки на курсах в балах и процентах

| Курс | Величина | Значения | | | |
|-----------------|----------|-------------------|--------------|------------|------------|
| | | Graded Assignment | Midterm Exam | Final Exam | Всего |
| CTL.SC1x (2017) | Баллы | 80 | 140 | 180 | 400 |
| | Процент | 20 | 35 | 45 | 100 |
| CTL.SC4x | Баллы | 120 | 210 | 165 | 495 |
| | Процент | 24,2 | 42,4 | 33,3 | 100 |
| CTL.SC3x | Баллы | 60 | 120 | 120 | 300 |
| | Процент | 20 | 40 | 40 | 100 |
| CTL.SC2x | Баллы | 108 | 0 | 40 | 148 |
| | Процент | 73 | 0 | 27 | 100 |
| CTL.SC1x (2015) | Баллы | 180 | 0 | 50 | 230 |
| | Процент | 78,3 | 0,0 | 21,7 | 100 |

Если сравнить данные значений табл.5 в процентах с данными рис. 3, то можно сделать вывод, что совпадение наблюдается для курсов CTL.SC1x (2017), CTL.SC0x (20+35+45=100) и CTL.SC3x (20+40+40=100). Учитывая, что курс CTL.SC3x был 8 недельным, а стандартизированной величиной является продолжительность 13 недель, можно считать величину 400 баллов за курс стандартизированной с таким распределением баллов по блокам - Graded Assignment – 80 баллов, Midterm Exam – 140 баллов, Final Exam – 180 баллов.

Выводы. В условиях динамичного развития дистанционных курсов целесообразно следить за технологиями лидирующих университетов мира в этом вопросе. Для специальностей связанных с вопросами логистики, транспорта, управления цепями поставок большой интерес представляет образовательная программа «Supply Chain Management» (SCM). Обучение на курсах данной программы позволило определить ряд эволюционных

изменений, которые произошли в ходе ее совершенствования. Отметим ряд из них:

1. Особенности контингента обучающихся привели к тому, что программа была расширена – добавлен «нулевой» курс (общее количество курсов стало пять).

2. Значительно увеличился контроль на курсе (сокращено количество попыток ответов на задания, введен лимит по продолжительности контрольных экзаменов, усилен акцент на вопросах добросовестности при выполнении заданий).

3. Введен промежуточный экзамен на курсе.

4. Увеличена доля баллов для экзаменов. 80 % баллов могут быть получены на промежуточном и заключительном экзамене. Первоначально планировалось, что процент баллов на экзаменах составит только 40 %.

5. Стандартизированы: продолжительность курсов (сейчас 13 недель), баллы за еженедельные контрольные задания (сейчас максимум 10 баллов в неделю).

Отдельно отметим, что курсы Массачусетского технологического института отличается большим объемом заданий, в которых ответ подразумевает введение рассчитанных числовых значений, а не выбор из представленного множества (на некоторых курсах доходит до 90 процентов от всех заданий). Это повышает планку требований к подготовке во время прохождения курсов. Соответственно и качество подготовки увеличивается.

В работе предложено разделение учебных заданий на два типа:

– задания, в которых в качестве ответов необходимо сделать выбор из заданного множества ответов;

– задания, в которых нет вариантов ответов – ответ необходимо вписать самостоятельно.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке дистанционных и аудиторных курсов, а также разработке учебных планов специальностей.

В дальнейшем целесообразно изучить особенности подачи материала в рамках отдельных учебных недель и уроков. Это даст возможность определить особенности данных курсов.

Список литературных источников

1. Горяинов, А.Н. Использование современных дистанционных имитационных игр в подготовке специалистов в области логистики и транспорта [Электронный ресурс] / А. Н. Горяинов // Матер. V-ої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2017 року: зб. наук. праць. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 30-36. Режим доступа: http://www.logistics-gr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23924&catid=47&Itemid=69

2. Горяинов, А.Н. Вхождение специальности «Транспортные технологии» в образовательное интернет-пространство логистической направленности [Текст] / А. Н. Горяинов // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2017. – №9. – С.78-95. Режим доступа: http://www.logistics-gr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=24327&catid=47&Itemid=69

Горяинов Алексей Николаевич – к.т.н., доцент, профессор кафедры транспортных технологий и логистики, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Ильинов Я. А.; Ефименко А. Н., к.т.н.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В работе выполнен анализ влияния конструктивных особенностей автомобиля воздействующих на безопасность дорожного движения. Приведены результаты зависимостей тормозного пути от скорости движения в различных дорожных условиях, с включенной и выключенной системой ABS. Рассмотрено влияние пневматических шин на эксплуатационные свойства автомобиля и на безопасность дорожного движения.

На сегодняшний день автомобиль является неотъемлемой частью транспортной системы. Безопасность автомобиля является совокупностью конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля направленных на предотвращение ДТП и сохранение человеческих жизней [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), во всем мире в результате ДТП ежедневно погибают более 3 тыс. человек и около 100 тыс. получают серьезные травмы. Ежегодно в ДТП от 20 млн до 50 млн человек получают различного рода травмы, а жертвами становятся более 1,25 млн человек (186 тыс. из них дети), этот показатель остается практически неизменным с 2007 г. порядка 15% ДТП происходит из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств, из которых около 40% составляют автомобили с неисправной тормозной системой, причем аварии по причине отказа тормозной системы имеют наиболее тяжелые последствия [2].

Безопасность автотранспортных средств (АТС) определяется их конструктивными особенностями, реализованными при проектировании и изготовлении, а также эксплуатационными свойствами, связанными с уровнем технической эксплуатации АТС [3]. К конструктивным особенностям автомобиля относятся: жёсткость рамы, подвеска, пневматические шины (их сцепные свойства, тип, степень износа протектора и геометрические параметры), рулевое управление и тормозная система; к эксплуатационным свойствам можно отнести тормозную динамичность, устойчивость и управляемость автомобиля (рис. 1). Конструктивную безопасность делят на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую [1].

Одним из путей решения задачи по снижению аварийности, является повышение активной безопасности транспортных средств в эксплуатации. Активная безопасность современного автомобиля, в период торможения, достигается с помощью автоматизированных систем управления параметрами его движения [4]. Революционным моментом развития тормозных систем стало внедрение в конструкцию тормозного привода антиблокировочных систем (ABS), значительно улучшающих тормозную динамичность автомобилей (рис. 2), особенно на покрытиях с низким коэффициентом сцепления, при условии сохранения их управляемости и устойчивости [5].

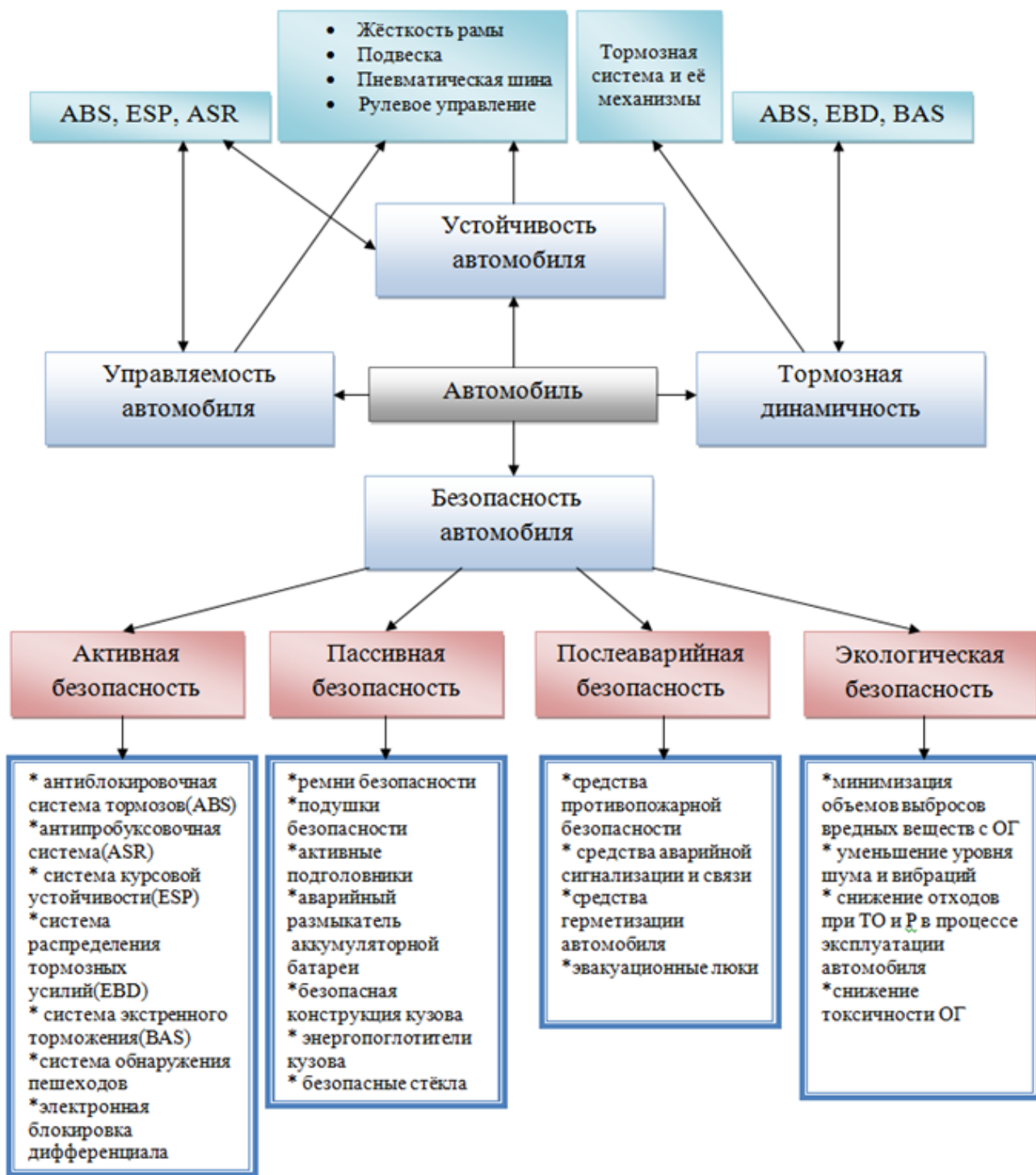


Рисунок 1 – Схема конструктивных особенностей автомобиля влияющих на безопасность дорожного движения

В настоящее время свыше 80% новых автомобилей оснащаются ABS в базовой комплектации. Многие ведущие производители, не ограничиваясь ABS, оснащают автомобили другими автоматизированными системами с использованием её элементов, призванными повысить устойчивость и управляемость автомобиля в различных дорожных ситуациях: противобуксовочной системой (TCS, ASR), системой курсовой устойчивости (ESP, DSC) и т.д. [5]. Применительно к неблагоприятным погодным условиям, по оценкам зарубежных специалистов, системы ABS и ESP способны сократить общее число ДТП с телесными повреждениями на 32%, а в условиях обледенения и снежных заносов – на 38%. Благодаря этим системам существенно удалось повысить общий уровень безопасности

дорожного движения. Это ежегодно спасает жизнь нескольким десяткам тысяч людей во всем мире [6, 7].

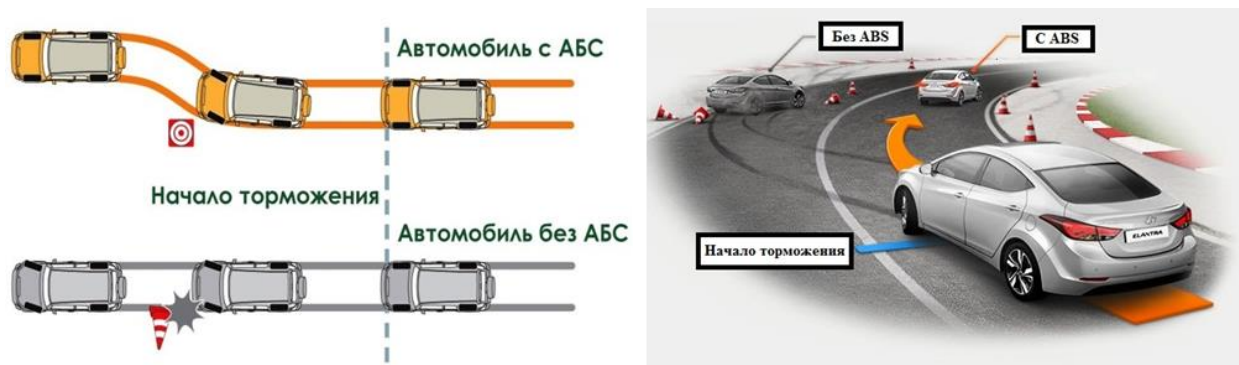


Рисунок 2 – Поведение автомобиля с включенной и выключенной системой ABS

Анализируя статистические сведения [8, 9, 10] были построены зависимости тормозного пути от скорости движения с включенной и выключенной системой ABS, которые отображают её сущность (рис. 3).

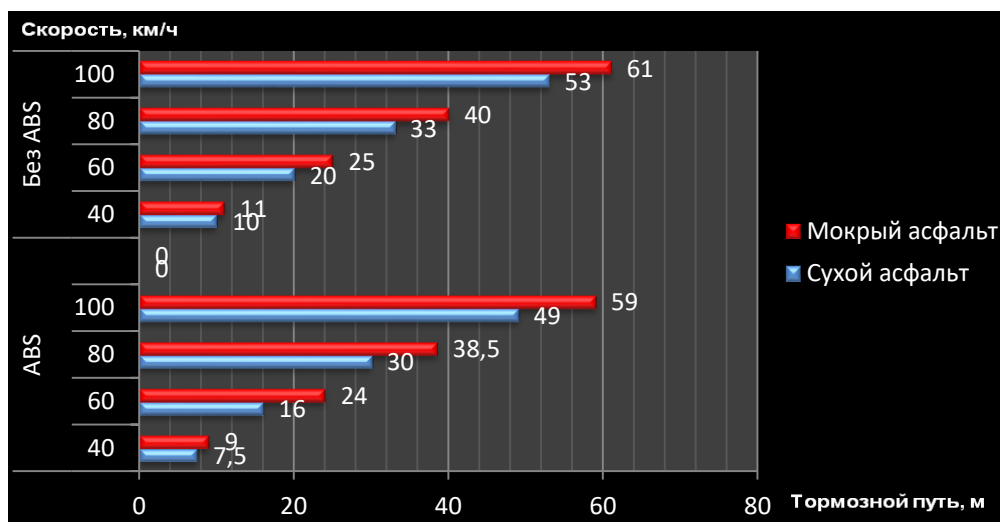


Рисунок 3 – Зависимость тормозного пути от скорости автомобиля

Непосредственное влияние на тормозной путь оказывают пневматические шины, которые относятся к составляющим активной безопасности (рис. 1), они воздействуют на показатели устойчивости, управляемости, разгонные и тормозные характеристики, расхода топлива, комфортабельности. К шинам выдвигается ряд требований: высокий коэффициент сцепления при различных режимах движения и различных состояниях дорожного покрытия (рис. 4); плавность хода; высокий коэффициент увода; безопасность движения при утечке воздуха до полной остановки автомобиля. Исследовательские работы показывают, что коэффициент сцепления зависит в большей степени от состава резины протектора, его рисунка и давления в шине [11, 12].

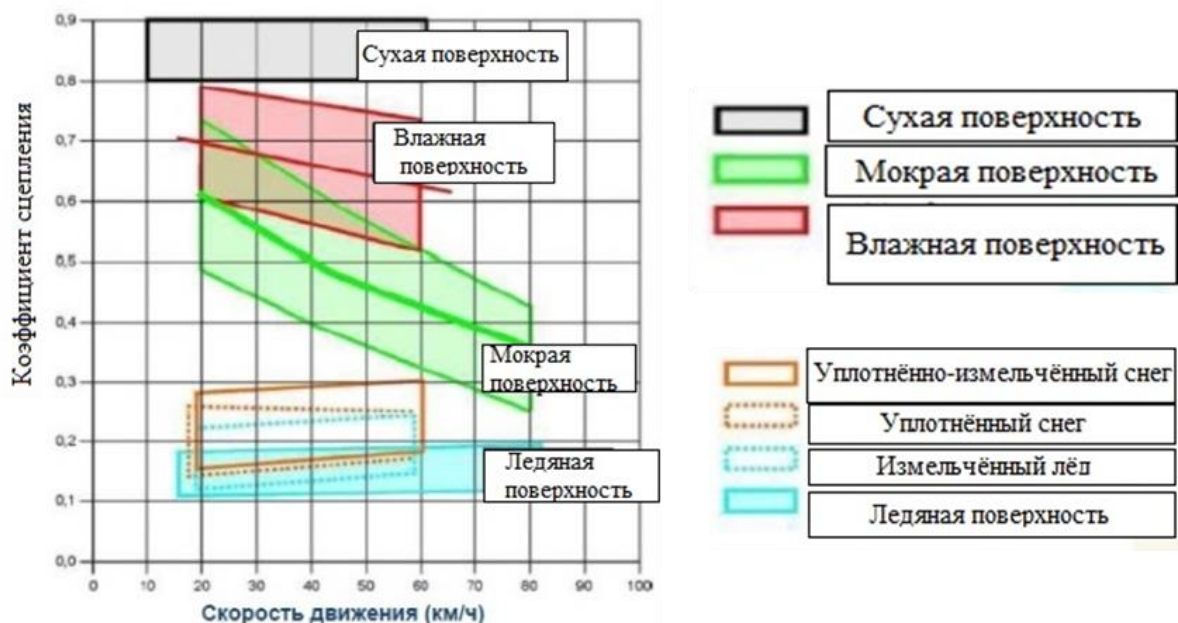


Рисунок 4 – Коэффициент сцепления при различных дорожных условиях

Коэффициент сцепления зависит от типа и состояния покрытия. Минимально приемлемым с точки зрения безопасности движения коэффициентом сцепления влажного дорожного покрытия, находящегося в эксплуатации, является 0,4 (при скорости движения транспортного средства 40 км/ч). Участки со значением коэффициента сцепления 0,4...0,3 потенциально опасны и требуют улучшения их сцепных качеств. Участки со значением коэффициента сцепления 0,3 и ниже следует считать особо опасными, требующими немедленного восстановления шероховатости дорожного покрытия (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты сцепления на асфальте

| Коэффициент сцепления | Асфальт | | | | | | |
|-----------------------|---------|--------|-------------|---------|--------|--------------|---------|
| | чистый | | замасленный | грязный | | | гололед |
| | сухой | мокрый | | сырой | мокрый | очень мокрый | |
| | 0,8 | 0,4 | 0,15 | 0,07 | 0,2 | 0,3 | 0,025 |

На дорогах с твердым покрытием величина коэффициента сцепления обусловлена главным образом трением скольжения между шиной и дорогой и взаимодействием частиц протектора и микронеровностей покрытия. При смачивании твердого покрытия коэффициент сцепления уменьшается весьма заметно, что объясняется образованием пленки из слоя частиц грунта и воды. Плёнка разделяет трущиеся поверхности, ослабляя взаимодействие шины и покрытия и уменьшая коэффициент сцепления. При скольжении шины по дороге в зоне контакта возможно образование элементарных гидродинамических клиньев, вызывающих приподнимание элементов шины над микровыступами покрытия. Непосредственный контакт шины и дороги в этих местах заменяется жидкостным трением, при котором коэффициент сцепления минимален.

На величину коэффициента сцепления влияет также рисунок протектора шины. Шины легковых автомобилей имеют протектор с мелким рисунком, обеспечивающим хорошее сцепление на твердых покрытиях, а грузовых автомобилей имеют крупный рисунок протектора с широкими и высокими выступами-грунтозацепами. Во время движения грунтозацепы врезаются в грунт, улучшая проходимость автомобиля. Стирание выступов в процессе эксплуатации ухудшает сцепление шины с дорогой. Сцепление шин с дорогой

имеет первостепенное значение для безопасности движения, так как оно ограничивает возможность интенсивного торможения и устойчивого движения автомобиля без поперечного скольжения.

Недостаточная величина коэффициента сцепления является причиной в среднем 16%, а в неблагоприятные периоды года — до 70% дорожно-транспортных происшествий от общего их числа. Международной комиссией по борьбе со скользкостью дорожных покрытий установлено, что величина коэффициента сцепления по условиям безопасности движения не должна быть меньше 0,4 [13].

После выполненного аналитического анализа конструктивных особенностей автомобиля следует сделать вывод о том, что система ABS является эффективным средством активной безопасности, которая уменьшает тормозной путь и повышает маневренность транспортного средства. Перечисленные параметры невозможно реализовать без пневматических шин, которые являются связывающим элементом системы «Дорога-Автомобиль-Водитель». Целесообразно в дальнейшем провести моделирование движения автомобиля с подборкой шин имеющих различные технические характеристики.

Список литературных источников

1. Виды безопасности автомобиля. [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://livesave.narod.ru/BTS.html>
2. Статистика ДТП в России и мире. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://tass.ru/info/3233185>
3. Безопасность автотранспортных средств. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://studwood.ru/1243508/tehnika/bezopasnost_avtotransportnyh_sredstv
4. Оценка работоспособности тормозной системы, оборудованной АБС. [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6769>
5. А.А. Ревин, М.В. Полуэктов, М.Г. Радченко Рабочий процесс АБС и ресурс элементов тормозного привода автомобиля. – Научно-технический журнал «Мир транспорта и технологических машин». [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://library.oreluniver.ru/polnotekst/IzvestiyaOrelGTU/mir_transp_2010_3.pdf
6. Активная и пассивная безопасность автомобиля как основная мера повышения безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15721597>
7. Взаимосвязь конструктивной безопасности автотранспортных средств с безопасностью дорожного движения. [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15721594>
8. Сравниваем тормозной путь с ABS и без ABS. [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://vodi.su/tormozhenie-s-abs-i-bez-abs/>
9. ABS — за и против [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://auto.mail.ru/article/42807-abs_za_i_protiv/
10. Какой тормозной путь у автомобиля при скорости 60 км/ч? [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://vodi.su/tormoznoy-put/>
11. Влияние правильной эксплуатации автомобильных шин на безопасность дорожного движения. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.aae-press.ru/f/99/32.pdf>
12. Безопасность автотранспортных средств. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/789/78789/files/mami_auto122.pdf
13. Влияние дорожного покрытия на безопасную скорость. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: https://studwood.ru/549843/tehnika/vliyanie_dorozhnogo_pokrytiya_bezopasnuyu_skorost

Ильинов Ярослав Александрович – студент факультета автомобильного транспорта и транспортных технологий, Донецкая Академия Транспорта

Ефименко Алла Николаевна – к.т.н, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей, Донецкая Академия Транспорта

Ігнат'єв М. М., к.т.н.

ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ПІДХОДІВ ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Проведено огляд та аналіз існуючих підходів щодо прогнозування розвитку транспортних підприємств.

Планування розвитку транспортних підприємств передбачає: розробку змісту, послідовності, способів і строків виконання задач, що на них покладені, їх взаємодії, усіх видів забезпечення їх функціонування і управління. Результатом планування розвитку транспортних підприємств є план на визначений період часу. Щоб план розвитку транспортних підприємств був якісним, йому повинен передувати прогноз потреби у послугах по перевезенню вантажів та пасажирів. Прогноз може охоплювати в принципі будь-який відрізок часу. Але у даному випадку він скоріше за все є короткостроковим, тому що розрахований на перспективу, впродовж якої очікуються тільки кількісні та якісні зміни об'єкту дослідження ринку транспортних послуг.

Прогноз взагалі визначається як імовірнісна науково обґрунтована думка про перспективи, можливих станах того або іншого явища в майбутньому і (або) про альтернативні шляхи і терміни їх здійснення [1].

За оцінками іноземних і вітчизняних систематиків прогностики, вже налічується понад 150 методів прогнозування [1, 2]. Кількість базових методів прогностики, які в різних варіаціях повторюються в інших методах, суттєво менше. Багато із цих методів належать скоріше до окремих прийомів чи процедур прогнозування, інші представляють набір окремих прийомів, що відрізняються від базових чи один від другого кількістю часткових прийомів і послідовністю їх застосування.

В літературі є велика кількість класифікаційних схем методів прогнозування. Однак більшість із них є спірною, або має недостатню пізнавальну цінність. Основною похибкою існуючих класифікаційних схем є порушення принципів класифікації. До числа основних таких принципів належать: достатньо повне охоплення прогностичних методів, єдність класифікаційної ознаки на кожному рівні розчленовування (за багаторівневої класифікації), непересічність розділів класифікації, відкритість класифікаційної схеми (можливість доповнення новими методами).

На сучасному етапі найбільш перспективним способом вирішення задач даного класу вважається створення спеціалізованих експертних систем, в яких широке застосування знайдуть методи ідентифікації [3], теорії нечітких множин [4], ситуаційного управління [5] та ін.

Так, у праці [1] пропонується трирівнева класифікація методів прогнозування, в якій кожний рівень деталізації (розчленовування) визначається своєю класифікаційною ознакою: ступенем формалізації, загальним принципом дії, способом отримання прогнозової інформації.

На практиці частіше за інші використовуються такі три основні методи розробки прогнозів, які доповнюють один одного:

– експертна оцінка (метод Дельфі) - досвід експертів з метою упорядкування, об'єктивізування суб'єктивних оцінок прогнозного характеру про очікуваний попит на транспортні послуги;

– екстраполювання і інтерполяція (виявлення проміжного значення між двома відомими моментами процесу) - побудова динамічних рядів розвитку показників попиту на транспортні послуги впродовж періодів підстави прогнозу у минулому і попередження прогнозу в майбутньому (ретроспекції і проспекції прогнозних розробок);

– моделювання - побудова пошукових моделей з урахуванням ймовірної зміни функціонування транспортних підприємств на період попередження прогнозу по наявних прямих або непрямих даних про зміни попиту.

Метод експертної оцінки полягає у тому, що експерти заповнюють спеціальні опитувальники з даної проблеми. Кожний з них індивідуально формує свій прогноз. Потім ці прогнози передаються всім експертам, що беруть участь у обговоренні. Вони ознайомлюються з думкою колег і, можливо, корегують свій попередній прогноз на базі нових ідей або інформації. Ця процедура повторюється три-чотири рази, поки зрештою всі експерти не прийдуть до єдиної думки транспортні послуги.

Метод екстраполювання заснований на припущенні про те, що закон зростання, що мав місце у минулому, збережеться і в майбутньому, з урахуванням поправок через можливий ефект насичення і стадій життєвого циклу об'єкта.

До кривих, достатньо точно відображаючих зміну прогнозованих параметрів у ряді поширених ситуацій, можна віднести експоненційну функцію вигляду

$$Y = a \cdot e^{bt}, \quad (1)$$

де a, b – параметри експоненціальної кривої; t – час.

До найбільш відомих експоненціальних кривих, використовуваних при прогнозуванні можна віднести криву Перла, виведену на підставі обширних досліджень у області зростання організмів і популяцій, що має вигляд

$$Y = \frac{L}{(1 + a \cdot e^{bt})}, \quad (2)$$

де L – верхня межа змінної Y .

Якісний експертний прогноз може бути розроблений тільки тоді, коли він добре підготовлений, якщо в його розробці задіяні компетентні фахівці, коли використана достовірна інформація, коли оцінки коректно одержані і оброблені.

Метод математичного моделювання належить до стохастичних методів, що припускають імовірнісний характер як прогнозу, так і самого зв'язку між досліджуваними показниками. Імовірність отримання точного прогнозу росте із зростанням числа емпіричних даних. Цей метод займає провідне місце з позиції формалізованого прогнозування. Результати прогнозування істотно варіюються за складністю використовуваних алгоритмів.

Найбільш ефективною прогнозною моделлю вважається система рівнянь. Проте у нашому випадку більш прийнятною є імітаційна модель, оскільки процес розвитку

транспортних підприємств через невизначеність у багатьох факторах практично неможливо описати за допомогою системи рівнянь.

На основі викладеного можна зробити такі висновки:

1. Якість плану розвитку транспортних підприємств залежить від якості прогнозування потреби у їх транспортних послугах.

2. За типом прогноз розвитку транспортних підприємств належить до пошукового, за об'єктом дослідження до суспільствознавчого прогнозу.

3. До основних методів прогнозу належать методи експертної оцінки, метод екстраполяції та інтерполяції і метод моделювання.

4. Найбільш прийнятним для прогнозу розвитку транспортних підприємств є метод моделювання, що полягає у використанні імітаційної моделі, яка найбільш детально враховує показники функціонування транспортних підприємств та тенденції зміни попиту на їх послуги.

Список літературних джерел

1. Рабочая книга по прогнозированию // Редколлегия: И. В. Бестужев-Лада (отв. ред). – М.: Мысль, 1982. – 430 с.

2. Теория прогнозирования и принятия решений / Под ред. С. А. Саркисяна. – М.: Мысль, 1977. – 786 с.

3. Ивахненко, А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами [Текст] / А.Г. Ивахненко – К.: Техніка, 1975. – 348 с.

4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Математика. Новое в зарубежной науке: пер. с англ. / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 418 с

5. Поспелов В. А. Большие системы. Ситуационное управление [Текст] / В. А. Поспелов. – М.: Знание, 1975. – 67 с.

Ігнат'єв Микола Миколайович – к.т.н., асистент кафедри транспортних технологій та засобів у АПК, Національний університет біоресурсів та природокористування України

Кашканов А. А., к.т.н., доц.; Кашканова А. А.

МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ПОХИБОК ТА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕПРЯМИХ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Розглянуті питання обчислення похибок та обробки результатів непрямих вимірювань параметрів при проведенні експертиз дорожньо-транспортних пригод. Сформовано правила оцінювання похибки результату непрямого вимірювання, для визначення її впливу на інтерпретацію аналітичних результатів досліджень і розрахунків.

При вирішенні задач автотехнічної експертизи ДТП прийняття рішень відбувається в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності.

В процесі прийняття рішень виникають різні види невизначеності в залежності від причин її появи. Зокрема розрізняють невизначеність [1]:

- кількісну, зумовлену значним числом об'єктів чи елементів в ситуації;
- інформаційну, обумовлену недостатністю інформації чи її неточністю через технічні, соціальні та інші причини;
- вартісну через надто дорожню чи недоступну плату за визначеність;
- професійну як наслідок недостатнього професіоналізму особи, що приймає рішення;
- обмежувальну (спричинену обмеженнями в ситуації прийняття рішень, наприклад обмеження в часі та інш.);
- зовнішнього середовища, пов'язану з його поведінкою чи реакцією на процес прийняття рішення.

Крім того, невизначеність може мати стохастичну або нечітку природу. При прийнятті рішень стохастична невизначеність виникає при використанні даних, про які відомі не точні значення, а їх статистичні оцінки. Нечітка невизначеність властива практично будь-якій ситуації експертного оцінювання і може бути об'єктивною, властивою всім реальним величинам, чи суб'єктивною, властивою людській природі в цілому, і особливо можливостям людини оцінювати інформацію.

Невизначеність можна усунути повністю чи частково двома шляхами: поглибленим вивченням наявної інформації або набуттям інформації, якої не вистачає.

Багато фізичних величин неможливо виміряти безпосередньо, тому їх визначення складається з двох різних етапів. Спочатку вимірюють величини x_i , які функціонально пов'язані з вимірюваною величиною X залежністю

$$X = f(x_1, \dots, x_m), \quad (1)$$

а потім значення величини X знаходять з розрахунку, тобто непрямим шляхом. Залежність (1) повинна бути відома з теоретичних передумов або встановлена експериментально. Результати вимірювання аргументів x_i та оцінки їх похибок можна отримати з прямих, непрямих, сумісних вимірювань, взяті з наукової та довідкової літератури, технічної документації. Загальний підхід до обробки непрямих вимірювань [2, 3, 4, 5] передбачає, що аргументи, від яких залежить вимірювана величина, та оцінки їх похибок, можна отримати з прямих, непрямих, сумісних вимірювань, а відомі систематичні похибки результатів вимірювань аргументів виключені.

Розрахунки, що виконуються при експертизі ДТП, як правило, є непрямими вимірюваннями. Так, щоб визначити зупиночний шлях автомобіля, необхідно шляхом вимірювань отримати дані про час реакції водія, часові параметри спрацьовування гальмівної системи, швидкість автомобіля до початку гальмування, коефіцієнт зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Результатом непрямого вимірювання є оцінка величини X , яку знаходять шляхом підстановки у вираз (1) результатів вимірювання аргументів x_i . Оскільки кожен з аргументів x_i вимірюється з певною похибкою, задача оцінювання похибки результату зводиться до додавання похибок вимірювання аргументів. Особливість непрямих вимірювань полягає в тому, що вклад окремих похибок вимірювання аргументів в похибку результату і правила їх додавання залежать від виду функції (1).

Для оцінювання похибок істотним є поділ непрямих вимірювань на лінійні та нелінійні непрямі вимірювання.

Для лінійних непрямих вимірювань рівняння вимірювань має вид

$$X = \sum_{i=1}^m a_i x_i, \quad (2)$$

де a_i – постійні коефіцієнти при аргументах x_i .

Будь-які інші функціональні залежності (1) відносять до нелінійних непрямих вимірювань.

Результат лінійного непрямого вимірювання обчислюють за формулою (2), шляхом підстановки в неї виміряних значень аргументів. Похибки вимірювання аргументів можна задати своїми границями Δx_i або довірчими границями $\Delta x(P)_i$ з довірчими ймовірностями P_i .

При малому числі аргументів (менше 5) проста оцінка похибки результату ΔX отримується шляхом додавання граничних похибок (без врахування знаку), тобто підстановкою границь $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_m$ у вираз

$$\Delta X = \pm (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_m). \quad (3)$$

Зі збільшенням числа аргументів ця оцінка стає надто завищеною, оскільки таке додавання фактично передбачає, що похибки вимірювання усіх аргументів одночасно мають максимальне значення і співпадають за знаком. Ймовірність такого співпадання практично дорівнює нулю, хоча можна гарантувати, що похибка визначена за (3) є максимально можливою. Для знаходження більш реалістичної оцінки переходять до статистичного додавання похибки аргументів. Якщо в заданих межах похибки аргументів розподілені рівномірно, довірчі границі $\Delta X(P)$ похибки результату вимірювання визначаються за формулою

$$\Delta X(P) = k \sqrt{\sum_{i=1}^m a_i^2 \cdot \Delta x_i^2}, \quad (4)$$

де k – коефіцієнт, який визначається прийнятою довірчою ймовірністю P (при $P = 0,95$ $k = 1,1$) [3].

Якщо похибки вимірювання аргументів задані довірчими границями з однаковими довірчими ймовірностями P , то вважаючи розподіл цих похибок нормальним, довірчі границі результату знаходять за формулою

$$\Delta X(P) = \sqrt{\sum_{i=1}^m a_i^2 \cdot [\Delta x_i(P)]^2}. \quad (5)$$

Якщо довірчі ймовірності похибок аргументів різні, їх необхідно привести до одного значення P .

Особливістю нелінійних непрямих вимірювань є те, що результати вимірювань аргументів піддаються функціональним перетворенням, які у випадку роботи з випадковими величинами призводять до зміни законів їх розподілу [2, 5].

Результат вимірювання X , як і при лінійних непрямих вимірюваннях, отримують з виразу (1). Якщо функція (1) є складною, знаходження закону похибки результату може мати значні математичні ускладнення. Тому при нелінійних непрямих випробуваннях відмовляються від використання інтервальних оцінок похибки результату і обмежуються наближеною верхньою оцінкою її границь. В основі наближеного оцінювання похибки нелінійних непрямих вимірювань лежить лінеаризація функції (1) і подальша обробка результатів, як при лінійних вимірюваннях.

Метод лінеаризації передбачає розкладання нелінійної функції в ряд Тейлора

$$f(x_1, \dots, x_m) = f(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_m) + \sum_{i=1}^m \frac{df}{dx_i} \Delta x_i + R, \quad (6)$$

де x_i – результат вимірювання i -го аргументу; Δx_i – відхилення результату вимірювання аргументу від його середнього арифметичного; R – остаточний член ряду.

Якщо остаточний член R достатньо малий, то ним можна знехтувати і оцінити похибку як при лінійному непрямому вимірюванні. Розглянемо цей випадок докладніше.

Вираз для повного диференціалу функції (1) має вигляд

$$dX = \frac{\partial X}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial X}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial X}{\partial x_m} dx_m. \quad (7)$$

За визначенням повний диференціал функції – це приріст функції, визваний малими приростами її аргументів.

Якщо похибки вимірювання аргументів є малими величинами порівняно з номінальними значеннями аргументів, то можна замінити диференціали аргументів dx_i в (7) на похибки вимірювань Δx_i , а диференціал функції dX на похибку результату вимірювання ΔX

$$\Delta X = \frac{\partial X}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial X}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial X}{\partial x_m} \Delta x_m. \quad (8)$$

Вважаючи, що розподіл похибок аргументів підлягає рівномірному закону, при числі доданків $m < 5$ границі похибки результату можна визначити за формулою (3). В тому випадку, коли похибки аргументів задані їх границями Δx_i чи довірчими границями, оцінку похибки результату визначають за (4) або (5). В обох випадках роль коефіцієнтів a_1, a_2, \dots, a_m виконують частинні похідні $\frac{\partial X}{\partial x_i}$.

Застосувавши формулу (8), отримаємо декілька простих правил оцінювання похибки результату непрямого вимірювання.

Правило 1. Похибки в доданках і різницях. Якщо x_1 та x_2 виміряні з похибками Δx_1 та Δx_2 і виміряні значення використовуються для обчислення суми чи різниці $X = x_1 \pm x_2$, то додаються абсолютні похибки (без врахування знаку): $\Delta X = \Delta x_1 + \Delta x_2$. Тоді границі похибки будуть $\pm \Delta X$.

Правило 2. Похибки в добутках і частках. Якщо виміряні значення x_1 та x_2 використовуються для обчислення $X = x_1 \cdot x_2$ чи $X = x_1 / x_2$, то додаються відносні похибки $\delta X = \delta x_1 + \delta x_2$, де $\delta x = \Delta x / x$.

Правило 3. Виміряна величина множиться на точне число. Якщо x використовується для обчислення добутку $X = A \cdot x$, в якому A не має похибки, то $\delta X = |A| \cdot \delta x$.

Правило 4. Піднесення до ступеня. Якщо x використовується для обчислення ступеня $X = x^n$, то $\delta X = n \cdot \delta x$.

Правило 5. Похибка у довільної функції однієї змінної. Якщо x використовується для обчислення функції $X = f(x)$, то $\delta X = \frac{dX}{dx} \delta x$.

Використання правил дозволяє отримати не дуже завищену оцінку граничної похибки результату нелінійного непрямого вимірювання для числа аргументів $m < 5$. Якщо відомо, що похибки вимірювання аргументів незалежні, то для оцінювання похибки результату доцільно скористатися квадратичним додаванням.

Будь-який розрахунок похибки можна виконати шляхом послідовних кроків за допомогою вищевказаних правил.

Якщо неможливо зробити припущення про те, що похибки вимірювання аргументів малі порівняно з їх середніми значеннями, обробку результатів необхідно виконувати за більш складним алгоритмом, який враховує нелінійність функції (1). Хоча навіть у випадку великих похибок аргументів метод лінеаризації дозволяє оцінити порядок похибки результату (з меншою точністю) і судити про його невизначеність.

Список літературних джерел

1. Кашканов А.А. Методика зменшення невизначеності довідкових та розрахункових параметрів в задачах автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ, 2013. – № 5 (194) – Ч. 2. – С. 67-72.
2. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
3. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений. – 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1991. – 304 с.
4. Васілевський О.М. Основи теорії невизначеності вимірювань : підручник / О.М. Васілевський, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с.
5. Захаров И. П. Теория неопределенности в измерениях : учеб, пособие [для студ. высш. учеб, зав.] / И. П. Захаров, В. Д. Кукуш; М-во образования и науки Украины. – Харьков : Консум, 2002. – 256 с.

Кашканов Андрій Альбертович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Кашканова Анастасія Андріївна – студентка факультету менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет.

Кашканов В. А., к.т.н., доц.; Ковпак О. О.

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІДВІСКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Проаналізовані шляхи вдосконалення підвіски легкового автомобіля та наведені можливі варіанти їх реалізації.

Вступ. Багато водіїв все частіше розглядають питання щодо модернізації підвіски власного автомобіля. Кожен, кого зацікавив цей процес, повинен чітко усвідомлювати, що він хоче отримати в кінцевому розрахунку : більшу плавність роботи підвіски, чи навпаки, зробити її більш спортивною, так як зміна певних параметрів підвіски може суттєво вплинути на основні її характеристики, такі як керованість, маневреність, проходження поворотів на великій швидкості та кліренс. Метою дослідження є ознайомлення з основними методами модернізації підвіски та основних її елементів, які вже встановлюються на автомобілях, а також аналіз робіт, які необхідно для цього виконати.

Основна частина. З чого ж почати модернізацію підвіски? В першу чергу необхідно замінити стандартні амортизатори на більш жорсткі спортивні. Вони дозволяють стабільно працювати при тривалих навантаженнях. Крім того, у таких амортизаторів можна регулювати опір стисненню і відбою. Якщо водій наважився на ці міри, то при регулюванні важливо не перестаратися. При пошуку кращих характеристик декому вдається налаштувати амортизатори так, що опір стисненню стає більшим від опору відбою. Процедура налаштування залежить від моделі амортизатора - деякі необхідно знімати з автомобіля, а найбільш дорогі можна регулювати кнопками з місця водія. Існують компромісні варіанти такого типу, коли характеристики підвіски змінюються автоматично залежно від режиму руху.

Вдосконаленню керованості та підвищенню стійкості автомобіля в поворотах сприяють більш жорсткі пружини підвіски. Останні розробки - двосекційні вузли, що складаються з двох пружин: наджорстка верхня і м'яка нижня. Таке рішення покращує контакт колеса з дорогою: розвантажене в повороті колесо не "зависає" над поверхнею, а під впливом нижньої пружини притискається до асфальту. При бюджетній модернізації автомобіля можна обмежитись встановленням пружин з більш потужної серійної машини або просто підібрати пружини від іншої машини.

Щоб зменшити крен машини, встановлюють більш жорсткі стабілізатори поперечної стійкості. При їх встановленні значно "посилюється" робота всієї підвіски, що до вподоби не кожному водію , особливо якщо вони звикли їздити на автомобілях з м'якою підвіскою. Вони продаються з різними коефіцієнтами жорсткості, але оптимальним варіантом буде вибір середнього значення між заводською і спортивною версією. Якщо водій готовий до сильної вібрації, можна наважитись на заміну гумометалевих шарнірів підвіски на сталеві сферичні, що значно підвищить керованість.

Можлива ще одна шлях щодо модернізації передньої підвіски передньопривідних автомобілів – заміна стандартної розтяжки. Це актуально при заміні стандартних шин на низькопрофільні, в яких значно краще зчеплення з дорожнім полотном. До речі, розтяжки встановлюють і в задню підвіску, що підсилює зв'язок центральної балки з важелями. Після

цього доопрацювання підвіска набуває функції багатоважільної конструкції: навантажене при русі по дузі зовнішнє колесо злегка повертається в бік, протилежний повороту. При цьому авто позбавляється від недостатньої поворотності.

Також збільшення стійкості автомобіля і зниження схильності до перекидання при різких маневрах можна домогтися розширенням колії автомобіля. Це досить просто – розширення колії можна домогтися, якщо встановити проставки в маточинах коліс.

Висновки. Модернізація підвіски є одним з найбільш поширених методів вдосконалення автомобіля. Тому потрібно бути готовим до того, що поліпшення поведінки і керованості автомобіля на дорозі буде здійснюватися за рахунок зниження комфорту в салоні, хоча, як показує практика для багатьох водіїв, це не є вирішальним фактором.

Крім того, необхідно розуміти для яких цілей підходить найкраще, той чи інший варіант підвіски, і обов'язково враховувати всі аспекти технічної реалізації та фактори експлуатації транспортного засобу.

Список літературних джерел

1. Доопрацювання підвіски автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://blogstreetracing.net/detalizaciy/pravilnaya-dorabotka-podveski-tyuning-podveski.html> [дата звернення: 1.04.18].

2. Особливості конструкції підвісок [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://autopark.pp.ua/652-tipi-pdvsok-avtomoblya-scho-ce-take-osoblivost-pristroyu-vidi-ta-zastosuvannya.html> [дата звернення: 1.04.18]

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Ковпак Олександр Олегович – студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.14b.kovpak@gmail.com

Кашканов В. А., к.т.н., доц.; Люльчак С. О.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Проаналізовані новітні досягнення науки та техніки в автомобільній галузі. Наведені розробки майбутніх технологічних ідей.

Вступ. Чого очікувати в найближчі роки? Чому і як автомобіль стане розумним? В якому напрямку буде розвиватися автомобільна сфера? Які технології вже доступні і які чекають нас? Ці та інші питання неодноразово задають автовласники, науковці та всі хто так чи інакше цікавляться автомобілями та результатами найновітніших розробок у галузі автомобілебудування. Метою дослідження є ознайомлення з сучасними опціями та функціями, які вже встановлюються на автомобілях, а також аналіз майбутніх розробок, які стануть доступними автовласникам у найближчому майбутньому.

Основна частина. Автомобілі змінюються, і швидкість впровадження нових технологій з кожним роком буде тільки збільшуватися. Наприклад, раніше мережа Інтернет була доступна лише обмеженому колу людей так само як і комп'ютер. Сьогодні ж, доступ до Інтернету можна отримати з телефону чи іншого мультимедійного засобу майже у кожній точці світу. Інтернетом зокрема можна користуватись і з власного автомобіля.

Так чи інакше, Інтернет та автомобіль з кожним роком будуть все більш тісно пов'язані. У той час як багато хто вважає, що така тісна інтеграція Інтернету і автомобіля буде тільки посилювати і так непросте становище з безпекою (посиляться фактори відволікання водія від дороги). Так само як зростає швидкість передачі даних в стільникових мережах, в тій же пропорції швидкість Інтернету буде рости і в автомобілі. Правда, є в цьому і свої плюси. Можна очікувати таких послуг, як нагадування про обслуговування автомобілів з різноманітним інформаційним супроводом, можливістю автоматичного запису і напрямком в найближчі сервісні центри, підключення автомобіля до різних баз даних, щоб можна було замовити столик в ресторані, і так далі. Пасажири в перспективі зможуть отримати більше можливостей для розваг в дорозі та багато іншого.

Крім можливості доступу в мережу, в недалекому майбутньому автомобілі будуть мати можливість більш тісної інтеграції (в більш повному обсязі синхронізуватися) з комп'ютерами і мобільними пристроями. Буде можливість дистанційно оновлювати програмне забезпечення різних систем автомобіля, не вдаючись до послуг спеціально навчених для цього людей. Або, наприклад, при виникненні будь-якої несправності в автомобілі дилер зможе дистанційно знайти причину і вказати на можливі шляхи виходу з ситуації, що склалася або ж виправити поломку, якщо збій був у комп'ютерній системі. Деякі подібні напрацювання існують вже сьогодні і реалізовані в таких системах, як OnStar компанії General Motors або в системі аварійного виклику Tele Aid від Mercedes-Benz.

OnStar надає можливість віддалено сповільнювати транспорт, заважаючи викрадачам сховатися від поліції при гонитві. Тепер з'явилася нова можливість, яка допоможе повернути викрадені машини за годину, а то й за хвилини. Нова технологія називається Remote Ignition Block (віддалене блокування запалювання). У оператора OnStar є можливість послати сигнал комп'ютеру у викраденому автомобілі, який викличе блокування системи запалювання і не дозволить запустити її.

Скоро всі автомобілі будуть пов'язані між собою і дорожньою структурою в єдине ціле, в єдину мережу, яка вже зараз має свою назву - «car-to-X communication». Сьогодні кілька компаній, в числі яких Audi, приступили до її створення. Суть розробки в тому, щоб зробити можливим «спілкування» вашого автомобіля не тільки з іншими машинами, а й з інфраструктурою, наприклад з веб-камерами на перехрестях, світлофорами або дорожніми знаками.

Знаючи про стан світлофорів, завантаженості вулиць і дорожніх умов, машина може економити енергію, обмежуючи водія від непотрібних розгонів/гальмувань. Машина навіть зможе самостійно резервувати місце для паркування. Якщо автомобіль потрапив в екстрену ситуацію, він зможе повідомити про це оточуючим авто, щоб інші водії могли вчасно зменшити швидкість і уникнути зіткнення.

Незважаючи на те що всі автовиробники давно вже використовують аеродинамічні труби, і в цьому аспекті є куди прагнути. Наприклад, компанія BMW, в своєму концепт карі BMW Vision Efficient Dynamics вже успішно використовує системи управління повітрязабірниками. Залежно від умов руху і температури зовнішнього повітря заслінки перед радіатором по сигналу системи відкриваються або закриваються. Якщо вони закриті, це покращує аеродинаміку і скорочує час прогріву двигуна, зменшуючи тим самим витрата палива.

Висновки. У процесі розвитку технологій в автомобілебудуванні використовуються все нові та прогресивніші засоби для забезпечення максимального комфорту водія та пасажирів автомобіля. Багато з них уже знайшли застосування в автомобілях люкс класу, деякі з них все ще знаходяться в розробці, а є й такі, що стали звичайною опцією майже всіх сучасних автомобілів. Але науково-технічний прогрес продовжується, розробляються нові технології, які і надалі будуть покращувати всі аспекти автомобіля з урахуванням потреб водіїв та пасажирів.

Список літературних джерел

1. Технології автомобілів майбутнього [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.lookatme.ru/mag/live/future-research/197165-future-car-technologies> [дата звернення: 31.03.18].

2. 10 технологій, які з'являться на автомобілях найближчим часом [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.autonews.ru/autobusiness/news/1828501/> [дата звернення: 31.03.18]

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Люльчак Сергій Олегович – студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.14b.liulchak@gmail.com

Коваленко Р. І.

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ, А ТАКОЖ НАПРЯМКІВ ЗАСТОСУВАННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ АВТОМОБІЛІВ-НОСІЇВ

Впродовж останніх років у підрозділах аварійно-рятувальних формувань розвинутих країн світу спостерігається тенденція до їх оснащення багатофункціональними оперативними транспортними засобами. Одним із найбільш поширених видів цих транспортних засобів є автомобілі-носії зі знімними кузовами-контейнерами. У роботі було проаналізовано переваги та недоліки навантажувально-розвантажувальних механізмів названих автомобілів та напрямки їх застосування.

Вступ. Підвищення соціальних стандартів життя за кордоном спричинило зростання переліку цільових завдань підрозділів аварійно-рятувальних формувань населених пунктів. Крім «класичної задачі» – пожежогасіння, на підрозділи аварійно-рятувальних формувань покладені також наступні задачі: проведення аварійно-рятувальних робіт під час раптових обвалів будинків, споруд та виникненні дорожньо-транспортних пригод; ліквідація наслідків розливів та/або викидів небезпечних хімічних і радіоактивних речовин; виконання порятунку потерпілих на водоймах та в зонах підтоплення; діставання людей і тварин з ям та колодязів; організація життєзабезпечення постраждалого в результаті виникнення різного роду надзвичайних ситуацій населення та ін. Для виконання такого широкого переліку цільових завдань підрозділи аварійно-рятувальних формувань повинні мати відповідне технічне забезпечення, що також має безпосереднє відношення і до їх оснащення оперативними транспортними засобами. У зв'язку з цим, в розвинутих країнах світу спостерігається тенденція до оснащення підрозділів аварійно-рятувальних формувань населених пунктів багатофункціональними мобільними аварійно-рятувальними комплексами зі знімними кузовами-контейнерами. Вказаний вид оперативних транспортних засобів складається з автомобіля-носія, який оснащений певним типом навантажувально-розвантажувального механізму та одного або декількох знімних кузовів-контейнерів з різними цільовими призначеннями. Перевагами цих оперативних транспортних засобів у порівнянні з пожежно-рятувальними автомобілями «класичного компонування» є: менші експлуатаційні витрати за рахунок скорочення парку спеціальних автомобілів в підрозділах; можливість мультимодальної доставки знімних кузовів-контейнерів до місця ліквідації надзвичайної ситуації, що дозволяє загалом підвищити ефективність транспортного процесу за різними показниками, наприклад, часом та вартістю доставки; можливість розширення функціональних можливостей підрозділів аварійно-рятувальних формувань при мінімальних витратах (забезпечується шляхом оснащення підрозділів додатковим знімним кузовом-контейнером з відповідним переліком цільових призначень, а не за рахунок придбання окремого виду спеціального автомобіля, що потребує значно більших витрат). Недоліками багатофункціональних мобільних аварійно-рятувальних комплексів зі знімними кузовами-контейнерами у порівнянні з пожежно-рятувальними автомобілями «класичного компонування» є більша вартість за рахунок їх обладнання навантажувально-розвантажувальним механізмом та більший час збору і виїзду при надходженні виклику, у випадку необхідності виконання операції заміни знімних кузовів-контейнерів. Незважаючи на широке поширення за кордоном, в підрозділах аварійно-рятувальних формувань України цей вид спеціалізованих транспортних засобів поки ще є відсутнім. Питання оснащення підрозділів нашої держави багатофункціональними мобільними аварійно-рятувальними комплексами зі знімними кузовами-контейнерами перебуває на етапі концепції і розгляду

необхідних типажів цих автомобілів для аварійно-рятувальних формувань та є впродовж останніх років досить актуальним.

Автомобілі-носії можуть комплектуватися різними видами навантажувально-розвантажувальних механізмів. Від виду навантажувально-розвантажувального механізму буде залежати час збору і виїзду підрозділів за сигналом «Тривога» та вартість багатофункціонального мобільного аварійно-рятувального комплексу.

Метою дослідження є проведення аналізу переваг та недоліків різних видів навантажувально-розвантажувальних механізмів, якими обладнуються автомобілі-носії з метою встановлення рівня їх ефективності при виконанні тих чи інших завдань окремими підрозділами аварійно-рятувальних формувань.

Основна частина. Оперативні транспортні засоби в органах та підрозділах ДСНС України в залежності від інтенсивності експлуатації та порядку утримання поділяються на дві групи – стройову та транспортну. До групи стройових відносяться оперативні транспортні засоби, які виїждять на ліквідацію надзвичайних ситуацій за сигналом «Тривога». До транспортної групи відносять оперативні транспортні засоби, які призначені для повсякденного життєзабезпечення підрозділів. Відповідно до кожної групи оперативних транспортних засобів висуваються різні вимоги, що також необхідно враховувати при виборі виду навантажувально-розвантажувального механізму для автомобілів-носіїв.

З урахуванням специфіки і загального порядку залучення спеціальних автомобілів органів та підрозділів ДСНС України для проведення окремих видів робіт, можливим є формування наступного переліку вимог до навантажувально-розвантажувальних механізмів оперативних транспортних засобів стройової групи:

- мінімально короткий час виконання операцій завантаження (розвантаження) знімного кузова-контейнера на вантажну платформу автомобіля-носія;
- можливість заміни кузова-контейнера без виходу водія з кабіни;
- висока ймовірність безвідмовної роботи в процесі експлуатації.

Для оперативних транспортних засобів транспортної групи останні дві вимоги з наведеного вище переліку є аналогічними. Враховуючи те, що для оперативних транспортних засобів транспортної групи відсутнім є норматив по часу виїзду (для оперативних транспортних засобів стройової групи норматив по часу виїзду становить не більше однієї хвилини), то вимога стосовно мінімально короткого часу виконання операцій завантаження (розвантаження) знімного кузова-контейнера на вантажну платформу автомобіля-носія не є принциповою. Відповідно це дозволяє застосування знімних кузовів-контейнерів, які обладнані опорними стійками, при цьому, оснащення автомобіля-носія завантажувально-розвантажувальним механізмом не потрібне. Названий варіант дозволяє скоротити вартість автомобілів-носіїв, які планується використати у якості оперативних транспортних засобів транспортної групи для органів і підрозділів ДСНС України.

Згідно [1] в пожежно-рятувальних підрозділах Німеччини для забезпечення їх господарських потреб використовувалися автомобілі-самонавантажувачі, які були оснащені порталним краном. До недоліків таких систем, у порівнянні з розглянутими, можна віднести обмежену ємність та ширину знімного кузова-контейнера, а також збільшення колії автомобіля-носія.

Провівши аналіз продукції світових виробників багатофункціональних мобільних аварійно-рятувальних комплексів зі знімними кузовами-контейнерами [2-6] можна прийти до висновку, що більшість автомобілів-носіїв, які у відповідності до вітчизняної класифікації оперативних транспортних засобів мають відношення до транспортної групи, оснащуються навантажувально-розвантажувальним механізмом типу мультиліфт. Цей механізм крім того, що відповідає встановленим вимогам до навантажувально-розвантажувальних механізмів автомобілів-носіїв стройової групи, дозволяє також завантажувати і розвантажувати кузова-контейнери не тільки на одиночний автомобіль, а і на причеп. Відповідно при застосуванні даного типу навантажувально-розвантажувального механізму на автомобілях-носіях існує можливість доставки знімних кузовів-контейнерів до місця ліквідації надзвичайної ситуації у

складі автопоїзду, що дозволяє залучати меншу кількість автомобілів до транспортного процесу.

Висновок. Таким чином, були проаналізовані переваги та недоліки навантажувально-розвантажувальних механізмів, які використовуються на багатофункціональних мобільних аварійно-рятувальних комплексах зі знімними кузовами-контейнерами. Встановлено, що на автомобілях-носіях стройової групи доцільно застосовувати навантажувально-розвантажувальний механізм типу мультиліфт, а на автомобілях-носіях транспортної групи – знімні кузова-контейнери, які обладнані опорними стійками, що дозволяє не оснащувати ці автомобілі навантажувально-розвантажувальним механізмом і за рахунок цього знижує вартість їх придбання. В подальшому планується проводити дослідження в напрямку встановлення перспективних та найбільш ефективних компоновальних схем багатофункціональних мобільних аварійно-рятувальних комплексах зі знімними кузовами-контейнерами, що є актуальним напрямом наукових досліджень, з урахуванням сучасних тенденцій до оснащення підрозділів аварійно-рятувальних формувань.

Список літературних джерел

1. Fischer K. Die Fahrzeuge der Feuerwehr / Fischer K. – Fränkisch-Crumbach : Edition XXL, 2005. – 420 S.

2. Компанія «Ziegler» (офіційний сайт виробника) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ziegler.de/de/produkte/abrollbehaelter> (дата звернення 05.01.2018). - Назва з екрана.

3. Компанія «Hensel Fahrzeugbau GmbH & Co.KG» (офіційний сайт виробника) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.hensel-fahrzeugbau.de/abrollbehaelter/> (дата звернення 05.01.2018). - Назва з екрана.

4. Компанія «ТНТ» (офіційний сайт виробника) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.tht.cz/en/fire-containers/fire-containers> (дата звернення 05.01.2018). - Назва з екрана.

5. Компанія «HFS» (офіційний сайт виробника) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hytransfiresystem.com/products.html> (дата звернення 05.01.2018). - Назва з екрана.

6. Компанія «Rosenbauer» (офіційний сайт виробника) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hytransfiresystem.com/products.html> (дата звернення 05.01.2018). - Назва з екрана.

Коваленко Роман Іванович – викладач кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки факультету оперативно-рятувальних сил, Національний університет цивільного захисту України

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОТРИВКОСТІ ПЕРСПЕКТИВНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ, А ТАКОЖ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЇХ ПРОДУКТІВ ЗНОШУВАННЯ

В роботі в стислій формі наведені деякі власні дослідження стосовно зносостійкості перспективних сталей, що можуть знаходити застосування в автомобільній галузі.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку пов'язаного з вивченням фізико-механічних властивостей сплавів та їх впливом на формування експлуатаційних характеристик деталей [1 - 12]. Мета роботи полягає в наведенні та узагальненні результатів власних досліджень зносостійкості високоазотних сталей, а також систематизації інформації стосовно використання параметрів продуктів зношування в якості ідентифікаторів прогнозування працездатності машин та механізмів.

Деталі транспортних засобів під час роботи і при зберіганні знаходяться під впливом різних фізичних і хімічних процесів, в результаті чого відбувається їх знос.

При правильній експлуатації машини наростання зносу відбувається поступово, при неправильній - швидко, навіть якщо вона працює нетривалий час. Такий знос називається **аварійним**.

Знос пов'язаних один з одним деталей наростає насамперед в залежності від часу роботи машини і може бути розділений на 3 періоди:

- перший період - процес підробітки (припрацювання) сполучених деталей;
- другий - процес нормальної роботи; наростання зносу тут йде повільно і рівномірно;
- третій - прискорене наростання зносу і руйнування сполучення (аварійний знос) [13].

Природний знос класифікується на механічний, абразивний, корозійний, пластичний, втомний і тепловий. При цьому перші три види зносів характерні для сполучень з поверхнями, що труться, інші - як для сполучень, що труться, так і з тими поверхнями, що не зазнають тертя.

Швидкість зношування деталей залежить від багатьох факторів, які можна поділити на такі три групи: конструктивні, технологічні, експлуатаційні.

Конструктивні фактори, такі, як форма, розміри, зазори і посадки сполучених деталей; матеріали, які плануються для їх виготовлення; умови, що забезпечують легкість доступу до з'єднань при обслуговуванні та ремонті враховуються в процесі конструювання машин. Правильність їх вибору значно впливає на надійність і довговічність машин.

Технологічні фактори пов'язані з процесами виготовлення деталей. До них відносяться: якість матеріалу, застосованого для виготовлення деталей, механічна і термічна обробка деталей.

Експлуатаційними чинниками є: режим роботи машини, кліматичні умови в зоні її експлуатації, якість застосовуваних мастильних матеріалів, своєчасність і якість технічного обслуговування і ремонту [14].

Від зношування деталей автомобіля залежить безпека та життя людей, тому питання про підвищення та забезпечення зносостійкості вузлів транспортних засобів є актуальною сьогоденною задачею.

Одними з діагностичних методів для прогнозування працездатності машин та механізмів є ідентифікація частинок зношування.

Частинки зношування можуть належати до різних сплавів, мати різні розміри, мікрорельєф та фрактографію. Вони можуть утворюватися при різних умовах тертя (наприклад, сухе або рідинне), а також додаватись до продуктів корозії, мастил, технологічних середовищ або продуктів згорання палива.

Проведені власні експериментальні дослідження [1, 5, 6, 8, 9] дозволили встановити закономірності при зношуванні досліджуваних сталей в умовах сухого та граничного тертя. Наведемо, деякі приклади.

Підбір матеріалів для проведення експериментів. Нові можливості відкриваються при використанні високолегованих хромомарганцевих сталей, які завдяки підвищеним фізико-механічним властивостям ($\sigma_b = 1000 \dots 1300$ МПа, $\sigma_T = 400 \dots 1000$ МПа, $K_{IC} = 600$ МПа \sqrt{m}) знаходять широке використання в атомній енергетиці, медицині, будівництві, у морській техніці, залізниці, де вони використовуються як триботехнічні матеріали [5, 6, 8]. Високоазотні сталі, у порівнянні з вуглецевими сталями мають менший коефіцієнт тертя.

Хімічний склад досліджуваних сталей наведено в таблиці 1.

Сплав № 1, то є високоазотна сталь. Сплав № 2 є сталь № 45. Хімічний склад сталі 45 регламентується згідно ГОСТ 1050-88.

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваних сталей

| Марка | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V | N |
|------------|------------|-------------|-----------|---------|---------|------|------|------|
| Сплав № 1 | 0,06 | 0,52 | 19,4 | 17,5 | 0,13 | 2,08 | 0,14 | 0,97 |
| Сплав № 2* | 0,42 - 0,5 | 0,17 - 0,37 | 0,5 - 0,8 | До 0,25 | До 0,25 | – | – | – |

- *S до 0,04%, P до 0,035, C до 0,25, Cu до 0,25, As до 0,08.

Для сталі 45 є замітники сталі: 40X, 50, 50Г2. Клас сталі: сталь конструкційна вуглецева якісна. Сталь 45 використовують в промисловості для виготовлення: валів-шестерен, колінчатих і розподільних валів, шестерень, шпинделів, бандажів, циліндрів, кулачків і інших нормалізованих, покращуваних, що піддаються поверхневій термообробці деталей, від яких потрібна підвищена міцність, тобто цю сталь можна застосовувати для вузлів тертя автомобілів.

У досліджуваній сталі в мікроструктурі сплавів зафіксовано аустенітну металеву матрицю, мікротвердістю 4,2...5,0 GPa.

Виготовлення високо азотних сталей здійснюються з електродів виплавлених в дуговій печі, які для поліпшення чистоти переплавляються на установці електрошлакового переплаву або в установці електрошлакового переплаву під тиском. Після обточки заготовок зразки підвергають дифузійному відпалу, а далі холодному зміцненню. Далі відбувається відпал для зняття напруг та чистова обробка. Холодна пластична деформація для даних зразків може здійснюватися до 60%.

Металографічні та інші види досліджень. Металографічні дослідження (в.ч. продуктів зношування) проводились на мікроскопі Neophot 2, з підключенням ноутбука, та цифрового фотоапарату Canon EOS 30D. Поверхні тертя знімалась на електронному мікроскопі EVO-40XVP із системою мікроаналізу INCA Energy 350. За допомогою мікроскопу Neophot 2 вдалося встановити мікротвердість поверхневого шару. Рентгеноструктурний аналіз проводили на установці ДРОН 2.

Для експертизи використовувалось обладнання “Центру електронної мікроскопії та рентгенівського мікроаналізу” НАН України.

Методика проведення експериментів на машинах тертя. Дослідження зносостійкості матеріалів проводились на машинах тертя СМЦ-2 та СМТ-1 (2070) [15-19].

Машина тертя СМЦ-2, будучи модифікацією машини тертя Амслера, призначена для випробування матеріалів на знос і визначення їх фрикційних властивостей в умовах тертя ковзання і тертя кочення при нормальних температурах для модельних трибосистем, схема яких представлена на рис. 1, диск-колодка (а), диск-диск (б) та ще може бути втулка - вал.

Пару тертя диск-диск використовують для моделювання роботи трибоспрямижень з лінійним контактом елементів, таких як колесо рейок (наприклад кранові ходові колеса, що переміщуються по рейці) або зубчасте зачеплення. При взаємному обкатуванні взаємодіючих дисків з деяким прослизанням в зоні їх контакту виникають умови навантаження матеріалу, відповідні навантаженню матеріалу зубчастого колеса в будь-якій точці лінії контакту (зачеплення).

Пара тертя диск-колодка використовується для моделювання роботи трибоспрямижень

сухого і граничного тертя (гальмівні колодки та ін.). При використанні модельної трибосистеми втулка-вал можливо дослідження гідродинамічної опори тертя.

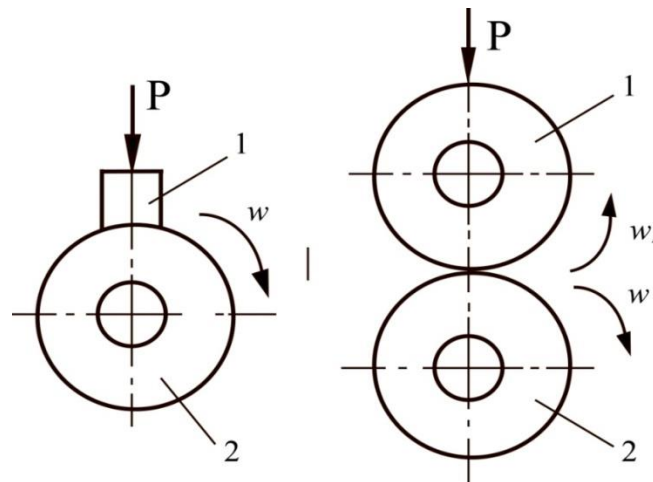


Рисунок 1 – Модельні трибосистеми, що реалізуються на машинах тертя СМЦ-2 та СМТ-1 (2070). Позначення: 1 – зразок, 2 – контртіло (а – диск-колодка; б – диск-диск)

Трибометр укомплектований пристроями для тарировки його силових систем, а також для проведення випробувань елементів модельних трибосистем диск - диск і диск - колодка в рідких середовищах передбачено використання спеціальних камер.

Кінематична схема машини тертя представлена на рис. 2. Привід обертання зразка 8 і контртіла 9 здійснюється від електродвигуна 1 за допомогою клинопасової передачі 2 і шестерень 3. Клиноременева передача зі змінними шківками, дозволяє проводити випробування при малих навантаженнях на зразок. В каретці 5, повертається навколо осі валу 4, розташовані змінні шестерні 6, що працюють в масляній ванні, для приводу зразка 8. Передаточне відношення цих шестерень визначає ступінь ковзання зразка і контртіла при випробуваннях на тертя кочення з проковзуванням.

Таблиця 2 – Технічні дані машини тертя СМЦ-2

| Технічні характеристики | Показники |
|---|----------------|
| Частота обертання валу контртіла, об/хв | 300, 500, 1000 |
| Коефіцієнт проковзування круглих зразків з однаковими діаметрами, % | 0,10,15,20 |
| Максимальний момент тертя, Н·м | 15 |
| Діапазон зміни моменту тертя, Н·м | 1,5 ... 15 |
| Діапазон вимірювання навантаження, Н | |
| Диск-диск; диск-колодка | 200-2000 |
| Вал-втулка | 500-5000 |
| Потужність, кВА | 2,2 |
| Межа похибки коефіцієнта прослизання | ± 5% |
| Межа похибки числа обертів контртіла від вимірюваної величини | ± 10% |

Для проведення досліджень працездатності гідросистеми в рідких середовищах трибометр оснащений спеціальною камерою. Також з власного досвіду можна додати, що спеціальну камеру можна замінювати на різні прилаштування.

Момент тертя вимірюється безконтактним індуктивним датчиком 10 по скручуванню торсіонного валу 11, на якому закріплено контртіло 9. Реєстрацію моменту тертя виробляють потенціометром типу КСП-2.

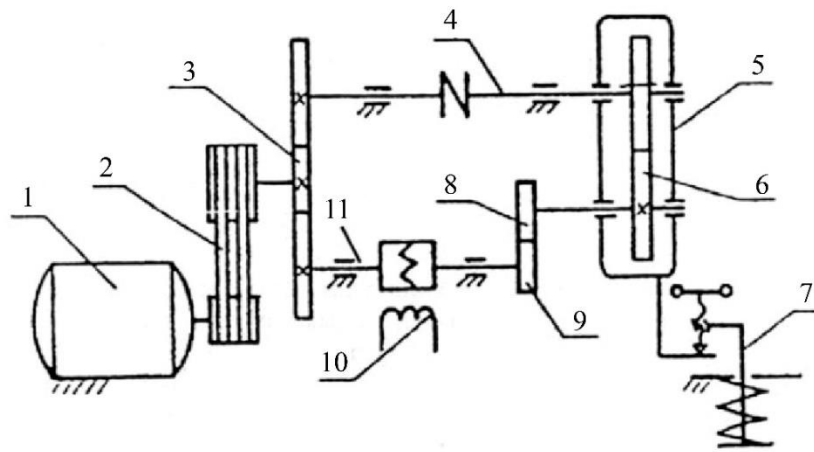


Рисунок 2 – Кінематична схема машини тертя СМЦ-2

(1 – електродвигун, 2 – клиноремінна передача зі змінними шківками, 3 – шестерні приводу зразка і контртіла, 4 – промі-жний вал, 5 – каретка, 6 – змінні шестерні приводу зразка, 7 – навантажуючий пристрій, 8 - зразок, 9 – контртіло, 10 – індукційний датчик моменту тертя, 11 – торсіон)

Каретка консольно кріпиться в бабі нижнього зразка. Каретка може бути знята з машини для установки і роботи з камерою для зразків "Вал-втулка".

Щоб виключити навантаження на зразки від неврівноважених мас консольно закріпленої каретки на машині є противага, яка розміщується всередині станини машини.

Для вимірювання крутного моменту на машині використовують безконтактний індуктивний датчик, що складається з двох частин: обертового ротора и нерухомого статора. Основною частиною ротора є торсіон. Під час випробувань виникає момент тертя, який скручує вал нижньої балки. Другий кінець вала з'єднаний з торсіоном датчика, який сприймає цей же момент. Під його дією торсіон скручується, а крайні кільця ротора зміщуються відносно середнього кільця в різні боки на рівні кути. При цьому змінюється магнітний потік, отже відбувається зміна ЕРС. Електричні сигнали подають на потенціометр.

Враховуючі можливості машин тертя, визначимо які деталі автомобілів, можуть експлуатуватись в умовах близьких до проведення експериментів. Це деталі (у склад яких входять підшипники ковзання): стартера, трамблера, генератора, кривошипно - шатунного механізму, газорозподільного механізму.

До найбільш відповідальних вузлів тертя ходової частини автомобілів, які треба змащувати, відносяться підшипники, ступиці коліс, шарніри рульового управління, карданні шарніри рівних кутових швидкостей.

Вузли, що зазнають тертя: підшипники кочення і ковзання, шарніри, опори, різьбові з'єднаннях, зубчасті та інші передачі.

Дослідження в умовах сухого тертя мають велике прикладне значення по-перше: отриманні результати можна порівнювати з інтенсивністю зношування інших сплавів в аналогічних умовах (так як при сухому терті інтенсивність зношування вища ніж при граничному); по-друге: дослідити інтенсивність руйнування з позицій механіки руйнування порівнюючи морфологію продуктів зношування, так як руйнуванню сплавів цих сплавів не перешкоджають ніякі змащувальні речовини; по-третє: сухе тертя можна розглядати як граничний випадок тертя в умовах змащування, коли зник змащувальний матеріал з трибоз'єднання і пара тертя вже давно працює в таких умовах.

Досліджували триботехнічні можливості високо азотних сталей в умовах сухого тертя (ролик по ролику). Зносотривкість вивчали на машині тертя СМТ – 1 (2070). Швидкість ковзання нижнього ролика становила 1480 обертів за хвилину, а верхнього 1240 (проковзування складало 15%). Нижній ролик (діаметр 42 мм) виготовлений зі сталі 45 (HRC = 60 од.). Верхній ролик виготовляли з високоазотної сталі сплав №1 твердість 45...50 HRC (хімічний склад наведено в табл. 1). Лінійна швидкість верхнього ролика складала 2,27 м/с, а нижнього 3,08 м/с. В умовах сухого тертя навантаження складало 25, 40, 50, 60 кг.

Перед дослідженням сплавів робили їх припрацювання, навантаження змінювали від меншого до більшого. Подальше припрацювання сплавів сприяло зменшенню інтенсивності зношування сплавів навіть при збільшенні навантаження від 40 кг до 50 кг (рис. 3). При навантаженні 40 кг схоплювання сплавів не спостерігали їх тертя відбувалось у стабільному режимі без значних коливань коефіцієнта тертя.

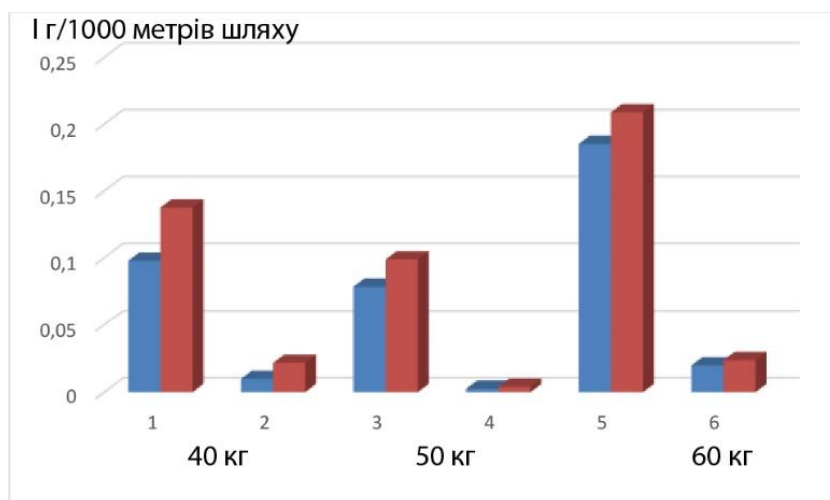


Рисунок 3 – Експериментальні результати досліджень в умовах сухого тертя (номери стовпчиків 1, 3, 5 - сталь 45; 2, 4, 6 - хромомарганцева сталь)

Відомо, що Мо стверджує твердий розчин (металеву матрицю), та входить до складу карбідів а Ні навпаки сприяє підвищенню в'язкості та пластичності сплавів [3, 4], що може суттєво впливати на триботехнічні властивості. В умовах тертя суттєвий вплив відіграють процеси, що відбуваються в при поверхневих шарах сплавів. Зокрема, здатність сплавів зміцнюватись (збільшувати твердість при поверхневих шарів) при навантаженні та чинити опір зношуванню [20]. Зміна властивостей аустеніту при легуванні може бути описана теоріями зміцнення твердих розчинів. Для елементів впровадження (С, N) та заміщення (Mn, V, Co, Mo, W, Al, Cr, Ni, Si) ефективність зміцнення при однакових значеннях Δa різна (Δa – параметр кристалової ґратки). Найбільший вклад у зміцнення аустеніту вносять елементи впровадження, особливо азот. На відміну від α – заліза розчинність азоту в легованому аустеніті значно вище і може перевищувати 1 % при кімнатній температурі [21]. Сплав № 1 містить більшу кількість азоту. Хромомарганцевий аустеніт армується карбідами та нітридами. В сплаві № 1 виявили нітриди хрому, які розташовані переважно по границях зерен. Як відомо нітриди хрому ((у системі нітрида хрому існують дві нітридні фази - Cr_2N (гексагональна структура) і CrN (B1 - NaCl структура [22])) можуть мати високу твердість до 25 GPa, що значно перевищує твердість металевої матриці. А від так реалізується принцип Шарпі, коли в металевій матриці, розташовані тверді включення, що сприяє підвищеній зносотривкості. Нітриди хрому можуть армувати металеву аустенітну матрицю, що буде сприяти міцністним характеристикам. Але вони, також зменшують вміст хрому в твердому розчині, що ймовірно буде зменшувати вміст хрому в пасивуючий плівці на поверхні.

Для марганцевого та нікелевого аустеніту при деформації $\varepsilon = 50\%$ підвищується твердість нікелевого аустеніту в 1,5 рази, а марганцевого в 2,6. Що обумовлено тим, що в марганцевім аустеніті значення енергії дефектів упаковки значно менше, ніж в нікелевім аустеніті. Рухливість дислокацій (здатність їх к поперечному ковзанню, легкість перетинів) залежить від енергії дефекту упаковки (цей фактор відіграє у зміцненні сплавів більшу роль, ніж взаємодія дислокацій з атомами впровадження та заміщення, а також силі тертя кристалової ґратки). Під впливом Mn відбувається перерозподіл зовнішніх електронів від атомів заліза до атомів марганцю, внаслідок чого d – електрони атомів заліза приймають більшу участь у зв'язках. Зміна характеру просторового розподілу електронів є основним фактором у визначенні властивостей залізо марганцевих сплавів [22 – 25].

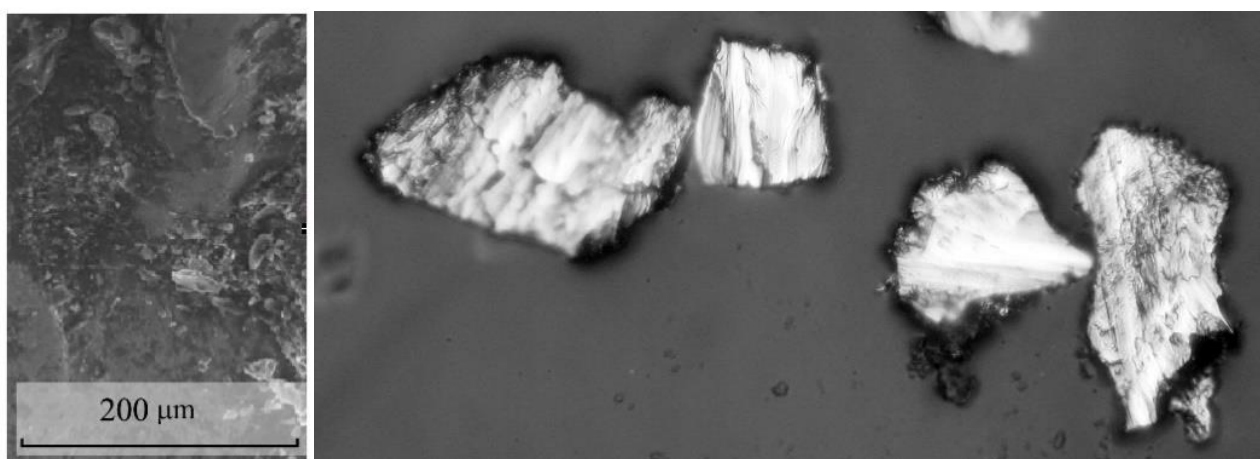
Таким чином, змінюючи вміст легуючих елементів можна значно впливати на характер руйнування цих сплавів в умовах тертя.

Досліджуванні сплави є нержавіючими сталями, на поверхні яких міститься «пасивуюча» оксидна плівка з підвищеним вмістом хрому. Ця плівка має товщину 1 – 5 нанометрів, вона суцільна та хімічно стабільна навіть при умовах, коли поверхневі шари абсорбували значну кількість кисню. Крім того, коли на поверхні кількість кисню достатня, то захисний оксидний шар може самовідновлюватись. Тобто якщо на поверхні сталі є дряпини або вибоїни, то в результаті взаємодії атмосферного кисню та хрому захисний шар самовідновлюється [25].

Цю особливість дуже широко застосовують в автомобілебудуванні, коли виготовляють декоративні деталі з нержавіючої сталі, тобто захисна плівка залишається на деталях не пошкодженою.

Змащувальні матеріали значно зменшують зношування деталей найчастіше за малих деформаціях, коли в згідно з ефектом Ребіндера, вони окислюють та пластифікують метал. При цьому окисні плівки попереджують поверхню від схоплювання, особливо коли їх твердість нижча твердості основного металу і вони можуть деформуватись не руйнують [26]. За допомогою локального рентгеноструктурного аналізу, виконаного методами електронної мікроскопії встановили, що на поверхні тертя є кисень (рис. 4), який входить до складу пасивуючих плівок, які гальмують на деяких етапах інтенсивне зношування поверхневих шарів. Вміст кисню становив (10% за вагою, та 26 % атом.), хрому 17,54% та 14,37% відповідно. Пасивуюча плівка (пасивуючий шар) складається з оксиду хрому. Товщина цього шару знаходиться в межах 20 - 30 ангстрема. Міцність захисного шару збільшується із збільшенням вмісту хрому [27]. Аналіз зроблено з поверхні, яка не зазнала значних пошкоджень під час тертя, тобто маємо гладку поверхню (наведено білим квадратиком), інша площа на знімку зазнала значних пошкоджень в умовах тертя. Таким чином, на поверхні ролика знаходяться плівки що містять кисень та хром.

На поверхні де є «гладкий» мікрорельєф рис. 4. (де проведено локальний аналіз (рис. 5.) міститься значна кількість азоту, який може знаходитись як у твердому розчині, так і у складі нітридів. Також є зруйновані ділянки, з якої відокремлювався матеріал в умовах схоплювання, але на ній вмісту азоту не зафіксовано, натомість за даними локального аналізу, там міститься велика концентрація молібдену. Ймовірно, тут розташований карбід молібдену. Що може служити доказом того, що руйнування сплаву в умовах інтенсивного схоплювання відбувається в крихких карбідах.



а)

б)

Рисунок 4 – Поверхня тертя сплаву № 1 після процесів інтенсивного теплового схоплювання. Білим кольором наведено місце, де був проведений локальний аналіз а. Фотографії продуктів зношування викришених під час інтенсивного схоплювання б

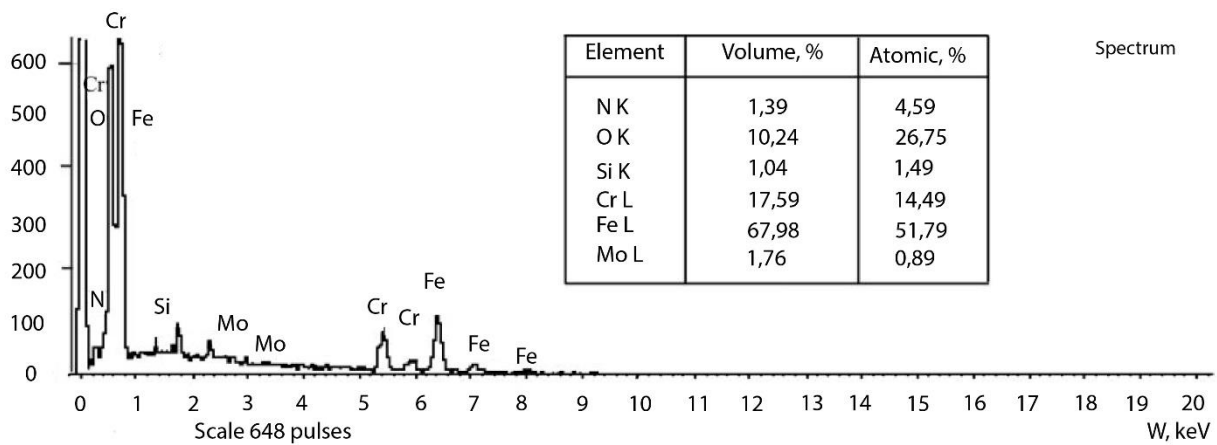


Рисунок 5 – Спектри (з дисперсією по енергії) характеристичного рентгенівського випромінювання (ЕДХ) елементів, збуджені електронним зондом із поверхні тертя зразків сталі

На рис. 6 та 7 надані фотографії на яких можна роздивитись поверхню ролика після тертя. З рис. 6, 7 бачимо, що поверхня має різні пошкодження викликані тепловим схопленням, аналіз дифрактограм дозволив встановити, де саме відбувалось руйнування. На рис. 7 бачимо, що є не зруйновані ділянки, де руйнування не відбувалось так інтенсивно.

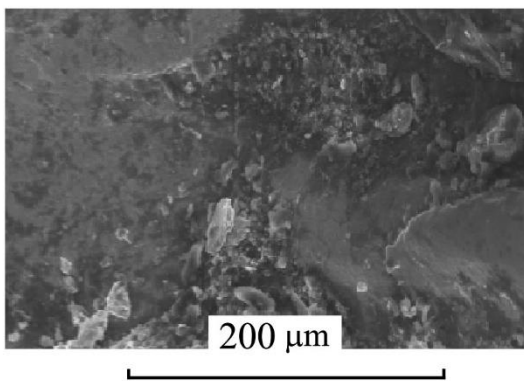


Рисунок 6 – Поверхня тертя сплаву № 1 після процесів інтенсивного теплового схоплювання

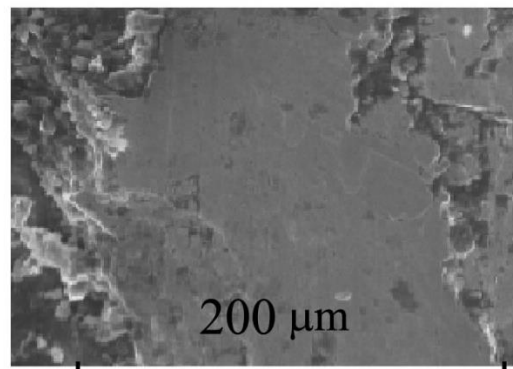


Рисунок 7 – Поверхня тертя сплаву № 1 після процесів тертя

На рис. 7 наведено фото продуктів зношування, які утворились в умовах схоплювання. Для частинок I, IV, VI, судячи з мікрорельєфу, характерний крихкий характер руйнування. На поверхні частинок практично немає «гладких» ділянок поверхні, а притаманний ступінчастий мікрорельєф. Особливо добре це видно на частинці III (показано стрілочкою та позначено цифрою 2). Але поверхня частинки V має більш гладку поверхню (стрілочка та цифра 4). Стрілочкою 3 відзначено, що ця поверхня має рівну сторону, можливо це свідчить про особливості руйнування. Розміри наведених частинок від 30...95 мкм.

Серед надважливих властивостей пасивуючої плівки є відсутність фазових перетворень, які можуть бути причиною утворення мікроскопічних тріщин, руйнівних захисну плівку [26]. Ще дуже важливо, для сплавів які працюють в умовах тертя, так як змащувальні матеріали значно зменшують зношування деталей найчастіше при малих деформаціях, коли, у відповідності з ефектом Ребиндера, вони окисляють та пластифікують метал, але на стадії припрацювання інколи сприяють розвитку мікротріщин [26].

Підвищену зносотривкість сплаву № 1, можна пояснити присутністю нітридів хрому. Сплави, які містять нанокристалеві покриття на основі хрому мають низький коефіцієнт тертя та менше зношування [27].

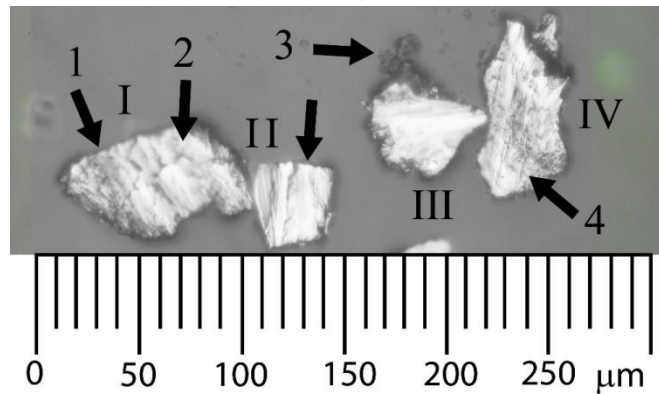


Рисунок 8 – Фотографії продуктів зношування викришених під час інтенсивного схоплювання (римськими числами позначено номери частинок)

Таким чином, зниження інтенсивності зношування при підвищенні навантаження може бути обумовлено кількома комплексними факторами: припрацьваністю цих сплавів, структурною адаптуемістю; зміцнюванням поверхні тертя; виникненням нових кисневих плівок, які «залікують» відкриті поверхні тертя з яких відокремились частинки зношування.

Також є данні, що сплави, які містять хромові плівки краще утримують мастило, а отже застосування таких сталей, для виготовлення автомобільних деталей, що будуть працювати в умовах змащування є перспективним напрямком.

Подальша ідентифікація частинок зношування може відбуватись за допомогою методів комп'ютерного зору. Одна з концепцій таких досліджень описана у роботі [28]. Огляд класифікацій частинок зношування (також наведено власні узагальнення отриманих результатів) наведено у роботі [29]. Автором даної роботи у співавторстві отримано патент «Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору» [30].

По виду частинок, формі і співвідношенні розмірів, визначають такі види зносу [31]:

1) Нормальне зношування. Частинки, які утворюються при ковзанні і мають форму плоских пластин. Розміри частинок 0,5 ... 15 мкм і менше, товщина частинок 0,15 ... 1 мкм. Ставлення великого розміру часток до їх товщині коливається від 10: 1 для більш великих часток, до 3: 1 для частинок близько 0,5 мкм. Мікрофотографії частинок зносу при нормальному зношуванні наведені на рис. 9

2) Втомне викришування. Частинки втомного викришування мають форму плоских хлопьевидних пластин з гладкою поверхнею і хаотичну, безладної форми периферію. Розміри частинок 10 ... 100 мкм і більше, ставлення великого розміру до їх товщини 10: 1. При даному виді зносу зустрічаються як феромагнітні, так і не феромагнітні частинки. Мікрофотографії частинок зносу при втомному викрашуванні наведені на рис. 10.

3) Мікрорізання. Частинки зношування мікронеровностей - у вигляді стружки довжиною 25 ... 100 мкм і товщиною 2 ... 5 мкм. Частинки абразивного зношування у вигляді шматочків зволікань довжиною від 5 мкм і товщиною 0,25 мкм. Мікрофотографії частинок зносу при мікрорізанні наведені на рис. 11.



Рисунок 9 – Нормальне зношування [31]

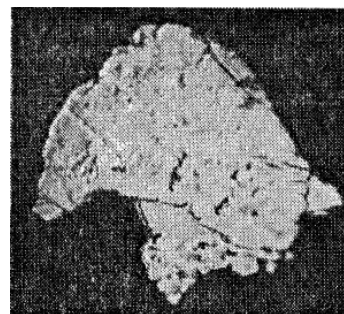


Рисунок 10 – Втомне вищерблення [31]

4) **Задир.** Частинки, які утворюються при посиленому прослизанні однієї деталі щодо іншої з борозенками на поверхні і виступаючими прямими краями. Розміри частинок від 15 мкм, ставлення основного розміру до товщини частинок становить 10: 1. Мікрофотографії частинок зношування при задири наведені на рис. 12.



Рисунок 11 – Мікрорізання [31]

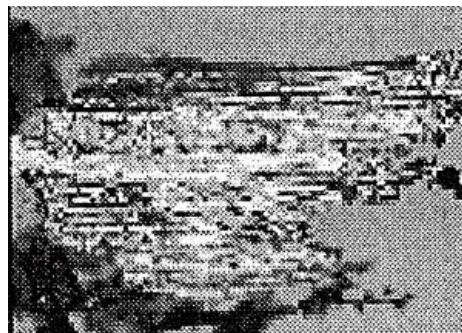


Рисунок 12 – Задир [31]

При утворенні втомних мікротріщин в підшипниках кочення помітного збільшення вмісту металів не відбувається, проте виникає після достатнього їх розвитку піттингу призводить до поломки. Втомні тріщини виявляються на зубах шестерень, які не викликають якогось помітного підвищення вмісту металів в маслі до тих пір, поки зуб не зламається.

Поява в маслі сферичних частинок може служити діагностичною ознакою утворення втомних мікротріщин не тільки в підшипниках кочення, але і в зубчастих зачепленнях. При цьому сферичні частинки, характерні для утворення втомних мікротріщин в зубчастих зачепленнях мають розміри до 20 мкм (для підшипників кочення характерний розмір сферичних частинок 3...5 мкм).

Зараз продовжується систематизація інформації стосовно продуктів різання, наприклад, в США випущено в електронному виді «Атлас продуктів зношування» (Wear Severity Classification) [32]. Згідно якому можна проводити класифікацію продуктів зношування та здійснювати діагностику вузлів машин та механізмів.

Отримана інформація може використовуватись, наприклад, для двигунів внутрішнього згоряння [33]. Але цей напрям, ще потребує подальших досліджень та розробок з метою впровадження.

Висновки. Наведені данні по інтенсивності руйнування хромо марганцевих сталей в умовах сухого тертя кочення з проковзуванням при навантаженні 40, 50, 60 кг. В умовах тертя спостерігали зменшення інтенсивності зношування при збільшенні навантаження, що може бути проявлено припрацьованістю сплавів під час тертя. Також важливим фактором стримуючим данні сплави від інтенсивного зношування є присутність пасивуючої плівки, яка може відновлюватись в умовах тертя за рахунок присутності кисню. На поверхні тертя в зонах «виривів», спостерігається підвищений вміст карбідоутворюючих елементів, що визначає те, що руйнування матеріалу проходило саме в тій зоні. В умовах тертя деталей автомобілів важливим фактором є дослідження продуктів зношування. Впровадження хромомарганцевих сталей є перспективним напрямком в автомобільному матеріалознавстві.

Для удосконалення та впровадження систем комп'ютерного зору з метою розпізнавання та ідентифікації продуктів зношування деталей автомобілів, необхідно проводити подальші наукові дослідження та розробки .

Список літературних джерел

1. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O., Kawiak P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast - irons under sliding friction conditions //Materials Science.– Vol.4, № 5. - 2005. – p. 624 – 630.
2. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. //Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels Водне окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту

- матеріалів Problems of corrosion and ckrksion protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
3. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ścierne i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16.
 4. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17-29.
 5. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer).– 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.
 6. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A,271 -275 p.
 7. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл.№ 3, 2010 - 4 с.
 8. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646.
 9. Balitskii A.I., Kolesnikov V.O., Eliaz J., Hawriljuk M.R. Fracture of hydrogenated high nitrogen manganese steels at slide wear // Materials Science. - 2014. – N 4. – P. 110 – 116.
 10. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkoła Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176.
 11. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
 12. Еліаш Я. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В., Балицька В. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія “Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів” / За заг. ред. С.Бойченка – Центр учбової літератури. Київ, 2017. – С. 418-422.
 13. Знос деталей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.prokatsk.ru/remont/iznos_detalej.html.
 14. Фактори, що впливають на знос деталей [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nashyavto.ru/sistema-tehnicheskogo-obslyzhivaniya-factoryi-vliayuschie-na-iznos-detaley.html>.
 15. Лабораторный практикум по курсу «Основы трения и изнашивания элементов трибомеханических систем оборудования» // Б.П. Сафонов, А.Я. Лысюк, Л.В. Лукиенко Н. 2000. с. 25.
 16. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 –99.
 17. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.
 18. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.
 19. Лабораторный практикум по курсу «Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов». Ч.1. Методические

указания к лабораторным работам No 1,2,3,4. Новомосковск, НИРХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997. – 117 с.

20. Balitskii A., Kolesnikov V., Kubicki J. // Ability to strengthening manganese doped iron- a reserve to increasing of exploitation stability of details for railway transport/Industrial and tourist transport.- 2004, Issue 3.- P.29-38.

21. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали М.: Металлургия, 1985. 408 с.

22. Коган Я.Д., Колачев Б.А., Левинский Ю.В., Назимов О.П., Фишгойт А.В. Константы взаимодействия металлов с газами. Справ. изд. - М.: Металлургия, 1987. - 368 с.

23. Филиппов М.А. Метастабильный марганцевый аустенит как структурная основа сталей с высокой стойкостью в условиях динамического контактного нагружения // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1995. – № 10. – С. 12 – 15.

24. Вольнова Т.Ф. Высокомарганцевые стали и сплавы . – М. : Металлургия, 1988. – 343 с.

25. Карлссон Л. Нержавеющая сталь – прошлое, настоящее и будущее № 1(4) – 2004 ISSN 1648 – 2611.

26. Гусякова Г.П., Корнев А.Б., Гусяков Д.С. Коэффициенты трения и износостойчивость металлических материалов с различной способностью к деформационному упрочнению// <http://nic-rt.ru/magazine1.html>.

27. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lsp.spb.ru/enpp/newspapers/promvest/arts/promvest-9-art-13.html>.

28. Колесников В.А. Концепция компьютерной обработки изображений частичек износа // Тези доповідей Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. С. – 112 -114.

29. Колесников В.А., Балицкий А.И., Погорелов О.А. Классификация частиц износа сталей (по морфологии), образовавшихся в условиях трения качения // Наукові вісті Далівського університету // Електронний журнал СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 4. Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nvdu/2011_4/11kvakpm.pdf.

30. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Е.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.

31. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himmotolog.ru>.

32. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://keystrokestudios.com/www.spec-troinc.comproducts/CD-ROM-2.html>.

33. 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. С. 361 -364.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., м.н.с. лабораторії водневої стійкості конструкційних сплавів відділу фізичних основ руйнування та міцності матеріалів в агресивних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ІНДУСТРІАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЧНА РЕВОЛЮЦІЯ (ІНДУСТРІЯ 4.0), ЯК ВОНА ТОРКНЕТЬСЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

В роботі в стислій формі розглянуто нові тенденції, що спостерігаються в автомобільній галузі. Наголошено, що впливові зміни буде оказувати нова технологічна революція, що має назву «Індустрія 4.0».

Зараз в високо розвинутих країнах відбувається перехід до Четвертої промислової революції (The Fourth Industrial Revolution), цілком очевидно, що ця тенденція торкнеться і автомобільної галузі. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових технологій в автомобільній галузі.

Раніше автором, деякі аспекти, що стосуються впровадження нових технологій, підходів до сучасної освіти та нових перспективних матеріалів були висвітлені в наступних роботах [1-12].

Вважається, що ідею Четвертої промислової революції (або "Індустрії 4.0" - це одне й те саме) придумав німець Клаус Шваб - президент Всесвітнього економічного форуму. Вперше концепція була представлена на Ганноверській промисловій виставці-ярмарку 2011 року [13].

Четверта промислова революція - прогнозована подія, масове впровадження кіберфізичних систем у виробництво (Індустрія 4.0), обслуговування людських потреб, в тому числі буд, труд і дозвілля [14, 15].

Зміни охоплюють самі різні сторони життя: ринок праці, життєве середовище, політичні системи, технологічний уклад, людську ідентичність та інші [2]. Звертаючись до економічної цілеспроможності та привабливості підвищення якості життя, четверта промислова революція несе в собі ризики підвищення нестабільності та можливих сутичок світової системи, у зв'язку з чим її настання сприймається як виклик, на який людству доведеться відповісти [16].

Клаус Шваб стверджує, що існує чотири основні тренди: безпілотні транспортні засоби, 3D-друк, передова робототехніка і нові матеріали. Інші експерти додають до цього списку біо- і нанотехнології, хмарні технології, краудсорсінг і шерінгову економіку [13].

Всі аналітики сходяться в одному - головним елементом революції стане штучний інтелект, заснований на «інтернеті речей». Зараз ми запускаємо двигун машини через смартфон і сідаємо в уже прогрітий салон. Або викликаємо таксі через домашню аудіосистему. Або просимо допомоги в цьому Siri (голосовий помічник від компанії Apple). Ще один приклад інтернету речей - сервіси типу «Корки». Ви їдете, а ваш телефон, використовуючи навігаційну програму, відправляє неперсоніфіковані дані про швидкість машини і її місцезнаходження. Такі ж дані відправляють смартфони інших людей. Ця інформація (вона називається big data, або «великі дані») автоматично аналізується і передається в інтернет. Датчики на дорозі вже визначають інтенсивність руху або, наприклад, навантаження на опори моста. Сенсори на вулиці дозволяють вимикати освітлення, коли немає людей, і включати його тільки вони з'являться [13].

Прийнято вважати, що в основі філософії четвертої промислової революції лежить ідея «Інтернету речей». В рамках цієї концепції завдяки сучасному високотехнологічному оснащенню предмети зможуть обмінюватися інформацією і збирати дані без участі людини. Наприклад, автомобіль, отримавши і обробивши інформацію про знос гальмівних дисків, зможе самостійно проінформувати завод-постачальник про необхідну заміну [17].

Автомобіль Tesla розумнішає з кожним місяцем експлуатації користувачем, отримуючи оновлення через інтернет і обмінюючись інформацією зі смартфоном користувача, вивчаючи його звички, адаптується до маршрутів, розраховує час виїзду в залежності від планів в календарі і місця наступної зустрічі, прогріває салон перед розрахунковим часом виходу з дому [18].

Одна зі стратегій в промисловому виробництві - Product Lifecycle Management (PLM) - комплекс технологічних рішень з управління життєвим циклом виробів. Вона також відома під назвою Continuous Acquisition and Lifecycle Support (CALs) - безперервна інформаційна підтримка поставок і життєвого циклу виробу. Дана бізнес-стратегія систематизує і аналізує всі виробничі процеси - від оцінки попиту на продукт до утилізації. PLM на сьогоднішній день об'єднує в комплексну систему такі технології і системи, як управління даними про виріб (PDM), вибір стратегічних постачальників, перевірка і управління відповідниками та інші [17].

Довгострокові переваги впровадження систем управління життєвим циклом виробу (PLM) не вдасться реалізувати без наявності ефективної стратегії цифрового виробництва. Вона є «другим китом» четвертої промислової революції. Цифрове виробництво - це інтегрована комп'ютерна система, що включає в себе можливості чисельного моделювання, тривимірної (3D) візуалізації, інженерного аналізу, призначені для розробки конструкції виробів і технологічних процесів їх виготовлення. Дана технологія також дозволяє моделювати виробничі процеси, оптимізувати технології до початку випуску продукту [17].

На сьогоднішній день автомобільна промисловість Німеччини є однією з найбільш автоматизованих в світі. Разом з тим, з проявом тенденцій четвертої промислової революції (індустрії 4.0) очікується збільшення кількості роботів зайнятих виробництвом автомобілів. Німецька автомобільна промисловість шляхом подання відповідно малих спільних роботів на складальній лінії в перший утримує Німеччину на передових позиціях у формуванні четвертої промислової революції. Компанія Audi була однією з перших по використанню нових колаборативних роботів, використовуючи промисловий маніпулятор для передачі розширювальних баків охолоджуючої рідини робочим на своєму виробничому об'єкті в Неккарзульмі. Volkswagen також використовують аналогічних колаборативних роботів для допомоги при складанні автомобіля, аналогічним чином діють заводи Mercedes-Benz і Opel [19].

Наприклад, китайські компанії збільшили інвестиції в високотехнологічні розробки по всьому світу і, як результат, за даними International Federation of Robotics (IFR), починаючи з 2013 року китайський ринок промислових роботів став найбільшим в світі. При цьому до 2020 року в Китаї буде в середньому вже 150 роботів на 10 000 промислових робочих місць, що втричі більше, ніж в 2015 році [20].

При автоматизації виробництва багато підприємств автомобільної промисловості вже десятиліття тому прийшли до розуміння необхідності використання зварювальних і фарбувальних роботів, які роблять цю роботу швидше, краще і точніше людей. Робота цих роботів так інтенсивна і так бездоганна, що вони за кілька секунд можуть зварити кузов автомобіля. Але ця робота пов'язана з небезпекою для життя людей, які випадково потрапили в зону маніпулювання штучно створеного «фахівця». Тому простір, де він інтенсивно працює, огорожують ґратами [21].

Експерти автовиробника і IT-фахівці виробництва спільно розробили роботизовану і автоматизовану систему по ущільненню зварних швів, яка дозволяє практично на 100% поєднати віртуальну і реальну дійсність. Така система дозволяє інженеру-мехатроніку, відповідального за управління цією розробленою віртуально-реальною машиною, в режимі реального часу здійснювати підстроювання і юстирування за допомогою комп'ютерного моделювання [21].



Рисунок 1 – Приклад роботизації при збиранні автомобіля

Бачення майбутнього автовиробників полягає в тому, щоб інженери-мехатроніки навчилися проектувати новий автомобіль за допомогою моделювання та прототипування віртуального виробництва, органічно синхронізованого з реальністю. В ідеальному випадку виробник прагне до того, щоб з'явилася можливість шляхом натискання кнопки перебудувати виробництво майже повністю. Робочі кроки роботів повинні бути відображені на комп'ютері настільки реалістично, наскільки це можливо, а моделювання на комп'ютері має відповідати реальним діям роботів в цехах підприємства. Таке планування дозволить міжнародному автомобільному концерну економити сотні мільйонів євро. Тільки в цьому випадку підприємство буде в змозі усунути втрати від простоїв, в яких на звичайному виробництві верстати та обладнання регулюються і перенастроюються виключно людьми [21].

Вважається, що протягом 10-20 років 3D-технології можна буде використовувати вже не тільки для моделювання, але і для створення промислової серійної продукції. Власне, вже зараз швидкість деяких 3D-машин дозволяє обігнати традиційне виробництво при створенні дрібних серій товарів [17].

"Шерінгова" економіка (або економіка на вимогу) - це спільне ефективне використання наявних ресурсів за допомогою інформаційних технологій. І її елементи існують вже зараз. Компанія BlaBlaCar не має у власності жодного автомобіля, але займає помітну частку на ринку перевезень. Іноді таку бізнес-схему називають "уберізацією" - на честь компанії Uber, яка надає послуги таксі, не маючи власних автомобілів. "Модель Uber втілює проривні потужності таких технологічних платформ, - пише Шваб. - Бізнес, заснований на них, поширюється найшвидшими темпами, пропонуючи нові послуги: від прання до покупок, від виконання доручень до парковки автомобіля - і таким чином, надає можливості як домосідів, так і тих, що збираються в далеку поїздку. Такий бізнес має одну загальну особливість: поєднуючи попит і пропозицію на доступній (недорогій) основі, пропонуючи споживачам різноманітні товари, забезпечуючи взаємодію між сторонами і зворотний зв'язок, такі платформи створюють основу для довіри. Це забезпечує ефективне використання малих активів, які застосовуються, тобто тих, які належать людям, ніколи не вважав себе постачальниками (наприклад, вільне місце в автомобілі, незайнята спальня в квартирі, професійні навички з надання послуг з доставки, ремонту або виконання адміністративних завдань)" [13].

Для нашої країни також важливо, не залишитись позаду світових тенденцій. З огляду сучасних досліджень ми маємо потенціал до дотримання цього науково-технічного напрямку [22, 23].

Висновки. Зараз в високорозвинутих країнах світу спостерігається тенденція до переходу до нової форми організації промислового виробництва, що отримала назву «Індустрія 4.0». Основними ознаками якої є автоматизація виробництва, що передбачає застосування великої кількості роботів. Але головне, що всі технологічні процеси повинні бути переведені до цифрового виду, тобто завдяки новим комп'ютерним пакетам та програмам спочатку буде відбуватись віртуальне моделювання як самого виробу: побудова як окремих деталей (звичайно в 3D форматі) так і механізмів в цілому, включаючи сам автомобіль. Перехід до більш потужних комп'ютерів дозволить у режимі реального часу здійснювати моделювання, наприклад, «креш-тестів», а також автоматизувати всі технологічні процеси. Перехід до системи «Інтернет- речей» дозволить взаємодіяти пристроям між собою, що дозволить, охопити ще більше можливостей для споживачів в автомобільній галузі.

Список літературних джерел

1. Колесников В.А. Использование ресурсов Internet и программ компас 3D и Компас – График при изложении курса дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» // Збірник праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007. – № . – С.163-165.
2. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2.– С.170-175.
3. Колесников В.А., Девяткин Ю.С., Косогова Я.А. Перспективы развития виртуальной инженерии в нашем регионе // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. Краснодар, 2009 С. 10 – 12.
4. Колесников В.А., Ковалев С.Н., Манченко М.В., Пестров С.И. Инженерия поверхности: современное состояние и перспективы развития. // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. Краснодар, 2009. С. 168 – 171.
5. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти» 11-12 листопада 2009 // Зб. Наук. Праць СНУ.-Частина II.- Луганськ.- 2009.– С. 259 -261.
6. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.
7. Колесников В.А. Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Мир Техники и Технологий, 2010. - № 6 -7. – С. 31 – 33.
8. Колесников В.А., Балицкий А.И. Новые наноструктурированные сплавы – очередной шаг к экологической безопасности планеты // Збірник наук. Праць СНУ ім. В. Даля, № 1 (2). Прикладна екологія. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 137 - 142.
9. 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.
10. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63.

11. Гутько Ю.И., Бер Р., Колесников В.А. Технологии прототипирования в литейном производстве // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. - 10-11 с.

12. 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.

13. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tass.ru/ekonomika/4094554>.

14. Четвертая промышленная революция [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wikipedia.org>.

15. Четвёртая промышленная революция: Интернет вещей, циркулярная экономика и блокчейн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.furfur.me/furfur/changes/changes/216447-4-aya-promyshlennaya-revolyuetsiya>.

16. Конец аналогового мира: индустрия 4.0, или что принесет с собой четвертая промышленная революция [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://theoryandpractice.ru/posts/14610-konets-analogovogo-mira-industriya-4-0-ili-chto-prineset-s-soboy-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuetsiya>.

17. Революційний темп: Індустрія 4.0. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://siemens.rbc.ru/article2.html>.

18. О. Комісарів. Четверта промислова революція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revolyuetsiya>.

19. Індустрія 4.0: колаборативні роботи врятують німецький автопром! [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://robotforum.ru/novosti-technologij/industriya-4.0-kollaborativnyie-robotyi-spasut-nemeczkij-avtoprom.html>.

20. М. Єгоров. Як інтернет привів промисловість до революції? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gazeta.ru/prcom/2017/06/02/10704923.shtml>.

21. Промисловість 4.0. Розбудовуємо виробництво за допомогою планшета. АБС. Первый автосервисный журнал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abs-magazine.ru/article/promyshlennost-40-perestraivaem-proizvodstvo-s-pomoschju-plansheta>.

22. Індустрія 4.0 - що це таке та навщо це Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://appau.org.ua/publications/industriya-4-0-shho-tse-take-ta-navishho-tse-ukrayini/>

23. Скіцько В. І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього / В. І. Скіцько // Інвестиції: практика та досвід. – 2016. – № 5. – С. 33-40. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2016_5_8.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., м.н.с. лабораторії водневої стійкості конструкційних сплавів відділу фізичних основ руйнування та міцності матеріалів в агресивних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З ВИЩОЮ ТЕХНІЧНОЮ ОСВІТОЮ В ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

В роботі в стислій формі розглянуто сучасний стан підготовки технічних спеціалістів пов'язаних з автомобільним транспортом.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку пов'язаного з впровадженням наукових досягнень в при підготовці спеціалістів технічних спеціальностей [1-9]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації, яка стосується підготовки спеціалістів в галузі автомобільного транспорту.

Постановка наукової проблеми. Автомобільний транспорт є основою економічної системи та суспільства, як локально, так і по всьому світу. Для підтримки пріоритетів у галузі автомобільного транспорту, які включають сталий розвиток, допомогу, безпеку та надійність автомобільного транспорту - є відповідальність, розділена між всіма зацікавленими сторонами від автоперевізників до посадових осіб високого рівня. З огляду на поточне розуміння важливості проблеми, пов'язаної з навколишнім середовищем та безпекою, автоперевізники, повинні відповідати чинним та очікуваним нормативам, а також володіти новітніми технологіями у зв'язку з вище зазначеними ключовими пріоритетами.

У цьому середовищі, сфера освіти автомобільного транспорту потребує зразкову програму з нарощування потенціалу, з метою підвищення рівня професіоналізму та особистої відповідальності, а також компетентності та ефективності.

Для забезпечення сталого економічного зростання та підвищення зайнятості надзвичайно важливими є успішний розвиток сфери автомобільного транспорту. Тим не менш, вона стикається з труднощами в залученні нових й утримання існуючих співробітників.

В той же час, галузь стикається з постійним тиском, щоб покращити якість і ефективність обслуговування при необхідності постійної адаптації до змін в законодавстві та технічних досягненнях.

Для вирішення цих проблем сфера автомобільного транспорту потребує кваліфікованих та мотивованих працівників, що відповідає найвищим стандартам. Інвестиції у персонал приносять відмінні результати. Добре навчені співробітники рідка потрапляють в аварії, більш ефективно виконують роботу та з високою імовірністю зацікавлені в якісних робочих місцях а також у збереженні їх робочих місць.

Аналіз досліджень проблеми. Постійне удосконалення технологій, збільшення комп'ютеризації сучасного фахівця автомобільного транспорту (АТ) на високому професійному рівні визначають зацікавленість в отриманні більш адекватної підготовки спеціальної області професійної діяльності вищої професійної освіти.

Високий рівень якості та престижу вищої професійної освіти, повинен забезпечуватись неперервністю, еволюційним характером розвитку освіти, які дозволяють зберегти досягнень і традицій Національної школи, брати до уваги світові тенденції розвитку освіти та мінливі потреби ринку праці.

Модернізація вищої освіти відображає економічну доцільність сучасного етапу розвитку суспільства, у тому числі задоволення освітніх потреб населення, збільшення мобільності, необхідність насиченості всіх галузей промисловості спеціалістами нової формації, зменшення державних витрат, а також необхідність поліпшення міжнародної конкурентоспроможності дипломів з вищої освіти, виданих вищими навчальними закладами.

Вищий навчальний заклад озброює молодих спеціалістів знаннями та навичками, щоб дозволити їм успішно впоратися з їх діяльністю, адаптуватися до змін і поліпшити зростання ефективності галузі. Наші стандарти і схеми сертифікації, міжнародно визнані, сприяють професіоналізму у сфері автомобільного транспорту і формуванню надійного персоналу для галузі.

На сучасному етапі розвитку вищої технічної освіти в системі підготовки технічних спеціалістів все частіше домінує компетентністний підхід. Це пов'язано з тим, що випускник вузу в умовах жорсткої конкуренції на ринку інтелектуальної праці може бути професійно успішним, якщо він буде володіти професіоналізмом та компетентністю в широкій предметній області, сформованими ключовими та базовими персональними компетенціями (БПК), професійною мобільністю, вмінням адаптуватися до швидкоплинних умов.

Впровадження інформаційних технологій, гнучких автоматизованих підприємств, нових організаційних форм праці істотно змінило вимоги до сучасного фахівця автомобільного транспорту (АТ). Сьогодні користуються попитом працівники широкого професійного профілю. Динамічна зміна ринку праці перешкоджає прогнозування професійної кваліфікації і потребує більшої універсалізації професійних функцій фахівців. Науково-технічний прогрес, у супроводі з інтеграцією різних видів діяльності, посилює та актуалізує проблему підготовки фахівців АТ.

Існує необхідність змінити не тільки структуру професійної діяльності фахівців у різних галузях виробництва, а також напрямок, зміст і технологію підготовки фахівців автомобільної промисловості. Цілісність навчального процесу у технічних ВНЗ передбачає синтез формування вмінь, методів, навичок (професійних компетенцій), професійне становлення та розвиток особистості спеціаліста.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування результатів дослідження. Вища освіта України, як відомо, за своєю якістю завжди була досить високою. В принципі такою вона залишається і сьогодні. Випускники вищих навчальних закладів України, особливо фізико-математичного, медичного, авіаційного, морського, інженерно-технічного, хіміко-технологічного профілів працюють і користуються авторитетом практично у всіх країнах світу. Навчатися у вузах України вважається престижним для молоді всіх країн СНД. Доказом того є підписання Україною у другій половині 90-х років низки міжнародних домовленостей в галузі вищої освіти і особливо Лісабонської конференції про взаємне визнання кваліфікацій з вищої освіти. Тобто до європейського рівня ми вже піднялися. Разом з тим, вища освіта України на сучасному етапі має цілу низку протиріч, без розв'язання яких не може бути і мови про її подальший розвиток. Суттєво відчутними з них є: відтак талановитих молодих вчених і педагогів за кордон; низькі науково-дослідницькі та інформаційні можливості вузів; проблеми і протиріччя в системі вищої гуманітарної та економічної освіти. Найбільш відчутною є криза фінансування. В розвинутих країнах світу бюджетні витрати на освіту складають: США - 6,9%; Канаді - 7,3%; Великобританії - 5,3%; Німеччині - 5,4% від валового внутрішнього продукту (ВВП) [10]. Держбюджетне фінансування вищої освіти в сучасній Україні не витримує ніякої критики. Нижче можливо допустимого рівня економії бюджетних асигнувань опустилася заробітна платня викладачів і працівників освітянської галузі, стипендія студентів, виділення коштів на видання навчальної літератури, інформаційне забезпечення, розвиток науки. Це неминує веде до стагнації і, навіть, до розвалу всієї освітянської галузі [10]. Але зараз інформаційна складова в навчальному процесі щороку підвищується. Країна взяла курс на розвиток ІТ технологій. До шкіл заковують інтерактивні дошки та 3D принтери.

В умовах вищої освіти теоретична підготовку чітко превалює над практичною (3:1), в той час як в середній професійній освіті в співвідношенні 1:1, тобто до 50% часу відводиться практичній підготовці. Однак, це не означає, що спеціаліст з вищою освітою менше потребує до професійної практичної готовності виконувати свої обов'язки.

Але з більш високим рівнем освіти, інтелектуального розвитку, студент ВУЗу дедалі більше може перетворити теоретичні знання на практичні і самостійно вирішити питання

про їх застосування на практиці. Оскільки при підготовці фахівців з вищою освітою, слід мати на увазі, що вони в своїй професійній діяльності мають справу з об'єктом-системою, що вони повинні перетворити (конструювання будь-якого об'єкта або проектування технологічного процесу або діагностування стану об'єкта), високі вимоги до обсягу «збережена інформація», гнучке застосування в мінливих умовах, покладанню на фундаментальні знання. Все це викликає необхідність оволодіння студентом теоретичними знаннями.

Таким чином, основне призначення професійної освіти є навчання кваліфікованого працівника на належному рівні та профілі, конкурентоспроможного на ринку праці, компетентного, відповідального, фахівця у своїй професії та в суміжних сферах діяльності, здатного ефективно працювати за фахом на рівні світових стандартів, готового для постійного професійного росту, соціальної і професійної мобільності.

В зв'язку з цим, проблема визначення змісту та розробки технології формування професійних компетенцій студентів – майбутніх спеціалістів АТ, вже закінчивши вищі професійні навчальні заклади, являються однією з актуальних та поки ще недостатньо розроблених проблем, які стоять перед всією системою вищої освіти, на сам перед, і викладачами вузів. Актуальність проблеми визначається також і все зростаючими вимогами до випускників з боку роботодавців.

У 2015 році в рамках укладеної довгострокової угоди про співпрацю між НТУ та компанією «Сканія Україна» – офіційним дистриб'ютором всесвітньо відомого шведського виробника вантажних автомобілів та автобусів SCANIA відбулося відкриття Навчально-наукового центру автомобільного транспорту НТУ, створеного на базі лабораторії «Автосервіс» кафедри ТЕААС. Кафедрою ТЕААС розроблений лабораторний практикум, метою якого є ознайомлення студентів із сучасними технологіями обслуговування вантажних автомобілів. Програма співробітництва НТУ та компанії «Сканія Україна» передбачає також стажування і практику студентів у дилерській мережі SCANIA в Україні з подальшим працевлаштуванням кращих випускників університету.

У 2016–2019 рр. у рамках науково-дослідної роботи кафедри передбачається подальша робота над темою «Підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту шляхом удосконалення виробничих процесів, систем технічного обслуговування та поліпшення експлуатаційних характеристик дорожніх транспортних засобів», пріоритетними напрямками якої є формування й розвиток виробничої інфраструктури автомобільного транспорту, спрямованої на забезпечення раціональної експлуатації та екологічної безпеки засобів транспорту, зниження простоїв рухомого складу в технічно несправному стані на 2-3 %, економія палива на 3-4 %, поліпшення екологічних показників.

Студенти спеціальності залучаються до наукової роботи вже з третього року навчання. Результати досліджень публікуються у науково-технічних збірниках України та зарубіжжя, студенти виступають із доповідями на всеукраїнських та міжнародних конференціях. Щорічно студенти під керівництвом викладачів беруть участь у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт з природничих, технічних та гуманітарних наук.

Сфера застосування. Сьогодні перед вищою освітою стоїть завдання створити умови для підготовки інноваційно орієнтованих фахівців, які були б здатні забезпечити у перспективі прискорений розвиток високотехнологічних галузей з високим експортним потенціалом. Отже, інновація освіти - цілеспрямований процес часткових змін, що ведуть до модифікації мети, змісту, методів, форм навчання й виховання, адаптації процесу навчання до нових вимог [11].

Як відомо, автомобільна промисловість застосовує найновітніші інноваційні розробки, що з'являються завдяки розвитку науки та нових технологій. Серед головних векторів в сучасній автомобільній промисловості це створення інтелектуальних автомобілів, які можуть впоратись з різними складними ситуаціями на дорозі без участі водія та розвиток автомобілів, що мають альтернативні джерела енергії .

Автомобільна промисловість проводить великі роботи з удосконалення конструкції, поліпшенню технології виробництва, застосування нових матеріалів в автомобілебудуванні.

Транспорт і обслуговуючий його інфраструктурний комплекс – це складна унікальна система, управління якою вимагає спеціальної підготовки фахівців з організації виробничого процесу. Нині існує нагальна потреба в досвідчених кадрах, здатних вирішувати складні завдання розвитку транспортного комплексу.

Попит на інженерно – технічних фахівців з автомобільного транспорту в Україні щороку постійно зростає у межах усієї країни. Цьому значною мірою сприяє розвиток транспортної галузі України.

За останні роки створено більш як 7000 офіційно зареєстрованих автосервісних центрів та станцій технічного обслуговування автомобілів, близько 100 тисяч автотранспортних підприємств .

У 2017 році зусиллями операторів ринку реалізовано 80271 новий легковий автомобіль, що на 24,5% більше, ніж у 2016 році. При цьому в Києві рівень автомобілізації (кількість легкових автомобілів на 1000 осіб населення) вже практично досяг рівня розвинутих країн Західної Європи. Ці фактори формують потребу транспортної галузі у фахівцях з обслуговування і ремонту автомобілів, наслідком чого є наявність великої кількості бажаючих здобути освітні ступені бакалавра та магістра за спеціальністю «Автомобільний транспорт» та її освітніми програмами «Автосервіс» і «Автомобілі та автомобільне господарство» та ін.

Висновки. Одним з визначних факторів ефективності сучасного управління якістю підготовки спеціалістів є професіоналізм викладача, що визначається його професійною підготовкою, особистісними якостями, в тому числі й тими, що припускають наявність здатності передбачати, вчасно розпізнавати та успішно вирішувати всі проблеми, що виникають в процесі навчання. У цьому зв'язку особливу значимість отримують механізми управління, що характеризують засоби впливу на суб'єкт навчання в умовах реалізації тієї чи іншої педагогічної технології.

Однак, яка б технологія навчання не використовувалася, для ефективного управління якістю підготовки студентів у її межах пріоритети повинні бути віддані: інтеграції інтересів, цінностей і потреб відповідно до професійної орієнтації майбутнього фахівця; заохоченню таких його особистісних якостей, як індивідуальність, ініціативність, наполегливість у досягненні результатів та ін.; розвитку креативних компонентів мислення, які сполучаються зі самостійністю у вирішенні проблем, пошуку альтернативних варіантів; проектуванню системи показників і засобів впливу, які сприяють прогресу в знаннях й уміннях студентів; створенню умов, що забезпечують соціально-психологічну стабільність і комфортність умов пізнавальної діяльності. Все це повинно знайти відображення в сутності й стилі дидактичних і технологічних впливів, що обирають для управління діяльністю студентів у процесі навчання.

Список літературних 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. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
2. Колесников В.А. Использование ресурсов Internet и программ компас 3D и Компас – График при изложении курса дисциплин «Инженерная и компьютерная графика» // Збірник праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007. – № __. – С.163-165.
3. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № __6(124). Частина 2.– С.170-175.

4. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Научно-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти» 11-12 листопада 2009 // Зб. Наук. Праць СНУ.-Частина II.- Луганськ.- 2009.– С. 259-261.
5. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Научно-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256-258.
6. 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.
7. Матвеев Б. В., Колесников В. А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368-370.
8. Колесніков В.О., Опыт использования средств виртуальной инженерии при изложении дисциплин: технология конструкционных материалов, технология металлов и материаловедение // Збірник наук. праць СНУ ім. В. Даля, Луганськ. XVIII науково-практична конференція «Університет і регіон: проблеми сучасної освіти».
9. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. –С. 58-3.
10. Осипчук Н. "Україна - 2010". Що вона прогнозує? // Освіта України, 1999, 20 січня.
11. Волкова П. Педагогіка: посіб./П.Волкова. – К.: «Академія», 2001. – С.403
12. Горб В.Г. Основная образовательная программа вуза: проблемы и решения / Стандарты и мониторинг. 2004. - №2. - С.22-31.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Павлова Юлія Вікторівна – студентка кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Рубіжне, співробітник комплексу позашкільної роботи з дітьми та юнацтвом, м. Рубіжне

*Колесніков В. О., к.т.н., доц.;
Ставицький О. В.; Єльбакієв Д. Г.; Шматко О. Е.*

ОГЛЯД КОМП'ЮТЕРНИХ ПАКЕТІВ ТА ПРОГРАМ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В АВТОМОБІЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

В роботі в стислій формі зроблено огляд деяких комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку пов'язаного з ІТ технологіями з в аспекті автомобільної галузі [1-5]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових технологій в автомобільній промисловості, а саме тих, що пов'язані з ІТ сферою.

У наші дні існує досить багато технічних засобів, які допомагають побудувати моделі транспортного потоку. Велика частина цих пакетів спрямована на створення мікрорівневих моделей. Для побудови дорожніх ситуацій, включаючи транспортні вузли, широко відомо кілька десятків відповідних програм. Прикладами можуть служити AIMSUN, AUTOBANH, IHSDM, INTEGRATION, FLEXXSYT-II, MITSIM, PARAMICS, PLANSIM-T, TRANSIMS, SimTraffic 6, VISSIM, та ін. [6, 7].

Комп'ютерна програма PC-Crash одна з найбільш популярних і багатофункціональних на сьогоднішній день програм для аналізу і моделювання механізму дорожньо-транспортних пригод (ДТП), творець якої - фірма Dr. Steffan Datentechnik Ges.m.b.H (DSD). У програмі PC-Crash, використовуються різні модифікації розрахунку зіткнень: традиційна модель удару, а крім того вдосконалена силова і сіткова моделі зіткнення. Перевагою даної програми є можливість здійснювати розрахунок характеристик руху в динаміці - з урахуванням реальних характеристик транспортних засобів, навколишнього середовища і керуючих впливів [8, 9].

Для візуалізації служать 2D анімація (вигляд зверху на робочий стіл) і 3D анімація (вигляд в просторі). Внаслідок чого, дане моделювання можна прикріпити до експертного висновку у вигляді проекту.

Програма PC-Crash базується на загальноприйнятих і практичних наукових даних:

1. Початкові відомості - маса, розміри, твердість конструкції транспортного засобу;
2. Завершення виміру транспортного засобу - дефекти, виміряні від певної бази таким чином, щоб на масштабному макеті робочого транспортного засобу можливо було відновити його деформований профіль;
3. Характеристики удару - скріншоти екрану програми, з яких видно значення EES, імпульсу удару, плече імпульсу, період удару.

Для моделювання та реконструкції місця аварії використовуються наступні комп'ютерні програми: CarSim, TruckSim, CARAT, MADYMO, Virtual Crash та ін [10, 11].

Нові інструменти для моделювання безпілотних автомобілів надає універсальна програмна система кінцево-елементного (МСЕ) аналізу ANSYS [12]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я в автокатастрофах в усьому світі щорічно гине 1,25 мільйона чоловік. Кожні дві хвилини хтось гине через автомашин. Але для деяких інженерів, що намагаються спроектувати автопілотуємі машини - ця частота не стільки вражаюча: причина в тому, що сумарний кілометраж пробігу між послідовними ДТП досить значний. Відповідно до недавнього дослідження Randin «Водіння до безпеки», передбачувана відстань зареєстрованого пробігу, достатня для того, щоб переконати громадськість і законодавців у тому, що автомобілі досить безпечні, становить 14,17 мільярдів км.

Google - лідеру дорожньо - автодромних випробувань самоврядних автомобілів - вдалося накатати тільки 3,22 мільйона км виключно в режимі автономного управління: за 6 років, протягом яких випробують автомобілі, вони потрапили в 14 аварій. Це не наша вина, стверджує Google. Але при таких темпах буде потрібно понад 2000 років, щоб вийти на позначку 14,17 мільярдів км.

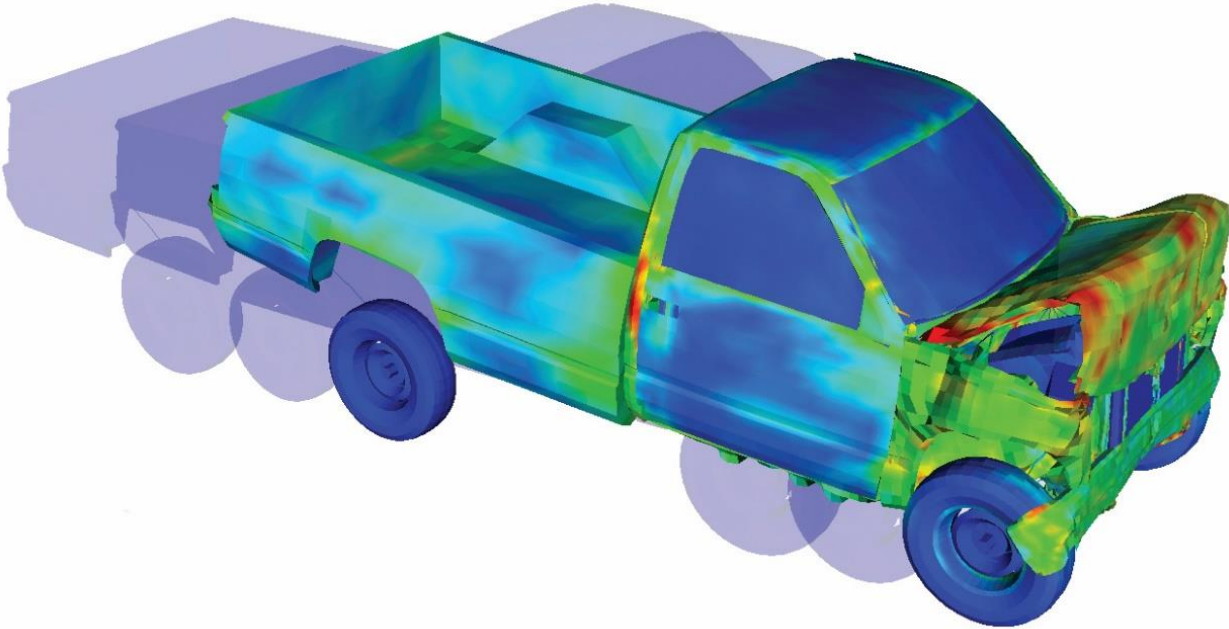


Рисунок 1 – Віртуальне моделювання в системі ANSYS

Очевидно, що стільки часу у нас немає. Сандип Совани (Sandeep Sovani), директор з розробок для автомобілебудування в фірмі ANSYS, стверджує, що більшу частину всіх цих мільярдів кілометрів можна змоделювати [12].

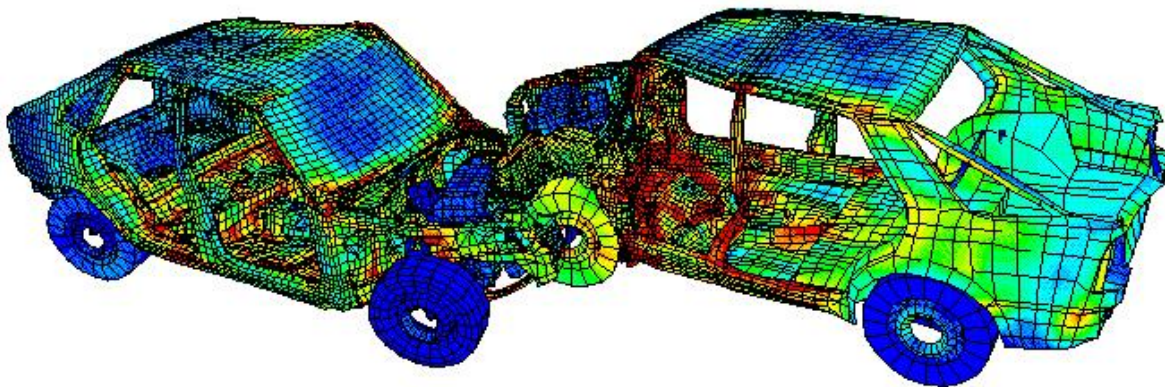


Рисунок 2 – Віртуальне моделювання в системі ANSYS

Хоча в самоврядних автомобілях всього лише близько 12 датчиків: радар, камери, лідар (LIDAR англ. Light Identification Detection and Ranging - світлове виявлення і визначення дальності) і ін.), комбінації комплексних входних сигналів і ситуацій, в яких машина може виявитися, просто приголомшують.

Системи для моделювання різних середовищ автомобіля повинні формувати віртуальні дерева, бордюри і навіть людей. Потрібно моделювати умови, іноді безжальні, для

тестування меж можливостей професійних пілотів-автогонщиків. Наприклад, коли під колесами гоночного автомобіля виявляється полії!

Добре відома розробками в області моделювання механічних систем для автомобілебудування, фірма ANSYS спочатку пропонувала рішення для деформацій, напруги і зносу кузова і запчастин легкових автомобілів. Після придбання в 2006 році Fluent за 398 мільйонів доларів, ANSYS почала аналізувати, як автомобілі переміщуються в повітряному потоці. Однак моделювання руху машин в потоці транспорту вимагає професійної майстерності в іншій області: електромагнетизмі.

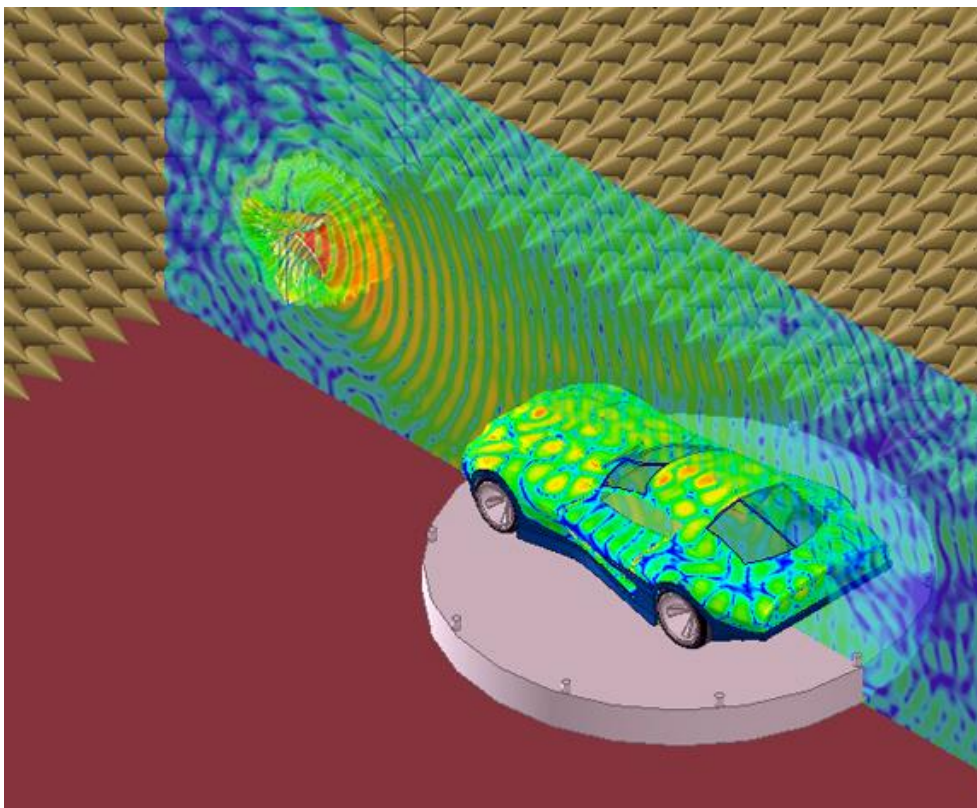


Рисунок 3 – Віртуальне моделювання в системі ANSYS

Індикація близькості до інших об'єктів при рухомому автомобілі здійснюється шляхом відображення від них електромагнітних хвиль. Це те, як працює зоровий апарат і мозок людини з магнітними хвилями у видимій частині спектру. І те, що радары, лідары і комп'ютери здійснюють в іншій частині спектра.

У 2008 році ANSYS купує Ansoft за 832 мільйони доларів. І завдяки основній продукції Ansoft (Maxwell і Simplorer) ANSYS миттєво перетворилася в постачальника рішень в сфері моделювання електроніки та електромагнетизму. Ці напрацювання застосовують і для розробки інших сфер в автомобілебудуванні.

У той час ці дві компанії не знали, наскільки важливим виявиться дане придбання для позиціонування ANSYS в плані розвитку самоврядних транспортних засобів. Шляхом додаткових придбань ANSYS отримала інструментарій для проектування і аналізу автопілотуємих автомобілів. Так, в 2012 році Esterel Technologies купили заради програмного забезпечення SCADe. Тепер ANSYS SCADe розробляє керуючі програми на базі рішень системного проектування, заснованого на моделі (MBSE). SCADe Suite, SCADe Display, SCADe Test і SCADe LifeCycle також сприятимуть подальшому проектуванню і оптимізації вбудованих систем, які перетворили сучасний автомобіль в комп'ютерну систему на колесах.

А придбання Delcross Technology в 2015 р відбулося для отримання технології, трансформованої потім в ANSYS HFSS SBR + (збудження і відображення променів), за

допомогою якої розробляються рішення для тривимірних антен і електромагнітного випромінювання від радіолокаційних станцій.

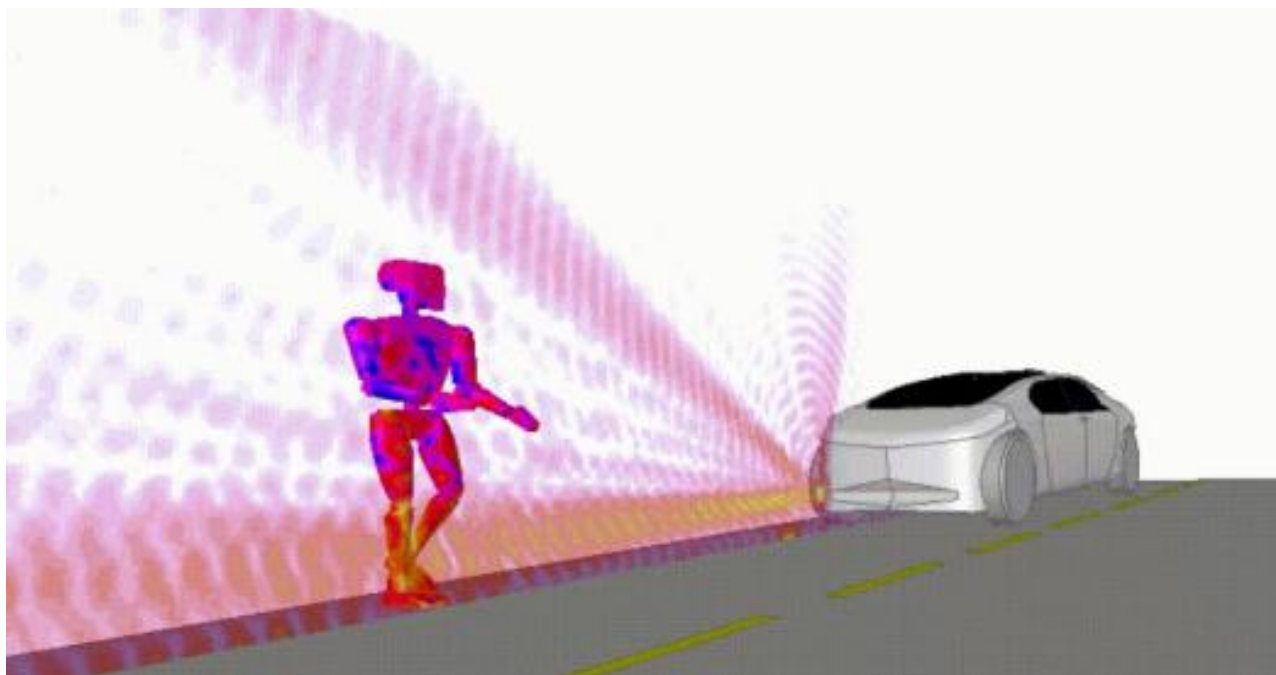


Рисунок 4 – Віртуальне моделювання радара самоврядного автомобіля в системі виявлення пішоходів на основі HFSS (в системі ANSYS)

Для радарних датчиків виявлення положення сусідніх машин ANSYS пропонує ANSYS HFSS, назва якого розшифровується як моделювання високочастотних електронних полів. HFSS, поряд з HBR +, забезпечує тривимірне прогнозування сили і форми електромагнітних хвиль безпосередньо при проходженні і відображенні від тих що є поруч об'єктів, для забезпечення адекватного покриття простору встановленими на автомобілі датчиками і відсутності «мертвих зон».

ANSYS Electronics Desktop є комплексною платформою для аналізу електромагнітного випромінювання. За допомогою звичайного інтерфейсу користувача для первинного та заключного опрацювання використовується комплект інструментів ANSYS з електронних обчислювачів, наприклад, ANSYS HFSS, Maxwell, Q3D Extractor і Simplorer.

Програмне забезпечення ANSYS Simplorer дозволяє застосовувати модельно-орієнтоване проектування в різних галузях, в тому числі, промисловому обладнанні, авіакосмічній промисловості, електроніці - і в автомобілебудуванні. Simplorer може служити платформою для моделювання транспортних засобів. При моделюванні самоврядного автомобіля інженер буде працювати в Simplorer, виконуючи MBSE, а потім за допомогою SCADE зможе написати код для встановлених на машині керуючих програм.

Існує цілий ряд потужних програм моделювання автопілотуємих автомобілів, включаючи PreScan від TASS International і CarSim від Mechanical Simulation. Ця область швидко розвивається. ANSYS тепер володіє повним набором інструментів електромагнітного аналізу. По мірі того, як автомобіль все більше нашпигований електронікою, зростає важливість моделювання електронних пристроїв.

Поки інші компанії пропонують програмне забезпечення для моделювання самоврядних автомобілів на базі простих аналітичних або емпіричних моделей, ANSYS спирається на свою перевагу в області глибокого комп'ютерного аналізу структурних елементів: датчиків, встановлених в автопілотуємих автомобілях.

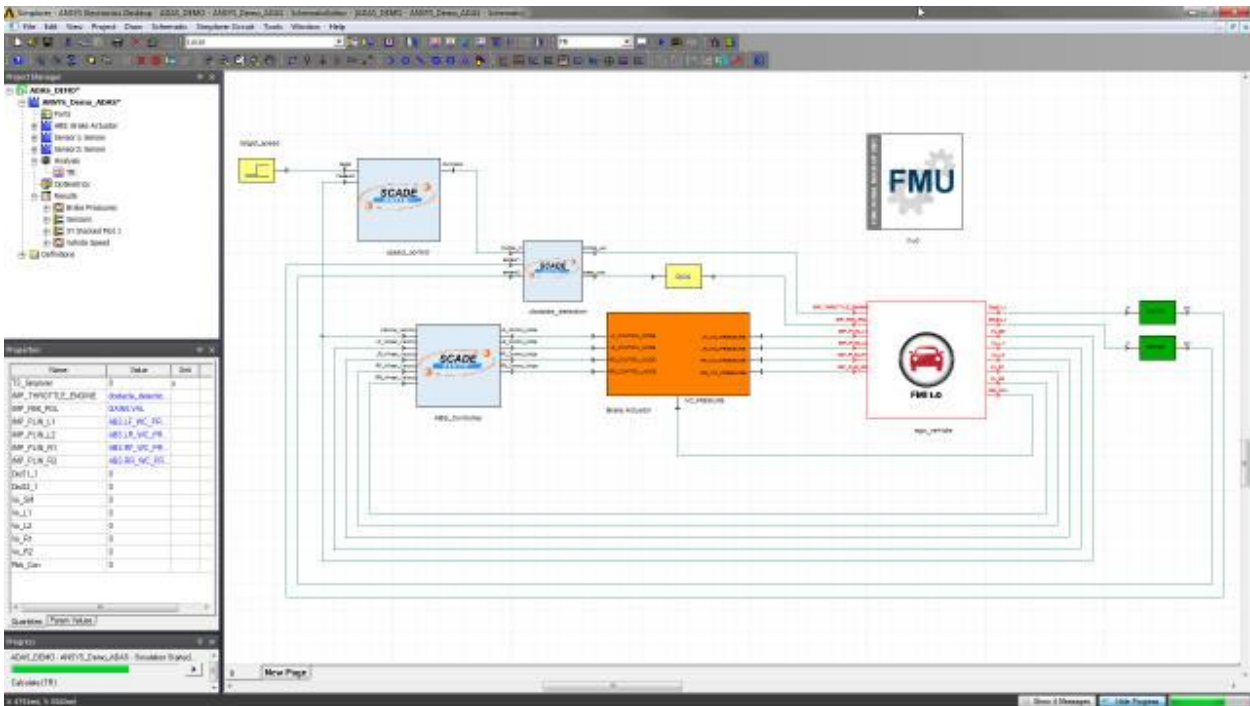


Рисунок 5 – Системна модель автопілотуємого автомобіля ANSYS Simplorer

Моделювання гальмування автобуса, можна отримати з використанням програми SDK Simulation, з даними дорожніх випробувань. Для визначення параметрів руху автобуса використовувалася сучасна вимірювальна система RaceLogic VB20 SL3 20Hz GPSTracker WithSlip, Pitch and Roll Angle. Принцип роботи системи заснований на використанні GPS технологій. На дах автомобіля встановлюються магнітні антени, які забезпечують зв'язок із супутником і дозволяють зафіксувати швидкість транспортного засобу, прискорення (по двом осях), траєкторію руху, кут нахилу і кутову швидкість повороту [13].

Удосконалення комп'ютерної техніки відкрило широкі можливості для імітаційного моделювання робочих процесів механічної обробки методом кінцевих елементів.

Для розрахунку оптимальних режимів різання, точіння, свердління, фрезування та інших технологічних операцій, в т. ч. для автомобільних деталей можна застосувати методи скінченних елементів для моделювання високонелінійних швидких процесів пластичної деформації і руйнування, які можна реалізувати в пакеті LS-DYNA [14, 15].

Роботи в області чисельного моделювання спрямовані на оптимізацію алгоритмів рішення, граничних умов і програмного забезпечення. Вирішення різних задач можна здійснювати в наступних пакетах: ANSYS, COSMOSWorks, ABAQUS, LS-DYNA і ін. Розвиток комп'ютерної техніки надав можливість вирішення пов'язаних нестационарних теплових задач моделювання процесів різання інструментом з покриттям і розрахунку температурного поля в ньому, процесів врізання і виходу інструменту з ладу [16].

Важливим принципом практичної реалізації скінченних-елементних моделей процесів різання є принцип порівняльності умов віртуального і натурального робочих процесів, який полягає в необхідності забезпечення геометричної подібності, подібності між граничними і початковими умовами скінченно-елементної моделі і реальним процесом. Зокрема, дослідження показали важливість відповідності ширини зрізу в натурному експерименті граничним умовам у віртуальному [15].

На рисунках 6-9 наведені приклади візуалізації комп'ютерного моделювання, зроблені за допомогою пакету LS-DYNA.

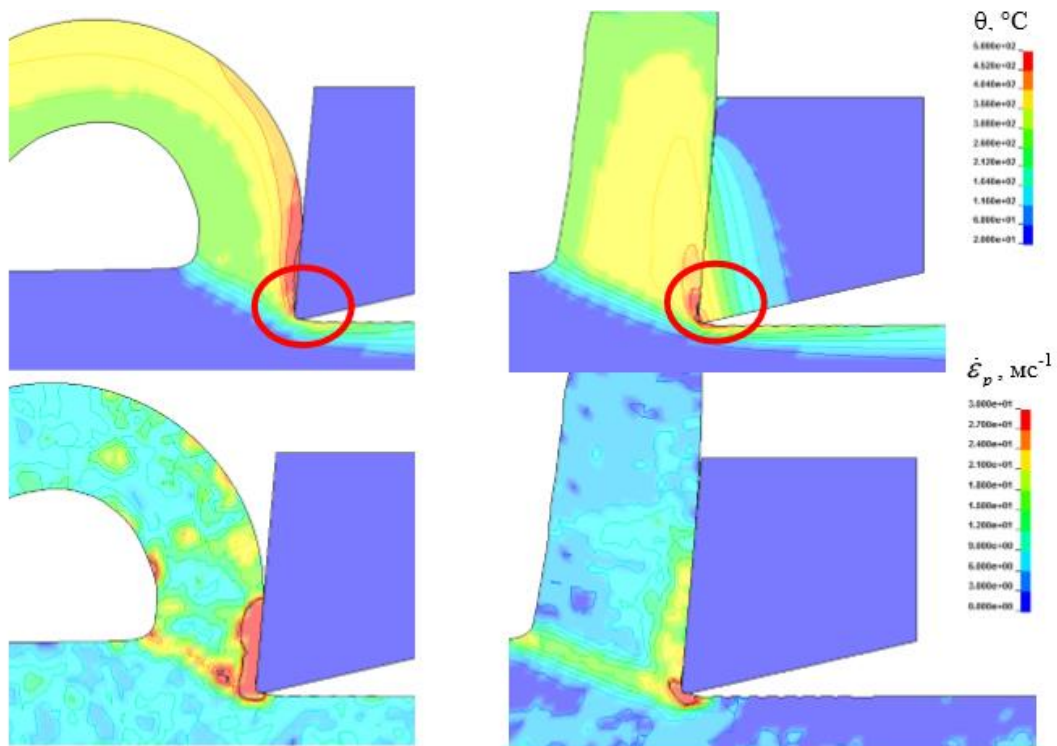


Рисунок 6 – Поля показників процесу різання, визначенні в результаті 2D моделювання

Створення контактної взаємодії, теплопередача, орієнтація твердотільних моделей інструменту і заготовки, вибір кінцевих елементів і настройка симуляції виробляються автоматично. Це дозволяє використовувати даний пакет програм інженерам, які не є спеціалістами в області скінченно-елементного моделювання, і швидко створювати і змінювати моделі механічної обробки. При моделюванні в LS - Dyna PrePost геометрію також можна експортувати з будь-якого CAD-продукту.

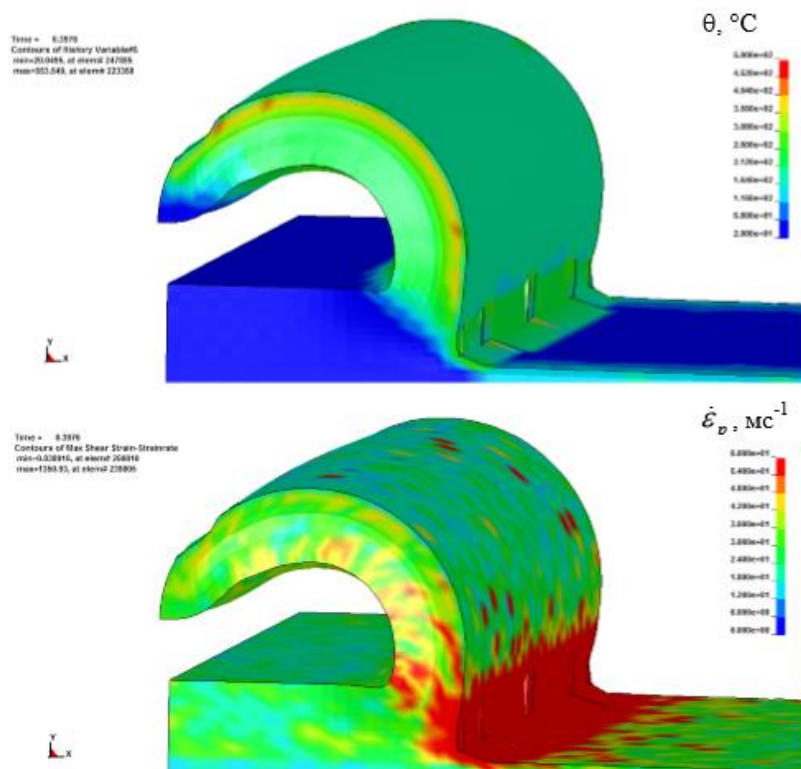


Рисунок 7 – Поля показників процесу різання, визначенні в результаті 3D моделювання

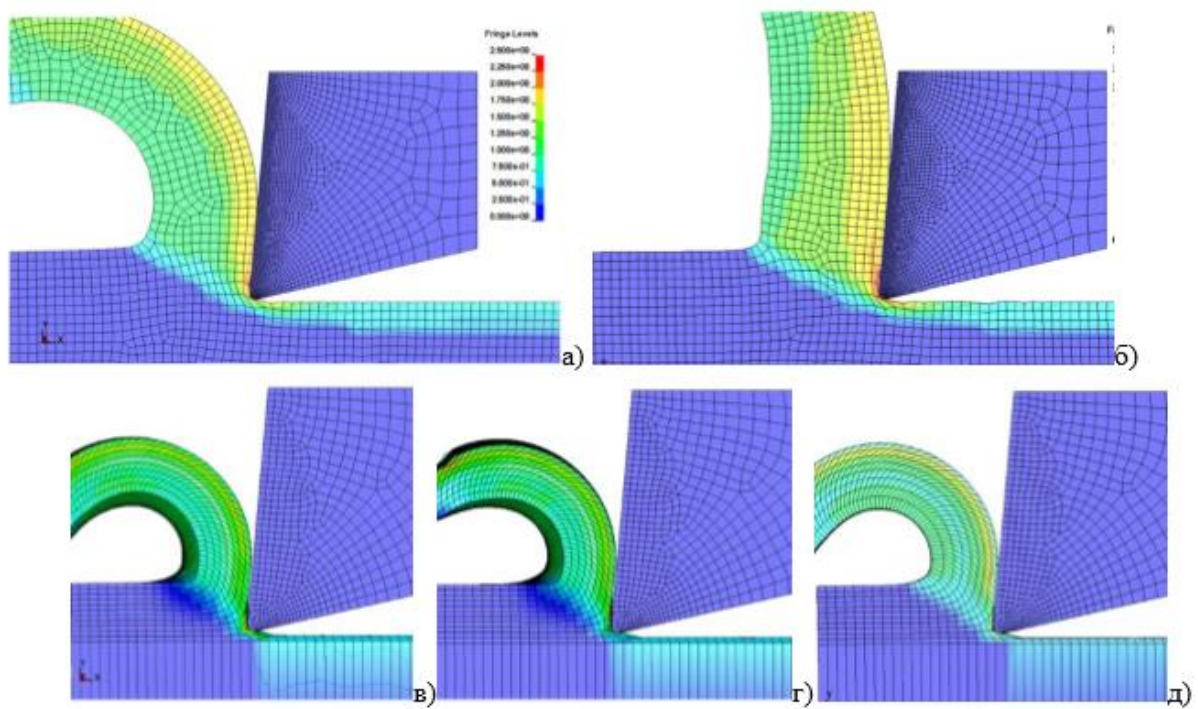


Рисунок 8 – Прогнозована форма стружки [14]

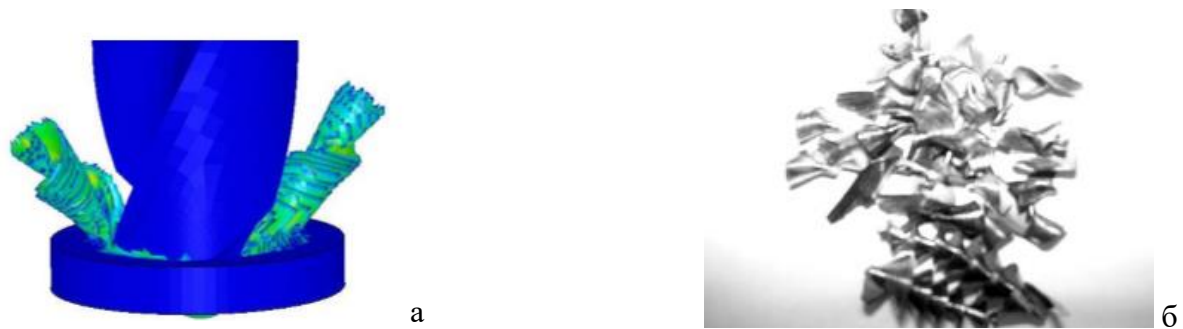


Рисунок 9 – Порівняння стружок, отриманих у віртуальному (а) і натурному експериментах (б) [14]

Метод SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics - гідродинаміка згладжених частинок) є безсітковим Лагранжевим методом, в якому локальні системи координат рухаються разом з SPH частинками. Згідно з методом SPH заготовка представляється дискретними елементами, так званими частинами. Ці частинки характеризуються просторовим елементом відстанню або «довжиною згладжування», зазвичай подаються в рівняннях параметром h . Величина h характеризує відстань, на якому властивості частинок «згладжуються». Це означає, що будь-який фізичний параметр будь-якої частинки виходить підсумовуванням відповідних величин всіх частинок, розташованих від неї на відстані $2h$.

Для створення об'єкта методом SPH необхідно знати особливості цього методу і принципи його роботи для завдання його параметрів. Крім цього необхідно знати і інші значення для завдання умов контакту інструменту і заготовки, типи матеріалів і інші параметри. Наприклад, при моделюванні в DEFORM процесу свердління крок між витками стружки збільшувався до кінця розрахунку. На 15470 кроці відстань між витками становило близько 2,3 мм (рис. 10), а на 77578 кроці - близько 4,2 мм (рис. 11). Діаметр конуса стружки був приблизно однаковий - 1,5-1,7 мм [17].



Рисунок 10 – Вид і геометричні параметри стружки на 15470 кроці [17]

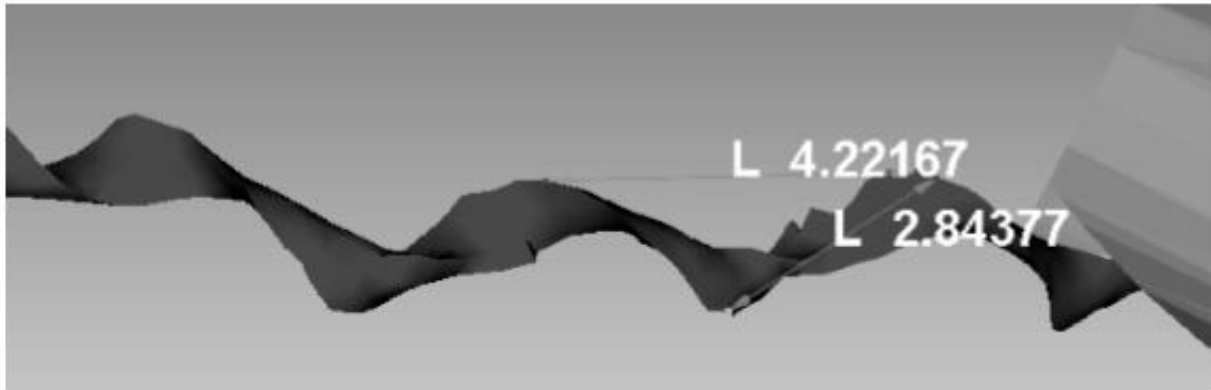


Рисунок 11 – Вид і геометричні параметри стружки на 77578 кроці [17]

Можна одні і теж параметри розраховувати в різних комп'ютерних пакетах програм, а потім їх порівнювати.

Можна виділити кілька етапів моделювання механічної обробки, мають свої особливості в різних CAE системах:

- створення геометрії;
- завдання матеріалів;
- завдання композиційного матеріалу (якщо треба);
- накладення сітки;
- завдання граничних і початкових умов;
- виведення і аналіз результатів.

Головною перевагою DEFORM і ANSYS Workbench, в порівнянні з іншими CAE-системами, є великі бібліотеки матеріалів з можливістю редагування фізичних властивостей існуючих матеріалів і створення нових. Бібліотека DEFORM більше бібліотеки ANSYS Workbench за кількістю матеріалів, особливо, використовуваних при механообробці, але ANSYS Workbench містить гнучку систему завдання властивостей матеріалів. Це дозволяє створювати всілякі матеріали з різними видами і типами фізичних властивостей [18].

Відмінною особливістю LSDYNA є те, що в даній системі не існує бібліотеки матеріалів. Замість цього, існує можливість вибору типу матеріалу з заданими параметрами з більш ніж 260 типів. Це дозволяє створювати моделі матеріалів з мінімумом відомих параметрів, такими як щільність, плинність, модуль Юнга і іншими.

З кожним роком більшість існуючих комп'ютерних пакетів та програм удосконалюються та здобувають нові можливості, тому кваліфікованим інженерним кадрам необхідно слідкувати за поновленнями в цьому напрямку. Ознайомитись з іншими різними можливостями комп'ютерних програм, що застосовуються в автомобільній галузі можна за наступними посиланнями [19-29].

Висновок. В роботі надведено деякий перелік комп'ютерних програм та пакетів, які використовуються в сучасному автомобілебудуванні та інших галузях.

Список літературних джерел

1. 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.
2. Колесніков В. О., Глюзицький О. О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця, с.49-57.
3. 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.
4. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 121 -124.
5. Панайотов К. К., Колесников В. А., Подинский Е. С. Алгоритм имитационного моделирования управления обслуживанием технологического маршрута // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 32 - 35.
6. Основные современные инструменты имитационного моделирования транспортных потоков / Ю. И. Захаров, Е. С. Карнаух // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПГАСА, 2014. – № 1. – С. 46 – 51.
7. The Federal Highway Administration (FHWA) Web Site. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fhwa.dot.gov>.
8. Корольова Л. А., Кущенко С.В. PC-CRASH програма для моделювання і аналізу дорожньо транспортних пригод. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scienceforum.ru/2018/pdf/423.pdf>.
9. Программный комплекс PC-CRASH. Программа для моделирования ДТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://70region.tomsk.ru/?p=6_22.
10. В. С. Вайда. Сучасні комп'ютерні програми для моделювання та реконструкції обставин дорожньо-транспортних пригод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.institutemvd.by/components/com_chronofoms5/chronofoms/uploads/2017060808583_7_Vaida.pdf.
11. Применение компьютерного моделирования при проведении автотехнических экспертиз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avtotrasolog.ru/content/view/25/5/>.
12. Нові інструменти ANSYS для моделювання безпілотних автомобілів <http://integral-russia.ru/2017/01/05/novye-instrumenty-ansys-dlya-modelirovaniya-bespilotnyh-avtomobilej>.
13. Дослідження гальмових властивостей автобуса за результатами комп'ютерного моделювання та даних дорожніх випробувань // А. М. Грошев, С. Ю. Костін, Ю. П. Трусов, Г. А. Конікова, П. В. Серєда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nntu.ru/trudy/2012/03/157-161.pdf>.
14. Криворучко Д. В., Залога В. О., Корбач В. Г. Основи 3D- моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів: навчальний посібник. Суми: Вид-во СумДУ, 2009. - 208 с.
15. Криворучко Д. В. Моделирование процессов резания методом конечных элементов : методологические основы : монография /Д. В. Криворучко, В. А. Залога. Под общей редакцией В. А. Залоги – Сумы : Университетская книга, 2012. – 450 с.
16. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др. ; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.

17. І. В. Горбунов, І. В. Ефременков, В. Л. Леонтьєв. Моделювання процесу свердління за допомогою SPH і скінченно елементного методів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2014.pdf>.
18. Особливості моделювання процесів механічної обробки в САЕ – системах // І.В. Горбунов, І.В. Ефременков, В.Л. Леонтьєв, А.Р. Гісметулін [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2013/2013_4_846_853.pdf.
19. Air flow analysis on a racing car using Ansys Fluent tutorial Must Watch [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=9NG3Qc5f68U>.
20. Інжиніринговий центр "Центр комп'ютерного інжиніринга". Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fea.ru/news/5004>.
21. WEBINAR 1: ANSYS Workbench Explicit Dynamics FEA of a car-body crash [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=uRC3b47_tY/.
21. ANSYS CFX. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cae-expert.ru/product/ansys-cfx>.
22. ANSYS TUTORIAL 4: FINITE ELEMENT ANALYSIS of a Car body crash [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=mFl6_bwPxnA/
23. Проектування надійних конструкцій з композиційних матеріалів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ansys.soften.com.ua/blog/127-proektirovanie-nadezhnykh-konstruktsij-iz-kompozitsionnykh-materialov.html/>
24. Meshing large and complex geometries with ansys fluent [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ozeninc.com/meshing-large-and-complex-geometries-with-ansys-fluent>.
25. Аналіз статичної та динамічної міцності кронштейна захисту ременя генератора автомобілів Peugeot для ТПП «Рівалом» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cae-expert.ru/projects/analiz-staticheskoy-i-dinamicheskoy-prochnosti-kronshteyna-zashchity-remnya-generatora/>
26. ANSYS FLUENT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cae-expert.ru/product/ansys-fluent/>
27. Simulating Lightweight Solar-Powered Race Cars [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ansys-blog.com/simulating-lightweight-solar-powered-race-cars>.
28. Bolero Car Analysis in Ansys \ CFD Analysis Easy Tutorial New Episode. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=uaHPn53xCbQ>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., м.н.с. лабораторії водневої стійкості конструкційних сплавів відділу фізичних основ руйнування та міцності матеріалів в агресивних середовищах Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Ставицький Олександр Володимирович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Єльбакієв Дмитро Геннадійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Шматко Олександр Едуардович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

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

МОДЕЛЮВАННЯ ЗОВНІШНІХ ПОВЕРХОНЬ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ TOYOTA LAND CRUISER 200 ЗА ДОПОМОГОЮ СПЛАЙНІВ

Для створення моделі кузова автомобіля запропоновано використання ортогональних двовимірних проєкцій. Наведені приклади та етапи моделювання зовнішніх поверхонь кузова автомобіля в тривимірному просторі за допомогою сплайнів та їх практичне застосування.

Моделювання починається з пошуку ілюстративних матеріалів, тобто потрібні фотографії з багатьох ракурсів, креслення, інформація про габарити транспортного засобу. Перевага використання 3D моделі полягає у тому, що можна переглянути безліч варіантів змін за невеликий проміжок часу, при цьому відсутні ризики помилки та непотрібних витрат. В даній роботі вибрані фотографії з різних ракурсів автомобіля Toyota Land Cruiser 200. Налаштування камер проводилося у програмному продукті Autodesk ImageModeler 2009. Моделювання виконується у програмному продукті 3DS Max 2014. Наступний крок – співставлення фотографій з необхідними проєкціями та камерами. Готовий результат цих операцій зображено на рис. 1. Створення моделі починається з лінії. Обираємо розділ «Create>Splines>Line». Після створення лінії проводимо операції щодо її згладжування. Для цього натискаємо правий клік миші, обираємо модифікатор «Bezier». З'являється відрізок з двома зеленими точками на його кінцях, центр якого знаходиться в вершині, яку ми модифікуємо. Пересування точок цього відрізка змінюють форму лінії (сплайну). Під час моделювання також відіграють велику роль допоміжні точки, що мають назву Helpers, які були створені під час роботи у Autodesk ImageModeler 2009 (червоні точки на рис. 1).



Рисунок 1 – Фотографії автомобіля Toyota Land Cruiser 200, співставлені з камерами

Наступним кроком є створення каркасу. Задача полягає в тому, щоб створити сплайни, які передають усі складові поверхні автомобіля (рис. 2 – 3). В даному випадку – це сама форма крила, а також його арка.

Дуже важливим є момент відповідності форми сплайнів усім проєкціям.. Похибка при моделюванні може призвести до створення хибної поверхні. Також якість готової поверхні залежить від правильності розташування камер.

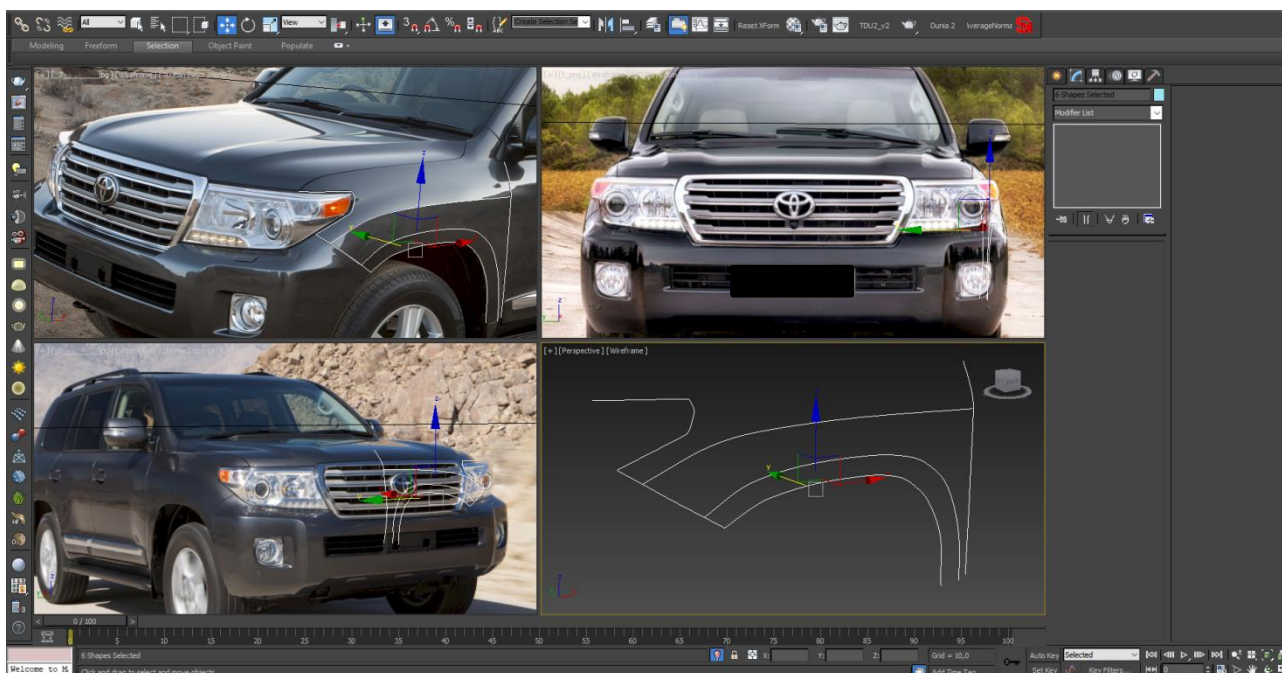


Рисунок 2 – Моделювання сплайнів крила

Головна вимога при моделюванні поверхонь: вершини різних сплайнів повинні знаходитись в одній точці.

Для цього виділяються необхідні вершини, та використовується модифікатор «Fuse», який їх переміщує в спільний для них центр осей. Модифікатором «Refine» (з додатковою опцією «Connect») можна об'єднати між собою сплайни, створити додаткові вершини.

Нижче перераховані інші часто використовувані модифікатори: «Chamfer» (створює з однієї вершини декілька, що дозволяє робити більш плавні сплайни), «Insert» (вставити вершину в необхідну точку сплайна), «Attach» (об'єднання сплайнів) та інші.

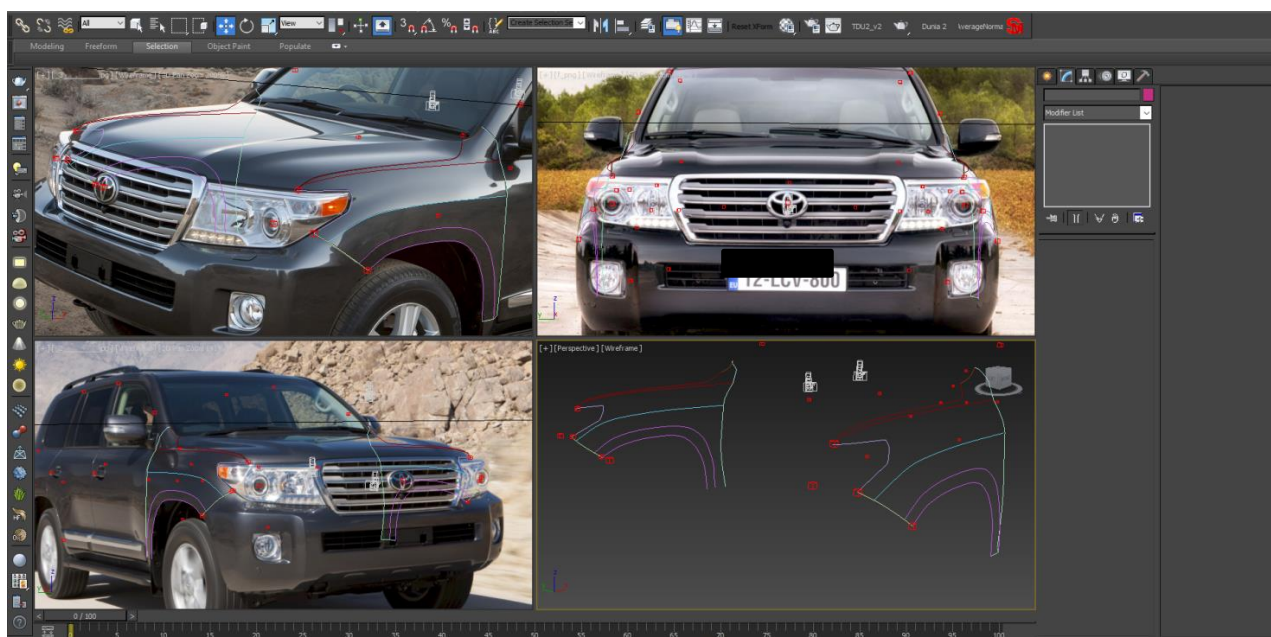


Рисунок 3 – Етапи моделювання крила автомобіля

Під час моделювання необхідно бути уважним до форми об'єкту, оскільки неправильно побудований сплайн створить абсолютно некоректну поверхню. Чим більше допоміжних сплайнів використовується – тим точніше буде генеруватись сама поверхня (рис. 4).

Найбільш оптимальним варіантом є створення такої сітки із сплайнів, яка забезпечить найбільш точне передання форми об'єкту за найменшого використання ресурсів.

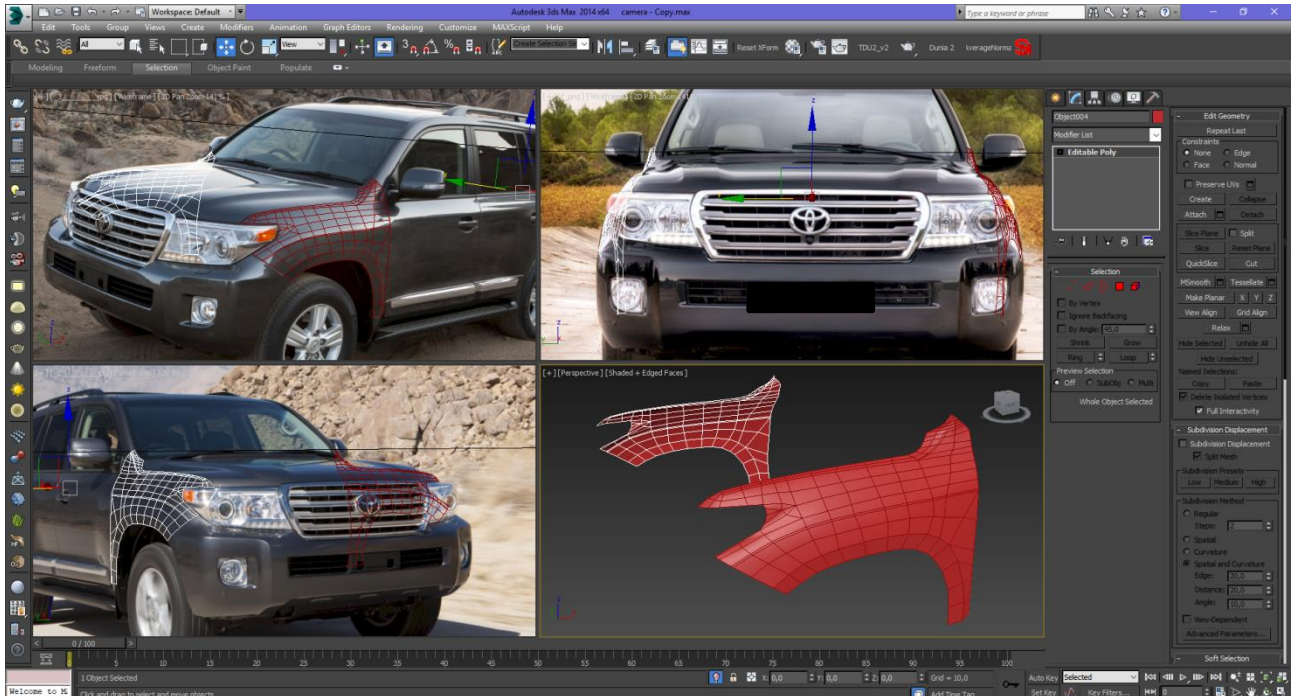


Рисунок 4 – Етапи перетворення сплайн-об'єкту в 3D модель

Таким чином моделюються й всі інші елементи кузова легкового автомобіля. В результаті можна отримати доволі точну форму кузова, та надати моделі широкого застосування.

Одержані 3D-моделі можна застосовувати для:

рендерингу - візуалізації - процесу отримання зображення по моделі за допомогою комп'ютерної програми. Рендеринг набув широкого застосування в автомобільній індустрії, та застосовується найчастіше для демонстрації концептів, втілення дизайнерських рішень та ідей, тощо;

анімації та симуляції (3D-візуалізація краш-тестів, відтворення аварій, тощо).

Висновки. Запропонований підхід забезпечує достатній рівень візуалізації об'єму кузова автомобіля та дозволяє:

- створювати в тривимірному просторі складові кузова, в тому числі для особливо складних поверхонь;
- розробляти нові модифікації моделі;
- отримувати якісну текстуру;
- поліпшити якість створюваної поверхні;
- заощаджувати час на моделювання складних поверхонь, якщо моделюванням займається достатньо кваліфікований оператор;
- для подальшого застосування отриманої моделі необхідні додаткові розрахунки (наприклад, жорсткість конструкції для краш-тестів).

Список літературних джерел

1. 3D Сканер/ – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-сканер> – 07.11.2014 г. – Загл. з екрану.
2. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2002. — 640 с.
3. Юров А. Р. «Візуалізація об'ємного рішення кузова легкового автомобіля»// Тези XLIV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниці та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2015. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2015/>.pdf
4. Юров А. Р. «Використання нових додатків САД-системи для графічного моделювання кузова автомобіля» // Тези XLV регіональної наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, співробітників та студентів університету з участю працівників наук.-досл. організацій та інж.-техн. працівників підприємств м. Вінниці та області (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2016. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2016/>.pdf5.
5. Буда А. Г. Графічні моделі конструювання форм кузова автомобіля / А. Г. Буда, В. П. Кужель, А. Р. Юров // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал– Луцьк: Луцький НТУ – 2016 –№1(5) – С. 32-37
6. Making of 'Mercedes S Class Millau' By Ali Ismail – Режим доступу до ресурсу: <https://www.3dtotal.com/tutorial/1111-making-of-mercedes-s-class-millau-3ds-max-photoshop-by-ali-ismail-vehicle-car-mercedes-s-class>
7. 3d spline model of the body F2003 GA – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sharecg.com/v/16409/3d-model/3d-spline-model-of-the-body-F2003-GA#>
8. Porsche AG - Dr. Ing. h.c. F. Porsche A – Режим доступу до ресурсу: <https://www.porsche.com/international/>
9. Кужель В. П. До питання варіантів моделювання зовнішніх поверхонь кузова легкового автомобіля / Кужель В.П., Буда А.Г., Юров А.Р. // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – С. 114-116.
10. Буда А.Г. Моделювання зовнішніх поверхонь легкового автомобіля в тривимірному просторі за допомогою сплайнів / Буда А.Г., Кужель В.П., Юров А.Р. - Вісник Машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. - С. 26 – 32.

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Буда Антоніна Героніївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерного еколого-економічного моніторингу та інженерної графіки», Вінницький національний технічний університет.

Юров Андрій Русланович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Кужель В. П., к.т.н., доц.; Івацко В. П.; Грицан В. О.

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ ПЕРЕВІЗНИКАМИ

Сформовані фактори впливу на попит користувачів транспортних послуг, на попит транспортних послуг з позиції пасажирів, шляхи розвитку пасажирського транспорту та проблеми забезпечення якості пасажирських перевезень.

Станом на сьогоднішній день в населених пунктах набуває актуальності проблема низького рівня якості транспортного обслуговування населення. Як свідчить світовий досвід ринку транспортних послуг, їх конкурентоздатність на 95% залежить від якості послуг, що надаються. В свою чергу, попит та пропозиція на транспорті визначаються, з одного боку, платоспроможністю користувачів транспорту за транспортні послуги, а з іншого – виробничими можливостями транспортної системи щодо їх задоволення. Розрізняють наступні поняття якості пасажирських перевезень: проста якість пасажирських перевезень характеризується одним істотним натуральним показником, наприклад швидкістю перевезення; складна якість - характеризується всіма натуральними показниками перевезень: безпекою, швидкістю, рівнем сервісу, вартістю й ін.; інтегральна якість - характеризується не тільки натуральними показниками, але й показниками витрат на їх здійснення. Для кількісної оцінки якості перевезень пасажирів сукупність її характеристик розбивається на 4 категорії: безпека перевезень; рівень організації руху транспортних послуг у часі (частота, ритмічність, регулярність, точність руху, залежність від умов), витрати часу на поїздку, з урахуванням очікування, зручність користування транспортом, тобто комфортабельність.

Також якість обслуговування характеризується наявністю претензій пасажирів до обслуговування на вокзалах і в шляху проходження, по несвоечасному відправленню й прибуттю поїздів, а також по невідповідності пропонованої категорії поїзда, типу вагонів, місця, дати відправлення поїзда реальному попиту.

Невирішеними питаннями проблеми якості обслуговування пасажирів є: не розроблені економічні важелі впливу на перевізників за порушення показників якості обслуговування пасажирів; відсутній механізм конкуренції між перевізниками, які створюють умови рівної конкурентної боротьби; відсутність функції в муніципальній структурі, які реалізують моніторинг якості обслуговування пасажирів; - відсутність показників, що оцінюють пасажирів як тих, що знаходяться в салоні транспортної одиниці, так і тих, що чекають на зупинці [1].

Також до основних факторів якості перевезення пасажирів відноситься [2]: комфортність поїздки (наповнення транспортних засобів (ТЗ) та регулярність руху їх на маршрутах); час, затрачений на пересування пасажирів; безпека перевезень. А умови, що визначають ці фактори, такі: щільність маршрутної мережі, частота та точність руху міського електричного транспорту, швидкість сполучення, стан інформації та реклами про роботу пасажирського транспорту.

Як правило, невід’ємною властивістю якості будь-якої продукції є її здатність задовольняти певні потреби та видозмінюватись у відповідності з інтересами споживачів [3, 4]. Тому сутність якості продукції або послуги полягає як в їх споживчій вартості, так й у вартості, тобто в тій сумі суспільно або індивідуально необхідних витрат праці. Тому поняття “якість” застосовується не тільки до предметів, але й до транспортних послуг та процесів перевезень. Тобто під якістю продукції або роботи необхідно розуміти сукупність найбільш істотних їх властивостей (критеріїв), які обумовлюють ступінь придатності й

можливості продукції, послуги або роботи до задоволення певних потреб у відповідності до їх призначення [5-7].

Попит на пасажирські автотранспортні перевезення залежить від їх якості [3,4], для визначення якої пропонуються наступні фактори та умови: безпека руху; якість маршрутних мереж; взаємодія з іншими видами транспорту; якість рухомого складу; регулярність руху ТЗ; надійність ТЗ; доступність тарифів; час очікування; кількість пересадок; наповнення ТЗ; витрати часу на поїздку; мікроклімат с салони ТЗ; рівень шуму у ТЗ; ступінь фізичної і психологічної втоми пасажира; час на посадку і висадку; ввічливість персоналу [5-7].

Як відомо, на величину попиту пасажирів впливають багато факторів, тісно пов'язаних між собою. Розділимо їх на об'єктивні та суб'єктивні (табл. 1), запропонуємо класифікацію за типом факторів, а їх характеристики наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Фактори впливу на попит користувачів транспортних послуг

| Об'єктивні | Суб'єктивні |
|--|--|
| соціальні: стабільність соціально-політичного положення країни, зростання чисельності населення, орієнтація населення за професією і місцем проживання (міста і сільська місцевість), міграція, розвиток культурного рівня життя населення країни (рівень освіти і культура населення), національні, релігійні особливості | платоспроможність пасажирів, на яку впливають такі фактори, як тарифи, якість обслуговування пасажирів та різноманітність послуг на транспорті |
| економічні відображають економічну стабільність країни (ступінь інфляції), розміщення виробництва і робочої сили, розвиток виробництва в цілому по країні та по окремим галузям (туризм) і фактичний рівень доходів населення | наявність різноманітних видів транспорту, вартість проїзду і рівень якості перевезень |
| - природні: клімат, рельєф місцевості, кількість опадів і т.д. | рівень і характер конкуренції |

Таблиця 2 – Фактори впливу на попит транспортних послуг з позиції пасажира

| Тип факторів | Характеристика |
|---|--|
| особистісні | вік, стать, професія, стиль життя |
| культурні | цінності, звички |
| психологічні | мотивація, переконання, сприйняття |
| соціальні | рівень доходів, етап життя, сім'я |
| ті, що обумовлюють попит на перевезення | вільний час, час очікування ТЗ, якість обслуговування, платоспроможність |

Висновки. На проблему забезпечення якості пасажирських перевезень впливає ряд негативних факторів:

- низьке фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання доріг;
- недосконалість та незавершеність структурних реформ в галузі пасажирських перевезень;
- збитковість підприємств міського пасажирського транспорту внаслідок недостатньої компенсації втрати коштів від перевезень пільгових категорій пасажирів застарілий рухомий склад;
- перевантаженість міських доріг, незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури;
- недостатній обсяг залучення коштів на розвиток транспорту;
- застаріла нормативно-правова база, низький темп гармонізації вітчизняного транспортного законодавства до міжнародних вимог;

– слабка конкуренція між перевізниками щодо забезпечення саме комфортності перевезення пасажирів.

Слід забезпечити виконання таких кроків з реформування системи пасажирського транспорту:

– розвиток реальної конкуренції на ринку міських пасажирських перевезень шляхом вдосконалення процедури проведення конкурсу на право роботи на маршрутах серед всіх перевізників незалежно від форми власності;

– впровадження єдиної форми проїзного квитка для всіх категорій пасажирів, що користуються правом безкоштовного проїзду в міському пасажирському транспорті;

– введення регулярного обліку кількості поїздок, здійснених пільговими категоріями пасажирів, для точного визначення розмірів компенсаційних виплат транспортним підприємствам за втрачені доходи, пов'язані з їх перевезенням;

– проведення моніторингу витрат на демонстраційному маршруті (подібна вимога може бути однією з умов конкурсу на право роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту);

– впровадження сучасних технологій у систему управління та організації міського пасажирського транспорту.

Список літературних джерел

1. Левковець П. Р. Управління перевезеннями вантажів і логістика / П. Р. Левковець, Д. Л. Товкун – Київ: НТУ, 2002. – 144 с.

2. Гончарук Т. І. Конкуренція і конкурентоспроможність: зміст і розвиток у перехідній економіці / Гончарук Т. І. – Суми : ВВП "Мрія-1" ЛТД, 2003. – 60 с.

3. Аболонин С. М. Конкурентоспособность транспортных услуг / С. М. Аболонин. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. – 172 с.

4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуг з перевезень міським електротранспортом» №386 [від 22 квітня 1997 р.] : Режим доступу <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/386-97-%D0%BF>

5. Кужель В. П. Оцінка рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажирів / В. П. Кужель, А. П. Іщенко // Збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів “Підвищення надійності машин і обладнання”. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 179 – 180.

6. Кужель В. П. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажирів / В. П. Кужель, А. П. Іщенко, М. О. Бишко // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2013. – № 15(204), Частина 2. – С. 274 – 278.

7. Кужель В. П. До питання оцінки якості пасажирських перевезень / В. П. Кужель, А. П. Іщенко // Матеріали I міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 12–14 листопада, 2013 р. : Збірник наукових праць / Міністерство освіти та науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – С. 20 - 21.

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Івацко Вадим Петрович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Грицан Вадим Олександрович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Литовченко В. В.; Підгорний М. В., к.т.н., доц.

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ СИНХРОНІЗАТОРА НАТЯГУ ПАСУ ВІДЦЕНТРОВОГО ВАРІАТОРА

Застосування структурного синтезу, дозволило створити конструкцію відцентрового варіатора, в якому зменшена ймовірність проковзування пасу та досягнуто синхронності зачеплення усіх сегментів вхідної ланки. Конструкція дозволяє уникнути підвищеної зношуваності та розтягнення гнучкого елемента відцентрового варіатора.

Вступ. Сформована практика проектування складних об'єктів містить у собі два зустрічних домінуючі процеси. Процес макропроектування, тобто визначення основних параметрів головних підсистем об'єкта на ранніх етапах його проектування. Рушійним принципом цього процесу є принцип головного конструктора, метою - вибір конкурентоздатних комплексів технічних засобів, що забезпечують досяжність цілей об'єкта, і визначення основних параметрів головних підсистем об'єкта. Результати вирішення завдань цього процесу визначають простір припустимих проектних рішень завдань проектування підсистем об'єкта.

Сучасні безступеневі механічні трансмісії (БМТ) з клинопасовими варіаторами змінюють передатне відношення за рахунок тангенціальних сил [1]. У більшості випадків вхідна та вихідна ланки, це геометрично подібні клинові диски, що лінійно переміщуються вздовж своєї обертової вісі. Але процес керування трансформацією передатного відношення, реалізований у кожного запропонованого рішення індивідуально.

Авторами запропоновано застосовувати для перетворення не тангенціальні сили, а сили прямої дії, наприклад, відцентрова сила робочих елементів БМТ та варіатора. Застосування вказаного зусилля, має багатоваріантне рішення. Зокрема, мова йде про вхідну ланку відцентрового варіатора.

На робочий механізм накладається ряд вимог, а саме:

Механічні: одна ступінь свободи, неголономний зв'язок елементів;

Експлуатаційні: миттєва реакція на сигнали керування, широкий діапазон регулювання, велика область застосування

Технологічні: простота виготовлення та складання, взаємозамінність складових;

Економічні: низька собівартість, рентабельність.

Головною проблемою проектування та конструювання БМТ з гнучкими в'язями, є неповноцінне застосування внутрішніх властивостей та структурних особливостей даного типу варіаторів. При аналізі існуючих конструкцій передбачається тільки введення в структуру додаткових механізмів-регуляторів. Але є ряд потенційно оптимальних конструкцій, що не розглядаються виробником трансмісій.

Метою роботи є реалізація принципів системного підходу до задач проектування відцентрового варіатора.

Аналіз існуючих рішень. Нетипове рішення конструкції БМТ без додаткових регуляторів розглянутий в роботі Згонник І. П. [2]. Тут варіант технічного розв'язку клинопасового варіатора, геометрична форма шківів одного або обох ланок математично є однополосний гіперболоїд обертання, принципове технічне виконання запропонованого варіанта ескізного проекту показане на рис. 1.

У вихідному положенні фланці 1 і 3 перебувають на мінімальній відстані один від одного, при цьому однополосний гіперболоїд обертання, утворений несучими прямолінійними стрижнями 5, має мінімальний розмір діаметра в горловому перетині, при цьому фланець 3 утворює з валом 2 рухомий зв'язок 4.

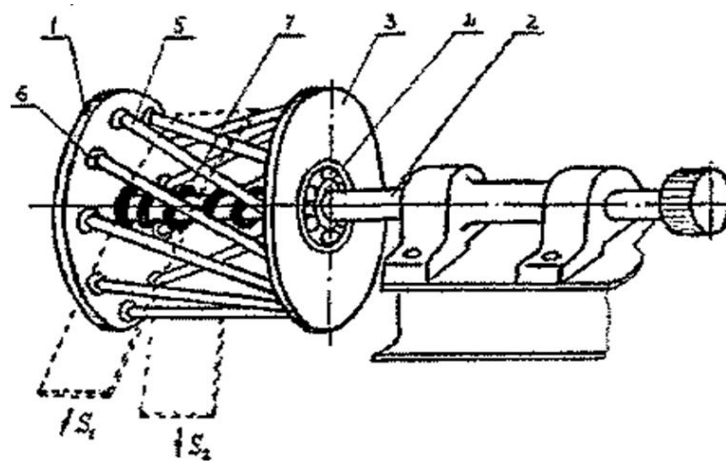


Рисунок 1 – Шків-гіперболоїд зі змінюваною геометрією:

1 - фланець; 2 - ведений вал; 3 - рухомий фланець; 4 - підшипник з ходовою посадкою на валу 2; 5 - несучі стрижні; 6 - шарнір стрижня; 7 - пружина розтягання; S2 – холостий вузол передачі; S1 - робочий вузол

При збільшенні навантаження на ведучому валу 2 фланець 3 повертається й зміщується щодо ведучого валу 2, розтягуючи пружину 7, тим самим діаметральний розмір гіперболоїда в горловому перетині змінюється в більшу сторону, що приводить до автоматичного збільшення передатного відношення автоваріатору, що забезпечує однорежимну стаціонарну роботу двигуна в умовах змінного зовнішнього навантаження.

Керування й регулювання плоского пасу варіатора [3] здійснюється за допомогою гідравлічного приводу в кожному із двох шківів. Привід обертає внутрішній набір дисків кожного шківа щодо зовнішнього набору дисків. Це приводить до того, що елементи приводного пасу розташовуються за необхідним діаметром (див. рис. 2), при цьому один диск рухомий, а інший стаціонарний. Вставні елементи для натягу пасу, примусово переміщуються по пазах дисків. Тиск задається в гідравлічному приводі, щоб забезпечити необхідний натяг пасу з необхідним передатним відношенням.

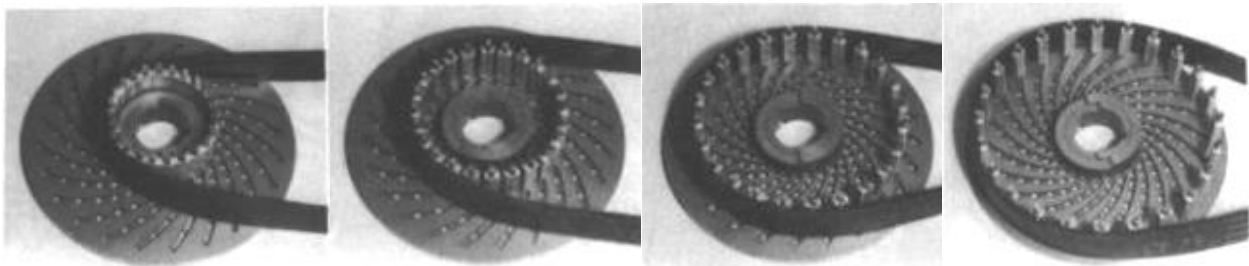


Рисунок 2 – Загальний вигляд розсувних шківів Kumm and Kraver з демонстрацією зміни радіусу оберту ведучої ланки

Подібно гнучким клиновим передачам і редукторам він з металевим натискним пасом, плоский ремінь варіатора здатний забезпечувати діапазон високих передатних відношень. Один з недоліків, полягає в тому, що варіатор із плоским пасом, зумовлені комплексним керуванням для підтримки натягу пасу, але коли натяг підтримується належним чином, то варіатор, не тільки мало зношується, а його здатність передачі крутного моменту наближається до 450 Н/м.

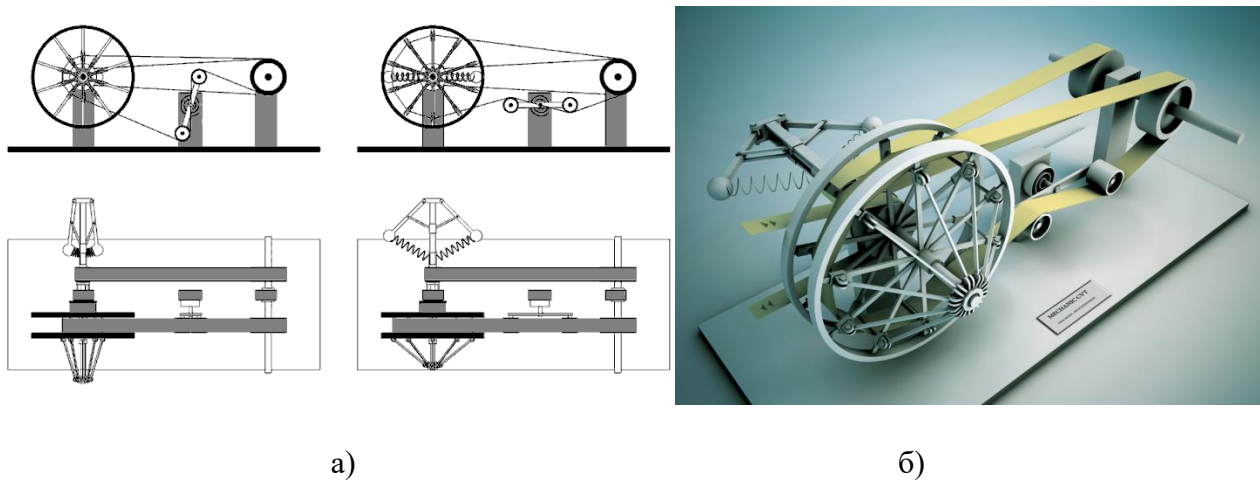


Рисунок 3 – Варіатор з відцентровим регулятором ведучої ланки:

а) – схема зміни передатного відношення; б) – загальний вигляд діючої фізичної моделі

На рис. 3 показано механізм автоматичної трансмісії [4] для легких транспортних засобів. Ідея тут полягає в тому, щоб в основному повертати активну вісь із колесом зі змінюваним діаметром (основне колесо) і використовувати значення частоти обертання, яке трансформується в активній вісі, щоб повертати відцентровий регулятор, що у свою чергу змінює передатне відношення. Під час цього циклу важелі відцентрового регулятора переміщуються назовні або усередину щодо пружини залежно від швидкості обертання. Ця дія тягне й штовхає центральний вал, що проходить через основне колесо, відповідним чином змінюючи його діаметр.

Результати дослідження. При проектуванні складних систем (відцентровий варіатор) часто здійснюється вибір одного з деякого числа можливих варіантів системи. Критерієм для такого вибору служить, у першу чергу, значення показника ефективності системи, причому перевага з еквівалентних показників ефективності одержує менше складний із них. Під складністю, наслідуючи роботі, будемо розуміти характеристику [7]

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \cdot K_i \cdot (1 + \nu \cdot \alpha), \quad (1)$$

де S_i – складності окремих елементів ($i=1,2,\dots,n$); K_i – число елементів варіатора i -го типу, що входять у систему; ν – коефіцієнт, що враховує складність зв'язків у порівнянні зі складністю елементів системи; $\alpha = \frac{M^*}{N \cdot (N-1)}$ – відносне число реалізованих зв'язків; M^* – фактичне число зв'язків, реалізованих у системі варіатора; $N(N-1)$ – максимальне число зв'язків між елементами; $N = \sum_{i=1}^n K_i$ – число елементів системи.

Таким чином, даний показник складності може використовуватися при оцінці комплексів як складних систем керування двигун-трансмісія-колеса.

Проектування механізму по заданим вхідним і вихідним умов називається синтезом. Синтез механізмів є найвідповідальнішим етапом при створенні майбутнього варіатора. Синтез представляє собою складну задачу, яка зазвичай має різноманітне рішення. Тому для вибору найбільш відповідного варіанту необхідно проводити додатковий аналіз.

Неоднозначність рішень при синтезі відбувається через те, що:

по-перше, на етапі розробки технічного завдання щодо створення нового механізму (варіатора) зазвичай неможливо правильно і однозначно сформулювати вимоги, що пред'являються до нього;

по-друге, одні й ті ж умови можуть бути відтворені як кількома різними за структурою механізмами, так і одним механізмом, що мають різні розміри ланок варіатора.

Традиційно синтез механізмів [5, 6] проводять в наступні два етапи:

1. Визначають структуру майбутнього механізму (структурний синтез). Структурний синтез - це проектування такої структурної схеми механізму, на якій вказуються стійка, рухомі ланки, види кінематичних пар і їх взаємне розташування.

2. За заданими кінематичними або динамічними властивостям механізму визначають розміри його ланок - параметричний синтез.

В останні роки також починає активно розвиватися структурно-параметричний синтез механізмів [5, 6], при якому одночасно визначаються і структура механізму, і розміри його ланок. В даній публікації розглядається структурний синтез прототипів для прогнозування майбутньої конструкції механізму ведучої ланки клинопасового варіатора, для дотримання наведених вище вимог.

Завданням структурного синтезу є розробка структурної схеми майбутнього механізму по заданій рухливості з урахуванням бажаних структурних, кінематичних і динамічних властивостей. Результати структурного синтезу механізмів зазвичай багатоваріантні. Це пов'язано з тим, що, використовуючи одні й ті ж кінематичні пари, але по-різному їх розставивши, можна отримати різні за структурою механізми. Тому остаточний вибір раціональної структурної схеми майбутньої БМТ виконується з урахуванням параметрів:

- кінематичних і динамічних властивостей тієї чи іншої схеми;
- технологічності і надійності ланок і кінематичних пар, в неї входять;
- умов побудови та експлуатації й інших умов.
- Проектування варіатора (системний підхід).

Нехай задано:

X – простір умов експлуатації варіатора;

Y – множина елементів (маховик, вали, мультиплікаційна ланка відцентрового варіатора, напрямні, шківни, редукційна ланка відцентрового варіатора, пас, сегменти, зубчаті колеса, синхронізатор, елементи з'єднання, пружний елемент, розподільник імпульсів, реєстратор інформації), з яких складається відцентровий варіатор.

Елементом простору умов експлуатації БМТ будемо вважати вектор $x \in X$: $x = \{x_1, x_2, \dots, x_y\}$, компонентами якого є числові значення параметрів, що характеризують зовнішні умови, що впливають на елементи варіатора в процесі експлуатації варіатор-ДВЗ. Для кожного компонента векторах $x \in X$ можна визначити значення $x_{ij}; j = 1, 2, 3, \dots, J_i$; $i = 1, 2, 3, \dots, I$; які є границями якісної зміни характеру зовнішніх умов. Приналежність $i - \bar{i}$; $i = 1, 2, 3, \dots, I$; компоненти вектора x до інтервалу $(x_{i,j-1}, x_{i,j})$; $j = 1, 2, 3, \dots, J_i$; буде називатися $j - m$ станом $i - \bar{i}$ компоненти вектора зовнішніх умов.

Якщо збільшення індексу j відповідає зміні в напрямку жорсткості умов експлуатації варіатора, то простір X може бути розбитий на підмножини $X_j = \{x_i : x_i \leq x_{ij}, j = 1, 2, 3, \dots, J_i, i = 1, 2, 3, \dots, I\}$, які задовольняючим умовам:

$$1. X_j \subseteq X_{j+1}, j = 1, 2, \dots, \max_i J_i;$$

$$2. \bigcap_{j=1}^{\max J_i} X_j = X^0 \quad X^0 - \text{умова ідеальної експлуатації};$$

$$3. \bigcup_{j=1}^{\max J_i} X_j = X.$$

Так як J_i, I - скінчені, то множина $\{X_j\}$, $j = 1, 2, \dots, \max_i J_i$ - скінчені, при цьому

$$\text{card}\{X_j\} \leq \prod_{i=1}^l J_i \leq \aleph_0$$

Множина Y елементів варіатора має кінчене число підмножин:

- 1) $Y_1 = \{y_{\mu 1}, \mu = 1, 2, \dots, M_1\}$ - маховик;
- 2) $Y_2 = \{y_{\mu 2}, \mu = 1, 2, \dots, M_2\}$ - вали;
- 3) $Y_3 = \{y_{\mu 3}, \mu = 1, 2, \dots, M_3\}$ - мультиплікаційна ланка відцентрового варіатора;
- 4) $Y_4 = \{y_{\mu 4}, \mu = 1, 2, \dots, M_4\}$ - напрямні;
- 5) $Y_5 = \{y_{\mu 5}, \mu = 1, 2, \dots, M_5\}$ - шківів;
- 6) $Y_6 = \{y_{\mu 6}, \mu = 1, 2, \dots, M_6\}$ - редуційна ланка відцентрового варіатора;
- 7) $Y_7 = \{y_{\mu 7}\}$ - пас;
- 8) $Y_8 = \{y_{\mu 8}\}$ - сегменти;
- 9) $Y_9 = \{y_{\mu 9}\}$ - зубчаті колеса;
- 10) $Y_{10} = \{y_{\mu 10}\}$ - синхронізатор;
- 11) $Y_{11} = \{y_{\mu 11}\}$ - елементи з'єднання;
- 12) $Y_{12} = \{y_{\mu 12}\}$ - пружний елемент;
- 13) $Y_{13} = \{y_{\mu 13}\}$ - розподільник імпульсів;
- 14) $Y_{14} = \{y_{\mu 14}\}$ - реєстратор інформації.

елементами яких є технічні засоби передачі, розподілу й трансформації потужності двигуна. Очевидно, що при цьому повинні виконуватися умови:

1. $Y_l \cap Y_j = \emptyset, \forall l \neq j = 1, 2, \dots, L;$
2. $\bigcup_{l=1}^L Y_l = Y.$

Кожний елемент множини $Y_l; l = 1, 2, \dots, L;$ визначений набором ознак (властивостей), що дозволяють однозначно відповісти на запитання про можливість використання даного елемента при заданих зовнішніх умовах $X_j.$

Вибір множини елементів варіатора, властивості яких допускають використання їх при умовах експлуатації, що очікуються опираються на відображення $F: Y \rightarrow X,$ володіють наступними властивостями:

1. $\forall y_{\mu l} \in Y, \exists x_{ij} \in X_j : F(y_{\mu l}) = x_i \in (x_{ij-1}, x_{ij});$
 $\mu = 1, 2, \dots, M_l; l = 1, 2, \dots, L; j = 1, 2, \dots, J_j; i = 1, 2, \dots, I;$
2. Якщо $F(y_{\mu l}) = x_i \in X_j, F(y_{\mu+l}) = x_k \in X_{j+1},$ то
 $y_{\mu l} \leq y_{\mu+l}; \mu = 1, 2, \dots, M_l; l = 1, 2, \dots, L; j = 1, 2, \dots, J_j; i, k = 1, 2, \dots, K.$

Друга вказана властивість дозволяє частково впорядкувати множину елементів варіатора по ступені їхньої відповідності можливим умовам експлуатації, а перша властивість гарантує закінченість процесу вибору.

Проаналізуємо процес взаємодії множин X і Y при проектуванні варіатора. Елемент варіатора $y_{\mu l}$ буде розташований в $R_{\mu l}$ місці варіатора з наступною його експлуатацією протягом відрізка часу $[t_0, T].$ При цьому допускаємо, що відомий процес зміни зовнішніх умов у $r - m, r = 1, 2, \dots, R_{\mu l};$ місці варіатора, і задається послідовністю $\{X_r(t)\}, r = 1, 2, \dots, R_{\mu l};$ $t \in [t_0, T].$ Природно думати, що вибір елемента з індексами μl буде визначатися умовами:

$$F(y_{\mu l}) \leq \left\{ \max_{r \in R_{\mu l}} \max_t x_{ir}(t) \right\} = X_{Rt}^0 \subset X_j^0; \quad (2)$$

$$(X_j^0 \setminus X_{Rt}^0) \cap \bar{X}_j^0 = \emptyset; \quad (3)$$

$$x_{ij}^0 \geq x_{ir}(t), \forall i = 1, 2, 3 \dots I \quad (4)$$

Рішення про вибір $\mu - zo, \mu = 1, 2, \dots, M_l$, елемента $l - i$ групи, $l = 1, 2, \dots, L$, експлуатація якого буде проходити в умовах, обумовлених X_j^0 , приймається відповідно до правила:

$$R_{\mu l j} = R(y_{\mu l}, X_j^0) = \begin{cases} 1, (F(y_{\mu l}) \Delta X_j^0) \cap \bar{X}_j^0 = \emptyset; \\ 0, (F(y_{\mu l}) \Delta X_j^0) \cap \bar{X}_j^0 \neq \emptyset; \end{cases}$$

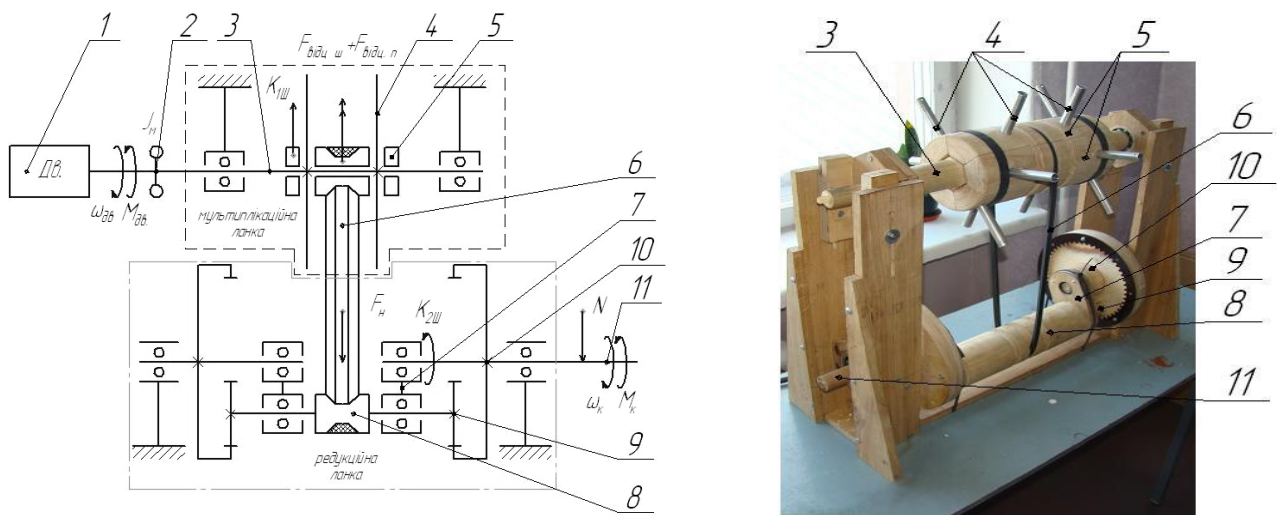
де Δ - знак логічної операції «Симетрична різниця».

Якщо використати умову 2, то рішення про вибір елемента $y_{\mu l}, \mu = 1, 2, \dots, M_l; l = 1, 2, \dots, L$, може бути представлене у вигляді:

$$R_{\mu l} = \bigcap_{j=I_0} R_{\mu l j} = 1 \Rightarrow Y = \{y_{\mu l}, l = 1, 2, \dots, L\}; \quad (5)$$

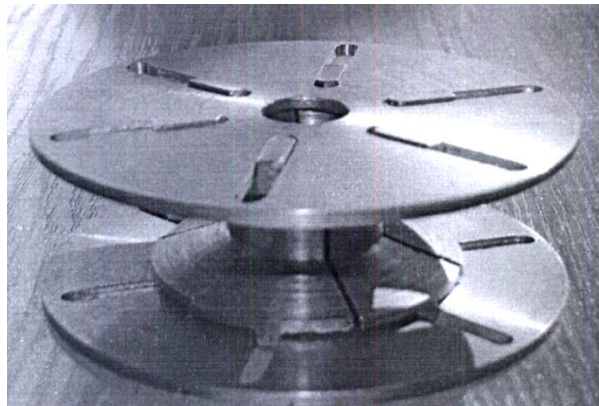
де I_0 - множина номерів індекса $j : \bigcup_{j=1}^{J_0} X_j = X_j^0$.

Запропонований підхід до проектування дозволив створити фізичну та діючу модель варіатора нового типу (ведучої ланки) (див. рис. 4) де обертовий момент двигуна внутрішнього згоряння 1 (ДВЗ) передається через маховик 2 на ведучий вал 3 мультиплікаційної ланки відцентрового варіатора до якої входить жорстко закріплені напрямні 4, по яким переміщуються роздвигні ведучі шківів 5 (в розглянутому випадку, їх шість) [9]. В початковому положенні роздвигні шківів складають суцільний ведучий шків, що пов'язаний напряму з веденим шківом 7 редукційної ланки пасом 6. При рівних діаметрах ведучого та веденого шківів передаточне відношення прирівнюється до одиниці, а положення веденого шківів максимально віддалене від вісі ведучого валу. При умові, що сила натягу клинових пасів (або пасу), в залежності від потужності ДВЗ, їх кількості та профілю, достатня для передачі обертового моменту ДВЗ до редукційно ланки відцентрового варіатора без втрат, для збереження роботоздатності обох шківів та номінальної відстані від канавки одного спряженого роздвигного шківів до канавки веденого шківів. Якщо задані умови виконуються, то тягові зусилля ДВЗ передаються без втрат на редукційну ланку відцентрового варіатора. Вказана ланка складається з: водила 7, веденого шківів 8, вал-шестерні 9, зубчастого колеса 10. При вищевказаному положенні роздвигних шківів 5, водила зберігають положення вал-шестерні, яка в свою чергу обертає зубчасте колесо, що жорстко закріплене на вихідному валу. Завдяки різниці діаметрів шестерні на валу-шестерні та зубчастого колеса обертовий момент від веденого шківів на ведений вал 11 передається по силовому передаточному відношенню (тобто $U < 1$). При обертанні ведучого валу варіатора виникає відцентрова сила $F_{відц.ш}$, яка намагається перемістити від вісі валу по напрямним частини ведучого шківів, тим самим збільшуючи радіус вхідної частини. Тобто зі збільшенням кутової швидкості вхідного валу збільшується передатне відношення частот обертання вхідного та вихідного валів.



а)

б)



в)

Рисунок 4 – Відцентровий варіатор з клиновим пасом:

а) – кінематична схема; б) – загальний вигляд діючої фізичної моделі; в) – загальний вигляд діючої ведучої ланки відцентрового варіатора; 1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – маховик; 3 – ведучий вал; 4 – напрямні; 5 – роздвигні ведучі шківи; 6 – клиновий пас; 7 – водило; 8 – цільний ведений шків; 9 – вал-шестерня; 10 – зубчасте колесо; 11 – ведений вал

Висновки. Об'єктна й поетапна декомпозиція процесу проектування (складання) варіатора дала можливість визначити основне завдання проектування у вигляді чотирьох послідовних задач проектування елементів варіатора, об'єднаних логічною схемою проектування.

Можливість розв'язання локальних задач проектування варіатора визначається кінцевим числом ітераційних процедур, при їхньому рішенні, і наявністю необхідних вихідних даних.

Принципова можливість розв'язання завдання проектування варіатора визначається умовами:

- структура логічної схеми проектування запропонованого варіатора має форму дерева з висячими вершинами;
- число ітераційних циклів процесу проектування є скінченним;
- множина локальних задач проектування варіатора впорядкована так, щоб рішення їх у процесі проектування поповнювало масиви вихідних даних наступних задач.

Результатом дослідження стало те, що змінивши структуру існуючого клинопасового варіатора, було створено відцентровий варіатор з новими властивостями.

Список літературних джерел

1. Харитонов С. А. Автоматические коробки передач / С. А. Харитонов. - М.: ООО «Издательство Астрель» : ООО «Издательство Аст», 2003. - 335, [1] с. с ил.;
2. Балакин П. Д., Згонник И. П. синтез адаптивного автовариатора для механических приводов технологических и транспортных машин // Динамика систем, механизмов и машин. – 2009. – №. 1. – С. 8-11;
3. Andersen, Brian S., "An Investigation of a Positive Engagement, Continuously Variable Transmission" (2007). All Theses and Dissertations. 910;
4. Personal project - competition – 2010 Exhibited at Machine Components, R&D Project Market and Turkey Innovation Week 2013;
5. Коловский, М. З. Динамика машин / М. З. Коловский. — Л., 1989;
6. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. — М., 1988;
7. Тимченко А. А., Системні дослідження в науці та техніці. Частина III. Гносеологія наукових досліджень [Текст]; Міністерство освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2008. – 32 с. – (Бібліотечка науково-технічного журналу «Вісник ЧДТУ»).
8. Литовченко В. В., Крейда А. М., Підгорний М. В. Інформаційна модель керування транспортним засобом з безступеневою трансмісією //Автоматика–2017: XXIV Міжнародна конференція з автоматичного управління, м. Київ, Україна, 13–15 вересня 2017 року: тези конференції. Київ. 2017. 267 с. – 2017. – С. 209.
9. Пилипенко, О. М., Литовченко, В. В., Удоденко, В. С., Вільовка, Д. І. (2011). Рациональний розподіл керуючих зусиль варіаторів з гнучкими в'язями. Вісник СевНТУ, (122), С. 118-120.

Литовченко Володимир Володимирович – викладач кафедри дизайну, Черкаський державний технічний університет, e-mail: akronimail@gmail.com

Підгорний Микола Володимирович – к.т.н., доцент, декан факультету комп'ютеризованих технологій машинобудування та дизайну, Черкаський державний технічний університет, e-mail: pmv1971pmv@gmail.com

Макаров В. А., д.т.н., проф.; Аданніков С. С.

ШИНИ МАЙБУТНЬОГО – MICHELIN «VISION»

Проаналізовано будову, особливості та вплив на навколишнє середовище шин Michelin Vision.

Вступ. За останні роки в автомобілебудуванні сталося чимало суттєвих проривів, і багато людей нині активно обговорюють, якими будуть автомобілі майбутнього: тихі, ефективні, електричні, здатні задовольнити всі потреби водія та пасажирів. Але рідко хто замислюється, якими мають бути «шини майбутнього».

Основна частина. Шини – важлива частина автомобіля. Проте виробництво автомобільних шин доволі пагубно впливає на екологію. Це зв'язано з тим, що окрім каучуку, отриманого від каучукових дерев, для їх виробництва використовується сажа, завдяки якій шина має чорний колір, та нафта, яка пом'якшує гумову суміш. Крім того, шини, що були виведені з експлуатації, згодом потрапляють на звалища, де вони перетворюються і виділяють небезпечні токсини в ґрунт і атмосферу.

Саме цей факт підштовхнув французьку компанію Michelin на розробку VISION – надрукованої на 3D-принтері безповітряній «шині майбутнього», яка не тільки не потребує дисків, але також цілком складається з органічних матеріалів: апельсинової цедри, бамбука, меляси, дерева і натурального каучуку. Зовні VISION представляє собою міцну, губчасту структуру, що нагадує павутину (рис. 1).



Рисунок 1 – Концепт шини Vision

У шин VISION багато переваг. По-перше, вони мають цілісну структуру і їм не потрібні ні диски, ні камери, ні інші компоненти традиційних шин, які зношуються в процесі експлуатації. По-друге, оскільки в шинах немає повітря, то не знижується його тиск, не відбувається миттєве руйнування, що підвищує безпечність руху автомобіля. По-третє, вони не потребують заміни у міру зносу, замість цього їх можна покрити новим шаром протектора, який відновить зношені місця. По-четверте, якщо власник авто вирішить з якихось причин позбутися шини, йому не потрібно буде здавати в центри по переробці відходів. VISION будуть переробляються як єдине ціле і розкладатися природним чином, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Також, всередині шин передбачені спеціальні сенсори, які збирають інформацію про її стан.

Вперше шини майбутнього були представлені в червні 2017 року на конференції «Movin 'On mobility», яка проходила в Монреалі. На жаль, за словами розробників, поки що це не більше ніж прототип, і для виходу VISION на ринок знадобиться ще від 10 до 20 років.

Висновки. Розробка та впровадження таких шин дуже важливе для нас. Оскільки, на відміну від технології виготовлення традиційних шин, для шин VISION не будуть використовуватися ні каучук, ні сажа, ні нафта, зменшиться виділення шкідливих речовини при їх виробництві та утилізації.

Список літературних джерел

1. CONCEPT VISION MICHELIN [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.michelin.com/fre/presse/Presse-et-actualites/actualite-michelin/Innovation/Concept-Vision-MICHELIN>.

Макаров Володимир Андрійович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Аданніков Сергій Сергійович – студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.14b.b.adannikov@gmail.com

Макаров В. А., д.т.н., проф.; Ванюта О. Р.

ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

Проаналізована будова, переваги і недоліки а також сфера використання безповітряних автомобільних шин.

Вступ. Шина є одним з найважливіших елементів колеса. Вона забезпечує контакт автомобіля з дорогою, а також гасить високочастотні коливання, що виникають через недосконалість покриття дороги. Тому робота над їх вдосконаленням є досить активною на сьогоднішній день

Основна частина. Безповітряні шини Tweel – новинка автомобільної промисловості ХХІ сторіччя, хороша конкуренція повітряним шинам. Їх особлива відмінність – висока ступінь ефективності порівняно зі звичайними пневматичними. Одна з нових розробок компанії Michelin, яка вперше була представлена в 2005 році. У самій назві поєднуються два основні слова – «шина» і «колесо».

Основна відмінність шин Tweel – відсутність вузла маточин колеса. Внутрішня втулка, що прикріплена до вісі, оточена поліуретановими спицями. Матеріал, що використовується у створеному виробі, відрізняється особливою міцністю. Через всі спиці інноваційного виробу прокладений розтяжний хомут, який і є утворюючою ланкою для зовнішнього краю. Він, у свою чергу, безпосередньо контактує з дорожнім полотном.

Міцність шин і натяг хомута дають можливість відмовитися від повітряного тиску, що застосовується у звичайних пневматичних камерних колесах. Ці вироби мають незвичайний вид, що нагадує велосипедні колеса.

При контакті з дорожнім полотном під впливом тиску відбувається прогин спиць. Цей процес актуальний і для пневматичних шин. Кожен вигин супроводжується своєчасною зміною форми обода колеса, після його подолання безповітряний виріб повертається в первинну форму.

Розтягнення спиць в шинах Tweel може бути різним. Спиці, що володіють більш високим ступенем еластичності, роблять пересування транспортного засобу рівним и плавним. Для них також передбачене регулювання поперечної жорсткості.



Рисунок 1 – Тестування шин tweel на автомобілі Audi a4

Тестування високотехнологічних шин Tweel для автомобіля проводилось на базі автомобіля Audi A4. В результаті проведених дослідів було встановлено, що при використанні безповітряних шин з високою жорсткістю поведінка машини на дорозі стала більш стабільною з високою здатністю до маневреності.

Також шина Tweel є значно легшими за пневматичні, що забезпечують значну економію палива

Миттєве руйнування пневматичних шин призводить до виходу з ладу всього автомобіля. Безповітряна ж буде чудово справлятися зі своїми завданнями при збереженні сімдесяти відсотків усіх складових елементів. Легкість експлуатації і відсутність необхідності постійної підкачки – також є істотною перевагою нових коліс.

Але незважаючи на усі переваги, безповітряні шини мають також і недоліки:

- значні вібрації кузова транспортного засобу при пересуванні на високих швидкостях;
- низьку ступінь вантажопідйомності;
- шум при швидкому обертанні колеса перевищує допустимий рівень;
- можливість перегріву;
- шини не розраховані на тривалі поїздки, при подоланні великих відстаней виникає їх перегрів.

На сьогоднішній день шини Tweel не мають широкого застосування. Їх можна побачити на візках для гольфу, скутерах, газонокосарках, великогабаритній сільськогосподарській техніці (навантажувачі, екскаватори), військових автомобілях

Висновки. Вдосконалення і розробка нових технологій в напрямку безповітряних автомобільних шин на сьогоднішній день є актуальною, тому що по багатьом параметрам вони є кращими за звичайні пневматичні шини. Використання безповітряних шин значуще підвищує безпеку руху автомобіля.

Список літературних джерел

1. Автопортал [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://autopark.pp.ua/580-bezvozdushnye-shini-tweel.html>
2. Великашина [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. Режим доступу: <http://moyaosvita.com.ua/biznes/chim-vidriznyayetsya-marketing-vid-zbutu/>

Макаров Володимир Андрійович – професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Ванюта Олександр Романович – студент факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vaniutasa@gmail.com

Мустафаев Г. К.; Гецович Е. М., д.т.н., проф.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ В ПРАВОПОВОРОТНЫХ ПОТОКАХ

В статье рассматривается метод учета поведения водителя в моделях транспортного потока.

При составлении моделей движения транспортных потоков через перекрестки улично-дорожной сети (УДС) наибольшую сложность представляет задача моделирования поведения водителя, поскольку оно не поддается сколь-нибудь точному математическому описанию, зависит от практически не ограниченного числа факторов и даже у одного и того же водителя может существенно изменяться в течение достаточно короткого промежутка времени, например, одной поездки.

Известен ряд подходов к решению этой задачи:

- все водители ведут себя одинаково и дисциплинированно, т.е. моделируется «среднестатистический» водитель [1];
- водители ведут себя по разному в пределах каких-либо ограничений(например, метод граничных интервалов) [2];
- метод граничных интервалов, в котором для какой-то заранее заданой части водителей значения граничных интервалов изменяются [3].

Известные подходы позволяют лишь весьма приближенно моделировать поведение водителей, что приемлемо при решении ряда задач, например, при моделировании в процессе проектирования организации дорожного движения (ОДД) на отдельных перекрестках или сравнительно небольших участках УДС.

Ранее авторами был предложен способ моделирования поведения водителя с помощью коэффициента «решительности» вида [4]

$$K_p = \frac{\tau_T}{\tau_\phi}, \quad (1)$$

где τ_T – теоретически необходимый временной интервал для выполнения желаемого маневра, τ_ϕ – фактически выбранный и оцененный водителем как достаточный.

При этом каждому водителю автомобиля стоящего первым в очереди перед перекрестком значение K_p присваивается как случайная величина с учетом экспериментально полученного распределения вероятностей значений K_p для данного типа перекрестка и вида маневра.

По сути этот способ является «способом скользящих граничных интервалов», поскольку для каждого водителя определяется свой граничный интервал исходя из присвоенного ему коэффициента решительности как

$$\tau_{sp} = \tau_\phi = \frac{\tau_T}{K_p}. \quad (2)$$

Очевидно, что при построении моделей движения транспортных потоков с учетом поведения водителей по предложенному способу наиболее трудоемким является получение

экспериментальных распределений вероятностей значений K_p . Значение τ_T для (1) можно легко получить из геометрии перекрестка и траектории движения автомобилей при выполнении желаемого маневра из соотношения

$$l_{Tp} = \frac{j\tau_T^2}{2}. \quad (3)$$

где l_{Tp} – длина траектории движения при выполнении маневра; j – ускорение автомобиля в процессе выполнения маневра.

Величина τ_ϕ для (1) может быть определена путем обработки видеосъемки движения потоков на перекрестках. Для пояснения методики обработки видеосъемки на рисунках 1,2,3 приведены стоп-кадры видеосъемки в момент начала движения автомобиля a (рис. 1) с выездом на главную дорогу и правым поворотом (Т-образный перекресток на УДС г. Харькова «ул. Свободы – ул. Пушкинская»), в момент завершения маневра автомобилем a (рис. 2) и в момент прибытия в точку завершения маневра автомобилем a автомобилем b , движущего по главной дороге (рис. 3).



Рисунок 1 – Стоп-кадр видеосъемки в момент начала движения автомобиля a с выездом на главную дорогу



Рисунок 2 – Стоп-кадр видеосъемки в момент завершения маневра автомобилем a



Рисунок 3 – Стоп-кадр видеосъемки в момент прибытия в точку завершения маневра автомобилем *a* автомобиля *b*

Смещение изображений осуществляется по кадрам. Если от положения рис. 1 до положения рис. 3 изображение сместилось на n кадров, а частота съемки – 24 кадра/сек, то

$$\tau_{\Phi} = \frac{n}{24}. \quad (4)$$

Полученные из (1) с учетом (4) значения K_p будут сгруппированы по интервалам и будут построены гистограммы распределения вероятностей значений K_p для правоповоротного потока. С помощью таких гистограмм значения K_p для каждого автомобиля в потоке могут быть заданы с помощью любого известного генератора случайных чисел.

Предложенный способ имитации водителя в моделях транспортных потоков позволяет приблизить точность имитации к реальному разнообразию поведения водителей, а следовательно, повысить адекватность моделей.

Список литературных источников

1. Гасников А. В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / А. В. Гасников, – М. : МФТИ, 2010. – С. 74-78.
2. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика, 2003. Вып. N 11. – С. 102-122.
3. Эмпирико-стохастический подход к моделированию транспортных потоков / Е. М. Гецович, В. Т. Лазурик, Н. А. Семченко, В. Ю. Король // Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях: тр. научн. - техн. конф. с междунар. участием Харьк. нац. ун-та имени В. Н. Каразина, 18 – 21 мая 2010 г. – Харьков, 2010. Ч.1. – С. 101 – 104.
4. Клинковштейн Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев // Учеб. для вузов. / 5 – е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.

Мустафаев Гусейн Кавказович – аспирант кафедры организации и безопасности дорожного движения, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Гецович Евгений Моисеевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры тракторов, сельскохозяйственных машин и транспортных технологий, Сумской национальный аграрный университет

*Назаров А. И., к.т.н., доц.; Цыбульский В. А., к.т.н., доц.; Демчук П. М.;
Ивахненко К. А.; Максименко Е. А.*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассмотрены аспекты влияния производственных, технологических и экономических факторов на обеспечение необходимого уровня качества ремонта автотранспортных средств с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с научными задачами. Под управлением качества понимается установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества изделий при разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемые путем систематического контроля качества и воздействия на условия и факторы, влияющие на их качество [1].

Таким образом, управление качеством осуществляется на всех стадиях создания и эксплуатации и на всех уровнях управления производством.

Отсюда следует, что для повышения качества капитально отремонтированного автомобиля необходимо объединение всех мероприятий в единую целевую систему, включающую комплекс производственных, технологических и экономических мероприятий с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.

Анализ последних достижений и публикаций. Мероприятия, предусмотренные системой технического обслуживания и ремонта дорожно-транспортных средств различных категорий [2], выполняются в основном через строго определенный пробег, т.е. в плановом порядке. Однако при более широком внедрении современных методов и средств технического диагностирования появляется возможность выполнять ремонтные работы не в строго отведенное время, а тогда, когда этого требует техническое состояние составных частей автомобилей. В этом случае в плановом порядке осуществляется только контроль за их состоянием, а сами работы выполняются при необходимости.

Кроме того, восстановление деталей необходимо вести такими способами, которые при наименьшей затрате труда и средств обеспечивают долговечность деталей, равную или более высокую по сравнению с долговечностью, соответствующей новой детали [3–5]. Способы устранения механических и коррозионных повреждений деталей легко определяются характером самого дефекта, материалом и конфигурацией детали и имеют ограниченное число факторов, определяющих качество детали. Каждый из способов восстановления изношенных деталей обладает отличительными технологическими особенностями и свойствами и по-разному может влиять на качество восстановленной детали. Поэтому восстановление изношенных деталей необходимо осуществлять не только наиболее рациональными способами, о чем пойдет речь в дальнейшем, но и путем направленного формирования эксплуатационных свойств детали за весь период технологического процесса восстановления.

На рис.1 показана схема восстановления деталей методами и способами, применяемыми на современном ремонтном производстве, а также факторы, влияющие на эксплуатационные свойства [6].

Как следует, для каждого из методов и способов характерны свои технологические факторы, оказывающие влияние на эксплуатационные свойства восстановленных деталей, которые и определяют их долговечность.

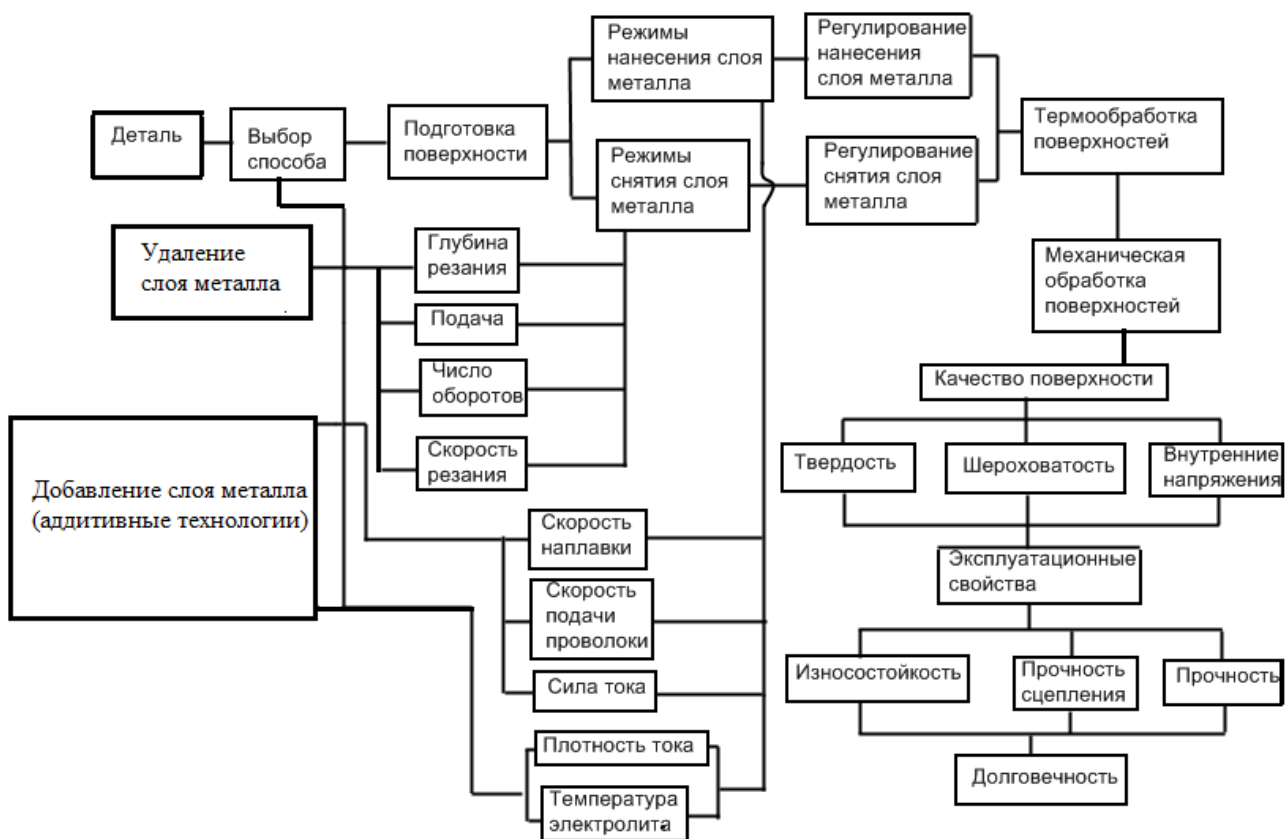


Рисунок 1 – Структура факторов, влияющих на эксплуатационные свойства

Так, к примеру, при восстановлении деталей при помощи аддитивных технологий большое значение в обеспечении качества восстанавливаемых поверхностей играет подготовка самих деталей, выбор восстанавливающего материала и режимов его нанесения, имеющего особенно важное значение для обеспечения высокой прочности сцепления покрытия с основным металлом. При этом для различных способов выполнения аддитивной технологии число и характер подготовительных операций резко отличаются. Однако во всех случаях подготовка поверхностей детали к нанесению покрытий играет большую роль в получении их высокого качества. Кроме того, огромное влияние на качество восстановления деталей оказывают режимы и регулирование процесса нанесения покрытий. Несоответствие материала, наносимого на восстанавливаемые поверхности деталей различными способами, условиям работы деталей в эксплуатации приводит к быстрому выходу их из строя из-за низкой износостойкости или усталостной прочности. Несоблюдение технологических режимов восстановления деталей металлопокрытиями вызывает возникновение больших растягивающих остаточных напряжений, отрицательно влияющих на усталостную прочность деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

Поэтому в процессе ремонта автомобилей нередко целесообразно упрочнение деталей.

Структура и характеризующая ее микротвердость металла поверхностного слоя являются основными физическими параметрами, оказывающими влияние на все эксплуатационные свойства деталей.

Повышение твердости материала различными способами неоднозначно влияет на износостойкость при абразивном изнашивании [4].

Повышение твердости путем применения более твердых материалов без термической обработки увеличивает износостойкость пропорционально твердости. А увеличение твердости за счет термической обработки сталей повышает износостойкость, но в меньшей степени.

Увеличение твердости за счет поверхностной пластической деформации не сказывается на повышении износостойкости [5].

Однако повышение твердости стали только за счет изменения химического состава недостаточно для обеспечения требуемой износостойкости деталей. Поэтому в зависимости от условий работы детали в процессе восстановления ее подвергают различной термической или химико-термической обработке, добываясь тем самым необходимой твердости и соответственно износостойкости (рис. 2) [3–5].

Механическая обработка деталей все же призвана обеспечить в начальной стадии технологического процесса требования к геометрической форме восстановленных поверхностей, а в завершающей – требования в отношении точности и шероховатости.

Рассматривая основные направления, которые содержит система управления качеством капитального ремонта автомобилей, можно отметить, что влияние различных факторов на качество ремонта в той или иной мере различное (рис. 2) [7].

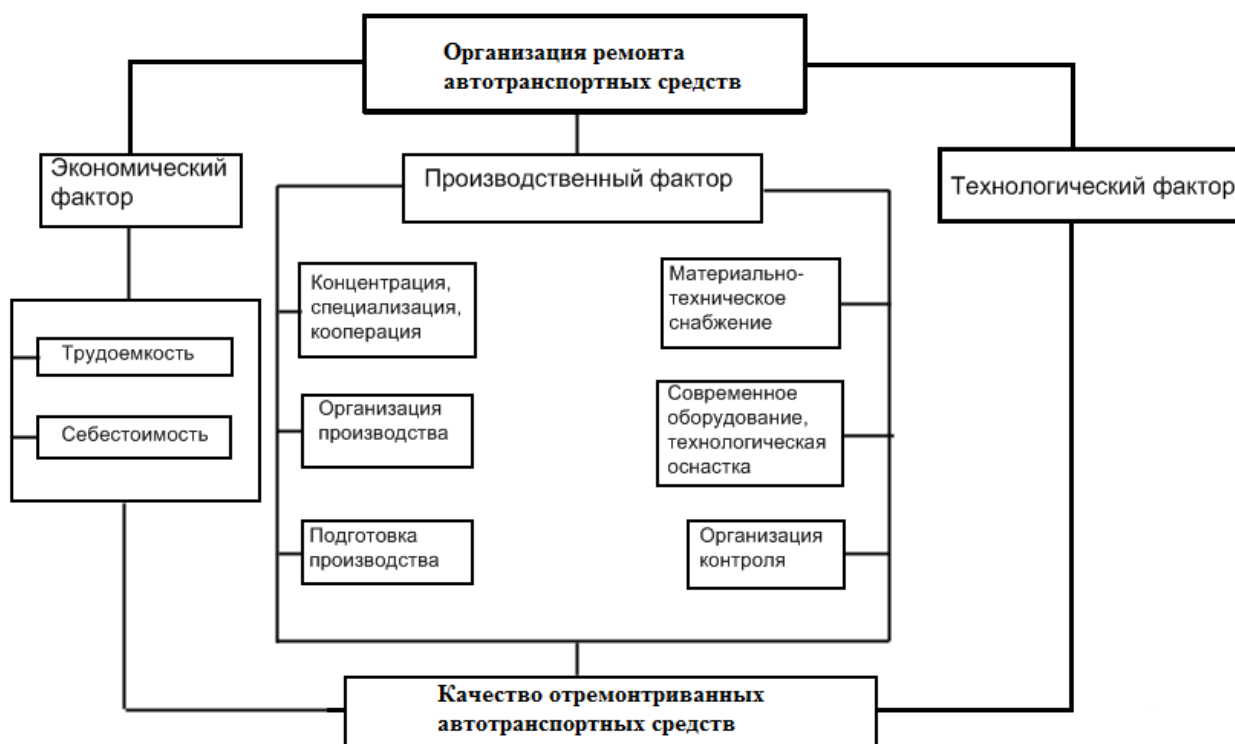


Рисунок 2 – Структура факторов, влияющих на качество ремонта

Концентрация и специализация авторемонтного производства позволяют организовать ремонт автомобилей на современном уровне, улучшить технологические процессы контроля и сортировки деталей, внедрить и развить наиболее прогрессивные способы восстановления деталей, усовершенствовать сборку и испытание, а также контроль на всех стадиях ремонта. Кроме того, специализация ремонтного производства способствует улучшению организации материально-технического снабжения, упрощению технической документации и внедрению в практику и технологию ремонта автомобилей достижений науки и опыта автостроительных предприятий [3].

Не решенная часть проблемы. Повышение качества ремонта автотранспортных средств возможно при установлении взаимосвязи эксплуатационных свойств деталей, приобретаемых непосредственно в процессе выполнения технологического процесса восстановления, и технологического фактора (система управления производственными, экономическими и технологическими факторами).

Цель и постановка задач исследования. Целью работы является обеспечение качества ремонта автотранспортных средств за счет улучшения эксплуатационных свойств восстановленных деталей при совершенствовании управления производственными,

экономическими и технологическими факторами. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи исследований, связанные с анализом показателей оценки качества ремонта, методов и способов технологий, применяемых в авторемонтном производстве, технико-экономических критериев выбора способа восстановления деталей.

Оценка качества ремонта автотранспортных средств. Высокое качество капитально отремонтированных автомобилей позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и текущие ремонты, расход запасных частей и простои автомобилей при эксплуатации по причинам различных отказов.

Под качеством капитально отремонтированного автомобиля следует понимать совокупность свойств автомобиля, определяющих его пригодность для использования по назначению.

Автомобиль обладает большим числом различных свойств. Поэтому определение количественных характеристик для оценки качества весьма сложное. В зависимости от условий обычно выбираются основные, наиболее характерные показатели, которыми достаточно объективно можно оценить качество автомобиля. Качество автомобиля может быть оценено единичными, комплексными или интегральными показателями.

Единичный показатель качества оценивает только одно какое-либо свойство автомобиля. Комплексный показатель качества относится к нескольким свойствам. Интегральный показатель является комплексным и в соответствии с ДСТУ 2925-94 характеризует отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации автомобиля к суммарным затратам на его изготовление и эксплуатацию.

Оценка качества отремонтированного автомобиля может производиться сравнением показателей его качества с базовыми показателями, которыми могут быть соответствующие показатели нового автомобиля или автомобиля, отремонтированного на специализированном производстве.

Такая оценка позволяет судить об уровне качества автомобиля или его агрегата, под которым понимается характеристика качества, основанная на сравнении совокупности показателей их качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

Оценка уровня качества изделий может производиться следующими методами: дифференцированным, комплексным и смешанным. При дифференцированном методе оценки уровня качества автомобиля сравниваются единичные показатели с соответствующими показателями базовой модели. Данный метод позволяет выявить отдельные недостатки и принимать необходимые меры по их устранению.

Комплексным методом уровень качества оценивается с использованием обобщенного показателя, характеризующего совокупность свойств, по которой принято решение оценивать его качество.

При смешанном методе оценки уровня качества используются единичные и комплексные показатели качества. Обобщенный показатель в этом случае не используется.

Таким образом, сущность оценки уровня качества отремонтированного автомобиля заключается в выборе номенклатуры и установлении численных значений показателей качества, а также значений базовых и относительных показателей. При установлении численного значения обобщенного показателя необходимо учитывать количественную характеристику данного показателя среди других показателей, входящих в обобщенный показатель. При этом совокупность свойств, оцениваемая обобщенным показателем, может характеризоваться единичными и комплексными или только комплексными, в том числе и интегральными показателями качества. Выбор номенклатуры показателей качества, в том числе и численных значений базовых показателей, зависит от цели оценки уровня качества и должен быть достаточным для этой цели. На разных уровнях управления качеством применяются различные обобщенные показатели.

Обобщенный фактор. Наиболее обобщенным показателем уровня качества нового автомобиля является показатель, определяемый по [5]

$$k_{об} = \frac{Q}{C_u + C_э},$$

где Q - объем транспортной работы, выполняемый новым автомобилем; C_u - себестоимость изготовления автомобиля; $C_э$ - себестоимость эксплуатации нового автомобиля.

Уровень качества капитально отремонтированного автомобиля или агрегата можно оценить обобщенным показателем [5]

$$k'_{об} = \frac{Q'}{C_p + C'_э},$$

где Q' - объем транспортной работы, выполняемый отремонтированным автомобилем; C_p - себестоимость ремонта автомобиля; $C'_э$ - себестоимость эксплуатации отремонтированного автомобиля.

Уровень качества капитально отремонтированного автомобиля по сравнению с уровнем качества нового автомобиля можно оценить коэффициентом [5]

$$k_p = \frac{k'_{об}}{k_{об}} = \frac{Q' \cdot (C_u + C_э)}{Q \cdot (C_p + C'_э)}.$$

Откуда следует, что уровень качества отремонтированного автомобиля выражается безразмерной величиной, которая позволяет оценить качество ремонта его агрегатов и узлов, а также качество других автомобилей.

По данным [5] значение коэффициента уровня качества на передовых ремонтных предприятиях было доведено до $k_p = 0,8$.

Данная формула учитывает экономические и производственные факторы ремонта, но не учитывает технологические и кадровые, оказывающие не маловажное влияние. Кроме того, изложенная методика не раскрывает того, как изменяется качество отремонтированного автомобиля во времени. Эти вопросы можно решить на основе значений основных закономерностей теории надежности.

Технологический фактор. Высокое качество ремонта автомобилей не может быть достигнуто без должного контроля на всех стадиях технологического процесса.

Важное место в организации контроля занимает техническое состояние ремонтного фонда, дефектация деталей по группам годности, операции по восстановлению деталей, включая механическую обработку, комплектование деталей, сборку, окраску и испытание готовых узлов, агрегатов и всего автомобиля в целом.

На операциях контроля-сортировки деталей должны применяться предельный инструмент и дефектоскопия скрытых дефектов, при механической обработке – средства активного контроля размеров и выборочный контроль качества поверхностей (твердость, шероховатость).

Контроль при комплектовании деталей должен предусматривать проверку подбора деталей по размеру, обеспечивающего требуемые посадки сопряжений, особенно деталей с допустимым износом, по весу (детали шатунно-поршневой группы), балансировку деталей вращения в соответствии с техническими условиями.

Должна соблюдаться точность сборки узлов, агрегатов и автомобиля в целом и контролироваться все основные операции по взаимному расположению деталей во всех узлах и агрегатах и затяжки резьбовых креплений и т.д.

Испытание собранных узлов и агрегатов на специальных стендах и строгое соблюдение технических условий на испытание должно быть обязательным условием обеспечения высокого качества.

Для снижения трудоемкости и себестоимости и повышения качества ремонта автотранспортных средств необходимо полное внедрение автоматизации и роботизации технологических процессов [4].

Огромное значение в повышении качества ремонта автомобилей имеет техническое состояние оборудования и технологической оснастки.

В системе управления качеством ремонта автомобилей должно быть отведено должное место связи ремонтного предприятия с автотранспортными [5].

Большую роль в повышении качества ремонта автомобилей отыгрывают механические испытания материалов, структурный и химический анализы, контроль средств измерения и оборудования, проводимые отдельными специализированными сертификационными лабораториями [1].

Экономический фактор. Рациональность применения того или иного способа восстановления деталей целесообразно выразить при помощи себестоимости восстановления [6]

$$C_b \leq k \cdot C_n,$$

где C_b - себестоимость восстановления детали; C_n - себестоимость новой детали; k - коэффициент долговечности восстановленной детали.

Предложенный [6] метод определения коэффициентов долговечности на основе анализа эксплуатационных свойств способов восстановления позволяет дифференцированно подойти к оценке долговечности деталей, восстанавливаемых различными способами. Для повышения долговечности деталей и эксплуатационной надежности отремонтированных автомобилей необходимо добиваться наиболее высоких значений коэффициентов долговечности путем совершенствования технологических процессов восстановления деталей. Наиболее рациональным в техническом отношении будет способ, обеспечивающий наибольший коэффициент долговечности при наименьшей себестоимости.

Себестоимость восстановления деталей, выражающая экономический критерий, определяется путем сложения соответствующих себестоимостей [6]

$$C_b = C_{нд} + C_{ин} + C_{мо},$$

где $C_{нд}$ - себестоимость подготовки поверхностей детали к нанесению покрытия; $C_{ин}$ - себестоимость нанесения покрытия; $C_{мо}$ - себестоимость механической обработки поверхностей детали.

В развернутом виде себестоимость восстановления деталей равна [6]

$$C_b = C_1 \cdot \left(1 + \frac{H_1 + H_2}{100}\right) + C_2 \cdot \left(1 + \frac{H'_1 + H'_2}{100}\right) + M + C_3 \cdot \left(1 + \frac{H_1 + H_2}{100}\right),$$

где C_1, C_2, C_3 - стоимость производственной рабочей силы соответственно подготовки поверхностей деталей к нанесению покрытия, нанесению покрытия и механической

обработки; H_1, H'_1 - косвенные цеховые расходы по подготовке и механической обработке деталей и нанесению покрытия; H_2, H'_2 - общезаводские косвенные расходы по подготовке и механической обработке деталей и нанесению покрытия; M - стоимость материалов для нанесения покрытия.

При рассмотрении влияния годовой программы деталей на себестоимость и выбор способа восстановления расходы целесообразно делить на переменные, зависящие от программы, и постоянные, зависящие от объема производства [7]

$$C_b = C^{\text{var}} \cdot N + C^{\text{const}},$$

где C^{var} - переменные расходы, куда входят затраты по основной и дополнительной заработной плате производственных рабочих с начислениями, стоимость материалов, расходы на текущий ремонт и амортизацию производственного оборудования, технологической оснастки, транспортные расходы; C^{const} - постоянные расходы, куда входят затраты на содержание, ремонт и амортизацию зданий и сооружений, общезаводские расходы на содержание административно-управленческого аппарата, цехового персонала и вспомогательных рабочих по обслуживанию оборудования, общепроизводственные нужды; N - годовая программа восстановления деталей

$$N = \sum_{i=1}^m k_{2i} \cdot N_{ai},$$

где k_{2i} - коэффициент восстановления деталей i -ого агрегата (автомобиля); N_a - количество деталей в i -ом агрегате (автомобиле); m - количество ремонтируемых агрегатов (автомобилей).

Таким образом, себестоимость восстановления деталей заданной программы различными способами можно представить в виде [7]

$$C_{bn} = C_n^{\text{var}} \cdot N + C_n^{\text{const}},$$

где n - количество сравниваемых способов восстановления деталей.

Для сопоставления себестоимости восстановления деталей различными способами необходимо определить критическую программу, при которой себестоимости при разных способах являются одинаковыми, [7]

$$N_{kp} = \frac{C_{n-1}^{\text{const}} - C_n^{\text{const}}}{C_n^{\text{var}} - C_{n-1}^{\text{var}}}.$$

Для сопоставления достаточно ограничиться определением программы ремонтного предприятия и переменных расходов.

Себестоимость восстановления деталей всей программы, определяемая выше представленной зависимостью, выражается прямой (рис. 3), отсекающей по оси ординат отрезок, величина которого при разных способах восстановления различна.

Из анализа прямых (см. рис. 3) можно сделать выводы, что при программе восстановления деталей менее N_2 , наиболее выгодным является второй способ. При

программах, превышающих N_2 , четвертый способ уступает второму, однако, при программе N_4 четвертый способ эффективнее третьего и второго. Лишь при программе более N_4 первый способ становится выгодней четвертого способа. При программе ремонта деталей менее N_1 третий способ более рентабелен, нежели второй, а при $N_2 \leq N \leq N_3$ более рентабелен, чем первый. При программе $N_3 \leq N \leq N_4$ третий способ становится самым дорогим способом восстановления, уступая всем остальным.

Таким образом, критическими программами, при которых переменные расходы становятся одинаковыми, являются: для второго и третьего способов $N_{кр} = N_1$; для второго и четвертого $N_{кр} = N_2$; для первого и третьего $N_{кр} = N_3$; для первого и четвертого $N_{кр} = N_4$.

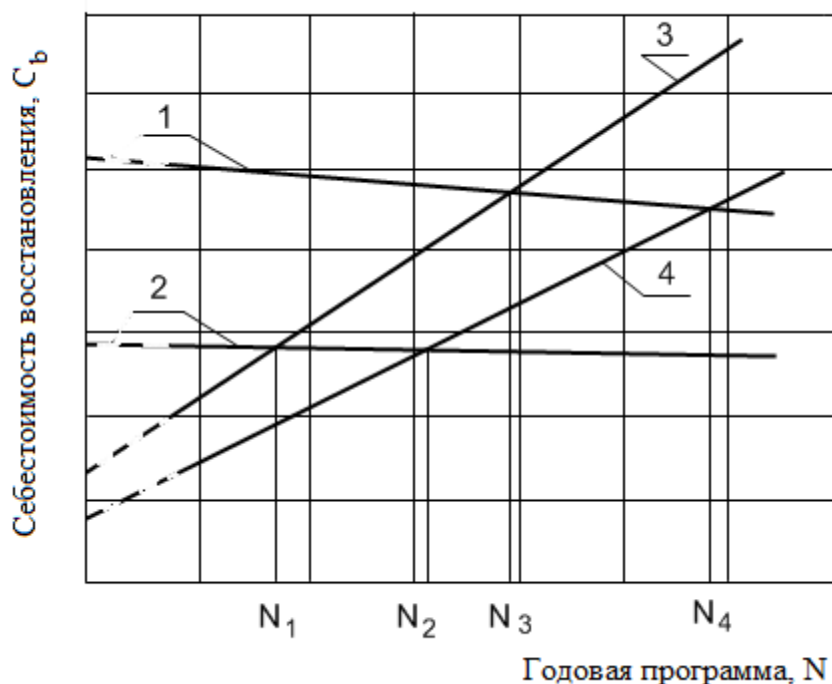


Рисунок 3 – Сопоставление себестоимостей при разных способах восстановления

С учетом постоянных расходов снижение себестоимости восстановления деталей с ростом программы становится еще более эффективным.

Выводы

1. Для повышения качества отремонтированного автотранспортного средства необходимо объединение всех мероприятий в единую целевую систему, включающую комплекс производственных, технологических и экономических мероприятий с учетом современных подходов, методов и способов восстановления деталей.

2. Для повышения долговечности деталей и эксплуатационной надежности отремонтированных автомобилей необходимо добиваться наиболее высоких значений коэффициентов долговечности путем совершенствования технологических процессов восстановления деталей. Наиболее рациональным в техническом отношении будет способ, обеспечивающий наибольший коэффициент долговечности при наименьшей себестоимости.

3. Сущность оценки уровня качества отремонтированного автомобиля заключается в выборе номенклатуры и установлении численных значений показателей качества, а также значений базовых и относительных показателей. При установлении численного значения обобщенного показателя необходимо учитывать количественную характеристику данного показателя среди других показателей, входящих в обобщенный показатель. Однако вероятность появления внезапных отказов все же имеется, и для восстановления исправного

состояния автомобиля будет иметь место потребность в ремонтном действии, которое в условиях единичного или мелкосерийного ремонтного производства будет заключаться в замене неисправных узлов или агрегатов новыми или отремонтированными.

4. Для поддержания исправности эксплуатируемой части подвижного состава автомобильной техники и устранения отказов их узлов и агрегатов наиболее актуальной будет новая форма ремонта путем частичной разборки или без разборки на детали вообще, т.е. методом без замены сопрягаемых деталей, восстановление которых безусловно возможно при использовании РВС-технологий.

Список литературных источников

1. Бичківський Р.В. та ін.. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: Підручник / Р.В. Бичківський, П.Г. Столярчук, П.Р. Гамула.- Львів: Видав. Нац. Універ. «Львівська політехніка», 2002.- 560 с.

2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів [Підручник]/ Лудченко О.А. - К.: Знання-Прес, 2003.- 511 с. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1242270/>

3. Бакунов А.С. Техника транспорта. Обслуживание и ремонт [Курс лекций] / Бакунов А.С. - Омск: СибАДИ, 2009. – 80 с. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/1242270/>

4. Виноградов В.М. Технологические процессы ремонта автомобилей / В.М. Виноградов. - М.: Транспорт, 2012. - 334 с.

5. Костенко В.И. Основы технологии производства и ремонт автомобилей / Костенко В.И., Егоров А.Б., Терентьев А.В. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2013. – 100 с.

6. Управление факторами, влияющими на качество ремонта автомобилей / Назаров О.І., Полянський О.С. // Механіка та машинобудування. – Харків: НТУ «ХП». – №2. – с. 69–79

7. Обеспечение качества при восстановлении работоспособности тягово-транспортных машин / Назаров О.І., Полянський О.С. // Тракторна енергетика у рослинництві. – Харків: ХНТУСХ, 2009. – Вип. 89. – С. 209–215

Назаров Олександр Іванович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Цыбульский Вадим Анатолиевич – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Демчук Павло Михайлович – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Максименко Єгор Олексійович – студент Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Івахненко Кирило Олексійович – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Назаров І. О.

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ У ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ

Розглянуто заходи щодо підвищення безпеки використання легкових автомобілів за критеріями зміни коефіцієнта міжосьового розподілу гальмівних сил, величини вповільнення та гальмівного шляху із врахуванням експлуатаційних умов і аеродинамічного фактора при використанні гальмівних приводів із комбінованою чи бортовою схемою включення контурів, які реалізують нерівномірність розподілу гальмівних сил між бортами.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими завданнями.

Стрімкий ріст парку експлуатованих легкових автомобілів на території України, котрий за станом на 2017 р. налічує близько 6,9 млн. одиниць, серед яких обладнані виключно АБС становлять 19%, а не обладнані АБС всього 4%, а також прогнозоване зростання інтенсивності й швидкості руху, вимагає посилення вимог до безпеки їх використання [1].

Це може бути досягнуто за рахунок низки заходів, в тому числі забезпечення мінімально допустимої дистанції між окремими транспортними засобами, що рухаються в єдиному потоці.

Вирішення питання залежить, перш за все, від підтримання необхідної величини показників гальмівної ефективності на всьому періоді експлуатації, забезпечуваної застосовуваними гальмівними системами на експлуатованих легкових автомобілях.

Це можливо за умови реалізації найменшого гальмівного шляху та найбільшої величини уповільнення під час екстреного гальмування легкових автомобілів в певних експлуатаційних умовах за рахунок реалізації міжбортової нерівномірності гальмівних сил, яка виникає внаслідок нерівномірного розподілу нормальних реакцій між колесами однойменних осей.

Вимогами чинних міжнародних і вітчизняних стандартів встановлюється використання АБС або систем, які дублюють їх роботу, в гальмівних системах сучасних легкових автомобілів. Однак, для експлуатованих легкових автомобілів, гальмівні системи яких не обладнано та обладнано виключно АБС, економічно доцільним і технічно здійсненним є застосування вдосконалених гальмівних приводів, які реалізують нерівномірність розподілу гальмівних сил між бортами, що веде до підвищення гальмівних властивостей.

Проблема розв'язувалась у відповідності до плану науково-дослідних робіт за напрямом «Покращення гальмівних властивостей експлуатованих легкових автомобілів, обладнаних антиблокувальними системами», які виконувалися в період з 01.12.2013 по 30.11.2017 р., номер державної реєстрації 0115u0026.57.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що вимогами діючих як міжнародних, так і національних стандартів, як необхідного критерію оцінки безпеки використання експлуатованого легкового автомобіля, є забезпечення ефективності та стабільності функціонування всіх елементів його гальмівної системи при екстрених гальмуваннях.

У відомих літературних джерелах вказується [1–3], що фактори, які викликають зміну показників гальмівних властивостей легкових автомобілів, носять випадковий характер і визначаються їх конструктивними та експлуатаційними факторами. Найбільш важливими з них є значення коефіцієнта зчеплення шини з опорною поверхнею дороги, коефіцієнта розподілу гальмівних сил, положення центру мас і метацентру автомобіля, величина

нормальних реакцій на колесах при гальмуванні в експлуатаційних умовах і особливості конструкції їх гальмівних систем.

При оцінці ефективності гальмування легкового автомобіля класично приймалися допущення, при яких не враховувалася дія експлуатаційних умов. Розрахунок проводився за умови забезпечення максимальних вповільнень на горизонтальній ділянці шляху з сухим асфальтобетонним покриттям для випадку екстрених гальмувань, тобто при блокованих колесах [2, 3].

Крім того, при аналізі перерозподілу нормальних реакцій вважалося, що подовжня, поперечна і горизонтальна складові аеродинамічної сили прикладені в одній точці – метacentрі, що збігається з центром мас легкового автомобіля, а в ряді випадків і взагалі не враховувалися.

Однак під час експлуатації на легковий автомобіль діє велика кількість зовнішніх сил, які можуть призвести не тільки до нерівномірного розподілу нормальних навантажень між осями, а й між колесами однойменних осей, тобто до міжбортової нерівномірності.

Аналіз гальмувань легкових автомобілів в експлуатаційних умовах показує, що на колесах різних бортів при русі по рівній горизонтальній дорозі при дії бічного вітру, а також на дорогах з поперечним і подовжнім ухилом або з фіксованим радіусом кривизни, мають місце різні величини нормальних навантажень [4–8].

При цьому в більшості випадків в гальмівних системах легкових автомобілів застосовується або осьова, або діагональна схема поділу контурів гальмівного приводу.

Однак ні осьова, а ні діагональна схема поділу контурів гальмівного приводу не здатні реалізувати в повній мірі зміну бортового навантаження автомобіля, так як вони забезпечують гальмування автомобіля при залученні контурів, що включають або передні, або задні гальмівні механізми – при осьовій схемі, або передній лівий/правий та задній правий/лівий гальмівні механізми – у разі діагональної схеми.

Не вирішена частина проблеми. Для підвищення безпеки використання легкових автомобілів на дорогах України слід посилити вимоги до гальмівного шляху. Вирішення такого завдання може бути отримано з урахуванням дорожніх умов і сил аеродинамічного опору руху. Для цього необхідно більш повно реалізовувати керуючий вплив гальмівного привода шляхом установки динамічних регуляторів гальмівних сил, здатних забезпечувати необхідну гальмівну силу на кожному колесі в конкретних умовах екстреного гальмування.

При цьому, для максимальної реалізації бортової нерівномірності гальмівних сил між бортами слід використовувати комбіновану або бортову (частину комбінованої) схему включення контурів гальмівного привода спільно з пристроями, що забезпечують необхідне регулювання приводного тиску в контурах, які з'єднують гальмівні механізми переднього і заднього коліс відповідного борту автомобіля.

Мета та методи її досягнення. Метою дослідження є встановлення критеріїв для визначення областей безпеки використання легкових автомобілів, що знаходяться в експлуатації. Вирішення поставленої проблеми забезпечується використанням системного підходу та раціонального поєднання теоретичних і експериментальних досліджень, узагальнення та аналізу відомих наукових результатів. При вирішенні окремих завдань у теоретичній частині використовуються методи диференціального числення, в експериментальній частині – методи математичної статистики та комп'ютерного моделювання.

Встановлення критеріїв для оцінки безпеки використання. З метою встановлення критеріїв безпеки використання легкових автомобілів під час екстреного гальмування в експлуатаційних умовах розроблено методику оцінки зміни нормальних осьових реакцій.

На рис.1 показано динамічну модель легкового автомобіля під час екстреного гальмування.

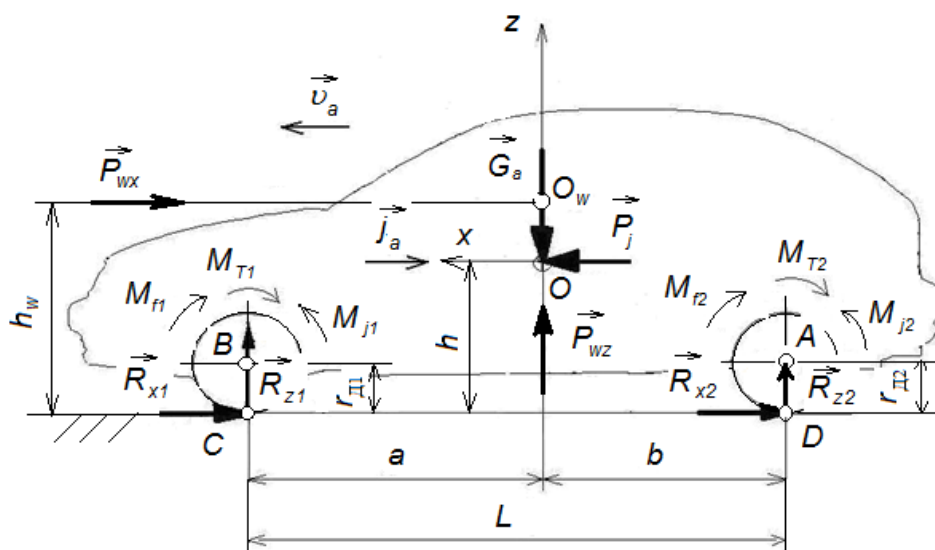


Рисунок 1 – Динамічна модель автомобіля під час гальмування

У разі гальмування автомобіля з заблокованими колесами динамічні нормальні реакції на осях можуть бути визначені, розглядаючи суму моментів відносно точок D і C (рис. 1). Враховуючи динаміку обертання коліс та те, що складові аеродинамічної сили співвідносяться, як $P_{wz}/P_{wx} = \lambda_z$ і $P_{wy}/P_{wx} = \lambda_y$, одержимо залежності

$$R_{z1} = G_a \cdot \frac{b}{L} + P_{T1} \cdot \frac{h-r_d}{L} + P_{T2} \cdot \frac{h-r_d}{L} - P_{wx} \cdot \frac{h_w + \lambda_z \cdot b - h}{L}, \quad (1)$$

$$R_{z2} = G_a \cdot \frac{a}{L} - P_{T1} \cdot \frac{h-r_d}{L} - P_{T2} \cdot \frac{h-r_d}{L} + P_{wx} \cdot \frac{h_w - \lambda_z \cdot a - h}{L}, \quad (2)$$

де G_a – вага автомобіля; P_{wx} – подовжня складова аеродинамічної сили; P_{T1} , P_{T2} – гальмівна сила на передній і задній осі відповідно; r_d – динамічний радіус колеса.

Позначимо аеродинамічний фактор, як

$$\Phi_e = \frac{P_{wx}}{G_a} = \frac{\rho_v \cdot c_x \cdot S_a \cdot v_0^2}{2m_a \cdot g}, \quad (3)$$

де ρ_v – густина повітря; c_x – коефіцієнт лобового опору кузова автомобіля; $S_a = H_a \cdot B_a$ – площа лобового опору автомобіля (площа Міделя); v_0 – початкова швидкість гальмування автомобіля; m_a – маса автомобіля.

Тоді ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями при не заблокованих передніх і задніх колесах автомобіля

$$\beta_{iD} = \frac{\frac{b+z}{L} \cdot \frac{h-r_d}{L} - \Phi_e \cdot \frac{h_w + \lambda_z \cdot b - h}{L}}{1 - \lambda_z \cdot \Phi_e}, \quad (4)$$

де $z = \frac{j}{g}$ – коефіцієнт гальмування.

Таблиця 1 – Розрахункові значення аеродинамічного фактора

| Автомобіль | Значення аеродинамічного фактора | | | | | | |
|----------------|--|-----------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | при початковій швидкості гальмування, км/год (м/с) | | | | | | |
| | 40 (11,1) | 60 (16,7) | 80 (22,2) | 100 (27,8) | 110 (30,6) | 130 (36,1) | 150 (41,7) |
| Lanos | 0,012 | 0,027 | 0,048 | 0,076 | 0,092 | 0,128 | 0,171 |
| | 0,007 | 0,017 | 0,029 | 0,046 | 0,056 | 0,078 | 0,105 |
| Lada Priora | 0,012 | 0,027 | 0,048 | 0,076 | 0,092 | 0,128 | 0,171 |
| | 0,007 | 0,017 | 0,029 | 0,046 | 0,056 | 0,078 | 0,105 |
| Chevrolet | 0,014 | 0,031 | 0,054 | 0,085 | 0,103 | 0,143 | 0,191 |
| | 0,008 | 0,019 | 0,034 | 0,053 | 0,064 | 0,089 | 0,119 |
| Forza | 0,011 | 0,026 | 0,046 | 0,073 | 0,088 | 0,122 | 0,163 |
| | 0,008 | 0,018 | 0,032 | 0,049 | 0,060 | 0,083 | 0,111 |

Розрахункові значення аеродинамічного фактора для досліджуваних легкових автомобілів зведено до табл. 1.

Якщо знехтувати аеродинамічним фактором автомобіля ($\Phi_e \rightarrow 0$), отримана залежність (6) для ідеального коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями набирає вигляду формули, отриманої в роботі [7]

$$\beta_{ід} = \frac{b}{L} + z \cdot \frac{h-r_d}{L}. \quad (5)$$

При блокованих колесах ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями

$$\beta_{ід} = \frac{\frac{b+z \cdot \frac{h}{L} - \Phi_e \cdot \frac{h_w + \lambda_z \cdot b - h}{L}}{1 - \lambda_z \cdot \Phi_e}}. \quad (6)$$

Нехтуючи аеродинамічним фактором автомобіля ($\Phi_e \rightarrow 0$), отримана залежність (10) приймає вигляд класичної [11]

$$\beta_{ід} = \frac{b}{L} + z \cdot \frac{h}{L}. \quad (7)$$

Аналіз отриманих виразів (4) і (6) та його порівняння їх з класичним (7), який визначає ідеальний розподіл гальмівних сил між осями показує, що урахування аеродинамічного фактора Φ_e впливає на величини нормальних динамічних реакцій R_{z1} і R_{z2} на осях, що призводить до меншої чутливості коефіцієнта $\beta_{ід}$ від зміни коефіцієнта гальмування z .

Це означає, що ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил, який визначається за розробленою теорією (з врахуванням фаз процесу гальмування та аеродинамічного фактора), змінюється в менших межах зі зміною коефіцієнта гальмування, ніж за класичною теорією, що говорить про можливість збільшення гальмівного моменту на колесах задньої осі, тобто підвищення безпеки використання.

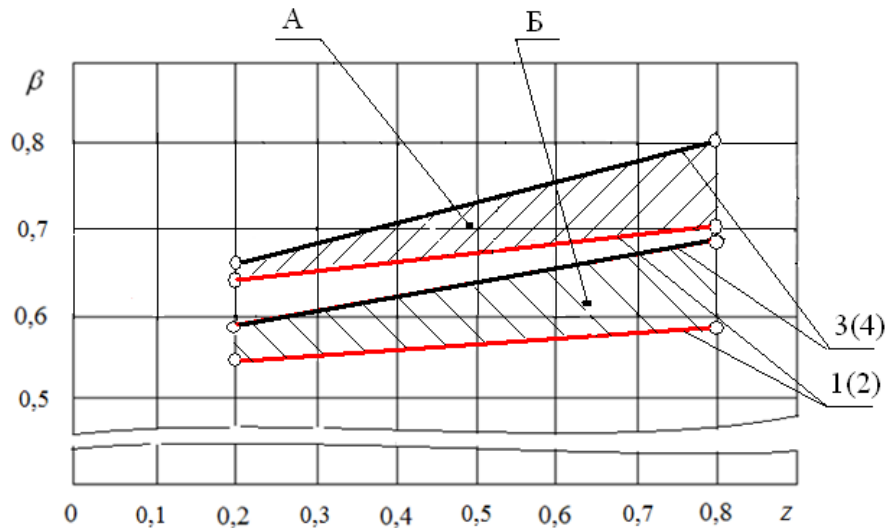
На підставі цього авторами запропоновано перший критерій оцінки безпеки використання легкових автомобілів у експлуатаційних умовах

$$\frac{d}{dz} [\Delta\beta_{ід}(z)] \xrightarrow{\Delta} \max, \quad (8)$$

де $\Delta\beta_{ід} = \beta_{ід1}(z) - \beta_{ід2}(z)$ – зміна коефіцієнта ідеального розподілу гальмівних сил між осями; $\beta_{ід1}(z)$ – ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил, який визначається за класичною формулою (7);

$\beta_{id2}(z)$ – ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил, який визначається за одержаними формулами (4) та (6).

У відповідності до розробленої методики безпека використання легкових автомобілів Lanos, загальмовуваних на рівній горизонтальній дорозі, при зміні коефіцієнта гальмування $z = 0,2 - 0,8$ має місце, коли відповідні значення ідеального коефіцієнта розподілу гальмівних сил приймають менші значення (рис. 2).



1 – при неблокованих колесах із врахуванням аеродинамічного фактора; 2 – при неблокованих колесах без врахування аеродинамічного фактора; 3 – при блокованих колесах із врахуванням аеродинамічного фактора; 4 – при блокованих колесах без врахування аеродинамічного фактора; область А – спроряджена маса; область Б – повна маса

Рисунок 2 – Области безпеки використання за зміною коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями легкового автомобіля Lanos

Таким чином, у відповідності до (8) для діапазону $z = 0,2 - 0,8$ зміни значення коефіцієнта гальмування, найвищу безпеку використання буде мати той автомобіль, в якого зміна значень коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями буде найбільшою.

Отже, область зміни значень ідеального коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями, обмежена прямими 1(2) та 3(4), буде визначати безпеку використання легкового автомобіля Lanos у діапазоні зміни коефіцієнта гальмування.

Крім того, у межах одного вагового стану легкового автомобіля коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями у більшій мірі залежить від періоду блокованих і не блокованих кроліс та не залежить від зміни аеродинамічного фактора (прямі 1 і 2 та 3 і 4 співпадають, див. рис. 3).

Для оцінки безпеки використання i -го легкового автомобіля серед досліджуваних запропоновано критерій, який визначає зону безпеки використання по найбільшій зміні вповільнення для певного значення коефіцієнта гальмування

$$\frac{d}{dz} |\Delta_j(z)| \xrightarrow{\Delta} \max, \quad (9)$$

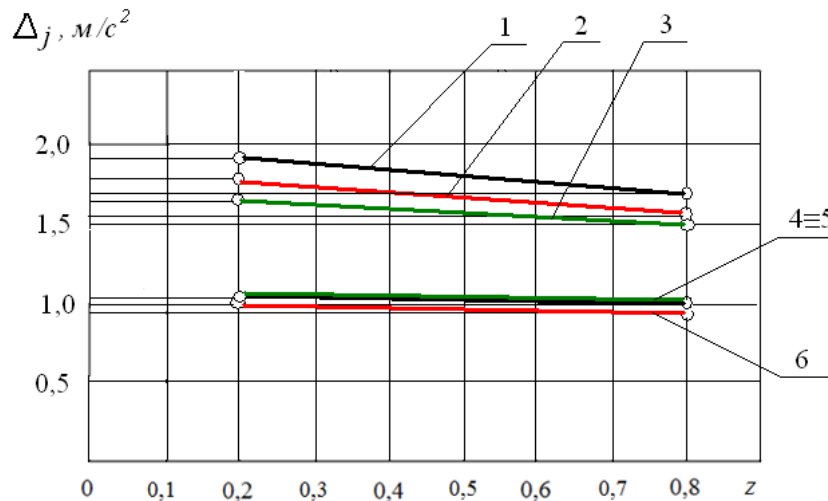
де $\Delta_j(z)$ – величина зміни уповільнення i -го легкового автомобіля,

$$j = g \cdot (z + \Phi_e \cdot (1 - \lambda_z \cdot z)). \quad (10)$$

Отже, найвищу безпеку використання буде мати легковий автомобіль із найбільшим аеродинамічним фактором.

На підставі розрахункових даних для досліджуваних легкових автомобілів побудовано графічні залежності зміни уповільнення від коефіцієнта гальмування z (рис. 4).

Таким чином, для певного значення коефіцієнта гальмування z діапазону $z=0,2-0,8$ найвищою безпекою використання буде характеризуватися той автомобіль, у якого відносне збільшення уповільнення буде максимальним.



1, 2, 3 – для автомобілів Chevrolet, Lanos (Lada), Forza у спорядженому стані;

4, 5, 6 – для автомобілів Chevrolet, Forza, Lanos (Lada) із повною масою

Рисунок 3 – Оцінка безпеки використання легкового автомобіля за зміною уповільнення:

Наприклад, у разі порівняння досліджуваних легкових автомобілів зі спорядженою масою при $z=0,8$ перше місце посідає автомобіль Chevrolet ($1,72 \text{ м/с}^2$), друге Lanos (Lada) ($1,54 \text{ м/с}^2$) і третє Forza ($1,47 \text{ м/с}^2$). Тоді, як з повною масою місця розподіляться: Chevrolet - Forza - Lanos (Lada).

Оцінка безпеки використання i -го легкового автомобіля серед досліджуваних може бути здійснена за максимальною зміною його гальмівного шляху під час екстреного гальмування у експлуатаційних умовах за критерієм

$$\frac{d}{dz} |\Delta s_T(z)| \rightarrow \max. \quad (11)$$

де $\Delta s_T(z)$ – величина зміни гальмівного шляху i -го легкового автомобіля, який визначається за виразом при даному коефіцієнті гальмування

$$s_T = \frac{m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}}{2K_o \cdot F_w} \cdot \ln \left(1 + \frac{K_o \cdot F_w \cdot \vartheta_0^2}{A} \right) = \frac{m_a + \sum \frac{J_i}{r_k^2}}{\rho_B \cdot c_x \cdot F_w} \cdot \ln \left(1 + \frac{\Phi_e}{z - \Phi_e} \right) \leq [s_T], \quad (12)$$

де $A = m_a \cdot j - P_{wx}$.

З класичною теорією [12] в разі екстреного гальмування гальмівний шлях легкового автомобіля визначається як

$$[s_T^0] = \frac{\vartheta_0^2}{2 \cdot [j^0]}, \quad (13)$$

де $[j^0] = \varphi \cdot g$ – величина граничного уповільнення автомобіля.

Величина граничного гальмівного шляху легкового автомобіля, регламентованого національним стандартом ДСТУ 3649-2010

$$[s_T]_{\text{ст}} = 0,1\vartheta_0 + \frac{\vartheta_0^2}{26 \cdot j_{\text{вст}}}, \quad (14)$$

де $j_{\text{вст}}$ – уповільнення автомобіля, що встановилося ($j_{\text{вст}} = 7 \text{ м/с}^2$).

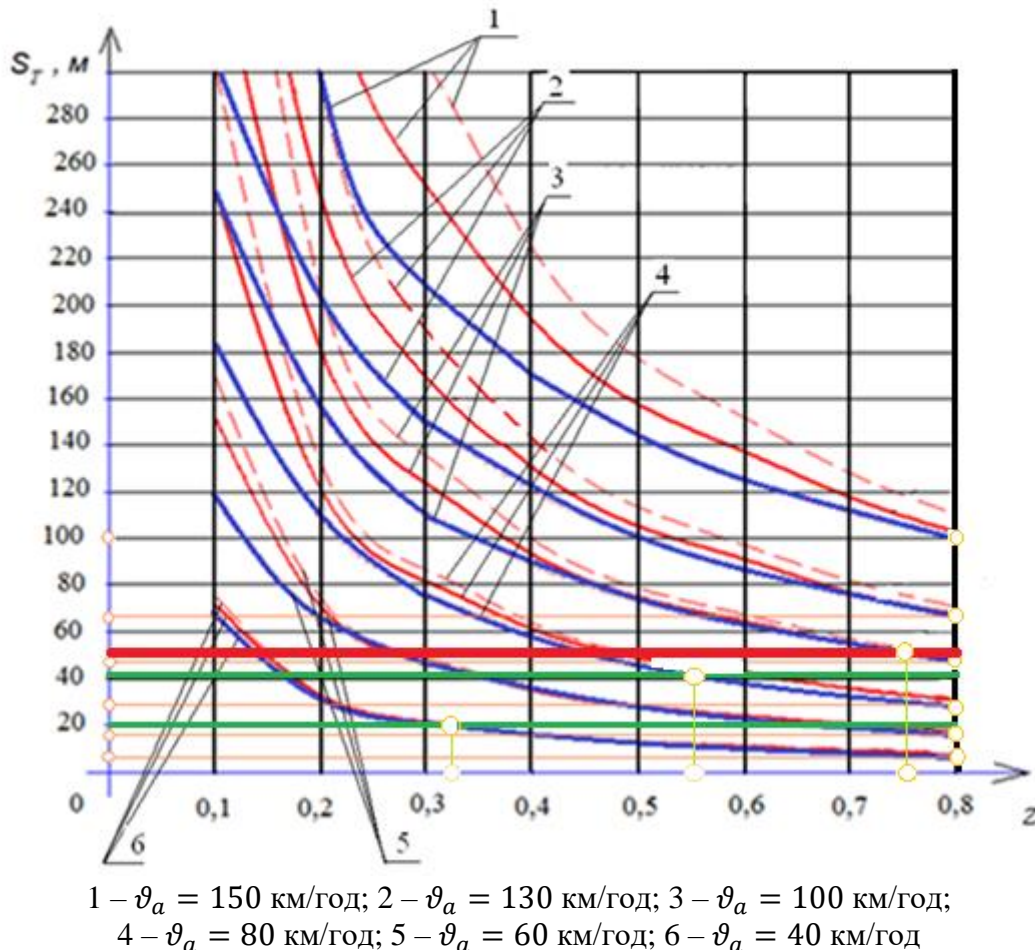


Рисунок 4 – Оцінка безпеки використання автомобіля Lanos за зміною гальмівного шляху під час екстреного гальмування

З метою одержання мінімальної різниці між параметрами гальмування легкового автомобіля розглядалися екстрені гальмування на горизонтальній дорозі, нехтуючи швидкістю повітряного потоку.

На підставі розрахункових значень гальмівного шляху за (12), (13) і (14) для легкового автомобіля Lanos із повною масою під час екстрених гальмувань, здійснюваних із початковою швидкістю 40–150 км/год, із врахуванням аеродинамічного фактора (див. табл. 1) побудовано графічні залежності, показані на рис. 3.

Оцінка результатів теоретичних досліджень. Для оцінки зміни уповільнення та гальмівного шляху запропоновано показники, розрахункові значення яких зведено у табл. 2:

- відносне збільшення вповільнення

$$\delta_j = \frac{j - [j^0]}{[j^0]} \cdot 100\%, \quad (15)$$

- відносне зменшення гальмівного шляху

$$\delta_{s_T} = \left| \frac{s_T - [s_T^0]}{[s_T^0]} \right| \cdot 100\%. \quad (16)$$

де $[j^0]$, $[s_T^0]$ - величина уповільнення та гальмівного шляху, визначена за класичною методикою;

j , s_T - величина уповільнення та гальмівного шляху, визначена за розробленою методикою.

Таблиця 2 – Теоретичні значення зміни параметрів гальмування

| Автомобіль | Маса, кг | Відносна зміна уповільнення та гальмівного шляху, % | | | |
|----------------|----------|---|------------|------------|-------------|
| | | Початкова швидкість гальмування, км/год | | | |
| | | 80 | 100 | 130 | 150 |
| Lanos | 1096 | 4,33/1,72 | 6,36/2,73 | 10,31/4,72 | 11,31/5,95 |
| | 1595 | 2,67/12,18 | 5,63/12,8 | 7,67/13,9 | 10,64/15,05 |
| Lada Priora | 1088 | 4,51/2,22 | 6,88/3,23 | 10,55/5,21 | 11,91/6,21 |
| | 1578 | 3,04/13,1 | 6,75/14,36 | 8,02/15,1 | 21,0/15,35 |
| Chevrolet Aveo | 1045 | 6,62/3,41 | 7,21/4,24 | 13,12/5,45 | 13,22/6,41 |
| | 1455 | 5,54/14,3 | 7,53/15,31 | 8,15/15,46 | 21,5/15,83 |
| Forza | 1200 | 6,83/4,32 | 9,92/5,5 | 13,64/9,05 | 14,9/11,84 |
| | 1575 | 5,68/8,85 | 9,0/10,8 | 11,0/11,03 | 29,04/19,23 |

Примітки. У чисельнику вказано значення δ_j , у знаменнику – δ_{s_T} .

Аналіз розрахункових параметрів гальмування (див. табл. 2) для досліджуваних легкових автомобілів (із коефіцієнтом лобового опору 0,34) показує, що зі збільшенням початкової швидкості гальмування значення відносного зниження граничного гальмівного шляху і відносного збільшення уповільнення ростуть зі збільшенням аеродинамічного фактора, обмеженого швидкостями 80-150 км/год.

У відповідності до [9, 10] допускається нерівномірність гальмівних моментів на колесах однойменних осей до 30%.

Крім того відомо, якщо в початковий момент екстреного гальмування легковий автомобіль рухався з максимальним прискоренням на горизонтальній ділянці дороги, то нормальна реакція на задній осі може зрости на до 12%, рівномірно розподіляючись між її колесами, тоді як в інших експлуатаційних умовах цей показник може ще збільшитися, розподіляючись не рівномірно, тобто призвести до міжбортової нерівномірності.

На підставі проведених розрахунків для досліджуваних легкових автомобілів із повним завантаженням, які виконують екстерні гальмування на горизонтальній дорозі із сухим асфальтобетонним покриттям, величина гальмівного моменту на колесах задньої осі з врахуванням аеродинамічного фактора у початковий момент гальмування може бути збільшена:

- для автомобілів Lanos на 28-35%;
- для автомобілів Lada Priora на 37-44%;
- для автомобілів Chevrolet Aveo на 35-42%;
- для автомобілів Forza на 37-44%.

Дорожні випробування легкового автомобіля Lanos, обладнаного гальмівним приводом [10], проводилися у спорядженому стані та з повним завантаженням у безвітряну погоду на дорозі з сухим асфальтобетонним покриттям у обох напрямках (прямому і зворотному) при початкових швидкостях гальмування 40–150 км/год. Для реєстрації

уповільнення та гальмівного шляху досліджуваного легкового автомобіля застосовувався прилад VZM 300 із вбудованим принтером фірми Маха (Німеччина).

Одержані усереднені результати проведених досліджень (протокол №044.БСИ-2016) та результати дорожніх досліджень Lanos із існуючим гальмівним приводом, проведених дослідниками Запорізького автомобільного заводу раніше (протокол №058.БСИ-2010), для порівняння приведено у табл. 3.

Оскільки при початкових швидкостях гальмування до 80 км/год зафіксовані значення параметрів гальмування автомобілів Lanos мали найменші відмінності (до 4%), то такі результати дорожніх досліджень в табл. 3 умовно не приводяться.

Таблиця 3 - Результати дорожніх випробувань автомобіля Lanos

| Маса автомобіля | Значення параметрів гальмування Lanos | | | | | | | |
|-----------------|--|------|------|------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| | із існуючим гальмівним приводом | | | | із розробленим гальмівним приводом | | | |
| | при початковій швидкості гальмування, км/год | | | | | | | |
| | 40 | 60 | 80 | 100 | 80 | 100 | 130 | 150 |
| часткова | 4,7 | 5,8 | 6,8 | 6,2 | 7,18 | 7,35 | 7,56 | 7,64 |
| | 13,1 | 24,3 | 39,6 | 48,2 | 29,8 | 42,9 | 73,48 | 94,6 |
| повна | - | - | - | - | 7,03 | 7,22 | 7,44 | 7,62 |
| | - | - | - | - | 30,58 | 45,90 | 76,27 | 101,8 |

Примітки. У верхній строчці вказано значення вповільнення, м/с²; у нижній – гальмівного шляху, м.

Аналіз результатів дорожніх досліджень автомобілів Lanos (див. табл. 3) показує, що з ростом початкової швидкості гальмування у межах 80–150 км/год, має місце поліпшення їх гальмівних властивостей для обох вагових станів:

- із частковим завантаженням 7,18-7,64 м/с²;
- з повним завантаженням 7,03-7,62 м/с².

При цьому величина середнього гальмівного шляху автомобіля Lanos становить:

- із частковим завантаженням 28,9-94,6 м;
- з повним завантаженням 30,58-101,8 м.

Порівняльний аналіз експериментальних параметрів гальмування автомобілів Lanos (див. табл. 3), обладнаних вдосконаленим гальмівним приводом, говорить про те, що в стані часткового завантаження із зростанням аеродинамічного фактора при початкових швидкостях гальмування:

а) менших за 80 км/год зміна параметрів гальмування не значна;

б) при 80 км/год уповільнення зростають на 5,3%, а гальмівний шлях знижується на 24,7%;

в) при 100 км/год:

- уповільнення зростають на 15,6%;
- гальмівний шлях знижується на 11%.

Це говорить про те, що для початкових швидкостей гальмування автомобілів Lanos (із коефіцієнтом лобового опору 0,34) до 80 км/год дія аеродинамічного фактору ще не значна, а при більших за 80 км/год відбувається зменшення коефіцієнта питомих гальмівних сил на колесах задньої осі внаслідок зниження зчеплення коліс із дорогою через зростання швидкостей і навантаження.

Експериментальні дані (див. табл. 3), одержані в ході дорожніх випробувань Lanos, обладнаних вдосконаленим гальмівним приводом, узгоджуються з теоретичними значеннями показників гальмівних властивостей, визначених за уточненими залежностями (10) і (12).

Порівняльний аналіз теоретичних параметрів гальмування Lanos, обладнаних вдосконаленим гальмівним приводом, з відповідними їх експериментальними значеннями (див. табл. 3) показує, що у діапазоні зміни початкових швидкостей гальмування 80–150 км/год для автомобілів зі спорядженою масою значення уповільнення зростають на 12,3–15,3%, а гальмівного шляху зменшуються на 3,6–9,8%; тоді, як для автомобілів із повною масою ці показники становлять відповідно 12,8–16,5% і 1,8–4,8%.

Висновки

Встановлено, що врахування фаз процесу гальмування та дорожніх умов і аеродинамічного фактора, при визначенні зміни нормальних реакцій на осях автомобіля значення постійного коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями зміщується в область менших величин. Ця обставина дозволяє забезпечити відповідні області безпеки використання легкових автомобілів у разі екстрених гальмувань, обмежені зміною коефіцієнта розподілу гальмівної сили між осями.

Область, обмежена прямими існуючого розподілу гальмівних сил між осями, побудованих за класичною та розробленою теорією, визначає область безпеки використання за зниженням коефіцієнта розподілу гальмівних сил для автомобілів Lanos зі спорядженою масою на 6,8–11,2% та з повною на 8,2–12,1%, що дозволяє створити умови для реалізації більшої питомої гальмівної сили на колесах задньої осі на 20,5–30,1% під час гальмування на сухій горизонтальній дорозі.

Порівняльний аналіз результатів дорожніх досліджень легкового автомобіля Lanos, обладнаного розробленим гальмівним приводом, і автомобіля Lanos, обладнаного існуючим гальмівним приводом, показує, що навіть із реалізацією величини аеродинамічного фактора в межах 2,1–3,2%, для автомобіля з частковим завантаженням збільшується область безпеки його використання за величиною вповільнення на 3,29–5,41% ($6,94 \text{ м/с}^2$ – $7,35 \text{ м/с}^2$) та гальмівним шляхом на 1,28–2,23% (0,9–3,8 м), тоді, як для автомобіля з повною масою – за уповільненням на 2,3–5,32% ($6,8 \text{ м/с}^2$ – $7,22 \text{ м/с}^2$) та гальмівним шляхом на 10,8–11,8% (4,02–5,4 м).

Список літературних джерел

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. Shang M. Braking force dynamic coordinated control for hybrid electric vehicles / [M. Shang, L. Chu, J. Guo, Y. Fang, F. Zhou] // In Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Advanced Computer Control (ICACC '10). – Shenyang, China, 2010. – vol. 4. – pp. 411–416.
3. Zhang J. Integrated control of braking energy regeneration and pneumatic anti-lock braking / J. Zhang, X. Chen, P.-J. Zhang // Journal of Automobile Engineering. – 2010. – vol. 224. – no. 5. – pp. 587–610.
4. Назаров В. І. Математичне моделювання перерозподілу реакцій на осях під час екстреного гальмування на дорозі з нахилом / Назаров В.І., Назаров О.І., Назаров І.О. // Вісник НТУ «ХП»: Серія «Математичне моделювання в техніці та технологіях». – Харків, 2014. - №39(1082). – С. 134–140.

5. Назаров А. И. Перераспределение вертикальных реакций на колесах легкового автомобиля, движущегося в воздушном потоке по горизонтальной дороге с фиксированным радиусом кривизны / Назаров А.И., Назаров И.А., Назаров В.И. // Вісник НТУ «ХП»: Серія «Автомобіле- і тракторобудування». – Харків, 2015. – №8(1117). – С. 57-65.

6. Назаров И. А. Обеспечение безопасности движения двухосных транспортных средств при выполнении экстренных торможений в эксплуатационных условиях: (конф. «Молодые ученые – альтернативной транспортной энергетике», 27-28 апреля 2015 г.: сб. научн. трудов «Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе») [Электронный ресурс] / Назаров И.А., Назаров В.И., Назаров А.И. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2015. – Т.2. – Вып. 2. – С. 218–222. – ISSN 2409-7829.

7. Назаров И. А. Повышение тормозных свойств легковых автомобилей, оборудованных гидравлическим тормозным приводом, обеспечивающим бортовое распределение тормозной силы / И.А. Назаров, В.И. Назаров, А.И. Назаров // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2016. - Т. 3. - Вып.1(4). - С. 342-347. - ISSN 2409-7829.

8. Назаров И. А. Снижение предельного тормозного пути двухосных автотранспортных средств в эксплуатационных условиях как способ повышения безопасности дорожного движения / Назаров И.А., Назаров В.И., Назаров А.И. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. - Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2015. - Т.2. - Вып. 2(3). - С. 679-685. - ISSN 2409-7829.

9. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, 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).

10. 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).

11. Подригало М. А. Новое в теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов: монография / Подригало М. А. – Харьков: Академия ВВ МВС Украины, 2013. – 22 с.

12. Булгаков Н.А. Исследование динамики торможения автомобиля. Научное сообщение №18/ Булгаков Н.А., Гредескул А.Б., Ломака С.И. – Харьков: Изд-во госуниверситета им. А.М. Горького, 1962. – 36 с.

13. Патент №76189 Украина, МПК 2006.01, В60Т 8/24. Устройство для повышения эффективности торможения легковых автомобилей [Текст] / [Подригало М.А., Назаров В.И., Назаров А.И., Назаров И.А.]; заявитель Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет №u201207284; заявл. 15.06.2012; опубл. 25.12. 2012, Бюл. №24.

Назаров Иван Александрович – здобувач вченого ступеня кандидата технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко О. В., к.т.н., доц.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ ПО ФОРМУВАННЮ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИМ ЦЕНТРОМ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

У статті розглядається сучасний стан розробок стосовно ресурсозберігаючих технологій в сфері доставки вантажів транспортно-логістичними центрами. Виявлено, що необхідна розробка нових підходів, спрямованих на раціоналізацію процесу доставки вантажів у міжміському сполученні за рахунок застосування ресурсозберігаючих технологій.

Ресурсозберігаючі технології – це сукупність послідовних логічних операцій, які забезпечують виробництво продукції з мінімальноможливим споживанням палива та інших джерел енергії, а також сировини, матеріалів і інших ресурсів для технологічних цілей. Ресурсозберігаючі технології розраховані на низьке споживання природних ресурсів, їх комплексну переробку та утилізацію відходів, вторинної сировини (металобрухту, макулатури та ін.). Ці технології дозволяють економити природні ресурси і уникати забруднення навколишнього середовища [1].

На початку 80-их років ХХ століття в Європі почали створювати транспортно-логістичні центри (ТЛЦ). Першим був центр в Інгольштадті. Місце його розташування було вибрано таким чином, щоб звести до мінімуму витрати по поставках товарів. ТЛЦ володіє хорошими залізничними та автомобільними під'їзними шляхами, має свої філії поблизу місць розташування споживачів. Останні забезпечуються товарами за технологією нічних перевезень таким чином, щоб необхідні вантажі були на місці вже до початку робочого дня [2].

Досвід країн Західної Європи показує величезну роль транспортно-логістичних центрів в ефективному обслуговуванні замовлень. Так, у Голландії діяльність транспортних логістичних центрів приносить 40 % доходу транспортного комплексу, у Франції – 31 %, в Німеччині – 25 %. У країнах Центральної та Східної Європи ця частка в середньому становить 30 %. Терміни окупності логістичного центру складають в середньому 5-9 років.

Таким чином, враховуючи зарубіжний досвід, участь ТЛЦ і формування ресурсозберігаючих технологій доставки вантажів у міжміському сполученні обґрунтовується: розміщенням ТЛЦ поблизу автомагістралей, залізничних станцій та аеропортів, з метою використання різних видів транспорту для доставки однієї партії вантажу (мультиmodalні перевезення); його внутрішньою кооперацією і співробітництвом з транспортно-логістичними центрами, розташованими в інших регіонах або у прикордонній зоні з іншими країнами; розташуванням за межею міста; наявністю поблизу ТЛЦ магістралей, автострад і транс'європейських коридорів, а також розвиненої інфраструктури; зосередження ТЛЦ поблизу великих міст і міст, де спостерігаються високі показники експортно-імпортової діяльності [2].

При виборі найкращого варіанту ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром найважливішими параметрами виступають час і вартість, їх співвідношення за різних умов формує суму логістичних витрат, пов'язаних із організацією таких технологій. Саме тому потрібно вибрати методичний підхід до вибору раціональної ресурсозберігаючої технології доставки вантажів, який би надавав можливість оцінити та знизити пов'язані з цим витрати.

ТЛЦ починає роботу з надходження заявки від клієнта та її наступна обробка. При надходженні запити клієнта потрібно за короткий термін часу сформувавши комерційну пропозицію. Такий малий проміжок часу пов'язаний з тим, що вантажовідправник може відіслати заявку на перевезення декільком ТЛЦ, а потім обере те підприємство, яке надало

найшвидше свою відповідь та яке зробило найвигіднішу комерційну пропозицію. Таким чином, найбільшою проблемою оператора є витрати часу та ресурсів. На сьогодні транспортні компанії України почали використовувати автоматизовані системи прийому та обробки заявки, наприклад, голосовий прийом запиту. Такий «голосовий секретар» приймає заявку, повну інформацію про вантаж, формує комерційну пропозицію та надсилає її на подальшу обробку до спеціаліста – тим самим така система значно скорочує час обслуговування заявки клієнта [3].

Правильно організований технологічний процес роботи ТЛЦ забезпечує:

- чітке і своєчасне проведення кількісного і якісного приймання товарів;
- ефективне використання засобів механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт;
- послідовне і ритмічне виконання складських операцій, що сприяє планомірному завантаженню працівників складу і створення сприятливих умов праці;
- раціональне складування товарів, що забезпечує максимальне використання складських об'ємів і площ;
- схоронність товарів; чітку організацію централізованої доставки товарів. Це все дозволяє зменшувати ресурси.

До основних завдань створення ТЛЦ відносять: підвищення узгодженості роботи різних видів транспорту в організації змішаних і інтермодальних перевезень; належна організація комплексного транспортного обслуговування клієнтів; розширення видів послуг, що надаються, і підвищення їх якості; залучення додаткових обсягів перевезень транзитних вантажів; скорочення часу доставки транзитних вантажів за рахунок зменшення простоїв на пунктах перевалки вантажів на інші види транспорту і на прикордонних переходах; розширення міжнародного співробітництва; залучення нових клієнтів [3].

У наш час проблема зниження витрат енергоресурсів в усьому світі набуває першорядного значення. До найбільш важливих можна віднести чотири наступні аспекти.

Перший аспект це загроза нормальному існуванню людства від глобального потепління клімату через підсилення парникового ефекту обумовлює невідкладну необхідність істотного зниження теплових викидів в атмосферу тобто її теплового забруднення. При цьому загальноновизнано, що основним генератором теплових викидів у наш час є сукупність видів транспорту.

Другий аспект – найважливішим критерієм прийняття країн, що розвиваються, у тому числі й України, у прогресивні світові та європейські спільноти високорозвинутих країн є такий показник як енергоемність національного продукту в питомому виявленні, наприклад Дж/т сталі, цементу, зерна, продукції машинобудування або Дж/т км перевізної роботи транспорту. У нашій країні сьогодні цей показник поки що у 5-8 разів вище, ніж у високорозвинутих європейських країнах, Японії, США.

Третій аспект – одним з основних напрямків забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту як на внутрішньому так і світовому транспортному ринку є зниження витрат енергоносіїв, оскільки їх складова у собівартості перевезень є значною, при цьому ціна енергоресурсів постійно зростає.

Четвертий аспект – використання нафтопродуктів в якості рідкого палива, з точки зору раціонального використання не відновлювальних природних ресурсів, в сучасному світі є, можна сказати, неприпустимою розкішшю, оскільки нафта є джерелом найціннішої хімічної сировини. У цьому зв'язку на транспорті актуальним є подальший перехід на використання альтернативних видів енергоресурсів у тому числі відновлювальних [4].

Більшість закордонних компаній заявили, що їх ініціативи в галузі сталого розвитку почалися з акценту на скороченні споживання ресурсів: 97 відсотків з них проводять ініціативи щодо підвищення енергоефективності, 91 відсоток - на скорочення відходів і 85 відсотків - на економію води в повсякденних операціях. Тому довгострокове рішення зажадає нових кругових і регенеративних бізнес-моделей, які відокремлюють економічне зростання від споживання ресурсів [5].

Фактично, переважна більшість світових виробників мають безліч можливостей заробляти більше грошей і збільшити прибутковість акціонерів за рахунок використання меншої кількості ресурсів. Їх повний спектр варіантів включає в себе максимальне

використання сировини, мінімізацію шкідливих викидів, скорочення втрат води та скорочення або виключення потоків відходів за рахунок рециркуляції та утилізації енергії. Щоб вибрати серед конкуруючих ініціатив по ресурсопродуктивності, компаніям потрібна спільна мова для оцінки впливу кожної ідеї і пов'язаних з нею компромісів. В ідеальному випадку організація оцінювала б потенційну економію, використовуючи одну метричну компанію, яка зазвичай дбає про більшість: прибуток. Але до недавнього часу неадекватні дані і обмежені аналітичні інструменти означали, що багато виробників могли вимірювати прибутковість тільки за кількістю продукту, який вони генерували, наприклад, євро за тонну. Проблема в тому, що прибуток за тонну ігнорує істотний ресурс: час [6].

У Німеччині проведено дослідження і розробки в області енерго- і ресурсозбереження для майбутніх комерційних автомобілів. Міські та міжміські автомобільні вантажні перевезення є одним з найбільш швидкозростаючих. Сьогодні 20 відсотків всіх пов'язаних з транспортом викидів CO₂ в Німеччині припадають на комерційні транспортні засоби. Виходячи з цієї ситуації, нові інноваційні технології для майбутніх автомобілів необхідні, зокрема, для підвищення енергоефективності та мінімізації викидів. Пропонується електрифікація трансмісії і зменшення приводного опору. Ці засоби сучасних технологій, є конкретними можливостями для досягнення цілей, які ставляться для зниження витрат ресурсів при організації перевезення вантажів [7].

В роботі М.І. Данько «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень» розглядаються сучасні підходи щодо функціонування транспортної системи на умовах ефективного використання ресурсів (матеріальних, робітничих, інформаційних) [8].

Автор Шраменко Н.Ю. розглянув процес функціонування термінальної системи з урахуванням ресурсозбереження. Запропоновано математичну формалізацію моделі формування раціональної технології функціонування термінальної системи з урахуванням інтересів усіх суб'єктів в умовах ресурсозбереження. Для різних характеристик вхідного вантажопотоку визначено оптимальну кількість виробничих ресурсів термінального комплексу, що дозволить досягти скорочення часу переробки вантажу і обумовлює економію матеріальних, складських і енергетичних ресурсів [9].

Особливий увазі приділяється поняттю ресурси підприємства у [10]. Основу поняття категорії ресурсний потенціал, становить загальна категорія ресурси. Розглянуто зміст поняття «ресурси підприємства», а також їх класифікацію для цілей управління сучасним підприємством. Доведено, що у сучасній економічній літературі досі не існує єдиної думки щодо визначення терміну «ресурси підприємства» та їх складу.

Ресурсний потенціал підприємства можна охарактеризувати чотирма основними критеріями [11]:

- реальними можливостями підприємства в той чи іншій сфері діяльності (включаючи і нереалізовані можливості);
- обсягом ресурсів як залучених, так і тільки підготовлених до використання у виробництві;
- здатністю кадрів (менеджерів) використовувати ресурси, вміння розпоряджатися ресурсами підприємства;
- формою підприємництва та відповідною організаційною структурою підприємництва.

Склад ресурсного потенціалу:

- 1) матеріальні ресурси - це ресурси в натурально-речовинній формі, які використовуються у виробничій (господарчій) діяльності підприємства;
- 2) нематеріальні ресурси - об'єкти промислової та інтелектуальної власності, здатні приносити користь тривалий час: ноу-хау, база знань, база даних, патент, винахід та ін.;
- 3) трудові ресурси підприємства - кількість робітників, зайнятих на підприємстві, та тих, хто входить до його складу за основною та допоміжною діяльністю;
- 4) фінансові ресурси - сукупність грошових прибутків та надходжень, які знаходяться в розпорядженні підприємства для виконання фінансових обов'язків, здійснення витрат на відтворення підприємства та для стимулювання робітників;
- 5) методи управління та організації ефективного використання ресурсів підприємства.

Транспортно-логістичні центри, по суті, є логістичними посередниками - зазвичай юридичними особами, що організують транспортно-логістичне обслуговування, при цьому можуть самі не приймати безпосередньої участі в процесі перевезення. Такі посередники і є основними учасниками ринку транспортно-логістичних послуг.

Д. Дж. Бауэрсокс пропонує розподіляти сервісні послуги транспортно-логістичного обслуговування в залежності від часу їх здійснення. Таким чином, транспортно-логістичні операції розподіляються на три групи: «передпродажні» - операції і роботи з формування системи транспортно-логістичного сервісу; роботи з надання транспортно-логістичних послуг, що здійснюються в процесі економічної діяльності клієнтів; «післяпродажні» - логістичний сервіс, що надається після здійснення перевезення [13].

Існує безліч підходів до визначення в ефективної роботи транспортно-логістичних центрів. Розглянемо найбільш універсальні підходи, що можуть бути застосовані для будь-якого типу транспортно-логістичних підприємств. За методикою П.Р. Нівена, ефективність транспортно-логістичного обслуговування може бути оцінена за шістьма параметрами: 1) вантаж - доставка необхідного вантажу; 2) якість - доставка вантажу необхідної якості в незмінному стані; 3) кількість - доставка вантажу в необхідній кількості; 4) час - доставка в потрібний час; 5) місце - доставка в потрібне місце; 6) витрати - доставка вантажу за мінімальними витратами [14].

Окландер М.А. стверджує, що якість транспортно-логістичного обслуговування може бути охарактеризована за такими критеріями: своєчасність здійснення перевезення (транспортування повинно бути розпочатим без затримок і виконаним в установленій термін); повнота перевезень (транспортування має бути здійснено для всього обсягу вантажу); збереження вантажу (процес транспортування не повинен призвести до втрат та зниження якості вантажу); економічність транспортування (забезпечення замовнику мінімізацію витрат на транспортування вантажів) [15].

В статті автора Гонтаренко Ю.О. визначено, що значна увага приділяється розвитку інфраструктурної складової ТЛЦ, але не достатньо приділяється увага визначенню оптимальної кількості послуг ТЛЦ, що сприятимуть підвищенню прибутку підприємства та зменшенню витрат на організацію доставки вантажу. Розроблена методика оцінки доцільності роботи транспортно-логістичного центру на ринку транспортних послуг, яка дозволяє обрати оптимальний пакет послуг за максимальним прибутком, з урахуванням реальної потреби в послугі у клієнтів. Отримані регресійні моделі та розрахунки прибутку для кожного пакета послуг при різних значеннях математичного очікування дозволили обрати оптимальний пакет послуг [16].

Було встановлено, що при плануванні виробничої потужності системи і здійсненні транспортно-логістичного обслуговування необхідно погоджувати логістичні цілі функціонування цього комплексу з маркетинговими потребами споживачів-вантажовласників. Основною метою роботи ТЛЦ при обслуговуванні вантажовласників є врахування їх інтересів щодо забезпечення повної та якісної переробки вантажу при раціональному використанні ресурсів.

Впровадження ресурсозберігаючих технологій для багатьох компаній стає першочерговою задачею для мінімізації витрат на виробництво продукції та ефективного її просування на ринку. В сфері транспорту основна увага приділяється удосконаленню технічної складової (транспортні засоби, будівлі та споруди). Існують наукові розробки теоретичних основ щодо ресурсозберігаючих технологій на залізничному транспорті та роботи термінальних систем, які дозволили визначити оптимальну кількість виробничих ресурсів для ефективного функціонування відповідних систем. В роботах по вдосконаленню доставки вантажів транспортно-логістичними центрами основна увага приділена розвитку інфраструктурної складової ТЛЦ та оптимізації надання послуг без врахування збереження ресурсів та мінімізації витрат на доставку вантажів у міжміському сполученні.

Таким, чином, необхідна розробка нових підходів, спрямованих на раціоналізацію процесу доставки вантажів у міжміському сполученні за рахунок застосування ресурсозберігаючих технологій. Проведений аналіз виявив проблему по формуванню ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром у

міжміському сполученні. Для рішення цієї проблеми далі планується розробка теоретичних основ по формуванню ресурсозберігаючих технологій, проведення експериментальних досліджень, проаналізувати отримані результати та розробити практичні рекомендації.

Список літературних джерел

1. Словники та енциклопедії. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dic.academic.ru/>
2. Транспортно-логістичний центр. [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.transport-logistic.com.ua>
3. Лифар В.В. Теоретичні основи функціонування логістичної інфраструктури у мережі міжнародних транспортних коридорів / В.В. Лифар // Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Економічні науки. – 2010. – №20. – С. 93-98.
4. Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця» [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://ukrrailways.com/ukrajinska-zalznitsya-2013/5-gurnal-5.html>
5. Getting the most out of your sustainability program [Електронний ресурс] / Режим доступу <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/getting-the-most-out-of-your-sustainability-program>
6. More from less making resources more productive [Електронний ресурс] / Режим доступу <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/more-from-less-making-resources-more-productive>
7. Think Tank and Mobility Lab for Smart Urban Logistics [Електронний ресурс] / Режим доступу https://www.inlandports.eu/media/2017.05.15%20Thinkport%20Vienna%20-%20Denkwerkstatt%20und%20Mobilit%C3%A4tslabor%20f%C3%BCr%20smarte%20City%20Logistik_final_EN.pdf
8. Данько М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень [Текст] : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Данько Микола Іванович ; Харківська національна академія міського господарства. - Х., 2005. – 40 с.
9. Повышение эффективности функционирования терминальной системы в условиях ресурсосбережения [Електронний ресурс] / Режим доступу <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-funktsionirovaniya-terminalnoy-sistemy-v-usloviyah-resursosberezeniya>
10. Ресурси підприємства. Основні поняття [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://www.economy.nayka.com.ua/>
11. Ресурси підприємства. Їх види [Електронний ресурс] / Режим доступу <http://readbookz.com/book/107/2548.html>
12. Bentzen, K. Case study on strategic business and commercial aspects of the networks of ports, logistics centres and other operators/ Bentzen, K.; Bentzen, L.; Kapetanovic, E. H.; Heikkilä, L. - Centre for Maritime Studies, University of Turku, Finland, 2005 – p. 12-18
13. Бауэрсокс Доналд Дж. Б29 Логистика: интегрированная цепь поставок./ Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж [Пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 640 с.
14. Нивен П.Р. Диагностика сбалансированной системы показателей: Поддерживая максимальную эффективность / П. Р. Нивен ; Пер.с англ. В.О. Шагоян ; Науч.ред. М. Горский. – Днепр: Баланс Бизнес Букс, 2006. – 251 с.
15. Окландер М. А. Маркетинг и логистика в предпринимательстве / М. А. Окландер. - Одесса: АП НТ и ЭИ, 1996. – 104 с.
16. Гонтаренко Ю.О. Оцінка доцільності роботи транспортно-логістичного центру на ринку транспортних послуг / Павленко О.В. Калініченко О.П., Потаман Н.В., Гонтаренко Ю.О. Інформаційні технології та системи управління. Том 6. № 3 (20) Харків. – 2014 С. 40-43

Павленко Олексій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Рубан Д. П., к.т.н., доц.; Крайник Л. В., д.т.н., проф.; Рубан Г. Я.

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОРОЗІЇ АВТОБУСА НА ФІЗИЧНУ МІЦНІСТЬ НЕСІВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Наведено результати оцінювання впливу корозії на погіршення структури та міцності несівних елементів кузовів поширених в Україні автобусів малого класу «Еталон» та «Богдан», терміни експлуатації яких складають 5-10 років.

Основним чинником, який обмежує термін експлуатації автомобілів, в тому числі і автобусів, є корозійні руйнування несівних елементів каркасу кузова. Кузови автобусів бувають рамної або цільної конструкції типу «монокок». На сьогодні автобуси із кузовами типу «монокок» (рис. 1) набули найбільшого використання у зв'язку із нижчою собівартістю та масою у порівнянні з автобусами, кузов яких встановлюється на раму.

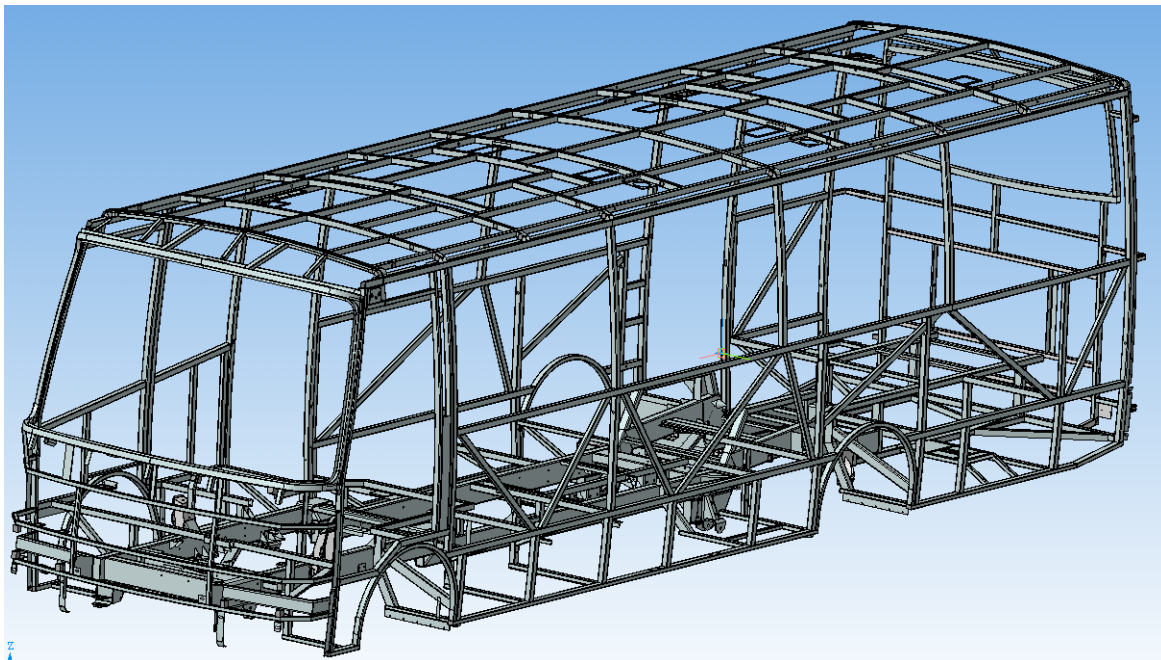


Рисунок 1 – Каркас кузова автобуса «Атаман А-09306»

Використовуючи сучасні методи розрахунків [1] та сучасне програмне забезпечення, міцність автобусів типу «монокок» не поступається (за умов дотримання рівномірності), а то і перевищує міцність автобусів рамної конструкції.

Для детальної оцінки проявів корозії та її впливу на міцність кузова розглянуто конструкцію каркасу кузова поширеного автобуса «Богдан» виробництва ПАТ «Черкаський автобус» (на сьогодні на ПАТ «Черкаський автобус» це марка «Атаман»).

Каркас кузова автобуса «Атаман А-09306» (рис. 1) цільної конструкції типу «монокок» виготовляється із сталевих профілів замкнутого прямокутного перерізу (140x60x3, 60x40x3, 40x40x2, 40x28x1,5 28x25x1,5 мм), з'єднаних між собою електродуговим зварюванням. Каркас кузова складається із каркасу основи (рис. 2), каркасів лівої і правої боковин, каркасу даху, а також каркасів передньої і задньої частини автобуса. Матеріал каркасу основи – Сталь 20, а всіх інших елементів каркасу кузова – Сталь 10.

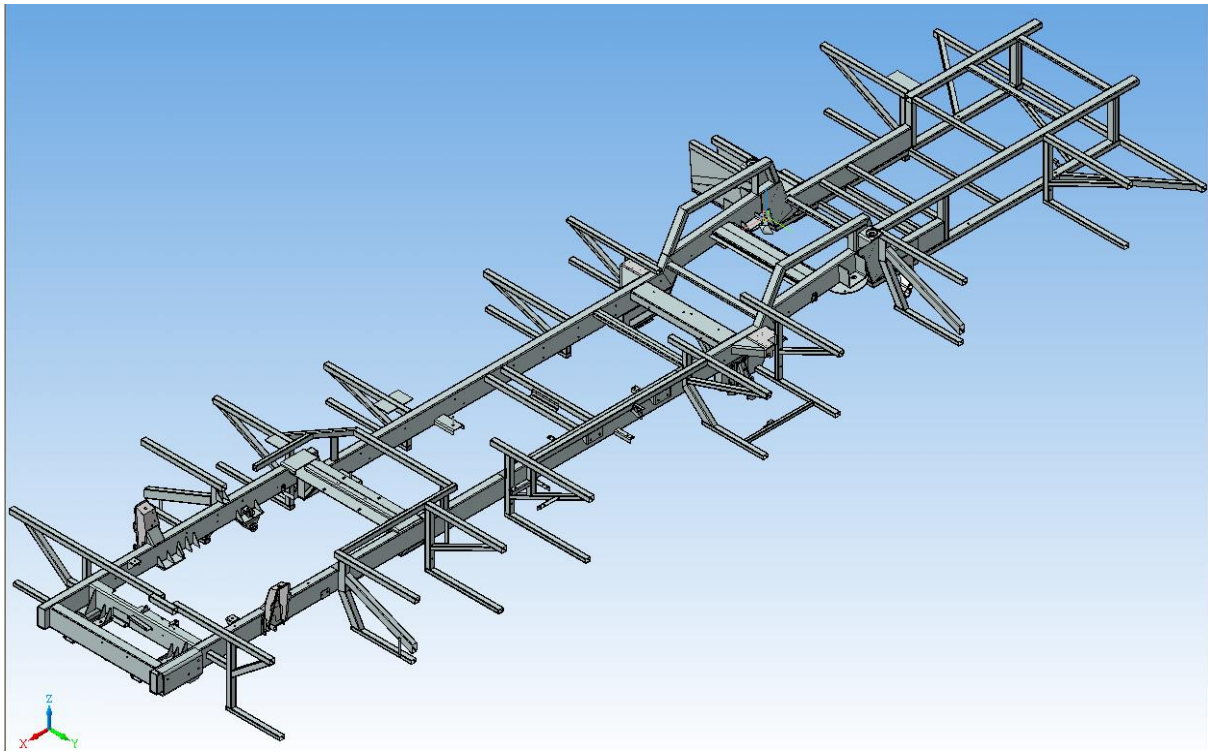


Рисунок 2 – Каркас основи кузова автобуса «Атаман А-09306»

Каркас основи – це основний несівний елемент каркасу кузова, від довговічності якого в першу чергу залежить довговічність і надійність кузова в цілому. Каркас основи складається із двох паралельних лонжеронів, виконаних із профілю 140x60x3 мм. Лонжерони розміщені на відстані 720 мм та об'єднані між собою за допомогою поперечин електродуговим зварюванням. Верхня площина лонжеронів задньої частини каркасу основи знаходиться на 140 мм нижче площини передньої частини, що забезпечує можливість знизити висоту підлоги та центр маси автобуса. До лонжеронів каркасу основи з обох сторін приварені поперечини, які слугують для приєднання каркасів боковин, передньої і задньої частин. В районі задніх арок (рис. 3б) з обох сторін лонжеронів кріпляться опори пневморесор, кронштейни амортизаторів, ресор, а також скоби для кріплення провідників системи електропостачання автобуса. До задньої поперечини основи приварено буксировочний пристрій.



а)



б)

Рисунок 3 – Порівняння фрагментів лонжеронів каркасу основи автобуса «Богдан А-092» в районі задніх арок: а) уражений корозією та підлягає заміні (термін експлуатації 9 років); б) новий

Як показує практика в перші 1 – 2 роки експлуатації лонжерони каркасу основи зовні практично не мають проявів корозії. Це можна пояснити наявністю заводського захисту. Однак в процесі експлуатації зовнішнє антикорозійне покриття зношується під дією негативних чинників. Антикорозійний захист лонжеронів руйнується шляхом бомбардування днища автобуса піском, продуктами зношування дорожнього покриття (гравій, щебінь, уламки асфальту) та іншим брудом. На рис. 3а зображений фрагмент повздовжнього лонжерона автобуса «Богдан А-092» (термін експлуатації 9 років), з пробігом 950 тис. км, що експлуатувався цілорічно при перевезенні пасажирів у м. Черкаси. При цьому лонжерон має наскрізну корозію (рис. 4). Наскрізна корозія у верхній частині лонжеронів профілем 140x60x3 мм (рис. 4а) пояснюється налипанням бруду в перемішку із засобами проти обледеніння доріг та постійною наявністю вологи. Своєчасна та регулярна мийка днища кузова, контроль цілісності захисного антикорозійного покриття дозволить уникнути таких ушкоджень. Однак при напружених графіках роботи (з 6-00 до 23-00 години) в реальній практиці експлуатації, особливо в холодну пору року, при відсутності теплого місця для мийки автобусів такі заходи не виконуються. Наскрізна корозія у нижній частині лонжеронів профілем 140x60x3 мм (рис. 4б) пояснюється накопиченням вологи із внутрішньої частини лонжеронів та пошкодженням антикорозійного захисту зовнішньої частини.



Рисунок 4 – Наскрізна корозія лонжеронів каркасу основи автобуса «Богдан А-092» (термін експлуатації 9 років) в районі задніх арок: а) верхня частина лонжерона профілем 140x60x3 мм; б) нижня частина лонжерона профілем 140x60x3 мм

На рис. 5 наведено приклад прояву зовнішньої корозії (рис. 5а) фрагменту лонжерона профілем 140x60x3мм автобуса «Богдан А-092» (термін експлуатації 10 років) та зменшення товщини стінки цього лонжерона з 3,0 до 0,8 мм (рис. 5б). Як видно з рис. 5б. корозія лонжерона протікає по верхній зовнішній частині (на рис. 5б. зліва) та по нижній внутрішній порожнині (на рис. 5б. з правого боку). Руйнування внутрішньої порожнини відбувається під дією вологи (особливо внизу) і це пояснюється руйнуванням заводського захисту, його відсутністю та не оновленням експлуатуючою організацією. Волога проникає ззовні та утворюється конденсат. Налипання бруду призводить до перекриття дренажних та вентиляційних отворів, що додатково інтенсифікує корозійні процеси внутрішніх порожнин. Під час експлуатації при послабленні конструкції під дією знакозмінних навантажень відбувається корозійне розтріскування лонжеронів у слабких та більш навантажених місцях (рис. 6). Крім того при подальшій експлуатації неминучий обрив кріплень таких елементів підвіски як ресор та амортизаторів, що і змушує такий автобус ставити на ремонт.



а)



б)

Рисунок 5 – Зовнішня та внутрішня корозія лонжеронів каркасу основи профілем 140x60x3 мм автобуса «Богдан А-092» в районі задніх арок: а) зовнішня корозія фрагменту лонжерона; б) розріз, що показує зменшення товщини стінок лонжерона



Рисунок 6 – Появи тріщини лонжерона каркасу основи профілем 140x60x3 мм автобуса «Богдан А-092» неподалік площадки пневморесори

На автобусах «Еталон А-079» через сім років експлуатації неминучі прояви структурної корозії основи каркасу кузова (рис. 7). При цьому такі елементи, виходячи з умов міцності та пасивної безпеки, підлягають заміні.

Каркаси боковин складаються з вертикальних елементів – стійок, котрі з'єднуються між собою за допомогою повздовжніх елементів. Повздовжні елементи утворюють надвіконний та підвіконний бруси, а також вузли нижнього поясу. Каркаси боковин за допомогою електродугового зварювання з'єднуються з поперечинами основи і каркасом даху. В передній частині кузова через підсилювач, закріплений за допомогою точкового зварювання до каркасу основи, з обох сторін приєднується ферма, котра підсилює передню частину кузова, підвищує її міцність та жорсткість. Елементами каркасу боковин втому числі є дверні стійки, виконані із профілю 40x40x2 мм та 40x28x1,5 мм. Досвід експлуатації автобусів показує, що в основному корозії підлягають боковини нижче віконного бруса. На рис. 8 зображено автобус (термін експлуатації 9 років), в праву боковину якого вже вварені нові ремонтні труби, включаючи підвіконний брус. Також з рис. 8 видно корозійні руйнування поблизу сходинки передньої пасажирської двері. Вузли нижнього поясу, особливо поблизу колісних арок, взагалі згнивають і починають висипатись.



а)

б)

Рисунок 7 – Корозія каркасу автобуса «Еталон А-079» після семи років експлуатації:
а) задня частина автобуса б) передня частина автобуса



Рисунок 8 – Корозія каркасу автобуса «Богдан А-092», на якому частково відремонтована
права боковина (термін експлуатації 9 років)

На рис. 9 показані корозійні руйнування правих боковин автобусів «Богдан А-092», при чому один після десятилітньої експлуатації у м. Черкаси (рис 9а), а інший після п'яти років експлуатації у м. Київ (рис. 9б).



Рисунок 9 – Корозія правої боковини автобусів «Богдан А-092» біля переднього колеса:
а) термін експлуатації 10 років; б) термін експлуатації 5 років

На рис. 10 зображені корозійні руйнування лівих боковин автобусів «Богдан А-092» після 9-10 років експлуатації. Акумуляторний відсік підлягає корозійному руйнуванню у першу чергу (рис. 10б).



Рисунок 10 – Корозія лівої боковини автобусів «Богдан А-092»: а) термін експлуатації 10 років; б) термін експлуатації 9 років (корозія акумуляторного відсіку)

Каркас даху складається із п'яти повздовжніх елементів і восьми поперечин. Поперечини суцільні, виготовлені з профілю 40x40x2 мм та 40x28x1,5 мм. Повздовжні елементи, виготовлені із профілю 40x28x1,5 мм, приварені до поперечин. Поперечні елементи даху знаходяться в одній площині зі стійками боковин та поперечинами основи і разом утворюють замкнутий контур, що забезпечує жорсткість каркасу кузова в цілому. Корозія каркасу даху мінімальна (рис. 8), тому елементи даху не підлягають заміні навіть через 10 років експлуатації. Ремонт каркасу даху полягає тільки в очищенні від незначних проявів корозії, підготовці та нанесенню антикорозійного покриття. Практична відсутність корозії на каркасі даху пояснюється достатньою вентиляцією та відсутністю проникнення вологи ззовні.

Каркас задньої частини автобуса складається із трьох дуг, котрі з'єднуються із боковинами та продовжують їх повздовжні елементи. Верхня і середня дуги формують проїму заднього вікна. На верхній дузі знаходяться три елементи, що з'єднують каркас задньої частини автобуса з каркасом даху. На рис. 11 показано каркас задньої частини

автобуса з терміном експлуатації 9 років в процесі ремонту. З рис. 11 видно, що нижче заднього вікна замінені всі елементи каркасу, які були зруйновані корозією.



Рисунок 11 – Автобус «Богдан А-092» після дев'яти років експлуатації під час ремонту (заміна ушкоджених елементів каркасу)

Каркас передньої частини автобуса утворюється двома вертикальними стійками та чотирма поясами-дугами, котрі формують проїму вітрового скла та дають можливість розміщення елементів кріплення склоочисників та приладів освітлення. З'єднання каркасу передньої частини проходить по лініях, що знаходяться на продовженні повздовжніх елементів боковин та даху. На рис. 12 показано незначні прояви корозії каркасу передньої частини автобуса «Богдан А-092» після дев'яти років експлуатації. Елементи каркасу не підлягають заміні та у місцях незначних проявів корозії очищуються від іржі, підготовлюються та покриваються антикорозійними засобами.



а)



б)

Рисунок 12 – Незначні прояви корозії каркасу передньої частини автобуса «Богдан А-092»: а) після дев'яти років експлуатації; б) після п'яти років експлуатації

З правого боку каркасу кузова до поперечини основи приварені каркаси передньої та задньої сходинок. На рис. 13 зображено прояви корозії каркасу передньої пасажирської сходинки автобуса «Богдан А-092» після дев'яти років експлуатації. Каркас передньої

сходинок очищуються від іржі, підготовлюються та покриваються антикорозійними засобами. Каркас задньої сходинок підлягає заміні.



Рисунок 13 – Корозія каркасу передньої пасажирської сходинок автобуса «Богдан А-092» після дев'яти років експлуатації

В передній частині каркасу кузова в зоні силового агрегату приварений до каркасу боковин каркас моторного відсіку, який виконаний із профілів прямокутного перерізу 40x40x2 мм та 40x28x1,5 мм. Каркас моторного відсіку формує основу для перегородки, що відділяє силовий агрегат від салону та містить в собі пройми люків для обслуговування. Каркас моторного відсіку (рис. 14) за 5 років експлуатації вражений корозією без порушення структури, тому після очищення від корозії та підготовки покривається захисними засобами.



Рисунок 14 – Корозія каркасу моторного відсіку автобуса «Богдан А-092» після п'яти років експлуатації

В зоні пасажирського салону по правому та лівому бортам приварені підставки для забезпечення відповідної висоти розміщення пасажирських сидінь. Каркаси підставок виконані із профілів прямокутного перерізу 28x25x1,5 мм, котрі також вражаються корозією і відповідно деякі елементи підлягають заміні.

Каркас кузова має зовнішнє облицювання, що створює безпечні умови пасажирських перевезень, задає загальну архітектуру дизайн екстер'єру автобуса. Крім того зовнішнє облицювання частково сприймає зусилля навантажень несівної системи автобуса. Для підвищення антикорозійної стійкості на автобусах виробництва ПАТ «Черкаський автобус» дах та нижня частина боковин спочатку виготовляються з оцинкованої сталі, а тепер взагалі всі сталеві листи облицювання покриті цинком. Також передня та задня частина облицювання виготовляються із склопластику. Однак зовнішнє облицювання при експлуатації до дев'яти років має прояви наскрізної корозії (рис. 15).



Рисунок 15 – Корозія облицювання автобуса «Богдан А-092» після дев'яти років експлуатації

На автобусі «Еталон А-079» в першу чергу за п'ять років експлуатації підлягають корозії фартух над заднім бампером висотою близько 16 см (рис. 16а).



а)

б)

Рисунок 16 – Корозія облицювання автобуса «Еталон А-079» після п'яти років експлуатації: а) корозія заднього облицювання; б) корозія задніх пасажирських дверей [2]

Взимку туди набивається сніг, влітку – бруд, і в цьому місці починає активно розвиватись корозія. В результаті дану ділянку облицювання кузова приходится вирізати, переварювати та покривати антикорозійним покриттям. Також на автобусі «Еталон А-079» з часом кородують кришки багажних відсіків та двері перед усім у тих місцях, в які при відкриванні вони впираються в ущільнювачі, від чого на них витирається спочатку фарба, а потім і оцинковка [2].

Як показує досвід експлуатації автобусів, корозія вищеназвані елементів каркасу кузова проходить з різною інтенсивністю. На деякі незначні прояви корозії експлуатаційники не звертають особливої уваги. Однак при суттєвих корозійних ушкодженнях автобус підлягає частковому, а то і капітальному ремонту, що в свою чергу призводить до простою та значних втрат (наприклад за даними одного із перевізників м. Київ збитки від одного дня простою складають близько 2400 грн. станом на 20.02.2018 р.).

При експлуатації автобусів корозія розвивається під дією атмосферного впливу (вологість повітря, вміст солей в атмосфері, кількість опадів, перепади температури). Також інтенсивності корозії сприяє використання соляних сумішей проти обледеніння доріг, що в більшій мірі проявляється у великих містах. У містах із населенням понад 1 млн. жителів інтенсивність корозії настільки велика, що автобус стає на капітальний ремонт кузова вже через 4 – 5 років експлуатації. При цьому пробіг складає близько 400 – 500 тис. км., а ресурс двигуна, залежно від режимів експлуатації, знаходиться в межах 800 – 900 тис. км. (при дбалому відношенні пробіги двигуна до капітального ремонту досягають 1,2 – 1,4 млн. км). В містах із населенням до 1 млн. жителів капітальний ремонт кузовів автобусів проводиться через 7 – 9 років при пробігу 0,7 – 0,9 млн. км. При цьому значним ураженням корозією підлягають повздовжні лонжерони каркасу основи в районі задніх арок.

Зменшенню інтенсивності корозії сприяє регламентна обробка внутрішніх порожнин лонжеронів антикорозійними засобами («Мовіль», «Резистин») та своєчасне усунення пошкодження зовнішнього покриття труб каркасу.

Експериментальні дослідження [3] підтверджують погіршення механічних властивостей каркасу кузова в процесі експлуатації під дією корозії та накопичення осередків втомної міцності. Як показали дослідження [3] у всіх зразках, вирізаних із елементів каркасу кузова автобуса після десяти років експлуатації, спостерігається погіршення механічних властивостей – зменшення границі міцності σ_b на 7 – 68 %. Це підтверджує те, що експлуатація кузова з таким погіршенням механічних властивостей недопустима, оскільки такі матеріали не забезпечують кузову відповідність вимогам пасивної безпеки згідно Правил ЄЕК ООН № 66.

На інтенсивність корозії впливає саме місто де експлуатуються автобуси. У містах із чисельністю населення понад 1 млн. жителів (наприклад м. Київ) інтенсивність корозії протікає приблизно в два рази швидше ніж у містах з чисельністю населення до 1 млн. жителів (наприклад м. Черкаси). Враховуючи досвід експлуатуючих організацій при цілорічній експлуатації автобусів пробіг за 1 рік складає близько 100 тис. км. Таким чином провівши аналіз корозійних процесів кузовів автобусів громадського транспорту від початку експлуатації до десяти років експлуатації, на основі статистичних даних, встановлено наступні закономірності (рис. 17). Як видно з рис. 17 у перші 2 роки експлуатації корозія лонжеронів практично не виникає, оскільки ще не зношений заводський антикорозійний захист. Потім після другого року експлуатації інтенсивність корозії різко зростає та товщина металу лонжеронів зменшується за кожен рік експлуатації по лінійній залежності. З рис. 17 видно, що за 5 років експлуатації у містах із чисельністю населення понад 1 млн. жителів товщина лонжеронів каркасу основи в середньому зменшується з 3,0 до 1,0 мм, а у містах із чисельністю населення до 1 млн. жителів аналогічна картина спостерігається тільки через 9 років.

На основі залежності (рис. 17) можна спрогнозувати корозійні процеси каркасу основи автобусів громадського транспорту та передбачити приблизний пробіг автобуса до капітального ремонту.

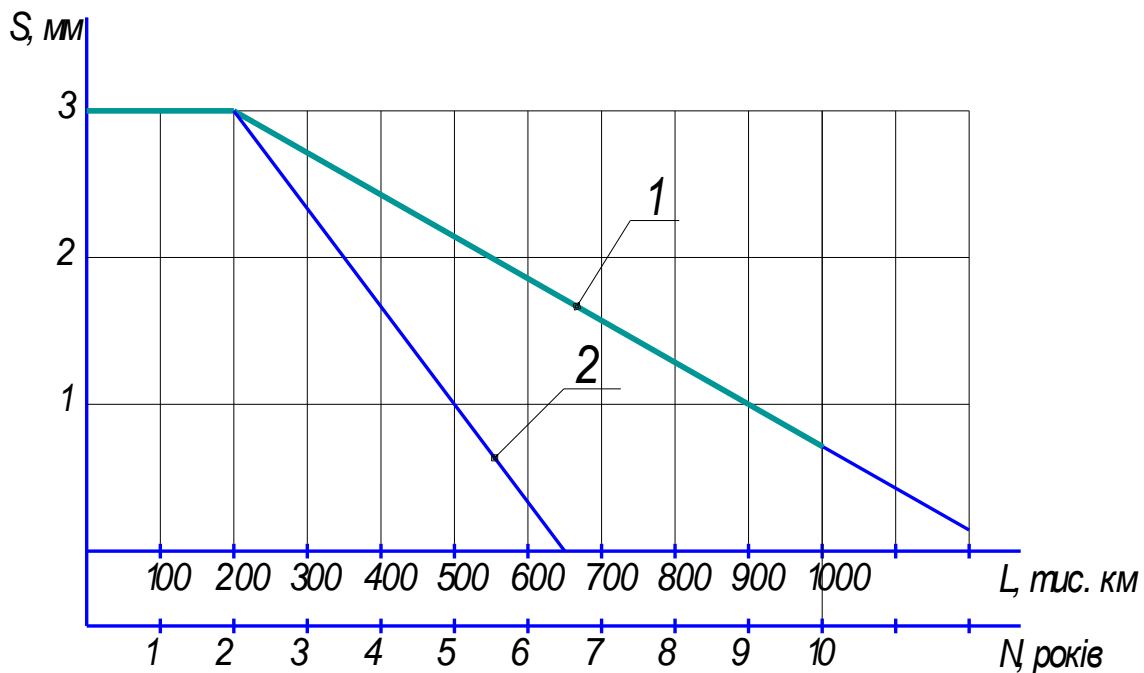


Рисунок 17 – Середньостатистична залежність товщини лонжеронів каркасу основи автобуса від терміну експлуатації та пробігу під впливом корозії: 1 – у містах із чисельністю населення до 1 млн. жителів; 2 – у містах з чисельністю населення понад 1 млн. жителів

Таким чином використання середньостатистичної залежності товщини лонжеронів каркасу основи автобуса від терміну експлуатації та пробігу під впливом корозії (рис. 17) та отриманих даних в роботі [3] дозволить в подальшому встановити граничні терміни експлуатації автобусів згідно Правил ЄЕК ООН № 66.

Список літературних джерел

1. Горбай О.З. Міцність та пасивна безпека автобусних кузовів: монографія / О.З. Горбай, К.Е. Голенко, Л.В. Крайник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 276 с.
2. Шляховой В. Опыт эксплуатации: «Один на один с «Эталоном»» / В. Шляховой // Автоперевозчик, 2010. – Вып. 6 (117).- С. 5-7.
у кузова автобуса в процесі експлуатації / Л.В. Крайник, Д. П. Рубан, Г. Я. Рубан // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2017. – № 1. С. 35 – 40.

Рубан Дмитро Петрович – к.т.н., доцент, провідний інженер з якості, ПАТ «Черкаський автобус»

Крайник Любомир Васильович – д.т.н., професор, голова правління ВАТ «Українського інституту автобусо-тролейбусобудування»

Рубан Ганна Яківна – викладач-методист циклової комісії фундаментальних дисциплін, Черкаський державний бізнес-коледж

Рулевська Т. Ф.; Єльбакієв Д. Г.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ПЕРСПЕКТИВИ «ВОДНЕВИХ» АВТОМОБІЛІВ

В роботі в стислій формі розглянуто сучасний стан та перспективи впровадження водневих технологій в автомобільній галузі.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільній галузі, тих положень, що стосуються водневого чинника [1 - 10]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування водневих технологій в автомобільній промисловості.

Ми звикли до конкуренції ДВЗ-авто, гібридів, електрокарів; останні часто розглядаються як загроза звичайним автомобілям. Але чи є загроза самим електрокарам? В такому випадку на думку відразу приходять водневі автомобілі. Їх гідності: вони також «чисті» як електромобілі - немає вихлопних газів, лише водяна пара; при цьому водневий автомобіль позбавлений головного недоліку електрокара - для повної заправки балонів воднем (пробігу близько 600 км) буде потрібно лише близько 4 - 12 хвилин.

Очевидно, що водневий автомобіль конструктивно дуже близький до електрокару. Його, силовим агрегатом тут виступає електромотор; традиційної коробки передач там немає. У більшості водневих авто встановлені невеликі акумулятори, які використовуються для запуску системи та навіть дозволяють проїхати кілька кілометрів виключно в режимі електрокара (тобто АКБ + електромотор). Наприклад, концепт Audi A7 h-tron може проїжджати тільки на електротязі до 45 км, після чого в справу вступають паливні комірки (Fuel Cell), в них виробляється електроенергія (в ході хімічної реакції $H_2 + O = H_2O$), яка відправляється на електромотор - і автомобіль може їхати далі [11].

Головна різниця електрокара та водневого автомобіля - в паливних комірках і балонах з воднем замість великої та ємної АКБ. На більшості, водневих автомобілів встановлюють 2-3 балона, де можна вмістити близько 5-7 кг водню. Кисень для реакції береться з навколишнього повітря, який прокачується до паливних комірок окремим компресором. Запасу водню в 5-7 кг достатньо для пробігу близько 500 км - в середньому інженери обіцяють, що витрата водню близько 1 л на 100 км пробігу, але в реальності витрата складає 1,1 - 1,3 кг на 100 км пробігу.

Таким чином, паливні комірки і об'ємні балони для водню є «серцем» всієї системи водневого авто. З балонами все просто і ясно: багат шарові композитні матеріали; сьогодні - вже відносно невисока вартість; хороша стійкість до руйнувань; займають місце паливного бака і піддону багажника. А ось з паливними комірками все набагато складніше: вони дорогі у виробництві (використовується напилення платини) і мають тягу до деградації.

Проблема з паливними комірками дуже велика, тому деякі найбільші автомобільні виробники, незважаючи на конкуренцію, об'єднуються в одну групу з даної теми: союз Ford, Nissan, Daimler (Mercedes); союз GM (Opel, Chevrolet, ін.) і Honda. Компанії розуміють, що такий складний і дорогий проект буде дуже складно підтримувати в поодиночці. Інший цікавий приклад - Suzuki оголосила про спільну роботу з компанією Intelligent Energy (не пов'язана зі світом автомобілів, а пов'язана з миром енергетики і паливних осередків), що завершилося створенням підприємства SMILE FC.

Компанія Suzuki має намір вже незабаром отримати недорогі паливні комірки для своїх майбутніх водневих автомобілів.

Зараз електродвигуни є більш ефективними, ніж водневі, проте, Toyota і кілька інших автовиробників, які вкладають кошти в цю технологію, змогли зберегти використання водневого паливного елемента в якості потенційного рішення для транспорту з нульовим рівнем викидів [12].

У 2009 році приблизно 25% викидів вуглекислого газу в атмосферу Землі вироблялося в результаті роботи різного роду транспорту [13]. За оцінкою МЕА, вже до 2050 року це число подвоїться і продовжить рости, в країнах, що розвиваються, де буде збільшуватися кількість особистих автомобілів [14]. Крім вуглекислого газу в атмосферу викидаються оксиди азоту, відповідальні за збільшення захворюваності на астму, оксиди сірки, відповідальні за кислотні дощі і т. д.

Іншою причиною підвищення інтересу до водневого транспорту є зростання цін на енергоносії (в даний час переважна їх більшість - вугілля, нафта і їх похідні), дефіцит палива, прагнення різних країн знайти енергетичну незалежність.

Отже, найближчим часом все більш актуальними будуть дослідження, що стосуються застосування нових матеріалів для автомобілів. Це стосується, як нових автомобілів, так і тих, що експлуатуються вже зараз.

Напрацювання по водневим автомобілям були чи не у кожного серйозного виробника машин - пік популярності припав на кінець 1990-х і початок 2000-х років. А перший відомий водневий автомобіль взагалі датується 1966 роком - це був концепт GM Electrovan на базі фургона.



Рисунок 1 – Концепт «водневого» GM Electrovan на базі фургона [11]

Крім вищезгаданих компаній, концептуальні напрацювання були у Honda, Toyota, BMW, Hyundai, і багатьох інших компаній, включаючи навіть Ладу (проект «Антел»; спочатку на базі Ниви, а потім на базі універсала ВАЗ-2111). Причому тільки BMW зважилася на будівництво водневого автомобіля з ДВЗ-мотором, де воднева суміш спалювалась в циліндрах подібно бензину або дизельного палива. Для цього довелося істотно переробити звичний мотор і помітно (приблизно в 2 рази) знизити його потужність для впевненості в надійності. Компанія BMW побудувала кілька варіантів подібних водневих автомобілів на базі «топової» моделі 7-ї серії і навіть була випущена невелика партія автомобілів для використання у партнерів компанії.

Однак все завершилося очікувано - проект водневих автомобілів BMW зі звичним ДВЗ-мотором зараз не працює. Компанія розглядає використання паливних осередків і напрацювань Toyota в своїх майбутніх водневих авто.

Тут цікаві не концепти і поодинокі екземпляри, побудовані для виставки, а ті водневі автомобілі, які реально пішли в серійне виробництво. Але поки що їх вкрай небагато, і вони випущені невеликими партіями.

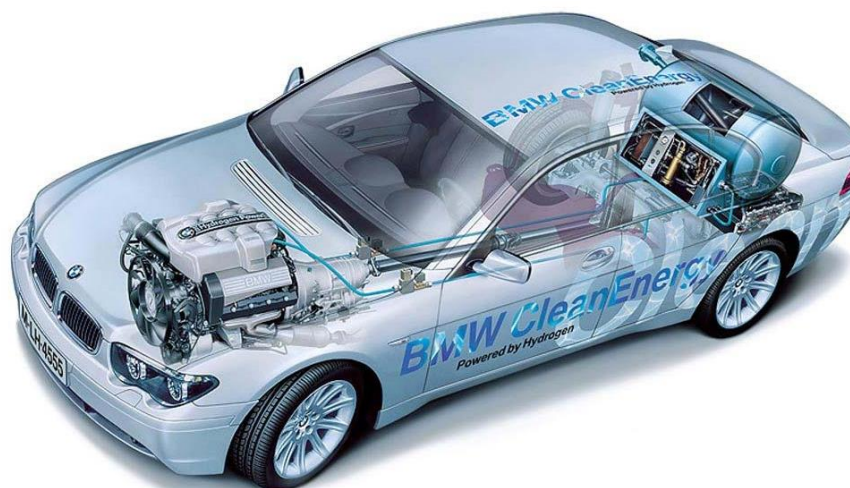


Рисунок 2 – «Водневий» BMW [11]

Крім BMW, серійно водневі автомобілі випускала корейська компанія Hyundai - в 2013 році стартував кросовер iX35 Fuel Cell (5,5 кг водню при витраті 0,96 кг на 100 км, максимальна потужність електрохімічної установки досягала 100 кВт), була заявлена партія близько 1000 примірників. Ще раніше водневі авто почала випускати Honda: перші Honda FCX датуються початком 2000-х; модель наступного покоління - Honda FCX Clarity - датується 2006-м. Але тут мова йде про ще більш дрібні серії: перша модель була мало не експериментальною, а Honda FCX Clarity випустила в кількості близько 200 екземплярів. Компанія Honda заявила, що випустить по-справжньому масовий водневий автомобіль в 2015-2016 році, але поки далі концепт-кара Honda FCEV Concept (нехай і близького до реальності) справа не пішла. На відео можна подивитись про концепт автомобіля Honda FCEV [15].



Рисунок 3 – Концепт «водневого» автомобіля Honda [16]

Концепція Honda FCV - концепт-кар для FCV нового покоління Honda, модель наступника FCX Clarity, з якою Honda прагне досягти подальшого поліпшення продуктивності та зниження вартості. Нещодавно розроблений стек паливних елементів, встановлений для цього концепт-кара, на 33% менше, ніж попередній стек паливних елементів, проте реалізована потужність понад 100 кВт та щільність випуску до 3,1 кВт / л, що покращує загальну продуктивність приблизно 60% у порівнянні з попередньою версією стеків паливних елементів. Нове покоління Honda FCV стане першим в світі седаном FCV з усіма трансмісіями, включаючи зменшену паливну комірку, яка об'єднана під капотом

автомобіля седану. Цей маневр трансмісії забезпечує повністю пасажира в салоні, який комфортно розмістив п'ять дорослих людей, а також дасть змогу розвивати цей автомобіль у декілька моделей у майбутньому, коли більш широке використання ВЧС вимагає розширеного вибору для клієнтів.

Концепція Honda FCV також оснащена резервуаром для зберігання водню високого тиску 70 МПа, що забезпечує круїзний діапазон більше 700 км. Бак може бути наповнений приблизно через три хвилини, що робить дозаправку такою же швидкою і простою як для сучасних бензинових автомобілів.

Крім того, Honda FCV Concept має зовнішню функцію подачі живлення, яка пройшла велику кількість тестів перевірки з FCX Clarity. У поєднанні з зовнішнім пристроєм подачі живлення цей FCV може функціонувати як невелика мобільна електростанція, яка виробляє та забезпечує електроенергію спільноті під час різних подій.

Прагнучі внести свій внесок у майбутнє "суспільство водневої енергії", Honda буде продовжувати приймати нові виклики у галузі водневих технологій, включаючи Smart Hydrogen Station, FCVs та зовнішні пристрої живлення [16].

Зараз головним виробником водних автомобілів на сьогодні стає компанія Toyota, яка націлена на річні продажі своєї моделі Mirai у кількості 2-5 тис. і поступове розширення модельного ряду. Наприклад, очікується гідридний седан Lexus і ще декілька водневих автомобілів Toyota. Якщо все піде за оптимістичним сценарієм, то до 2020-го року Toyota чекає річних продажів на рівні близько 50 тис. «водневих» автомобілів [11].

Toyota приступила до випробувань нового електричного вантажного автомобіля з живленням від водневого паливного елемента. На даний момент вантажівка використовується для перевезення вантажів по коротким маршрутам в морському порту Лос-Анджелеса. Загальний пробіг японської машини за день не перевищує 320 км. Дані машини дозволяють зробити вантажні перевезення більш екологічними [17, 18].

Toyota планує до 2030 року збільшити число машин, що працюють на водні, до 800 тисяч. Для збільшення числа водневого транспорту планується більш ніж втричі знизити ціни на такі автомобілі, довивши їх вартість приблизно до \$ 18 тисяч за штуку [17].

Автомобілі з силовими установками на водневих паливних елементах виробляють і розробляють: Ford Motor Company - Focus FCV; Honda - Honda FCX; Hyundai - Tucson FCEV (паливні елементи компанії UTC Power); Nissan - X-TRAIL FCV (паливні елементи компанії UTC Power); Toyota - Toyota Highlander FCHV, Toyota Mirai; Volkswagen - space up !; General Motors; Daimler AG - Mercedes-Benz A-Class; Daimler AG - Mercedes-Benz Citaro (паливні елементи компанії Ballard Power Systems); Toyota - FCHV-BUS; Thor Industries - (паливні елементи компанії UTC Power); Irisbus - (паливні елементи компанії UTC Power); та інші одиничні екземпляри в Бразилії, Китаї, Чехії і т. д.

Висновки. Головним виробником «водневих» автомобілів на сьогодні стає компанія Toyota, яка націлена на річні продажі своєї моделі Mirai у кількості 2-5 тис. і поступове розширення модельного ряду. Наприклад, очікується гібридний седан Lexus і ще декілька водних автомобілів Toyota. Якщо все піде за оптимістичним сценарієм, то до 2020-го року Toyota чекає річних продажів на рівні близько 50 тис. «водневих» автомобілів, а до 2030 на рівні 800 тис. Не дивлячись на бурхливий розвиток та впровадження, електромобільного транспорту, наукові дослідження, що стосуються, «водневого» матеріалознавства та його застосування в транспортній галузі продовжують свій розвиток.

Список літературних джерел

1. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 97 -102.

2. 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.

3. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

4. Курьлев В.О., Тупельняк О.Л., Колесников В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. – С. 104 - 107.

5. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368 -370.

6. Balitskii A.I., Kolesnikov V.O., Elias J., Hawriljuk M.R. Fracture of hydrogenated high nitrogen mangan steels at slide wear // Materials Science. - 2014. – N 4. – P. 110 – 116.

7. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системного комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Е.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № у 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.

8. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32- 37.

9. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

10. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A,271 -275 p.

11. Чи можуть водневі автомобілі скласти конкуренцію електромобілю? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://e-move.com.ua/mogut-li-vodorodne-avtomobili-sostavit-konkurenciyu-elektromobilyam>.

12. Toyota представила прототип водневої вантажівки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://hightech.fm/2017/04/20/hydrogen-truck-toyota>.

13. Transport, Energy and CO₂: Moving toward Sustainability [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.iea.org/publications/freepublications/>.

14. Транспортники обсудят вопросы экологии в Токио [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org>.

15. Honda FCV Concept full version [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://youtu.be/jkgY0hQQ854>.

16. Honda FCV Concept. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.netcarshow.com/honda/2014-fcv_concept.

17. Toyota представила прототип водневої вантажівки. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://news.finance.ua/ru/news/-/399993/toyota-predstavila-prototip-vodorodnogo-gruzovika-foto>.

Рулєвська Тетяна Федорівна – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Єльбакієв Дмитро Геннадійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ СУЧАСНИМИ МЕТОДАМИ

Дана робота присвячена проблемам оцінки ефективності гальмування автомобілів при дослідженні дорожньо-транспортної пригоди. Метод, що розроблюється, включає до себе розрахункові та емпіричні способи дослідження оцінки ефективності гальмування автомобіля. Висновки робляться на основі даних, що встановлені шляхом спостереження та вимірювання. Базою отримання наукових даних у роботі є пошуковий експеримент з оцінки динаміки гальмування автомобілів різної категорії.

Для пояснення процесу екстреного гальмування транспортного засобу (ТЗ) у даній роботі висунута гіпотеза і побудована теорія, на основі якої складені математичні моделі предмета дослідження. Саме математичний опис дозволив систематизувати отримані дані та зробити прогнози, які потім знову були перевірені багатофакторним експериментом. Процес дослідження ускладнюється, якщо модель об'єкта не містить явного опису елементів конструкції, як, наприклад, розрахунок величини усталеного сповільнення ТЗ. При математичному моделюванні такого типу процесу важко виявити взаємозв'язок між числовим значенням усталеного сповільнення ТЗ і особливістю конструкції його гальмівної системи. Реально це можна встановити тільки з використанням результатів попереднього пошукового експерименту. При цьому для обробки отриманих даних необхідно використовувати апарат математичної статистики та постулати теорії імовірності [1-5].

Важливим аспектом розробки наукового методу являється об'єктивність отриманих результатів, оскільки не повинні прийматися на віру будь-які неперевірені ствердження. Для можливості забезпечення належної перевірки у роботі проводилось документування вимірювань, пов'язаних з оцінкою ефективності ТЗ. Це дозволяє у разі потреби зробити відтворення експерименту та оцінити ступінь його адекватності (валідності) у відношенні до теорії. При такому порядку дослідження спочатку теорія пояснює й узагальнює результати попереднього пошукового експерименту, а потім, за допомогою експериментальних досліджень, оцінюється валідність запропонованої теорії до експерименту (рис. 1).

Що стосується моделей об'єктів дослідження, то вони можуть бути детермінованими й імовірнісними. До імовірнісного подання прибігають у випадку неможливості або невмінні описати детерміноване поведіння об'єкта. Виникає питання, як правильно розглядати процес гальмування ТЗ у вигляді випадкової чи детермінованої функції? Відомо, що детерміновані величини підлегли функціональним залежностям, на відміну від випадкових величин, для яких заздалегідь пророчити результат неможливо, тому що він у більшій або меншій мірі обумовлений випадком. Існує два основних джерела виникнення випадкових величин – це, по-перше, вплив на досліджуваний об'єкт великої кількості неконтрольованих факторів, що не враховуються моделлю, по-друге, похибки виміру детермінованої величини. Можна припустити, що всі фізичні об'єкти, у тому числі й процес гальмування ТЗ, є стохастичними, оскільки їхні характеристики носять випадковий характер. Це пов'язано з тим, що всім їм притаманні певні допущення і їхні параметри змінюються в процесі експлуатації, тобто ці характеристики мають вигляд випадкових функцій, для яких існує певне математичне очікування. Також треба враховувати, що всі випадкові величини діляться на дискретні і неперервні. Дискретна випадкова величина приймає фіксовані значення на інтервалі $[a, b]$, наприклад, 0 чи 1. Неперервна випадкова величина приймає на інтервалі $[a, b]$ будь-яке значення з цього інтервалу, наприклад, при оцінці динаміки гальмування ТЗ такою величиною є його усталене сповільнення.

У проведеному дослідженні, наукові гіпотези формулюються на основі критичного аналізу зібраної теоретичної та експериментальної інформації і чітко поставлених завдань, з метою більш глибокого й всебічного вивчення об'єкта, що досліджується. Провідна наукова

гіпотеза даної роботи спрямована на підвищення точності оцінки ефективності гальмування ТЗ і полягає у наступному: по-перше, при моделюванні процесу гальмування ТЗ треба враховувати вплив постійно діючих сил опору повітря, опору коченню коліс і опору підйому не тільки в усталеній фазі гальмування, як це прийнято у існуючих моделях, але і під час реакції водія та час спрацьовування гальмівної системи, тобто на інтервалах часу, коли ТЗ проходить половину свого зупинного шляху. По-друге, якщо сучасні ТЗ обладнанні аеродинамічними пристроями, які здатні впливати на його динаміку руху, то це також треба враховувати при оцінці ефективності гальмування ТЗ. По-третє, на ефективність гальмування ТЗ впливають не тільки експлуатаційні параметри, які враховуються існуючими моделями, але і конструктивні особливості гальмівної системи, а саме сучасні тенденції її розвитку на базі анти блокувальної системи (АБС). При цьому статистична (нульова) гіпотеза дослідження полягає в тому, що динаміка гальмування ТЗ певної категорії, з певною гальмівною системою повинна підпорядковуватись одному з відомих законів розподілу.

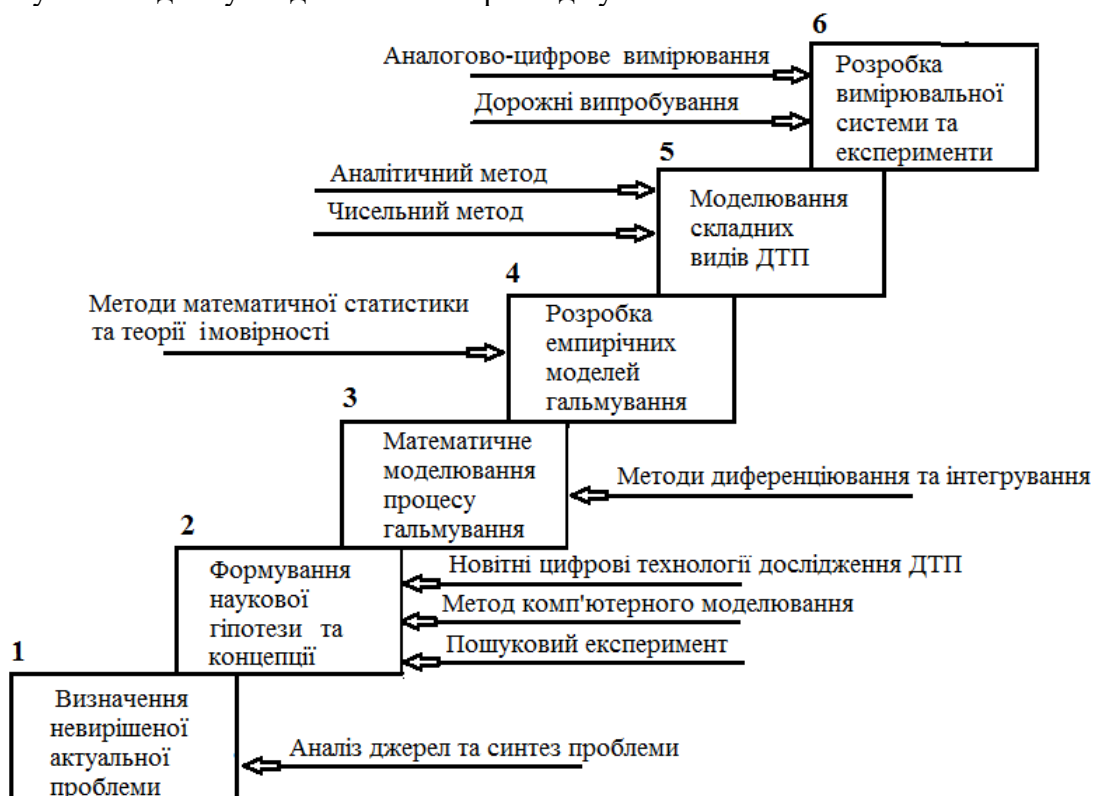


Рисунок 1 – Сходи дослідження

Концепція даної роботи полягає у тому, що процес екстреного гальмування ТЗ слід розглядати не тільки як детермінований, але і як стохастичний процес шляхом розробки синтезованих детермінованих, імовірнісних та регресійних моделей, які б враховували більшість факторів, що впливають на покращення точності оцінки ефективності гальмування ТЗ. Для дослідження та підтвердження наукових гіпотез у роботі застосовані наступні методи: аналізу та синтезу при визначенні наукової проблеми; комп'ютерного моделювання при порівняльному аналізі оцінки ефективності ТЗ; диференціювання та інтегрування складної функції при складанні та вирішенні детермінованих математичних моделей; математичної статистики та теорії імовірності при встановленні закону розподілу випадкової величини усталеного сповільнення ТЗ; регресійного та кореляційного аналізу при визначенні залежності величини усталеного сповільнення від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою ТЗ; аналітичний метод рішення складних задач дослідження механізму дорожньо-транспортної пригоди (ДТП); моніторингу за параметрами руху ТЗ в структурі інтелектуальної транспортної системи; аналогово-цифрового перетворення даних при розробці виміральної системи з оцінки ефективності гальмування ТЗ; експериментальні методи для оцінки ефективності гальмування.

У зв'язку з розвитком цифрових технологій та появою на ринку різних програмних продуктів та пристроїв, які використовуються для дослідження ДТП, виникла нагальна потреба у вивченні сучасних методів автотехнічних досліджень ДТП. За послідовністю застосування цих методів під час дослідження ДТП можна виділити методи отримання та передачі первинної інформації про ДТП, методи виміру та фіксування об'єктів та параметрів на місці ДТП, методи моделювання розвитку процесу ДТП (рис. 2).

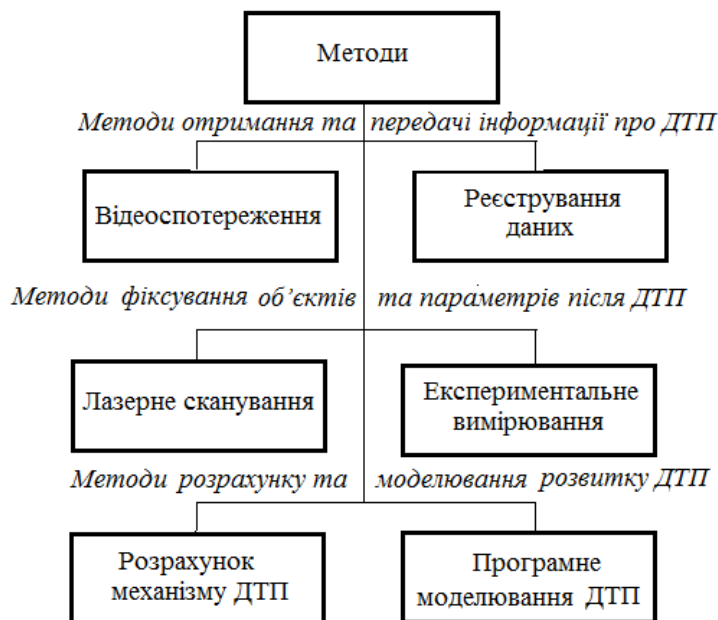


Рисунок 2 – Сучасні методи дослідження ДТП та порядок їх застосування

Таким чином, методологія оцінки ефективності гальмування ТЗ при дослідженні ДТП, яка запропонована у даній роботі, поєднує в собі теоретичні методи математичного моделювання, що спрямовані на підвищення точності оцінки ефективності гальмування ТЗ, та сучасні експериментальні методи дослідження ДТП, які передбачають використання новітніх цифрових технологій отримання та передачі інформації. Можливість застосування сучасних методів при дослідженні ДТП вивчалася за підтримкою фахівців Науково-дослідного експертно-криміналістичного центру при ГУМВС України в Харківській області.

Список літературних джерел

1. Клименко В.І. Дослідження впливу антиблокувальної системи на ефективність гальмування легкового автомобіля / В.І. Клименко, І.А. Давіденко, О.В. Сараєв // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2011. – Вып. 29. – С. 245–249.
2. Стариков Е.Л. Синтез расчетного и экспериментального методов исследования маневра автомобиля / Е.Л. Стариков, А.В. Сараев // Криміналістичний вісник: наук.-практ. зб. ДНДЕКС МВС України; НАВС. – 2013. – №2(20). – С. 184–192.
3. Сараєв О.В. Результати гальмівних випробувань автобуса категорії M_3 стосовно до експертної практики / О.В. Сараєв // Вестник ПНТУ ім. Юрія Кондратюка: сб. научн. тр. – 2014. – С. 32–40.
4. Saraev O. Regressive analysis of braking efficiency of M1 category vehicles with anti-blocking brake system / O. Saraev // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2015. – Вып. 36. – С. 67–72.
5. Сараєв О.В. Закон нормального розподілу випадкової величини усталеного сповільнення автомобіля / О.В. Сараєв // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: зб. н. пр. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. - 2015. - № 10 (1119). - С. 69-81.

Сараєв Олексій Вікторович – д.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів, декан автомобільного факультету, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: sarayev9@gmail.com

*Сахно В. П., д.т.н., проф.; Біліченко В. В., д.т.н., проф.;
Поляков В. М., к.т.н., доц.; Омельницький О. Є.*

ПЕРЕВАГИ, НЕДОЛІКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МЕТРОБУСІВ

Проаналізовано переваги і недоліки системи BRT (Bus rapid transit), яка за деякими параметрами (зокрема, за швидкістю) порівняна з системами легкорельсового транспорту (швидкісного трамваю).

Швидкісний автобус, також Метробус (англ. Bus rapid transit, BRT) – спосіб організації автобусного (або тролейбусного) сполучення, що відрізняється вищими експлуатаційними характеристиками у порівнянні зі звичайними автобусними маршрутами (швидкість, надійність, провізна здатність). За деякими параметрами (зокрема, за швидкістю) системи швидкісного автобусного транспорту можуть конкурувати з системами легкорельсового транспорту (швидкісного трамваю) [1].

BRT є результатом розвитку мережі автобусного суспільного транспорту. В порівнянні з метро цей проект володіє явними перевагами: менша вартість створення мережі, менша вартість рухомого складу, мобільність та інші [2].

Розглянемо відмінність BRT від звичайної автобусної мережі. По-перше, відмінність полягає у повноцінному комплексному підході. Жоден елемент системи не може існувати окремо один від одного. Все прораховано і розплановано заздалегідь і дуже ретельно. Крім того, основна відмінність BRT в тому, що всі маршрути максимально обособлені від доріг загального користування, а в тих окремих випадках, коли це неможливо зробити, автобуси, що входять в систему, мають значну перевагу над іншими транспортними одиницями (рис.1).



Рисунок 1 – Виділена смуга для руху метробуса

При застосуванні метробуса все спрямовано на збільшення швидкості руху та обсягів перевезень. Цьому сприяє не тільки ізоляція від заторів на основній дорожній мережі, але і, здавалося б, такі малозначимі аспекти, як продаж і валідація квитків до посадки в автобус, співпадаюча висота дверей і посадочного пандуса, зручна і зрозуміла навігація і багато що ін (рис. 2) [3].



Рисунок 2 – Пасажирська станція метробуса

Проект BRT припускає рух автобусів по спеціально виділеним і часто обгородженим смугам. Головною перевагою метробуса є його повна ізоляваність на дорозі від решти видів транспорту. Як засіб руху вибираються зчленовані автобуси останнього покоління, оснащені двигунами до 300 к.с. При цьому, як в метро, в салонах метробусів віддається перевага місцям для стояння. Завдяки цьому, тільки один зчленований автобус перевозить до 200 пасажирів [4].

Ця система має ряд незаперечних переваг:

- висока пасажиромісткість і ефективні платіжні системи забезпечують недорогий проїзд;
- висока швидкість пересування дозволяє метробуса перевозити вагому частку пасажиропотоку, що сприяє зменшенню кількості авто на дорогах міста і, відповідно, зменшенню викидів вихлопних газів;
- розширена інформаційна система інформує пасажирів про розклад маршрутів.

Різними авторами було озвучено безліч переваг даного виду транспорту, зокрема: BRT – це перевезення великої кількості людей і вплив на організацію дорожнього руху, BRT – це формат більше для людей, а не для транспорту. BRT - це ліки для транспортної системи і складена вона так, щоб люди побачили якість, сучасність, мобільність, безпеку, архітектуру, і ін. зручності, і більше орієнтувалися на суспільний транспорт [4].

Зручність, безпека і покращена організація дорожнього руху-це далеко не все, що зможе дати пасажиром нова система швидкісного автобусного транспорту. Згідно даному проекту пасажирські швидкісні автобуси пересуватимуться по спеціально виділених смугах. Вони будуть відокремлені від проїжджої частини і обладнані закритими пасажирськими станціями з платформами на одному рівні і підземними переходами.

В даний час, все більше міст вибирають систему швидкісного автобусного транспорту з важливих причин, таким як вартість і зручність. Вартість будівництва такого рейкового ширококоліїної транспорту, як метро, в 10 разів вище, ніж BRT. Більш того, міста, які вибирають систему BRT, можуть бачити результати своєї праці в найкоротші терміни, установка системи може зайняти 2 роки, а будівництво метро може затягнутися десятиліттями.

Розглядаючи переваги метробуса може скластися враження, що це - мало не ідеальне рішення організації перевезень пасажирів в містах. Однак, давайте поглянемо на це з іншого боку. Недоліки очевидні.

1. Автобус - самий неекономічний вид наземного транспорту. Трамвай, або навіть троллейбус, на таких масових перевезеннях були б куди ефективніше. Крім того, не забуваємо і про екологію.

2. У разі метробуса втрачається одна з основних переваг автобуса над іншими видами транспорту - маневреність, і можливість проїзду по будь-яким вулицями без створення додаткової інфраструктури.

3. Автобуси маломісткі. Місткість двохсекційного автобуса приблизно дорівнює місткості одного трамвайного вагона (150-180 чоловік), в разі низькопольних автобусів - ще менше. Трисекційний автобус вмістить незначно більше пасажирів (220-240 максимум).

У зв'язку з чим, на питання: "Чи потрібно такий транспорт створювати у нас", кожне місто повинно вирішуватися індивідуально з урахуванням усіх внутрішніх та зовнішніх факторів.

Список літературних джерел

1. [Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
2. [Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://bus10.kz/index.php/menu2-brt>
3. [Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://econet.ru/articles/4435-metrobus-ili-novaya-sistema-avtobusnogo-dvizheniya>
4. [Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://griphon.livejournal.com/222403.html>
5. [Електронний ресурс] – Ресурс доступу <https://www.autocentre.ua>

Сахно Володимир Прохорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: svp_40@ukr.net

Біличенко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Поляков Віктор Михайлович, к.т.н., доцент, професор кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Омельницький Олег Євгенович – аспірант кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: oleg@autoconsulting.com.ua

*Сосик А. Ю., к.т.н., доц.; Дударенко О. В., к.т.н., доц.;
Щербина А. В., к.т.н., доц.*

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИПРОБУВАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

Запропоновано конструкцією навантажувального електричного пересувного інформаційно-вимірювального комплексу для поліпшення сервісного обслуговування машинно-тракторних агрегатів

Вступ. Сучасні трактори, навісне та причіпне обладнання у співпраці з системами навігації надають можливість впровадження схем сільськогосподарських робіт з мінімальними експлуатаційними витратами. За умови обмеженого рівня механізації сільських господарств України, що пов'язано з економічним станом, навантаження на одиницю техніки максимальне, а режим експлуатації, як правило, цілодобовий.

Ці фактори примушують під час організації сервісного обслуговування машинно-тракторних агрегатів (МТА) приділяти багато уваги якісній діагностиці з метою визначення технічного стану вузлів та агрегатів з подальшим уточненням переліку робіт з поточного ремонту.

Основний розділ. Головними показниками роботи МТА є реалізація тягового зусилля на гаку та витрата палива, що, безумовно, залежить від технічного стану силової установки та трансмісії. Впровадження методів щодо визначення технічного стану двигуна внутрішнього згоряння є важливим кроком в організації сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки.

Визначення експлуатаційних параметрів двигуна можливо двома способами:

- динамометруванням на причіпному пристрої;
- динамометруванням через вал відбору потужності.

Аналіз сучасного ринку засобів динамометрування показує, що найбільш доцільним способом для визначення експлуатаційних характеристик є застосування пересувних мобільних динамометрів, що оперують обертальним моментом валу відбору потужності (ВВП). Перевагою таких динамометрів є можливість вільного пересування від одного агрегату до іншого та широкий діапазон модельного ряду МТА, що підлягає діагностичній дії.

В тракторобудуванні, як правило, використовують незалежні або залежні одно- чи двошвидкісні приводи ВВП (New Holland, Shibaura, CASE, Carraro, Massey Ferguson). Завдяки прямому механічному приводу від двигуна до валу відбору потужності, використання цього елемента, як контрольної ланки, є достатньо перспективним напрямком.

Головним питанням при впровадженні пересувного динамометричного стану є необхідність визначення типу навантажувального пристрою, що повинен відповідати декільком вимогам: мінімальні ваго-габаритні показники, незалежність від зовнішнього енергопостачання та універсальність.

Зазвичай застосовуються гідравлічний або електричний навантажувальні пристрої. Найбільш поширеними гальмівними пристроями (ретардерами) є продукти виробництва TELMA, JACOBS та інші. Їх використовують на вантажних транспортних засобах у якості додаткового гальмівного пристрою.

Головною перевагою застосування електричного ретардери у навантажувальному стенді є:

- характеристика гальмівного моменту, що максимально реалізована вже на обертах ротора близько 400хв^{-1} ;
- повітряна система охолодження;
- визначення гальмівного моменту за рахунок спрощеної схеми з тензометричним датчиком;
- зміна величини гальмівного моменту шляхом підключення різної кількості пар обмоток статора.

Динамометрування машино-тракторних агрегатів планується запровадити групою компаній “ПолеТехніка” під час сервісного обслуговування машинно-тракторних агрегатів бренду NewHolland.

Висновки. Найбільш доцільною конструкцією для визначення експлуатаційних показників машинно-тракторного агрегату є динамометрування його силової установки за допомогою навантажувального електричного пересувного інформаційно-вимірювального комплексу.

Список літературних джерел

1. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки, Книга 1. К., Україна: Грамота, 2003.
2. Гребнев В. П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства / В. П. Гребнев, О. И. Поливаев, А. В. Ворохобин. – М., Россия: КноРус, 2011.
3. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Гришук, та М. П. Цюман. – К., Україна: НТУ, 2014.

Сосик Андрій Юрійович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів, Запорізький національний технічний університет.

Дударенко Ольга Василівна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів, Запорізький національний технічний університет.

Щербина Андрій Васильович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів, Запорізький національний технічний університет.

Ставицький О. В.; Стадник Л. Г.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

КОНЦЕПЦІЯ АВТОМОБІЛЯ МАЙБУТНЬОГО

В роботі в стислій формі проведено аналіз існуючих даних та результатів досліджень стосовно застосування нових матеріалів та технологій, а також тенденції розвитку в автомобільній промисловості.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку пов'язаного з систематизацією інформації впровадження та застосування нових технологій в автомобілебудуванні [1-10]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових матеріалів та технологій в автомобільній промисловості.

Самоврядні (самокеровані) автомобілі - новітня і вельми перспективна розробка компанії Google. Яка першою заявила про це [11, 12]. Слід за Google свої варіанти автономних систем управління транспортом почали розробляти інші великі автовиробники, а також Tesla. Особливість самоврядних автомобілів в тому, що вони не вимагають водія. Це впливає на: відсутність педалей і керма, який звільняє інтер'єр, відбувається редизайн, підвищується безпека, збільшуються різноманітні датчики та навігаційні технології. Підвищується швидкість обробки інформації про дорожній рух. Існує думка, що самоврядні автомобілі неминуче зроблять революцію, позбавивши людей від необхідності триматися за кермо протягом довгого часу [11, 12].

Сучасні автомобілі є потужними обчислювальними платформами. Ця тенденція буде тільки зростати з введенням автоматичних функцій безпеки і безпілотних варіантів машин. Камери, графічні процесори, датчики, та мережеве обладнання, все більше насичують автомобілі. Все більш широке використання камери, і програмне забезпечення будуть мати з використанням штучного інтелекту, що допомагає аналізувати стан машини в режимі реального часу.

Tesla і інші автовиробники запропонували, замість бічних дзеркал використовувати низькопрофільні камери. У поєднанні з внутрішнім монітором, результат був би більш аеродинамічним для автомобілів, особливо корисно для електромобілів [13].

Для запобігання зіткнень в машини встановлюють системи зондування від Mobileye. Багато безпілотних машини, (включаючи компанію Google), покладаються на принципово нові радари. Так для автономних транспортних засобів NVIDIA DAVE2, навчив себе правилам дорожнього руху за допомогою нейронної мережі, використовуючи тільки дані камер з реальних машин. Це вражає, що він може їздити правильно по самих різних дорогах після кількох місяців навчання.

Корпорація Toyota планує вкласти близько одного мільярда доларів в розробку штучного інтелекту. Для розробки штучного інтелекту буде створено окрему компанію в Силіконовій долині в США. Яка вже назву Toyota Research Institute і буде співпрацювати з Массачусетським технологічним інститутом та Стенфордським університетом [13].

Корпорація Toyota представила новий концепт автомобіля під назвою Concept-i. Новинка оснащується системою штучного інтелекту Yui. Технологія взаємодіє з водієм, при цьому постійно вдосконалюється і підлаштовується під автовласника. Наприклад, машина здатна запам'ятовувати маршрути, заздалегідь оплачувати місце на парковці або вибирати більш зручний варіант під'їзду. Крім цього система може стежити за станом здоров'я власника і його настроєм.

У прототипі відсутня приладова панель, вся необхідна інформація проектується на лобовому склі концепту. Concept-i може самостійно змінювати підсвічування салону, в

залежності від настрою і переваг автовласника. За допомогою спеціальних панелей машина здатна передавати короткі повідомлення іншим учасникам руху. Так автомобіль може попередити інших автомобілістів про стан доріг, небезпечних ділянках трас або аваріях. Система автономного водіння може бути активована в будь-який момент. У разі якщо управління Concept-i бере на себе водій, Yui включить функцію підказок. Технічні характеристики концепту поки не відомі. Швидше за все, машина отримає електричну силову установку [13].

Стосовно електромобілів, то тут ми спостерігаємо тенденцію, що цей напрямок в автомобільній галузі становиться пріоритетним. І яскравим прикладом є всесвітньо відомий підприємець Ілон Маск, що просуває та постійно вдосконалює лінійку автомобілів Tesla. На які він, за прикладом Стіва Джобса та корпорацією Епл, хоче втілити найсучасніші досягнення в галузях пов'язаних з електронікою.

У березні 2014 року на Женевському автосалоні Apple представила CarPlay - систему інтеграції iPhone з автомобілем. Здійснювати дзвінки, використовувати карти з навігацією, перемикає треки в плеєрі і працювати з повідомленнями в смартфоні можна буде за допомогою сенсорного екрану на приладовій панелі автомобіля. Основний інструмент управління - звичайно ж, віртуальний помічник Siri. Першими машини з підтримкою CarPlay покажуть Ferrari, Mercedes-Benz і Volvo. Паралельно свою систему Android просуває в автомобілі і Google, що підтримує коаліцію Open Automotive Alliance. Кріс Урмсон, глава проекту самоврядних машин інтернет-компанії, називає це «майбутнім світом автомобілів, які будуть не дурніші за нас»: «Хто знає, може, в якийсь момент не ми будемо управляти ними, а вони нами» [14].

Айлон Макс каже: "Злиття людини з машиною - це майбутнє. А найближчий ефект від технологій - це автономні машини. Вони замінять водіїв. Такий процес може зайняти до 20 років, він буде швидким і руйнівним». Також Маск нагадав про штучний інтелект, який, за його словами, могутніше людського мозку і простягається далеко за межі безпілотних автомобілів [15].

Виходячи з цього, можна зробити висновок: що найновіші технології пов'язані з самими різними галузями науки та техніки (нові матеріали (наноматеріали), досягнення в електроніці, штучному інтелекті та ін.) будуть постійно впроваджуватись в автомобілебудуванні та сприяти вдосконаленню автомобілів з метою як найбільше задовольнити потреби споживачів.

Економічна і екологічна мотивація вдосконалення конструктивного виконання і технології експлуатації різних транспортних засобів здійснюється як еволюційними, так і інноваційними способами.

Останнім часом ажітаж навколо ідей і концепцій автомобіля майбутнього досяг пікової точки. Традиційні автомобільні компанії демонструють на автосалонах захоплюючі опції підключеності; великі підприємства і технологічні стартапи також вступають в гру [16].

Інтернет речей все більше стає частиною в повсякденному житті, і автомобіль може бути одним з найважливіших пристроїв, які необхідно підключити до Мережі. Скоро наші автомобілі можуть перетворитися в пересувні комп'ютери або розважальні центри, начинені міриадами сенсорів і засобів комунікації, які обмінюються найрізноманітнішою інформацією з нашим будинком, телефоном або іншими персональними пристроями.

На думку Річарда Отто з компанії Faraday Future, автомобіль стане продовженням водія-користувача, підключеного до різних аспектів повсякденного життя: «Користувач прокидається вранці і збирається на роботу, а підключена машина Faraday Future вже оцінила ситуацію на дорогах і відправила йому на телефон звіт про труднощі, побудувала альтернативний маршрут, підбрала його улюблені пісні, налаштувала положення крісла, температуру в салоні та ін.» [17]

Коли-небудь машини зможуть відстежувати стан здоров'я водія і передавати лікуючому лікарю статистичні дані про життєво важливі функції організму пацієнта.

Згідно з результатами опитування, споживачі очікують впровадження інтегрованих в автомобіль технологій з великим ентузіазмом. Більшість респондентів (61%) хочуть, щоб їх авто стали більш інтегрованими зі смартфонами [16].

Не менш важливим визнається функціонал вбудованих в автомобіль технологій, спрямованих на забезпечення безпеки.

10 нових технологій, які змінюють взаємодію водія з машиною:

- індикатори на лобовому склі (тобто на лобовому склі відображається інформація або показання приладів, як на моніторі);
- трансформований кузов (наприклад, пікап, що трансформується в кроссовер);
- активне відстеження за станом здоров'я (наприклад, ремінь безпеки може стати носиться пристроєм, вимірює пульс водія та ін.);
- покращений жестовий контроль (наприклад, перемикання радіостанцій рухом руки);
- біометричний доступ до систем автомобіля (наприклад, завод двигуна по відбитку пальця);
- повна інтегрованість з смартфоном (тобто можливість доступу до смартфона з приладової панелі автомобіля);
- система обмеження контролю водія (тобто автомобіль переходить в режим самоврядування в аварійній ситуації);
- індикатори доповненої реальності на лобовому склі (тобто накладення додаткових візуальних образів та інформації, що відображаються на лобовому склі, на навколишні предмети);
- віддалене виключення автомобіля (тобто вимикання автомобільних систем за допомогою мобільного додатку при спробі угону) ;
- комплексне відстеження автомобіля (тобто відстеження місцезнаходження і пересування автомобіля в разі його зникнення або викрадення).

Завдяки Франкфуртському автомобільному салону в цьому році ми тепер знаємо що можна очікувати від автомобілів майбутнього. Так як світ тепер все більше переходить на чисту енергію, виробництво електромобілів зростає. Більш того, багато хто з представлених на виставці моделей були не просто концептами для демонстрації ідей і можливостей автовиробника, а автомобілями які незабаром увійдуть у масове виробництво [18].

Концепт нового електричного автомобіля від компанії Audi, який на одному заряді повинен проїхати 500 миль. Такий прогноз говорить про те, що це як і раніше концепція, над якою все ще працює Audi (рис.1).



Рисунок 1 – Audi-Aicon

Німецький виробник автомобілів недавно показав свій компактний позашляховик. Їхній автомобіль буде буквально напханий різними технологічними новинками включаючи сенсорні екрани. Акумулятор 60 кВт буде підтримувати бездротову зарядку і зможе рухати ваш автомобіль цілих 250 миль (рис. 2).



Рисунок 2 – Mercedes Benz EQA

Один з самих популярних концептів у Франкфуртському автосалоні 2017. Цей шикарний седан здатний конкурувати з фаворитом ринка електромобілів Tesla. Автомобіль має максимальну швидкість 120 миль на годину і діапазон 373 миль за заряд. Він ще не надійшов у продаж, але коли це трапиться він приєднається до електромобілів і3 і і8 компанії BMW (рис. 3).



Рисунок 3 – BMW i-Vision Dynamics

Японський автовиробник Honda пообіцяв мати повністю електричний варіант для всіх своїх майбутніх моделей, що продаються в Європі.



Рисунок 4 – Honda Urban EV

Компанія Jaguar прийняла рішення електрифікувати всі свої моделі автомобілів до 2020 року. Jaguar i-Pace (рис.5) буде самою ранньою версією яка вийде вже в 2018 році. Цей позашляховик оснащений акумулятором потужністю 90 кВт і виробляє 400 кінських сил.



Рисунок 5 – Jaguar i-Pace

Щороку на автошляхах світу від нещасних випадків гине близько мільйона людей. Більшість аварій трапляється саме через людський фактор. В Intel постійно стверджують: усунувши людину-водія від керма та замінивши його штучним інтелектом, можна значно зменшити кількість ДТП аж до повного їх виключення. Корпорація анонсує вихід тисячу самокерованих автомобілів вже наступного року. У кожній машині будуть встановлені датчики та сенсори, пристосовані до певних погодних умов, ситуацій на дорогах тощо.

Зокрема, машини нового покоління обладнають декількома камерами – як ззаду та спереду, так і з обох боків автомобіля. Їхня взаємодія дасть можливість пересуватися містом без наявності водія, посиливши при цьому безпеку руху.



Рисунок 6 – Презентація нового автомобіля Intel

Також, Intel працює над побудовою мапи, яка б оновлювалась у режимі онлайн та могла скеровувати штучний інтелект під час пересування вулицями міста. Це буде мобільний додаток, у якому безпечно прокладений шлях матиме зелений колір, а от люди, інші машини, сторонні предмети на дорогах – виключно червоний [21].

Німецька компанія Sono Motors розробила бюджетний електромобіль на сонячних батареях, серійне виробництво якого стартує вже в 2019 році.

Три інженера з Мюнхена займалися розробкою доступного електромобіля на сонячних батареях протягом трьох років. Кошти на інженерно-конструкторські роботи німці залучили за допомогою краудфандінгової кампанії, зібравши за кілька місяців понад 600 тисяч євро на будівництво першого ходового прототипу і його випробування. В результаті вийшов електромобіль під назвою Sion, обладнаний сонячними панелями [22].



Рисунок 7 – Sono Motors «сонячний» електромобіль з двома варіантами акумуляторних батарей

Всього на компактному кузові вдалося розмістити 330 фотоелементів, захищених від механічного впливу і несприятливих умов навколишнього середовища тонким полікарбонатним покриттям. Сонячні батареї самі по собі здатні забезпечити Sion запас ходу в 30 кілометрів. Sono Motors планували випускати «сонячний» електромобіль з двома варіантами акумуляторних батарей - ємністю 14,4 і 30 кВт·ч.

У першому випадку запас ходу становив близько 100 кілометрів, а в другому - вже 250 кілометрів. Однак від «молодшої» версії вирішено відмовитися - попередні замовлення клієнтів надходили тільки на «старшу» модель. За допомогою системи швидкої зарядки батареї електрокара можна зарядити від розетки на 80% всього за 40 хвилин. Втім, акумулятор можна зарядити і з допомогою сонячних батарей - всього за вісім годин.

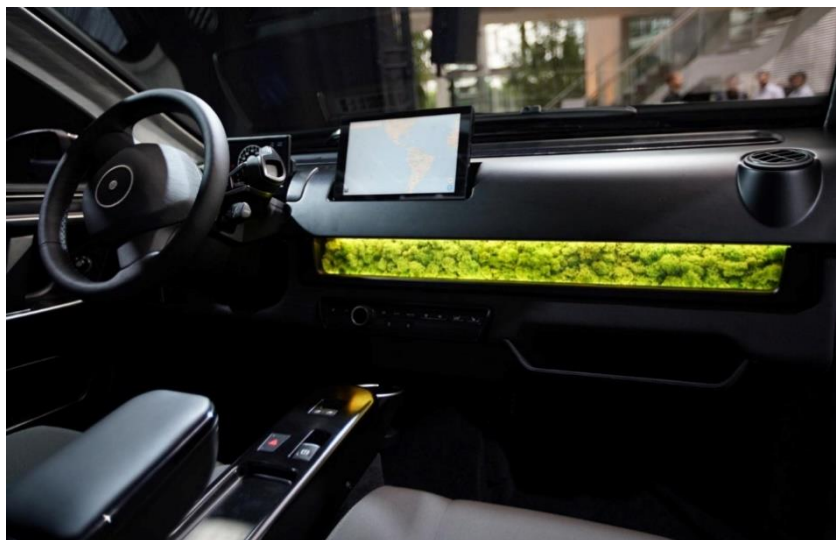


Рисунок 1 – У Sono Motors на центральній панелі розташований незвичайний салонний фільтр на основі ... моху

На центральній панелі розташований незвичайний салонний фільтр на основі ... моху. Як заявляють розробники, мох фільтрує до 20% дрібних частинок пилу і заодно підтримує необхідний рівень вологості в салоні. А ще є 10-дюймовий сенсорний екран. Sion буде продаватися в Європі з 2019 року за ціною всього 16 тисяч євро, але у вартість не включена батарея: за неї потрібно доплатити ще 4000, або оформити оренду [22].

«Ми стоїмо біля витоків можливостей нового ринку транспортних послуг. В майбутньому компанії зможуть запропонувати ціновий діапазон, який відповідає не тільки попиту на ту чи іншу послугу, а й цілій низки додаткових опцій. Компанії зможуть стягувати плату за знос автомобіля, рекомендувати споживачеві найбільш дешевий спосіб і час здійснення щоденних поїздок на роботу, а також пропонувати машину, яка найбільш відповідає вашим потребам в момент замовлення автомобіля (робота, побачення). Втім, компанії самі пропонуватимуть такі послуги, принаймні якщо вони будуть затребувані і отримують необхідну підтримку з боку влади.

Наприклад, споживачі в кінцевому підсумку, ймовірно, вважатимуть такі щоденні поїздки з дому на роботу і назад настільки дешевими і зручними, що цей вид транспорту стане для них офісним простором, як це вже відбувається з поїздками на поїзді.

У свою чергу, це змінить вигляд міст: все більше людей приїжджатимуть на роботу на автомобілях, які не потрібно паркувати в центрі, що звільнить величезні простору, які можна буде використовувати в інших цілях. Таким чином, найзначніші зміни відбудуться не як наслідок самих технологій, а як результат викликаних ними соціальних перетворень» [18].

Більш докладно про концепцію автомобілів майбутнього можна дізнатись з наступних джерел [18-27].

Висновки. Автомобілебудування є однією з найбільш передових галузей промисловості, яка акумулює майже всі винаходи в галузі техніки, роблячи транспортні засоби все безпечніше і комфортніше. Причому при створенні нових систем і технологій нерідко об'єднуються найдавніші конкуренти, а іноді вони одночасно приходять до одного і того ж рішення.

Автономні транспортні засоби та ряд вбудованих в автомобіль технологій будуть мати успіх, якщо споживач добровільно погодиться передати їм управління і в якійсь мірі довірити машині свою безпеку. Тому перевага, цілком ймовірно, матимуть відомі бренди, вже заслужили довіру споживачів.

Список літературних джерел

1. 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.

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

3. 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.

4. 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.

5. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

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

7. 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.

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

9. Хорольський С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 366 -368.

10. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368 -370.

11. Google рассекретил автомобили с искусственным интеллектом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://auto.vesti.ru/news/show/news_id/338692.
12. Самоуправляемые автомобили. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hi-news.ru/tag/samoupravlyaemye-avtomobili>.
13. Автомобили с искусственным интеллектом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://neuronus.com/news-tech/1195-avtomobili-s-iskusstvennym-intellektom.html>.
14. Почти как люди: 5 концепций автомобиля будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://republic.ru/biz/1085037/>.
15. Илон Маск рассказал, что будет с землянами через 20 лет. Режим доступа : https://ru.tsn.ua/nauka_it/vopros-smysla-zhizni-i-cifrovoy-mozg-ilon-mask-rasskazal-cto-budet-s-zemlyanami-cherez-20-let-805278.html.
16. Ключ к будущему автомобильных технологий – понимание потребителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.pwc.ru/ru/publications/driving-the-future/PWC_AutoTech_russian_Eversion.pdf.
17. Интервью с Ричардом Отто з компанії Faraday Future [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.pwc.ru/ru/publications/driving-the-future/PWC_AutoTech_russian_Eversion.pdf.
18. Топ автомобилей будущего. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://hitechlabs.ru/electric-car/top-5-koncepcij-jelektricheskikh-avtomobilej-budushhego.html>.
19. Концепткары. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://realcars.ru/conceptcar>.
20. Автомобілі майбутнього: ТОП-5 неймовірних концептів Паризького автосалону. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.autocentre.ua/news/concept/avtomobili-budushhego-top-5-neimovernih-kontseptov-parizhskogo-avtosalona-318620.html>.
21. Bosch презентував свій концепт автомобіля майбутнього на MWC 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ecotechnica.com.ua/transport/2159-bosch-prezentoval-svoj-kontsept-avtomobilya-budushchego-na-mwc-2017.html>.
22. Перший в світі електромобіль на сонячних батареях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.popmech.ru/vehicles/news-379842-pervyy-v-mire-elektromobil-na-solnechnyh-batareyah>.
23. Автомобілі майбутнього I концепт-кари CHEVROLET. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://chevrolet-auto.kz/vse-o-chevrolet/avtomobili-budushchego>.
24. Smart представив концепт безпілотного автомобіля майбутнього. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://weekend.rambler.ru/interest/smart-predstavil-kontsept-bespilotnogo-avtomobilya-budushchego-2017-09-01>.
25. Концепти машин майбутнього [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.avtoshkola.zp.ua/koncepty-mashin-budushhego/>
26. Майбутні концепти [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hevcars.com.ua/news/concept-ecocars>.
27. Автомобілі майбутнього [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://naked-science.ru/article/nakedscience/avtomobili-budushchego>.

Ставицький Олександр Володимирович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Стадник Людмила Дмитрівна – магістрантка кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Стадник О. І.; Бувалець М. Ю.; Шматко О. Е.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

В роботі в стислій формі розглянуті методи та засоби боротьби з корозією автомобільних деталей.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільної галузі [1 - 10]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових корозійностійких матеріалів та методів боротьби з корозією для автомобільних деталей.

Корозії піддається більшість металів і сплавів, з яких виготовлений автомобіль, тому захист від корозії - необхідна умова тривалого терміну служби автомобіля.

Навидь, компанія Tesla, у 2018 році, почала відкликати 123 тисячі електромобілів марки Model S по всьому світу. Причиною цього стала потенційна корозія деталей гідропідсилювача керма. «Особливо це загрожує тим власникам електромобіля Model S, які проживають в холодному кліматі. При цьому відкликанню підлягають лише моделі, вироблені до квітня 2016 року. Компанія має намір замінити деталі керма в відкликаних електромобілях». Міра з відкликанням моделей зроблена, щоб запобігти можливим майбутнім складнощам з контролем автомобіля. У компанії заявляють, що аварій, пов'язаних з корозією не було зафіксовано. У компанії відзначили, що водії можуть як і раніше користуватися автомобілем аж до відкликання, враховуючи лише, що для повороту керма може знадобитися більше зусиль [11].

У загальному випадку характер корозії визначається середовищем, тому розрізняють два основних види корозії - хімічну і електрохімічну.

Хімічна корозія виникає в результаті впливу на метали газів і рідин, які не є провідниками електричного струму (бензин, масло). Прикладом хімічної корозії може служити окислення клапанів двигуна внутрішнього згоряння, паливних баків, трубопроводів деталей системи живлення автомобільних двигунів.

У процесі хімічної корозії на поверхні металу утворюється плівка оксиду. У алюмінію, хрому, свинцю, нікелю, олова ця плівка дуже міцна і оберігає метал від корозії. Плівка оксиду заліза і інших чорних металів міцна і є причиною проникнення корозії вглиб. Утворення окалини на деталях випускної системи автомобільного двигуна наочно підтверджує поширення хімічної корозії в матеріалі цих деталей.

Найбільш поширеним видом електрохімічної корозії є атмосферна корозія, суть якої полягає в тому, що різномірні метали при зануренні в електроліт утворюють гальванічні пари. При цьому метал, що володіє більш високим потенціалом, буде катодом, а метал з меншим потенціалом - анодом.

Оскільки основні деталі автомобіля, наприклад кузов, виготовляють із залізобуглецевих сплавів, неоднорідних за своєю структурою, то при зіткненні з атмосферною вологою на поверхні кузова утворюються мікроскопічні гальванічні пари. Вони є причиною виникнення електричного струму на поверхні металу. При цьому ділянки кузова, що представляють аноди гальванічних пар, починають руйнуватися, так як мають негативний електродний потенціал. Атоми анодів переходять в електроліт в формі іонів, залишаючи еквівалентну кількість електронів в аноді.

Залежно від характеру руйнування корозія може бути: рівномірна, місцева і межкристалітна (по межах зерен). Перші два види обумовлюються хімічною взаємодією, а межкристалітна корозія має електрохімічну природу. Вона найбільш небезпечна, тому що супроводжується помітним зниженням міцності сплаву і виявити її за зовнішнім виглядом дуже важко.

Багато деталей на автомобілі схильні також до так званого корозійного зносу, який виникає під дією знакозмінного навантаження і корозійного впливу навколишнього середовища.

Способи захисту від корозії автомобільних деталей можуть бути розділені на наступні групи:

- покриття неметалевими речовинами;
- металеві покриття;
- дифузійне насичення поверхневого шару) покриття плівками оксидів (хімічні покриття), створення корозійностійких сплавів.

Покриття неметалевими речовинами - нанесення на поверхню металу фарб, лаків, антикорозійних паст, захисних мастил, пластмас.

Металеві покриття - нанесення металу на поверхню сталевого виробу гарячим і гальванічним способами.

Для автомобілів застосовують такі види гальванопокриття, як обміднення, нікелювання, хромування декоративних деталей (бампери, обідки фар і ін.).

Дифузійний спосіб полягає в насиченні поверхневих шарів сталеві деталі різними елементами, що вступають в хімічну сполуку.

Прикладами можуть служити цементація, ціанування, алітування, які широко застосовуються для виготовлення відповідальних деталей автомобіля.

Покриття плівками оксидів має два різновиди - оксидування і фосфатування.

Створення корозійно-стійких сплавів здійснюється введенням в сталь легуючих добавок хрому, алюмінію, нікелю, вольфраму, кремнію, та інших елементів, що підвищують опір корозії і поліпшують інші характеристики металу для відповідальних деталей автомобіля.

Для автомобільного транспорту характерне використання агресивних засобів, високих температур і тисків, великих швидкостей потоків, а також умов, коли виробу експлуатуються при одночасному впливі агресивного середовища і великих механічних навантажень, тобто факторів, що сприяють корозії [12 – 15].

Існує кілька методів по боротьбі з вогнищами корозії:

- пасивний;
- перетворюючий;
- активний.

Пасивний підхід полягає в ізоляції металу від несприятливих впливів навколишнього середовища.

Відео про боротьбу з корозією на автомобілі можна подивитись за посиланням [16].

Активний спосіб має на увазі процедуру пов'язану з нанесенням різних захисних засобів на днище і кузовну частину машини, а також на зони, які найбільше схильні до вогнищ корозії. У момент появи іржі на металі кузова рекомендується провести оперативну обробку схильних до місць з допомогою перетворювача іржі. Грунт, не тільки сприяє запобіганню подальшого гниття, але і надає необхідний захист поверхні від нових вогнищ і вам не потрібно буде робити будь-яких кардинальних заходів, наприклад, здійснювати заміну порогів кузова транспорту. Слід не забувати, що кузов експлуатованого автомобіля вже схильний в деякій мірі до появи корозії металу.

Усунути її повністю практично не реально, але частково можна видалити. З цієї причини, основним завданням є запобігання поширенню іржі і захист ще уцілілих від корозії місць. Перед ремонтними роботами необхідно видалити покриття, яке має корозійні пошкодження і підозрілий вигляд. Рекомендується особливо придивитися до стиків між

різними деталями, а також на порожнини, що мають важкодоступність, які найчастіше сприяють накопиченню бруду. Також іржі утворюються в областях з маленькою вентиляцією. З цієї причини слід провести перевірку, уважно оглянувши всі приховані порожнини: лонжерони, дверні корпусу, стійки і пороги.

Протекторний метод захисту. Що стосується протекторного захисту, то для процесу його реалізації слід щільно прикріпити протектор до очищеної поверхні де захищається метал. Якщо ця конструкція піддається вологості, то відповідаючи хімічній реакції електрони протектора пересунуться до металу, де він захищається і на катоді утворюється процес виділення водню. Кожен іон протектора, буде об'єднуватися з киснем, і в результаті посприє викликом окисної реакції, яка може привести до появи гідроксиду металевого матеріалу, з якого зроблений протектор. В результаті чого ви отримаєте катодний захист корпусу до того моменту, поки протектор повністю не буде зруйнований через корозійні наслідки. Більшість легкових автомобілів, експлуатуються в абсолютно інших умовах. З цієї причини протекторний захист має в даному випадку локальний характер і забезпечує захист тільки тих місць, які досить близько до самого протектору. Крім того, для використання цього методу захисту необхідно мати дефіцитний метал для протекторного захисту, одним з найефективніших методів, є електрохімічний захист.

Електрохімічний метод захисту. На сьогоднішній день існує пристрій, наприклад «Акор», завдяки якому ви можете забути про антикорозійну обробку. Установчий процес даного пристрою може зайняти близько тридцяти хвилин, а в подальшому можете просто викинути з голови проблеми, що стосуються появи іржі. Електрохімічний спосіб захисту полягає в електродному потенціалі всіх конкретних металів. Ефективний електрохімічний захист з'являється завдяки катодному захисту. Електрохімічний метод катодного захисту полягає в потенціалі металевого матеріалу, який зсувається до негативної області щодо потенціалу корозії. Електрохімічний метод має на увазі зсув потенціалу, який здійснюється за допомогою використання станції катодного захисту як зовнішнього джерела, що видає постійний струм, або з'єднання з іншим металом, який є більш електронегативним за своїм електродним потенціалом при катодному захисті. Анодні реакції, що обумовлюють процес утворення корозії, можуть бути локалізовані за допомогою допоміжних електродів.

Принцип дії електрохімічного захисту який також називають катодним, заснований на особливостях протікання окислювально-відновних реакцій. Суть полягає в тому, що на поверхню, що захищається накладають негативний заряд.

Створити електрохімічний захист при наявності металевого гаража досить просто. Для цього достатньо підключити даний об'єкт до позитивного роз'єму акумуляторної батареї автомобіля через додатковий резистор і монтажний провід.

Захист автомобіля від корозії електрохімічним способом з використанням в якості анодів захисних електродів розрахований також на експлуатацію в русі. Протектори встановлюють в найбільш уразливих для корозії місцях кузова, представлених порогами, крилами, днищем.

Електронний метод захисту. Також існує електронний метод захисту і усунення, який заснований на новій технології. Обладнання «Фінал Коат» розроблене в США за підсумками безлічі досліджень може уповільнювати процес утворення корозії в машині до 99,7%. Цей засіб використовується вже більше десяти років сотнями тисяч автомобілістів, і завдяки цьому приладу власники машин виходять переможцями у війні з корозією. Робота цієї технології полягає в подачі імпульсивного змінного струму для того, щоб з'явився рівномірний потік з вільними електронами. Електрони, які розташовані в рівномірному потоці, не беруть участі у взаємодії з атомами металу і в результаті утворення і, що найважливіше, поширення корозії практично зупиняється [17].

Ще одне відео о боротьбі з корозією в автомобілі можна подивитись тут [18].

Способи боротьби з корозією.

Використовують кілька способів, що дозволяють прибрати іржу з кузова автомобіля. Порядок виконання робіт не відрізняється при використанні різних способів і складається з таких етапів [19]:

1. Підготовка автомобіля і його огляд.
2. Усунення іржі на кузові авто своїми руками механічним або хімічним шляхом.
3. Обробка пошкодженої ділянки антикорозійним складом.
4. Фарбування іржавих місць автомобіля і їх полірування.



Рисунок 1 – Корозія на автомобілі проявляється в основному в прихованих деталях, і її важко розпізнати відразу

Як виявити іржу. Видалити іржу з кузова автомобіля можна тільки після виявлення всіх вогнищ. Перед оглядом автомобіль ретельно миють, щоб бруд не приховував місця пошкоджень, після чого проводять ретельний огляд. Великі вогнища корозії відразу ж кидаються в очі, а дрібні - добре помітні тільки на кузовах світлого кольору. Особливу увагу приділіть ділянкам авто, які знаходяться в зоні ризику. Після виявлення всіх вогнищ можна видалити іржу з кузова автомобіля механічним і хімічним способами. Відшарування лакофарбового покриття обов'язково потрібно прибрати. Навіть якщо в даний момент корозійний процес на цих ділянках ще не почався, в таких пошкодженнях волога накопичується і зберігається тривалий час.

Видалення іржі. Обробка іржі на кузові автомобіля своїми руками починається з зачистки окислених місць до металу. Щоб видалити іржу з автомобіля механічним способом застосовують ручне шліфування або зачистку за допомогою спеціальних інструментів (піскоструминного апарату, шліфувальні машини). Тим самим інструментом можна очистити гальмівні диски від іржі. Ручна зачистка проводиться за допомогою металевої щітки або крупнозернистого наждачного паперу P220-80. Щоб прибрати корозію з машини вручну, виконавець витрачає багато часу і сил. При обробці шліфувальною машиною потрібно правильно вибрати абразивний диск. Не використовують для усунення іржі зачисні і шліфувальні кола, так як вони знімають товстий шар неушкодженого металу. Легко

видалити іржу з кузова автомобіля піскоструминним апаратом. Цей метод дозволяє провести найефективнішу зачистку, так як піщинки, що подаються з сопла апарата під тиском, проникають навіть в найдрібніші пори і тріщини, усувають м'які проржавілі ділянки, але при цьому не пошкоджують метал.

Якщо ви використовуєте для усунення іржі піскоструминний апарат, потурбуйтеся про загороді, так як піщинки розлітаються на велику відстань від автомобіля.



Рисунок 2 – Підготовка автомобіля до фарбування дуже важлива

У середовищі автовласників користується популярністю хімічна обробка металу від іржі перед фарбуванням. На пошкоджену ділянку наносять спеціальний склад – «видалювач» іржі для авто, який вступає в реакцію з оксидами заліза і розчиняє їх.

Різновиди очищувачів іржі для автомобіля [20].

Модифікатор іржі - це не поодинокий продукт, а цілий клас речовин, кожний з яких застосовується по-різному.

Грунтовки-модифікатори - призначені для створення основи перед фарбуванням проблемних місць.

Стабілізатори - створюють з оксидів більш стійкі солі.

Модифікатори, що перетворюють - для перетворення окремих активних солей, що входять до складу іржі, в неактивні малорозчинні сполуки.

Пенетраційні - для ущільнення продуктів корозії.

За діючою речовиною нейтралізатори поділяються на два основних типи:

1. На основі кислот - такі склади користуються великою популярністю, в основному за рахунок того, що метод очищення іржі кислотою відомий вже давно. Підійте на перших етапах, коли корозія ще не охопила великі ділянки кузова;

2. На основі цинку - прогресивна технологія, що поступово витісняє з ринку кислотні нейтралізатори. Перетворювач іржі з цинком діє ефективно і надійно, а після його застосування і додаткової обробки, повторного окислення металу на цьому місці вже не відбудеться.

Основною діючою речовиною в складі багатьох засобів є кислота, тому роботи проводять в гумових рукавичках, щоб виконувати всі запобіжні заходи. Очисник іржі для авто наносять на корозійну ділянку і залишають на час, необхідний для того, щоб засіб

прореагував. Про закінчення реакції свідчить поява на всій обробленій поверхні нальоту сірого кольору. Після завершення реакції перетворювач змивають водою або витирають насухо (згідно з інструкцією). Останнім часом з'явилися перетворювачі-грунтовки, які не видаляють з поверхні після реакції, а використовують в якості грунтовки під фарбування.

Якщо під рукою немає очищувача, можна видалити іржу содою і розчином лимонної кислоти.

Обробка окислених ділянок в умовах гаража. Усунення іржі в автомайстерні проводять з використанням дорогого устаткування і спеціальної хімії. Професіонали швидко і ефективно виконують роботу, але вартість їх послуг висока. Щоб заощадити, можна прибрати іржу з машини своїми руками. Більшість робіт не вимагають спеціальних навичок від виконавця. Простий і доступний спосіб прибрати іржу з автомобіля своїми руками - ручна зачистка. Слід пам'ятати, що корозія - не тимчасове, а постійне явище. Тому для домашнього використання можна купити шліфмашину або піскоструминний апарат. Витрачена на інструменти сума окупиться після декількох використань.

Етапи видалення корозії можна побачити в наступному відео [21].

1. Відновлення кузова автомобіля від іржі виконують в такій послідовності: Перш ніж прибрати жучки з кузова, вимийте автомобіль і зробіть знежирення місце корозії. Для знежирення підійде будь-який побутовий розчинник – уайт - спірит, ацетон або технічний спирт.

2. Далі потрібно зачистити іржу на машині механічним або хімічним способом. Поверхню зачищають до металу, це дозволить виявити приховані осередки окислення під лакофарбовим покриттям.

3. Якщо проводилася механічна обробка кузова автомобіля від корозії, з поверхні видаляють пилоподібні залишки окисленого металу. Для цього кузов обробляють фосфорною, сірчаною кислотою або перетворювачем іржі.

4. Після того як місце корозії повністю зачищене, його ще раз знежирюють і обробляють антикорозійним складом. Заощадити час допоможуть спеціальні грунтовки, до складу яких вже сходять засіб захисту від корозії.

5. Тільки після антикорозійної обробки можна зафарбувати іржу на машині самостійно. Фарбування іржі на авто проводиться в такій послідовності: ділянку шпатлюють, грунтують і тільки після цього наносять фарбу. При фарбуванні локальних пошкоджень використовують метод «переходу».

6. Після такого фарбування межа між старим і новим покриттям розмивається, що робить перехід непомітним. Після висихання фарби з поверхні деталі усувають дефекти за допомогою дрібного наждачного шкурки і полірують.

Висновки.

1. Використовуючи досягнення сучасного матеріалознавства та механіки руйнування можливо створювати сучасні економнолеговані сплави, що будуть мати унікальні легуючі композиції та володіти підвищеним опором до корозії.

2. Принцип дії електрохімічного захисту який також називають катодним, заснований на особливостях протікання окислювально-відновних реакцій. Суть полягає в тому, що на поверхню, що захищається накладають негативний заряд.

3. Створити електрохімічний захист при наявності металевого гаража досить просто. Для цього достатньо підключити даний об'єкт до позитивного роз'єму акумуляторної батареї автомобіля через додатковий резистор і монтажний провід.

4. Захист автомобіля від корозії електрохімічним способом з використанням в якості анодів захисних електродів розрахована також на експлуатацію в русі. Протектори встановлюють в найбільш уразливих для корозії місцях кузова, представлених порогами, крилами, днищем.

5. Наведені данні про способи та поради з боротьби з корозією та перелічені етапи видалення корозії.

Список літературних джерел

1. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця, с.67 -73.
2. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 121 -124.
3. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 366 -368.
4. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении// Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 19 квітня 2013 р. С. 368 -370.
5. Балицький О.І., М.Р. Гаврилюк, Колесніков В.О., Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 28-29 травня, 2015 року. С. 80 – 81.
6. Alexander Balitskii, · Hawrilyuk M., · Eliasz J., · Balitska W, · Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkola Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176.
7. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016.
8. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliasz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarujaco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkola Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
9. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18.
10. Еліаш Я., Балицький О.І., Гаврилюк М.Р. Колесніков В.О., Балицька В.О. Екологічно-чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія VI Міжнародної науково-технічної конференції «проблеми хімотології. теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливно-мастильних матеріалів». С. 418 – 421.
11. Tesla відкликає понад 100 тисячі автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://comments.ua/ht/615843-tesla-otzivaet-bolee-100-tisyachi.html>.
12. Корозія металів і сплавів і способи захисту від неї автомобільних деталей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://stroy-technics.ru/article/korroziya-metallov-i-splavov-i-sposoby-zashchity-ot-nee-avtomobilnykh-detalei>.
13. Теорія корозії металів. Чому іржавіють автомобілі? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://artmalyar.ru/antikor/korroziya.html>.
14. Фізико-хімічні основи або процеси зміни технічного стану автомобілів у

експлуатації [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nntu.ru/RUS/fakyl/VECH/metod/posobie/s3_5.htm.

15. Корозія автомобіля. Що таке корозія автомобіля і як з нею боротися? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pokraskainfo.com/remontkuzovaavto/korroziya.html>.

16. Відео о боротьбе с коррозией на автомобиле. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pokraskainfo.com/wp-content/uploads/2013>

17. Відео о боротьбі з корозією в автомобілі [Електронний ресурс]. – <http://pokraskainfo.com/wp-content/uploads/2013/10>

18. Як видалити корозію з автомобіля і іржу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://krasimavtomobil.ru/repair/vy-uznaete-kak-udalit-rzhavchinu-na-avto-prostoj-sposob>.

19. Етапи видалення корозії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://youtu.be/y0rpbvZ9pBw>.

20. 5 найефективніших перетворювачів іржі для автомобіля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://krasimavtomobil.ru/repair/5-samyx-effektivnyx-preobrazovatelej-rzhavchiny-dlya-avtomobilya>

21. Ремонт і фарбування дверей і крил автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.drive2.ru/o/b/3180069>.

Стадник Олександр Іванович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Бувалець Микола Юрійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Шматко Олександр Едуардович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Стадник Л. Д.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ, ЯК ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

В роботі в стислій формі розглянуто можливість застосування сонячних батарей в автомобільній галузі.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку прикладного матеріалознавства в аспекті автомобільної галузі [1]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових матеріалів в автомобільній промисловості, а саме тих, що можуть бути використані при виготовленні електромобілів.

Як зрозуміло з основних тенденцій в автомобілебудуванні, пріоритетом в автомобільній галузі буде перехід до електротранспорту [2]. Від так технологія «розумний автомобіль» буде в першу чергу впроваджуватись на електромобілях. Тому варто акцентувати на матеріалах, що можуть використовуватись для створення як сонячних батарей так і наноелектроніки.

Невелика німецька компанія Sono Motors розробила бюджетний електромобіль на сонячних батареях, серійне виробництво якого стартує вже в 2019 році [3].

Досить значна частина електрокарів в Австралії вже зараз заряджаються від сонячних батарей на дахах [4]. Також в Австралії планують виготовляти позашляховики, що будуть живитись від сонячних батарей [4]. Електромобілебудівництво розвивається на всіх континентах [5 - 17].

Наприклад, європейський підрозділ Nissan в Європі офіційно оголосив про початок виробництва нового Nissan Leaf 2017-2018 - наступного покоління одного з найпопулярніших в світі електромобілів. Збірка новинки здійснюється на заводі в Сандерленді (Великобританія), перші поставки намічені на лютий наступного року. Через добу компанія опублікувала інформацію, згідно з якою європейці вже встигли оформити 10000 замовлень на новий електрокар [7].

Серед перспективних технологій є навіть розробка, що отримала назву «плаваючий фотогальванічний електролізер», він здатний виробляти водень за рахунок сонячної енергії [8]. Водень також можна використовувати в якості палива. Також цікава технологія, де електромобілі зможуть заряджатися під час руху [9]. Також створюються зарядні станції для електромобілів [18], що містять на даху лише сонячні батареї (рис. 1).



Рисунок 1 – Заправна станція компанії Honda для електро автомобілів і скутерів на сонячних батареях з системою накопичення енергії

Сьогодні, практично всі сонячні батареї, що виробляють електричну енергію, працюють на основі р-п-переходу. Принцип дії сонячної батареї заснований на тому, що одну область р-п-переходу (р-область) піддають сонячному опроміненню, а іншу тримають в темряві (п-область). Таким чином, під впливом сонячної енергії в р-області напівпровідника відбувається інтенсивне вивільнення електронів з ковалентних зв'язків атомних решіток. Завдяки цьому в р-області напівпровідника спостерігається значне збільшення концентрації вільних електронів. В п-області, як відомо, електронів не вистачає (п-області властива діркова провідність, за рахунок відсутності одного електрона в кожному ковалентному зв'язку атомів напівпровідника). Потенційний бар'єр в області р-п-переходу не дає можливості вільним електронам перейти з р-області в п-область. Виходячи з цього, ми маємо різницю потенціалів на кінцях р-п-переходу, яка, як правило, становить близько 0,5 Вольта з одного кристала.

Наочно, принцип роботи одного кристала сонячної батареї представлений на рис. 2.

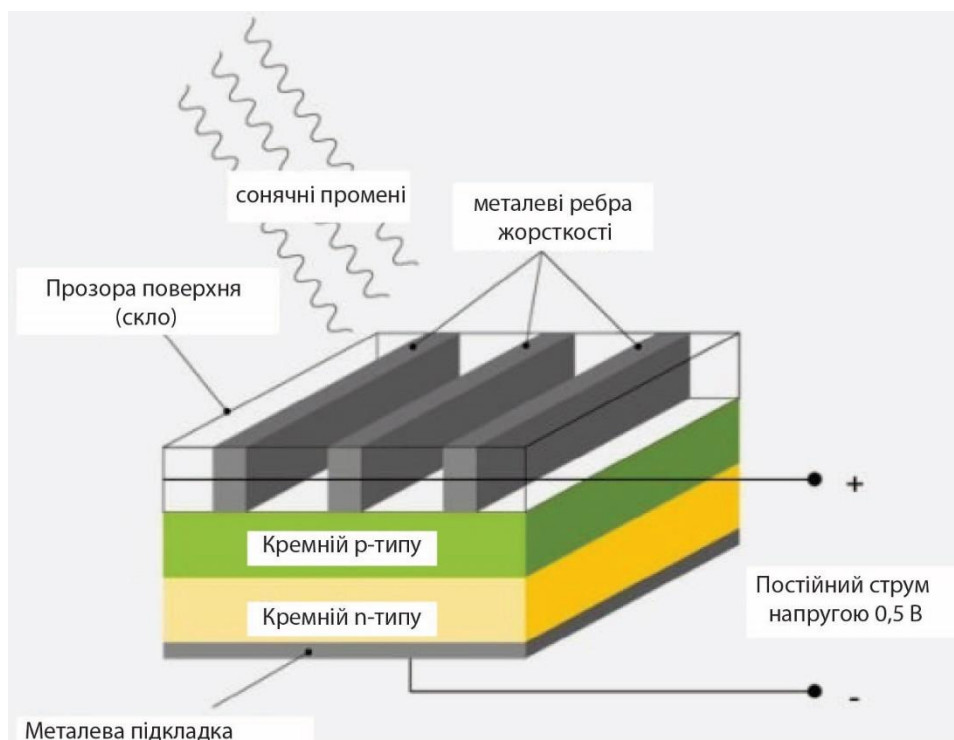


Рисунок 2 – Принцип роботи сонячної батареї

З рис. 2 видно, що до р-області р-п-переходу, що освітлюється сонцем приварені тонкі металеві пластини (ребра жорсткості), з яких знімається позитивний потенціал напруги. п-область р-п-переходу лежить на суцільній металевій пластині, яка виконує функцію негативного електрода, а також додає жорсткість всієї конструкції. Отже, якщо до електродів «+» і «-» підключити навантаження, то по даному колі потече слабкий постійний струм.

Для отримання високої напруги, використовується кілька напівпровідникових кристалів, які з'єднуються послідовно один з одним. Так, наприклад, якщо послідовно з'єднати 10 кристалів, то вийде сонячна батарея з вихідною напругою в 5 В. Але, на жаль, вихідний струм такої батареї буде мізерним і складе 0,1 ... 1 міліампер. Для збільшення вихідного струму, сонячні батареї з'єднують паралельно. Таким чином, щоб отримати з сонячної батареї вихідну напругу в 5 Вольт з вихідним струмом 1 А, необхідно застосувати 10 000 кристалів, що утворюють р-п-переходи.

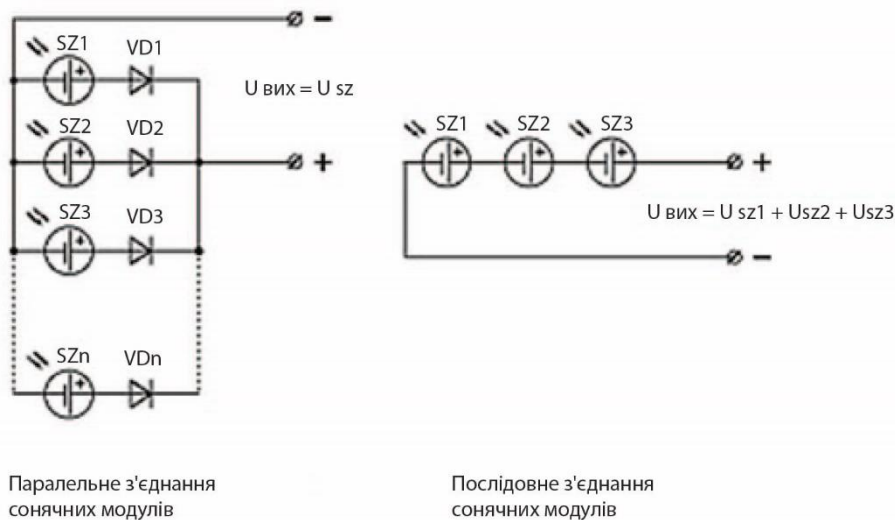


Рисунок 3 – Послідовне і паралельне з'єднання сонячних модулів

ККД сонячних батарей дуже низький і лежить в межах 10-20%. Сонячні батареї з найбільшим ККД виготовляються на основі монокристала і полікристала кремнію товщиною в 300 мкм. Саме ККД таких батарей досягає 20%. Однак кремнієві батареї мають істотний недолік - вони крихкі і не володіють гнучкістю.

Так само існують і гнучкі сонячні батареї, вони виготовляються на основі аморфного кремнію товщиною в 0,5-1 мкм. Однак ККД таких батарей не перевищує 12%, не дивлячись на те, що вони мають підвищене фото поглинання.



Рисунок 4 – Гнучкі сонячні батареї

Таким чином, необхідно шукати та застосовувати для виготовлення сонячних батарей, нові матеріали, не на основі кремнію.

Альтернативою кремнієвим сонячним батареям можуть стати полімерні сонячні батареї. Це нова технологія, над розвитком якої працюють десятки науково-дослідних інститутів і фірм по всьому світу. Сонячна батарея Алана ХігераВ даний час, має найбільший коефіцієнт корисної дії полімерних сонячних батарей. який вдалося домогтися Алану Хігер з

центру полімерів і органічних твердих частинок університету Каліфорнії в Санта-Барбарі (сім років тому він отримав Нобелівську премію з хімії за відкриття і розвиток провідних полімерів) і Кванхо Лі з корейського інституту науки і технології в Гванджу [20].

Для США і Європи середня сонячна освітленість варіюється в діапазоні від 4 кВт/м²/день на півночі до 6.5 кВт/м²/день в сонячних регіонах. Типова ефективність сонячних панелей - 15%. Таким чином, сонячні панелі в південних районах Європи та США за умови, що вони спрямовані точно на сонці, можуть виробляти 1 кВт/м²/день.

Припустимо, на даху Model S можна розмістити 2м² сонячних панелей і вони якимось чином постійно звернені до сонця. Припустимо, сонячні панелі можуть заряджати електричні батареї більш ніж на 90%. Отримуємо, що зарядка 60 кВт версії Model S займе (60кВт) / (2кВт/день * 90) = 33 днів. Аналогічні підрахунки дають 47 днів для 85кВт батареї.

Можна розглянути це з іншого боку. Припустимо, ви їдете на Model S 60 кВт версії і витрачаєте в середньому 300 Вт в хвилину. Енергія в 300 Вт може бути відшкодована сонячними панелями потужністю 300 Вт, за годину, опівдні, на півдні, за умови, що панелі звернені до сонця. Таким чином в ідеальних умовах отримуємо, що сонячні батареї можуть економити 1/60 енергії, що витрачається, тобто близько 1.7% [21].

Висновки. Як зрозуміло з основних тенденцій в сучасному автомобілебудуванні, пріоритетом в автомобільній галузі буде перехід до електротранспорту. Тому варто акцентуватись на матеріалах для автомобілебудування, що можуть використовуватись як для створення сонячних батарей так і наноелектроніки.

Список літературних джерел

1. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 121 -124.
2. Електромобили не розкошь, а средство движения в будущее. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.swissinfo.ch/rus>.
3. Первый в мире электромобиль на солнечных батареях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.popmech.ru/vehicles/news-379842-pervyyu-v-mire-elektromobil-na-solnechnyh-batareyah>.
4. Австралія може стати лідером по електромобілям на сонячних батареях. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/1002-avstraliya-mozhet-stat-liderom-po-elektromobilyam-na-solnechnykh-batareyakh.html>.
5. Електричний позашляховик з запасом ходу 1200 км створять в Австралії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/component/content/article.html?id=450:elektricheskij-vnedorozhnik-s-zapasom-khoda-1200-km-razrabatyvayut-v-avstralii>.
6. Сімейний електромобіль на сонячних батареях Aruna представлений в Туреччині [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/184-semejnyj-elektromobil-na-solnechnykh-batareyakh-aruna-predstavlen-v-turtsii.html>.
7. Європейський Nissan Leaf 2018 став на конвеєр і отримав 10 тис замовлень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2979-evropejskij-nissan-leaf-2018-stal-na-konvejer-i-poluchil-10-tys-predzakazov.html>.
8. Плавучі сонячні платформи будуть добувати водень з морської води за рахунок електролізу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/2975-plavuchie-solnechnye-platformy-budut-dobyvat-vodorod-iz-morskoj-vody-za-schet-elektroliza.html>.
9. Електромобілі зможуть заряджатися під час руху - в Англії протестують бездротове «електрошоссе» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/164-elektromobili-smogut-zaryazhatsya-vo-vremya-dvizheniya-v-anglii-protistiruyut-besprovodnoe-elektroshosse.html>.

10. Вийшло докладне відео першого білоруського електромобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2974-vyshlo-podrobnoe-video-pervogo-beloruskogo-elektromobilya.html>.
11. Електромобіль Renault Zoe Star Wars вийде обмеженою серією. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2972-elektromobil-renault-zoe-star-wars-vyjdet-ogranichennoj-seriej.html>.
12. У продаж надійшов китайський електрокар NIO ES8, ціна - в 2 рази менше Tesla Model X [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2968-v-prodazhu-postupil-kitajskij-elektrokar-nio-es8-tsena-v-2-raza-menshe-tesla-model-x.html>.
13. Toyota, Hyundai і BAIC теж переходять на електромобілі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2964-toyota-hyundai-i-baic-tozhe-perekhodyat-na-elektromobili-est-eshche-somnevayushchiesya.html>.
14. У дороги з бездротовою зарядкою для електробусів Ізраїль інвестує \$ 2,2 млн [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/2963-v-dorogi-s-besprovodnoj-zaryadkoj-dlya-elektrobusov-izrail-investiruet-2-2-mln.html>.
15. Нові батареї в три рази збільшать запас ходу електромобілів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/technology/2958-novye-batarei-v-tri-raza-velichat-zapas-khoda-elektromobilej.html>.
16. Електрогрузовик Thor ET-One кидає виклик Tesla Semi. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua>.
17. Renault створив робочий прототип електромобіля майбутнього [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotechnica.com.ua/transport/2945-renault-sozdala-rabochij-prototip-elektromobilya-budushchego.html>.
18. Сонячні зарядні станції для електромобілів. Сонячні батареї і сонце як джерело енергії для автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.insidecarelectronics.com/solnechnie-zaryadnie-stancii-dlya-elektromobilej>.
19. Пристрій і принцип роботи сонячних батарей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://supply.in.ua/alternativnaja-energija/solnechnaja-batareja.html>.
20. Полімерні сонячні батареї. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elektrik.info/main/news/416-polimernye-solnechnye-batarei.html>.
21. Чи є сенс встановлювати сонячні панелі на даху Model S? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rutesla.com>.

Стадник Людмила Дмитрівна – магістрантка кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ.

Терещенко О. П., к.т.н., доц.; Поляков А. П., д.т.н., проф.; Терещенко Є. О.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ФОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Розглядається проблема вибору стратегії перевезень та складування компанії, що здійснює, головним чином міжнародні перевезення. Мета роботи – розробка загального підходу до вибору варіанту організації складського господарства. Результатом проведених досліджень є узгодженість отриманих теоретичних результатів із практичною діяльністю досліджених автотранспортних підприємств.

Автомобільний транспорт розвивається прискореними темпами, особливо в ринкових умовах, як найбільш масовий вид транспорту для перевезення вантажів будь-якої вартості, зокрема дорогих, на короткі і середні відстані, а також забезпечення роздрібною торгівлі, малого бізнесу, систем виробничої логістики. Автомобільний транспорт має саму широку сферу використання: у місті, передмісті, в міжрегіональному, міжміському і міжнародному сполученні як самостійний або для підвезення-вивозу до магістральних видів транспорту.

Для розширення спектру пропонованих послуг і, що особливо важливе, при організації міжнародних перевезень необхідні сучасні склади. Компанія, що досліджувалась, користується орендованими складами.

Вибір між власним складом, складом загального користування або їх комбінаціями – одна з найголовніших проблем в складуванні. На власних складах краще підтримуються умови зберігання і контролю. Керівництву фірми легше і дешевше коректувати стратегію збуту. І, нарешті, наявність власного складу (або будь-яких будівель у власності) необхідні для підтримки іміджу компанії, для її рейтингу, це створює позитивне враження про компанію і дозволяє реально привернути інвестиції.

Для вибору оптимального варіанту складування зроблені розрахунки по декількох альтернативних варіантах, які показали, що вартість зберігання однієї одиниці зберігання на власному складі мінімальна. Це говорить на користь будівництва власного складу.

Як приклад розрахунку мультимодального логістичного ланцюга визначений ефективний варіант доставки вантажу між двома пунктами.

Проведений аналіз шкідливих і небезпечних чинників з погляду безпеки службової діяльності і екологічної безпеки.

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що генеральний напрям роботи в розширенні проблемної ситуації, може полягати в проведенні циклу досліджень, на основі яких можна передбачати реальні наслідки тих або інших дій в управлінні автотранспортним і автодорожнім господарством. На основі цього нового знання можна варіювати ситуації і вибирати якнайкращу стратегію і тактику.

Обґрунтованість і достовірність викладених наукових положень підтверджується коректним використанням сучасного математичного апарату та обчислювальної техніки, узгодженістю отриманих теоретичних результатів із практичною діяльністю досліджених автотранспортних підприємств.

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Терещенко Єлизавета Олександрівна – студентка, Національний університет «Львівська політехніка»

Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О., к.т.н., доц.

СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В роботі в стислій формі розглянуто сучасний стан розвитку систем зв'язку, що поліпшують рух транспортних засобів.

В роботі продовжено збір та систематизація інформації, що стосується розвитку та застосуванню ІТ рішень та новітніх технологій в автомобільній галузі [1, 2]. Мета роботи полягає в огляді доступних джерел інформації стосовно застосування систем зв'язку транспортних засобів.

По мірі того, як ми йдемо до повністю автономних транспортних засобів, ми починаємо розуміти, що єдиний «стоячий» автомобіль на дорозі - це той, який може спілкуватися з іншими автомобілями та об'єктами, що оточують його. Технологічний рух приведе до того, що виробники автомобілів разом з телекомунікаційними компаніями матимуть транспортні засоби, які постійно спілкуються з другом.

Зв'язок між транспортним засобом (V2V) - це система, призначена для передачі інформації між транспортними засобами та іншими об'єктами на дорозі в режимі реального часу. Ця інформація робить попередження водіям та автономним транспортним засобам.

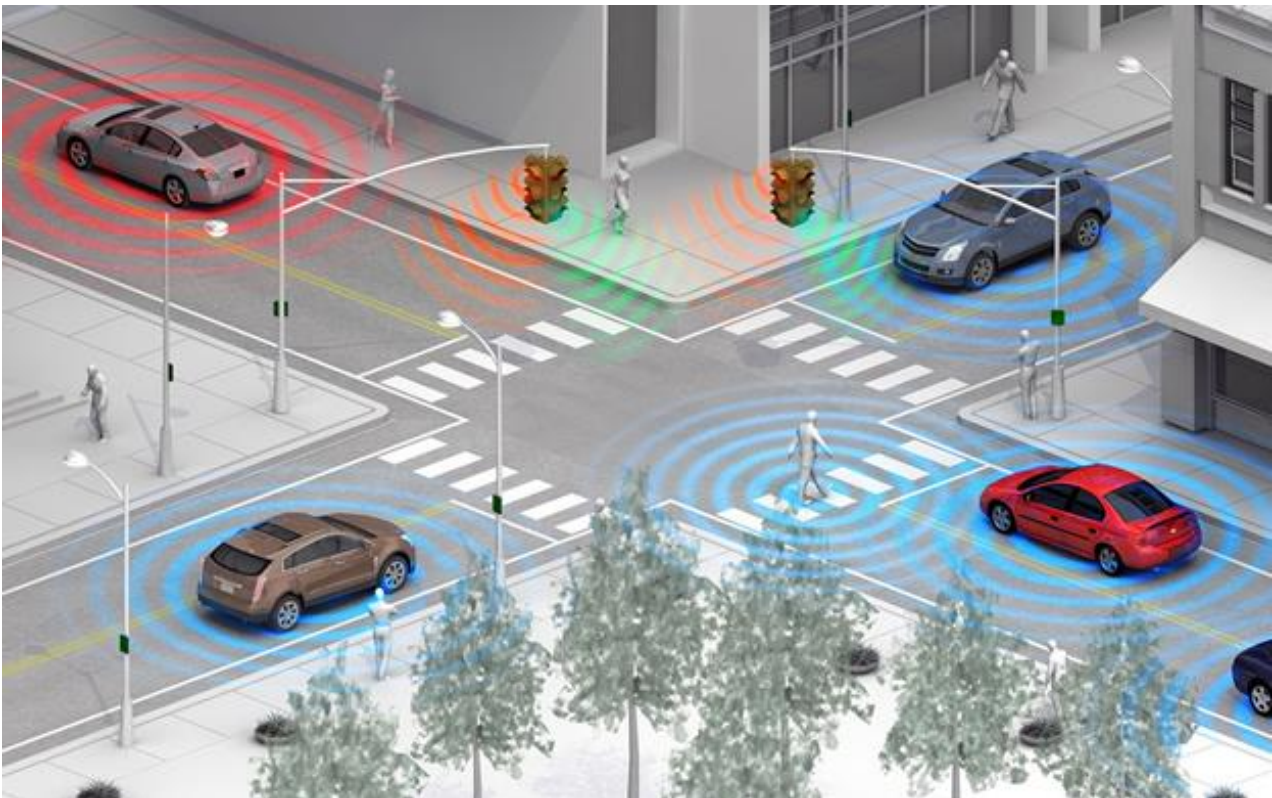


Рисунок 1 – Візуалізація взаємодії різних систем на транспортному перехресті

Автомобілі зможуть передавати важливу інформацію сусіднім автомобілям для підвищення загальної ефективності та безпеки дорожнього руху.

Остаточна ціль технології зв'язку між транспортним засобом та транспортним засобом - допоможе запобігти автомобільним аваріям до того, як вони виникнуть.

Ідея полягає в тому, що якщо системи запобігання зіткнень зможуть працювати між транспортними засобами, то кожна машина на дорозі буде більш безпечною, щоб уникнути нещасних випадків, перш ніж вони можуть статися.

Технології пов'язаних автомобілів використовують переваги бездротових технологій для зв'язку з транспортними засобами, інфраструктурою та іншими портативними пристроями.

Незважаючи на те, що існує безліч додаткових переваг комбінацій засобів зв'язку та автоматизації транспортних засобів, реальна місія цього просування полягає у ліквідації всіх автомобільних аварій.

Так само, як еволюція смартфонів, потокова передача музики та інших онлайн-сервісів, постійна інновація автономних транспортних засобів буде залежати від ефективного зв'язку між транспортними засобами та іншими дорожніми структурами.

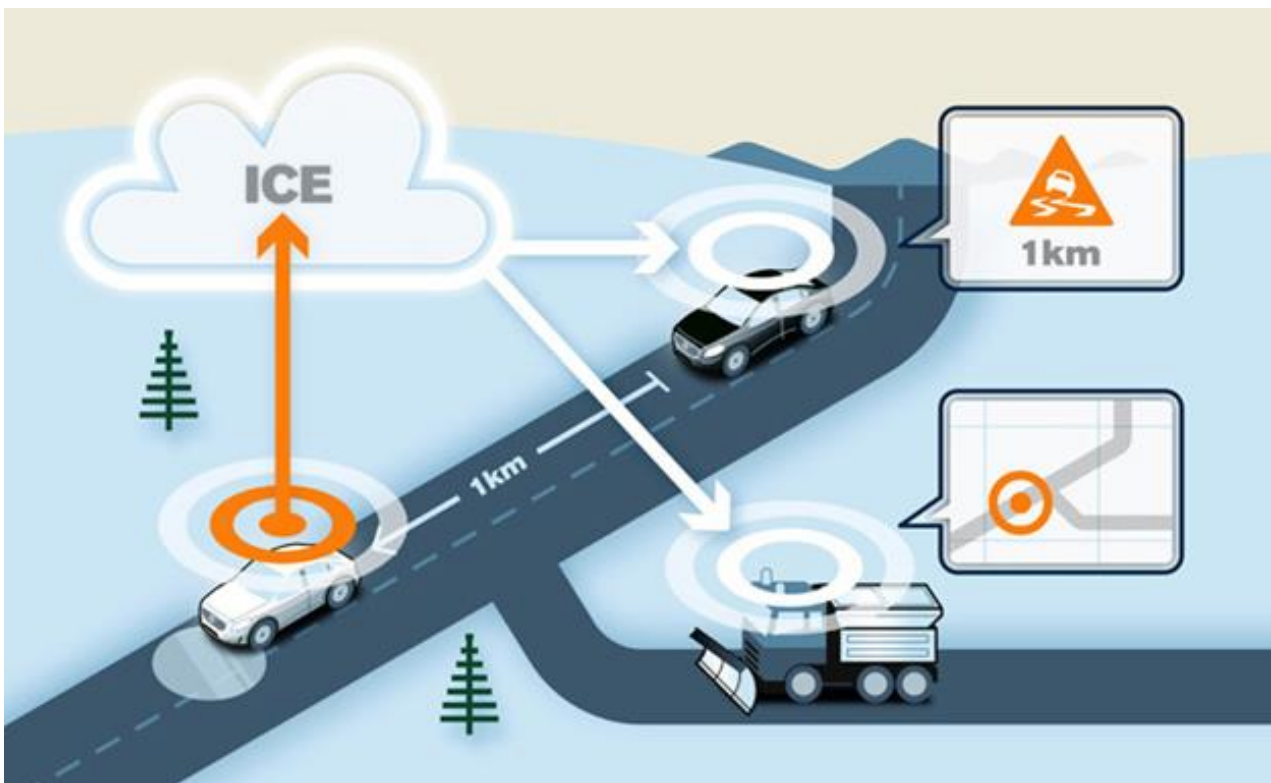


Рисунок 2 – Застосування різних систем зв'язку для координації та регулювання транспортного руху

Серед найбільш важливих прикладних програм передачі між автомобілями:

- інформація про рух у реальному часі;
- індивідуальна допомога на дорозі;
- попередження водіїв, якщо вони виходять зі своєї смуги;
- уповільнення, якщо вони прилягають до машини навколо них.

Крупні компанії, такі як Tesla, Google та Toyota, працюють над оптимізацією необхідних технологій та інфраструктури для підвищення безпеки. За оцінками, в найближчі десятиліття вартість інтелектуальної технології транспортних засобів складе \$ 35 млрд. доларів. Єдиний спосіб досягти цієї цілі - перейти до мереж на базі програмного забезпечення та складної екосистеми, яка включає в себе транспортні засоби, що обмінюються друг з другом на регулярній основі.

По суті, підключені автомобілі можуть «розмовляти» з другом за допомогою різних технологій, щоб усунути потребу в водіях. Ця технологія повинна працювати в рамках обмежень, встановлених державою.

Бездротові пристрої вже розроблені для зв'язку між транспортними засобами та безперервною інфраструктурою в умовах динамічної поїздки.

Досягнення в області технологій надають нам можливість інтегрувати дані для підключення автономних транспортних засобів. Деякі з останніх бездротових технологій, які дозволяють автономним транспортним засобам залишатися на зв'язку, включають в себе: глобальні системи позиціонування (GPS).

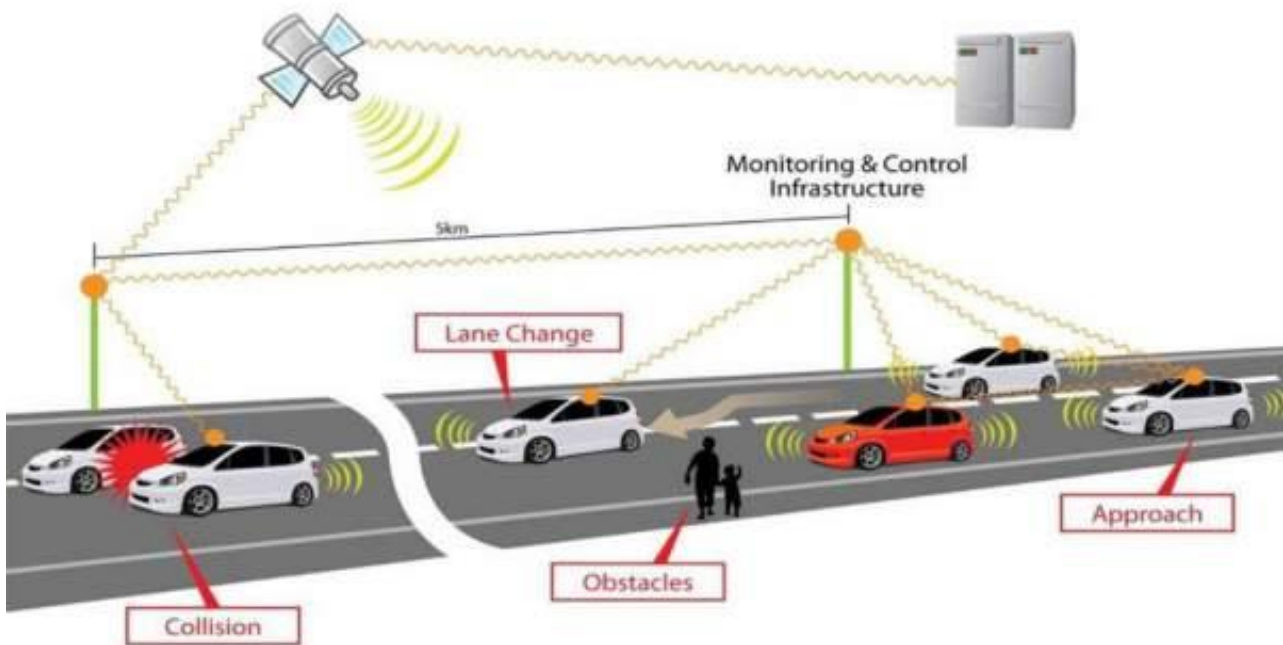


Рисунок 3 – Застосування супутників зв'язку для координації дорожнього руху

Супутникові глобальні системи об'єднують місцезнаходження та тимчасові повідомлення об'єктів для точного та постійного стеження за місцем розташування. Зазвичай ця технологія використовується, щоб допомогти користувачам переміщатися між певними пунктами призначення.

Інерціальна навігаційна система - ця технологія контролює і розраховує позиціонування, напрямок та швидкість транспортного засобу з бортовими датчиками.

Об'єднання об'єктів за допомогою лазерної підсвітки (LIDAR). Бортові системи виявлення допоможуть автомобілю зрозуміти навколишні об'єкти, ландшафт і навколишнє середовище. Точні вимірювання відстані до об'єктів залежать від точних даних для визначення швидкості та відносної орієнтації навколишнього середовища. Системи бортових лазерів також взаємодіють з датчиками, вбудованими в традиційне обладнання для трафіку, такими як кінетика руху та знаки безпеки дорожнього полотна.

Ці вдосконалені системи надають дані, які дозволяють автономним транспортним засобам координувати своє пересування та положення відносно інших об'єктів. Бортовий комп'ютер повинен обмінюватися інформацією з іншими транспортними засобами.

Майбутнє наших громадських доріг та розвиток майбутніх автомобілів значною мірою залежить від систем зв'язку V2V. Ці системи дозволяють транспортним засобам взаємодіяти друг з другом, по суті дозволяючи кожному транспортному засобу діяти як частина інтегрованої групи.

Однак, в той час як зв'язок створює неймовірні можливості для автономності автомобілів, це також створює потенційну небезпеку для безпеки.

Системи V2V потребують надійного захисту, щоб гарантувати, що їх сигнали є справжніми. Мало того, що системи зв'язку будуть складними на кожному автомобілі, але ця система також повинна буде масштабуватися більш ніж на сотні мільйонів користувачів.

Ми можемо подивитися на інші подібні структури зв'язку, коли справа доходить до масштабу та безпеки. Фінансові установи використовують різні мережі для здійснення онлайн-транзакцій. Однак єдиною відмітною особливістю систем зв'язку V2V є конфіденційність.

Системи зв'язку V2V необхідно шифрувати деякі функції, щоб гарантувати, що ні одна організація не зможе використовувати дані для ідентифікації окремого водія або автомобіля. Система повинна дозволити кожному транспортному засобу передавати унікальну інформацію.

Але, конфіденційність водія також повинна бути захищена, тому система повинна шифрувати дані, щоб захистити особистість водія.

У той час як багато галузевих експертів не погоджуються з потенційним ризиком і впливом V2V-комунікацій на наші дороги, уряд США вже показав, що він за непокоєний майбутнім цієї технології.

Нещодавно Національне управління дорожнього руху безпеки (NHTSA) випустило звіт про стандарти безпеки для автовиробників і технологічних компаній про те, які стандарти безпеки повинні бути в V2V.

Крім того, Департамент транспорту (DOT) опублікував власний план досліджень, в якому викладаються його основні цілі для програм забезпечення безпеки V2V.

«Великі дані, які необхідні для розвитку всього напрямку, збираються не національними компаніями, а чотирма фірмами з Кремнієвої долини, - заявив міністр економіки Німеччини Зігмар Габріель в минулому році. - В цьому наші побоювання».

Інша серйозна проблема в безпеці: створення безпечних мереж - важке завдання, і інтеграція фізичних систем з Інтернетом робить їх більш уразливими до кібератаки.

І NHTSA, і DOT працюють над тим, щоб направити майбутнє на стандарти безпеки, тому що вони не вірять, що приватні компанії будуть працювати в інтересах суспільства, якщо дозволити їм робити індивідуальні системи. Агентства також занепокоєні тим, що компанії можуть створювати системи, які не спілкуються з автомобілями або системами інших компаній. Ці закриті системи обов'язково мінімізують переваги технології V2V і можуть призвести до відхилення ринку від V2V.

В будь-якому випадку, скоріше замість того, щоб діяти самостійно, автомобілі будуть працювати разом, щоб наші дороги були більш безпечними та ефективними.

Однак майбутнє систем зв'язку V2V має багато невідомостей. Необхідно багато працювати, щоб забезпечити безпеку комунікаційних платформ і зберегти конфіденційність окремих водіїв.

Зв'язок із пристроєм на пристрої (V2D) - це система, яка з'єднує автомобілі з багатьма зовнішніми приймальними пристроями, але особливо корисна двоколісним транспортним засобам. Це дозволяє автомобілям спілкуватись через DSRC з пристроєм V2D, відправляючи попередження про рух, V2D може потенційно допомогти запобігти нещасним випадкам.

Хоча їздити на велосипеді здоровіше, ніж сидіти в машині, такі проблеми, як темні вулиці у вечірній час, та інтенсивний транспортний потік роблять цей режим проблематичним. V2D, швидше за все, з'явиться в якості продуктів післяпродажного обслуговування для велосипедів, мотоциклів та інших подібних транспортних засобів, починаючи з 2018 року. Для створення продуктів V2D було витрачено багато зусиль, фінансованих за рахунок народу, а також державних грантів, таких як Smart City (DOT).

Смарт Сіті - конкурс, який обіцяє переможецю до 40 мільйонів доларів у вигляді фінансування для створення самої високотехнологічної транспортної мережі країни (США).

Зв'язок із транспортним засобом для пішоходів (V2P) - це система, яка взаємодіє між автомобілями та пішоходами і особливо приносить користь літнім людям, школярам та особам з фізичними недоліками. V2P встановлює механізм зв'язку між смартфонами пішоходами та транспортними засобами.

Концепція проста: V2P зменшує дорожні випадки, попереджуючи пішоходів, що перетинають дорогу приблизних автомобілів і навпаки. Очікується, що він стане функцією

всіх смартфонів, починаючи з 2019 року, але, як і V2D, вимагає наявності DSRC в автомобілях. У кінцевому підсумку версія DSRC V2P буде замінена більш високопродуктивною версією LTE, починаючи з 2020 року.

Висновки. Незважаючи на те, що в даний час немає доступних рішень V2P, ця область є важливою розробкою, особливо коли мова йде про повну серію можливих технологій і включає в себе кілька типів транспортних засобів, таких як громадський транспорт. Враховуючи значну роль, яку V2P може грати у запобіганні шкоди людям, Міністерство транспорту США підтримує розробку технологій.

Особливо плідним підходом до розробки ефективних продуктів V2P є дослідницьке партнерство між телекомунікаційними та автомобільними компаніями. Наприклад, Honda R & D Americas і Qualcomm співпрацювали в системі DSRC, яка надсилає попередження як на дисплей автомобіля, так і на екрані пристрою педалей, коли є вірогідність стику.

Список літературних джерел

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

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

3. Chris Giarratana. Vehicle-To-Vehicle Communication Systems. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.trafficsafetystore.com/blog/vehicle-to-vehicle-communication/>

4. Car-to-Car Communication. A simple wireless technology promises to make driving much safer. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.technologyreview.com/s/534981/car-to-car-communication/>

5. NHTSA Moving Ahead With Car-to-Car Communication. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autoguide.com/auto-news/2014/02/nhtsa-moving-ahead-car-car-communication.html>

6. Volvo Using the Cloud for Car-to-Car Communication. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autoguide.com/auto-news/2015/02/volvo-using-the-cloud-for-car-to-car-communication.html>

7. Future Car Technology Vehicle to Vehicle (V2V) Communications. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autoinsuresavings.org/future-car-technology-vehicle-vehicle-v2v-communications>

8. Vehicle-to-Everything Technology Will Be a Life Saver. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mahbulalam.com/what-is-vehicle-to-everything-and-how-will-it-help>

9. Індустрія 4.0: що таке четверта промислова революція? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html>

Цимбалюк Павло Юрійович – студент кафедри технології виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Рубіжне

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Шльончак І. А., к.т.н., доц.; Павлов О. М.; Компанієць І. В.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ У ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Здійснено літературний аналіз проблем, пов'язаних з використанням водневмісного газу у двигунах внутрішнього згоряння. Встановлено, що застосування водневмісного газу є ефективною альтернативою нафтовим паливам і забезпечує не лише зниження споживання останніх, а й підвищення їх екологічної безпеки.

Вступ. У зв'язку із постійним зростанням використання нафти проблема забезпечення транспорту енергоресурсами визнана в більшості країн світу як проблема національної безпеки. Для її вирішення втілюють різноманітні заходи пов'язаних з ефективним використанням альтернативних видів палив та підвищенням енергоефективності транспортних засобів.

У Постанові Кабінету Міністрів України від 7 вересня 2011 р. № 942 до переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року увійшли дослідження спрямовані на розвиток технологій використання нових видів палива, скидних енергоресурсів, відновлюваних та альтернативних джерел енергії, а також технологій очищення та запобігання забрудненню атмосферного повітря. Ось чому пошук нових альтернативних джерел енергії – це завдання державного значення. При цьому автомобільний транспорт є одним із основних споживачів нафтопродуктів і залишиться таким на період до 2040-2050р.р. [1, 2].

Мета роботи. Здійснити літературний аналіз використання водню та водневмісних газів і встановити їх ефективність застосування у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) з точки зору зниження витрат палива й шкідливих речовин відпрацьованих газів.

Основна частина. В наукових установах і вищих навчальних закладах України, а також в інших країнах світу постійно ведуться дослідження спрямовані на пошук шляхів покращення паливної економічності та екологічних показників автомобільних двигунів. Найбільш перспективними вважаються заходи, які можливо реалізувати в умовах експлуатації без значних конструкційних змін силових агрегатів. Наприклад, порівняно легко впровадити в умовах експлуатації інтенсифікацію процесу згоряння використанням активуючих добавок. До таких добавок належить водень або речовини, які містять його в своєму складі [2, 3].

Водень отримують, головним чином (90 %), з викопних джерел. Промислове ж його виробництво потребує розміщення та будівництва відповідної інфраструктури із залученням великого капіталу. Однак, одним із головних завдань водневої енергетики є забезпечення компактного та безпечного зберігання водню на борту транспортного засобу з метою подовження інтервалу між заправками. Одним із способів отримання водневмісних сполук може бути конвертація водню із вуглеводневих палив на борту автомобіля. Це в свою чергу одночасно інтенсифікує процес згоряння в середині циліндра і частково вирішує проблему зберігання водню [4].

Значний інтерес для дослідників становить використання водневмісного газу, отриманого в результаті електролізу водних розчинів лугів. Цей газ складається з водню і кисню (H_2/O_2) і називають «гримучий» газ або газ Брауна. В зарубіжних наукових виданнях опубліковано ряд робіт, присвячених використанню зазначеного газу.

Для генерації водню в Європі досить поширені системи з використанням продуктів гідролізу, оскільки вони найдешевші у виробництві і дообладнання ними автомобіля не вимагає суттєвих конструктивних змін у конструкції ДВЗ. До того ж енерговитрати

необхідні для отримання відповідної кількості воднево-кисневої суміші, як основного продукту гідролізу, цілком можливі для бортової системи двигуна. Електролізери витрачають на одержання кубічного метра чистого водню з води близько 4 кВт/г електроенергії або близько 3 кВт/г на кубічний метр суміші водню і кисню. Діючі промислові установки витрачають на цей процес в 1,5–2 рази більше. Енергія ж, що отримується при спалюванні одного кубічного метра лише водню, становить близько 3,5 кВт/г. Хоча за іншими даними вона може бути значно меншою [5, 6].

Тому, на даний час широко ведуться роботи з підвищення ККД електролізерів та розробки оптимальних відсоткових співвідношень по масі між воднем та вуглеводневими паливами аби зменшити енерговитратні навантаження на бортову систему автомобіля.

Ефективність використання водневмісного газу підтверджується в роботах [4, 7]. Встановлено, що використання водню у двигунах з іскровим запалюванням дає можливість покращити якість згоряння палива та покращити їх екологічні показники. Фізико-хімічні властивості водню дозволяють реалізувати ступені збіднення, які не вдається забезпечити іншими способами. ККД двигунів підвищується на 10–15 %, а в режимах часткових навантажень – на 17–22 %. До того ж, при переході на такий тип живлення ДВЗ витрата палива та викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах зменшуються.

Так, науковці ВАТ «АвтоВАЗ» та Державний університет (м. Тольятті), при проведенні стендових досліджень бензинового двигуна автомобіля ВАЗ–2111 на бензоводневих сумішах, зробили висновки про підвищення його ККД вище рівня ККД найбільш економічного на сьогодні двигуна – тихохідного дизеля с турбонаддувом [7].

На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету були проведені дослідження впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на індикаторні показники сучасного бензинового двигуна. Добавка водневмісного газу до повітряного заряду останнього призвела до зростання ефективної потужності з 4,48 до 4,71 кВт та зменшення годинної витрати палива з 1,85 до 1,82 кг/год. Питома ефективна витрата палива, при цьому, знизилася з 413 до 386 г/(кВт·год). Економія палива становить 6,5%. Щодо рівня шкідливих речовин з відпрацьованими газами було зазначено, що концентрації оксиду вуглецю, двооксиду вуглецю, вуглеводнів залишились майже незмінними. При цьому концентрації оксидів азоту зросли з 560 до 750 млн⁻¹, що свідчить про зростання температури в циліндрах двигуна за роботи з добавкою до свіжого заряду водневмісного газу [8]. Було встановлено, що добавка 11,3 % водневмісного газу до свіжого заряду призводить до зниження годинної витрати бензину з 0,91 до 0,78 кг/год. Економія бензину становила 14,3 %. Враховуючи витрати електроенергії на проведення електролізу, найбільша економія становила 5,7 %.

Оскільки в умовах експлуатації на борту автомобіля в режимі холостого ходу отримати 11,3 % водневмісного газу досить складно, дослідниками було прийнято рішення обмежити величину добавки на рівні 4–6 %, що становило 1–1,5 л/хв. При роботі з добавкою 4 % водневмісного газу витрата бензину зменшилась на 7,7 %. З урахуванням витрат енергії на отримання газу економія палива залишилась на рівні 3 % [8].

Як встановлено в роботі [9], додавання водню суттєво впливає на поліпшення екологічних показників відпрацьованих газів. В ході проведених експериментальних досліджень авторами було виявлено, що кількість викидів вуглеводнів (CmHn) знизилася на 40–50 %, монооксиду вуглецю (CO) – на 15–25 %. Поряд з цим зазначається, що викиди оксидів азоту NOx збільшилися на 3–7 %.

Згідно деяких досліджень оксиди азоту можуть знижуватись. До того ж наявність додатково водню всередині камери згоряння дозволяє зменшити димність, оскільки водень виступає активатором зон окиснення частинок сажі, сприяючи їх більш повному вигорянню. Вплив водню на процеси окислення азоту та сажоутворення в дизелях проявляється на різних стадіях робочого циклу. Наприклад, його реакційна здатність спричиняє розширення меж самозаймання суміші і, як результат, сприяє вигорянню зон з бідним та багатим складом

паливо-повітряної суміші. Це, в свою чергу, покращує процес горіння в середині циліндра [10].

В роботах [10, 11] за джерело водню використовувалася конверсія метану. Об'єктом експериментальних досліджень був дизель моделі Д-144. В результаті проведених стендових випробувань встановлено зниження кількості сажі у відпрацьованих газах майже вдвічі. Крім цього спостерігалось певне підвищення СО, оскільки цей компонент входив до продуктів конверсії. Одночасно відмічалось зниження викидів NOx на 16 %.

У роботах [12, 13] досліджено вплив добавки невеликої кількості водню на робочі показники бензинового і газового двигуна. Із отриманих даних можна зробити висновок про ідентичність механізму впливу добавки водню як на бензоповітряну, так і на метаноповітряну суміш. Добавка водню призводить до зростання швидкості згоряння і зниження StH_p , як при додаванні до бензину, так і при додаванні до стисненого природного газу.

Особливості робочого процесу дизеля при роботі з частковим заміщенням дизельного палива воднем досліджено в роботах [14-15]. Підтверджується ефективність застосування водню з точки зору покращення паливної економічності та зниження шкідливих викидів відпрацьованих газів ДВЗ.

В роботі [16] розглянуто два способи подачі водню в двигун і розроблено відповідні системи паливоподачі. Перший спосіб передбачає рівномірне насичення дизельного палива воднем у змішувальній камері форсунки і впорскування насиченого воднем палива в циліндр. Відносна маса водню, що додається, складала 0,1% циклової маси палива.

Друга система забезпечує подачу водню безпосередньо в циліндр двигуна через спеціально сконструйовану клапан-форсунку з електронним приводом, із запалюванням робочої суміші за рахунок самозапалювання порції палива, що подається через основну паливну систему. Дана система дає можливість організувати робочий процес з 10 % добавкою водню по масі до дизельного палива.

В ході досліджень тракторного дизеля 6 ЧН 13/14 з добавками водню двома способами досліджувались якісна і кількісна зміни протікання внутрішньоциліндрових процесів, що визначають показники потужності, паливної економічності та екологічні показники. При випробуваннях дизеля, оснащеного першою системою паливоподачі, досягнуто зниження питомої витрати палива на 5 – 8 %, викидів сажі на 30 – 50 %.

Однак, необхідно зазначити, що використання водню обмежене такими факторами, як безпека зберігання, відсутність компактних генераторів водню великої продуктивності та ін. У зв'язку з цим постійно ведеться пошук способів замінити водень на дешевший газ, технологія виробництва якого простіша і легко адаптується для масового виробництва. До таких газів можна віднести так звані водневмісні гази [17].

Висновки. Проведений аналіз показав ефективність застосування водню та водневмісних газів з точки зору покращення паливної економічності та зниження шкідливих речовин відпрацьованих газів ДВЗ.

Список літературних джерел

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» Постанова від 7 вересня 2011 р. N 942 Київ.
2. Пилипенко О.М. Система безпеки при виробництві та використанні біогазу в дизелях / Пилипенко О.М., Підгорний М.В., Шльончак І.А.// Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк - 2016 - № 55 – с. 281-286.
3. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
4. Застосування водню для двигунів автомобільного транспорту. Атомно-воднева енергетика / А.І. Міщенко, А.В. Білогуб, В.Д. Савицький. та ін. – 1988. – Вип. 8. – С. 115–135.

5. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира : монография / Ф.М. Канарёв . – 2010. – 1050 с.
6. Захарчук В.І. Екологічні показники дизеля при роботі на альтернативних паливах / В.І. Захарчук, В.В. Ткачук, О.В. Захарчук // Экология плюс. №1. – 2011. – С. 16–19.
7. Сорокін А.І. Порівняльний аналіз двигунів внутрішнього згоряння і енергоустановок на паливних елементах / А.І. Сорокін, Г.К. Мирзоев. // Праці Другого Всеросійського Семінару. – Новосибірськ, Росія, 2003.
8. Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 32, С. 100 – 107.
9. Тимошевський Б.Г. Вплив на робочі характеристики ДВЗ домішок водню на основі рідкого палива / Б.Г. Тимошевський, М.Р. Ткач, Д.О. Шалапко // Тези доповідей / Міжнародна науково-технічна конференція. Суднова енергетика: стан та проблеми. – 2011.
10. Каменев В.Ф. Теоретичні та експериментальні дослідження роботи двигуна на дизельно-водневих паливних композиціях / В.Ф. Каменев, В.М. Фомін, Н.А. Хрипач // International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology ISJAEE. – 2005. – № 7 (27). – С. 32–42.
11. Фомін В.М. Водород как химический реагент в кинетическом механизме образования углерода в дизеле / В.М. Фомін, Р.Р. Хакимов, Д.В. Шевченко // Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе». – 2011. – № 3 (21). – С. 10–14.
12. Шайкин А. П. Скорость распространения и ионизация пламени при сжигании бензина и метана с добавкой водорода / А. П. Шайкин, П. В. Ивашин, И. Р. Галиев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета №2 (40) 2013 г., с. 140 – 148.
13. Абрамчук Ф. И. Влияние добавки водорода к природному газу на свойства смесового топлива / Ф. И. Абрамчук, А. Н. Кабанов, Г. В. Майстренко // Автомоб. трансп. : сб. науч. тр. - 2009. - Вып. 24. - С. 45-49.
14. Особенности рабочего процесса дизеля, работающего с частичным замещением дизельного топлива водородом / С. В. Новоселов, В. А. Сеницын // Ползуновский вестник – 2004. - № 1, с. 192 – 196.
15. Влияние добавок водорода на эффективность работы судовых дизельгенераторов / А. А. Сирота // Авиационно-космическая техника и технология, 2005, № 10 (26), с. 96 – 99.
16. Особенности рабочего процесса дизеля, работающего с частичным замещением дизельного топлива водородом / С. В. Новоселов, В. А. Сеницын // Ползуновский вестник – 2004. - № 1, с. 192 – 196.
17. Добавка водорода на режимах пуска и прогрева двигателя / Бортников Л.Н., Русаков М.М., Павлов Д.А. // Материалы 65-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров "Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров" Международного научного симпозиума «Автотракторостроение – 2009». Книга 2, Москва, МГТУ «МАМИ», 2009 г., с. 25.

Шльончак Ігор Анатолійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет

Павлов Олександр Миколайович – магістрант кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет

Компанієць Ігор Володимирович – магістрант кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЇ РЕСУРСІВ

На даний час виник логістичний підхід до систем транспортування, що за підтримкою науки дозволяє створювати гнучкі, керовані транспортні системи з випереджальною інформацією, добре адаптовані до реальних умов процесу доставки з мінімізацією витрат і виконанням вимог споживача.

У сучасних умовах ринку транспортних послуг фахівцями і науковцями приділяється значна увага розробці підходів при вирішенні завдань розвитку регіональних транспортних систем і впровадженню ресурсозберігаючих технологій у транспортній галузі в цілому і окремих її підрозділах [1, 2].

У загальному процесі просування матеріальних потоків по логістичних ланцюгах від продуцента до споживача необхідно враховувати наявність мережі різних систем зберігання і переробки продукції, що трансформують форми і параметри матеріальних потоків. Такі задачі виконують транспортно-складські комплекси та вантажні термінали [3-6].

Більшість робіт охоплює питання організації складської діяльності та стандартизації технологічних процесів на складських комплексах, розглядає класифікацію складського устаткування й засобів механізації, проте не висвітлює методів визначення оптимальної їх кількості в складських структурах, доцільність їх використання при організації складських операцій.

Основною метою термінальної системи при обслуговуванні вантажовласників є врахування їх інтересів щодо забезпечення повної та якісної переробки вантажу при раціональному використанні транспортно-складських ресурсів.

В результаті аналізу технології функціонування транспортно-складських та термінальних комплексів [7-9] визначено, що має місце ряд проблем, які стосуються ефективного використання ресурсів різних типів:

- нераціональний вибір площі складського приміщення, нераціональне використання складських приміщень;
- низький коефіцієнт використання робочого часу, наявність простоїв навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ);
- нераціональний вибір кількості засобів механізації, низький рівень механізації, відсутність врахування коливання попиту на підйомно-транспортне обладнання при плануванні кількості одиниць НРМ;
- нераціональний вибір кількості працівників, при розрахунку необхідної кількості спеціалістів не враховуються коливання попиту на застосування певних технологій з безпосередньою участю працівників;
- відсутність або мала частка автоматизованих процесів обробки вантажопотоку та інформаційних потоків, низький рівень автоматизації документообігу; низька швидкість обробки інформації та документів, відсутність комплексного програмного забезпечення; відсутність сучасних засобів ідентифікації;
- наднормативний час переробки вантажу, що обумовлений: неузгодженою взаємодією вантажовідправників та вантажоодержувачів з термінальними комплексами;

нераціональною технологією обробки матеріального потоку в умовах нерівномірного попиту на переробку партій вантажу протягом зміни.

Для термінальних комплексів характерна різна потреба в ресурсах в залежності від коливань попиту і застосовуваної технології, а для підвищення ефективності їх функціонування необхідний облік умов невизначеності і ризику, а також обґрунтування технологічних резервів в роботі персоналу і транспортно-складських механізмів. Тому необхідна розробка нових підходів і моделей, спрямованих на раціоналізацію взаємодії всіх суб'єктів термінальної системи за рахунок синхронізації технологічних процесів, пов'язаних з обробкою вантажопотоку.

Для підвищення ефективності функціонування транспортно-складських та термінальних комплексів доцільно здійснювати вибір раціональних технологічних параметрів в процесі обробки матеріальних потоків за умов існуючих ресурсних обмежень [10-15]. При цьому транспортно-складський або термінальний комплекс слід розглядати як макрологістичну систему, яка передбачає взаємодію всіх суб'єктів-учасників на умовах кооперації, застосування сучасних інформаційних технологій при прийнятті управлінських рішень та формування інтегрованої інформаційної автоматизованої системи підтримки прийняття рішення в функціональному циклі термінальної системи.

Отже, в результаті аналізу процесу функціонування транспортно-складських та вантажних термінальних комплексів виявлено проблеми щодо ефективного використання ресурсів різних типів, усунення яких можливе за рахунок: розробки і впровадження моделей оптимізації технологічного процесу; застосування автоматизованих систем підтримки прийняття рішень і сучасних інформаційних технологій.

Список літературних джерел

1. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. - Ростов н/Д: «Феникс», 2009. – 408 с.
2. Ларин О.Н. Методология организации и функционирования транспортных систем регионов: монография / О.Н. Ларин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 205 с.
3. Шраменко Н.Ю. Підвищення якості логістичного сервісу вантажного терміналу / Шраменко Н.Ю. // Восточноевропейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 1/4(43). – С. 55 – 57.
4. Шраменко Н.Ю. Розвиток та сучасний стан термінальних систем як ресурсозберігаючої технології доставки вантажів / Шраменко Н.Ю. // Восточноевропейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 2/4(44). – С. 15 – 17.
5. Шраменко Н.Ю. Определение технологических параметров функционирования терминального комплекса / Шраменко Н.Ю. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал – Луганськ: 2010. - Вип. 7 (149). – С. 197 – 201.
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. Шраменко Н.Ю. Виявлення проблем функціонування транспортно-складського комплексу в сучасних умовах / Шраменко Н.Ю., Кохановська Н.В. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: наук.-техн. журнал – Харків: 2010. – №3. – С 37-41.

8. Шраменко Н.Ю. Аналіз теоретичних розробок в області організації дрібнопартійних перевезень та функціонування термінальних систем / Шраменко Н.Ю. / Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Х.: ХНАДУ, 2010. – Вип. 49 – С. 120 – 125.
9. Шраменко Н.Ю. Розробка заходів щодо підвищення якості обслуговування вантажовласників на термінальних комплексах /Н.Ю. Шраменко// Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – Х.: ХНАДУ, 2011. – №28 – С. 104-108.
10. Шраменко Н.Ю. Выбор рационального количества трудовых ресурсов для транспортно-складского комплекса / Н.Ю. Шраменко // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте: науч.-техн. ж-л – Х.: 2010. – № 5 – 6. – С. 74-77.
11. Шраменко Н.Ю. Вибір раціональної технології обробки вантажопотоку на термінальних комплексах в умовах ресурсозбереження / Н.Ю. Шраменко // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 2. – К.: НТУ, 2010. – Випуск 21. – С. 227–232.
12. Шраменко Н. Ю. Методологический подход к формализации процесса функционирования терминальных систем в условиях ресурсосбережения / Н.Ю. Шраменко/ Вестник ПНИПУ «Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности» – Пермь: 2013. - № 1. – С.186-194.
13. Шраменко Н.Ю. Повышение эффективности функционирования терминальной системы в условиях ресурсосбережения / Н.Ю. Шраменко/ Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Х.: ХНАДУ, 2013. – Вип. 60 – С. 22-26.
14. Шраменко Н. Ю. Вплив технологічних параметрів процесу функціонування транспортно-складського комплексу на собівартість переробки вантажу / Н. Ю. Шраменко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий : сб. науч. тр. – Х., 2015. – Вип. 5/3 (77) – С. 43-47.
15. 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.

Шраменко Наталья Юріївна – д.т.н., професор, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Ярченко Б. В.; Стадник Л. Д.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛЯХ

В роботі в стислій формі розглянуто нові технологічні досягнення, що впроваджуються в сучасних автомобілях.

В даній роботі продовжено розвиток наукового напрямку, який стосується застосування та впровадження нових технологій та матеріалів в автомобільній галузі [1 - 5]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових матеріалів та технологій в автомобілебудуванні.

Майже всі провідні світові автовиробники розробляють автономні автомобілі. Ford представив концепт-кар, здатний самостійно паркуватися. Audi, BMW, Nissan, Honda, GM і Mercedes регулярно звітують про те, що їхні прототипи безпілотних авто проробляють в рамках тестування тисячі миль. Volvo показала в Гетеборзі свою модель, яка завдяки датчикам, GPS і інших технологій практично виключає потрапляння в ДТП. Нещодавно і Toyota оголосила про вступ до лав розробників «селф-драйвінг» авто, а Tesla Motors також тестує безпілотні автомобілі.

Одним із лідерів галузі вважається Google. Система компанії використовує інформацію, зібрану сервісом Google Street View, відеокамери, датчик LIDAR, встановлений на даху, радар в передній частині авто і датчик, підключений до одного з задніх коліс [6].

Більшість компаній говорять, що для автолюбителів такі авто стануть доступними до 2020 року.

Компанія Tesla вже в цьому році покаже перший в світі електричний вантажний автомобіль. Глава компанії Ілон Маск обіцяє що їх вантажівка під назвою Tesla Semi буде набагато дешевше, економічніше, безпечніше і зручніше ніж існуючі зараз аналоги [7].

На Пекінському автосалоні, вже показали журналістам: чотиридверний седан з панорамним дахом здатний розганятися до 210 кілометрів на годину, а управлятися віддалено, за допомогою смартфона. З телефону віддаються команди автопілоту, і він їх виконує. Інших технічних подробиць поки немає, але передбачається, що ця схема змінить автомобільний світ і зробить можливим існування «віддалених» водіїв.

Крім того, смартфони найближчим часом можуть замінити і автомобільні ключі: компанія Volvo вже розробила додаток, за допомогою якого можна відкрити і закрити машину, запустити двигун і навіть в цифровому вигляді передати ключ друзям або родичам - з 2017 року воно буде доступно в нових моделях автомобілів. Планується, що це спростить і оренду машини: людина зможе отримати її в будь-якій точці світу без всякого звернення до офісу [8].

Система сповіщення про ДТП. До 2018 року всі нові автомобілі в Євросоюзі будуть оснащені системою автоматичного оповіщення про дорожні пригоди - eCall. Це спеціальний пристрій, який спрацьовує в разі аварії (якщо спрацювала подушка безпеки або швидкість автомобіля різко змінилася) - eCall посилає в кризовий центр дані про те, де сталася аварія, куди направлявся транспортний засіб, скільки пасажирів знаходиться в автомобілі, який вид палива використовується. Систему вже почали застосовувати в Словенії в тестовому режимі: оператори центру кажуть, що реалізація проекту eCall в ЄС може врятувати понад 2000 осіб на рік і значно зменшити наслідки травм в аварії. Поки ж широко обговорюється в основному можливе порушення приватності водіїв, проте виробники eCall стверджують, що пристрій спрацьовує тільки в разі серйозної аварії, коли є небезпека для життя [10].

Хед-ап-дисплеї (HUD) і доповнена реальність. Ця технологія, спочатку розроблена для військової авіації, дозволяє проектувати навігаційно-пілотажну та іншу важливу

інформацію на лобовому склі реактивних винищувачів і вертольотів. Однак останнім часом система все частіше знаходить застосування в автомобілебудуванні. Індикація на склі головним чином дозволяє водієві не відривати погляду від дороги і не відволікатися на показання приладової панелі. На даний момент близько 2% автомобілів вже оснащені подібною технологією (поки на лобовому склі в кращому випадку скромно відображаються показники швидкості у вигляді монохромних цифр).

Очікується, що до 2020 року серійні автомобілі будуть обладнати кольоровими хед-ап-системами високого дозволу, що дозволяють контролювати характеристики руху і всі показники поточного стану систем машини. Не за горами також і день, коли на скло буде проектуватися «доповнена реальність» з докладною навігаційною інформацією, номерами будинків, назвами вулиць та стрілками, що підказують, куди потрібно повернути і якої смуги варто дотримуватися. Цей же дисплей можна буде використовувати для роботи в інтернеті і перегляду фільмів і інших розваг, проте лише в тому випадку, якщо машина нікуди не рухається. Подібну систему вже представив ряд компаній: Harman Interactive і BMW. Останні також пропонують використовувати доповнену реальність автомеханіка. Компанія представила ролик, в якому співробітник BMW використовує подобу Google Glass, щоб вивчити двигун, визначити, які деталі повинні бути замінені, після чого дає покрокову інструкцію про те, як це виправити.

Доповнена реальність також може використовуватися і пасажирами авто. Toyota представила концепт системи, що дозволяє за допомогою сенсорного екрану наближати об'єкти за межами автомобіля, ідентифікувати їх, а також оцінювати відстань до об'єктів [1].

«Розумні» фари і шини. «Розумні» фари вже встановлюються на найдорожчих моделях автомобілів, а незабаром вони стануть масовим явищем. Так, Ford, наприклад, в своїх нових машинах почне застосовувати адаптивні фари, які можуть змінювати напрямок світлового потоку і його інтенсивність, з огляду на швидкість і кут повороту, відстежуючи наявність зустрічних і попутних машин, а також велосипедистів. Новітні системи допомагають уникнути тимчасового засліплення інших учасників дорожнього руху, а значить, можуть істотно зменшити кількість аварій.

У цьому році на автомобільному салоні в Женеві представили і «розумні шини»: в майбутньому вони зможуть самостійно визначати тип покриття (сухий гравій, мокрий асфальт, засніжена траса тощо) і передавати дані бортової електроніки, щоб водій уважніше дивився на дорогу, зменшував швидкість або готувався до заметів. Само собою, такі шини зможуть інформувати і про власне зношування, про деформації і про необхідність замінити колесо, поки з ним нічого не сталося. Крім того, є і виробники, у яких зовсім футуристичне бачення: вони стверджують, що незабаром шини будуть являти собою сферу [8].

Системи виявлення пішоходів. Системи пішохідного виявлення першими почали тестувати Volvo і Mercedes, а тепер їх встановлюють ще на кілька преміальних автомобілів. Джерело інфрачервоного випромінювання допомагає виявляти людей на дорозі в той момент, і якщо водій не натискає на гальмо самостійно, машина робить це за нього. У найближчому майбутньому ці системи стануть таким же штатним обладнанням для машин, як ремені безпеки, впевнені виробники.

Поки ж системи вдосконалюються: наприклад, вже придумані надчутливі датчики, що вловлюють серцебиття на відстані до 100 метрів. А якщо удар все-таки стався, допоможуть подушки безпеки для пішоходів: першу машину з такими випустив Volvo - завдяки подушкам, виключається удар об лобове скло, який найчастіше призводить до тяжких травм [8].

Мережа для автомобілів. Американську систему Vehicle-to-vehicle почали створювати в 2006 році - з тих пір до розробки підключилися: Toyota, BMW, Honda, Audi, Volvo і інші автомобільні бренди. Результат обіцяли до 2014 року, але він до цих пір не представлений. Хоча творці стверджують, що протокол обміну даними між автомобілями вже придуманий. На основі даних GPS і показань спідометра бортовий комп'ютер зможе розрахувати ймовірність зіткнення, загальмувати машину на небезпечному перехресті,

попередити про те, що зараз не час перебудовуватися і так далі. Крім того, якщо у кого-то з учасників мережі спрацювала система стабілізації курсової стійкості, всі що знаходяться поблизу водії будуть попереджені, що на дорозі може бути ожеледь. А в разі появи на дорозі машини швидкої допомоги система попередить, що незабаром потрібно буде поступитися дорогою ще до того, як з'явиться «мигалка».

Прототипи V2V вже тестуються на автомобілях Cadillac, і проблема поки виключно в їх розповсюдженні: як тільки всі учасники руху отримають можливість підключитися до мережі, то настане майбутнє [8].

Здатність бачити іншого учасника руху і елементи оформлення дороги необхідне не тільки водієві, але і самому автомобілю. Саме тому більшість сучасних машин вже можуть помічати один одного, вимірювати швидкість руху і відстань до інших об'єктів. Це робиться за допомогою різних датчиків, що працюють в різних частотних діапазонах. І наступним кроком стало розпізнавання сигналів, що надходять від них, та їх корисна інтерпретація [9].

Вже стала звичною така функція, як розпізнавання смуги руху, коли невелика зміна напрямку без включеного «поворотника» трактується як помилка водія і система сигналізує йому про це. У Volkswagen пішли далі і розширили дію на сприйняття не тільки звичайної білої розмітки, а й тимчасових ліній оранжевого кольору, а також бар'єрів, що виставляються під час ремонтних робіт. Електроніка розпізнає нестандартну ситуацію, знижує швидкість і коригує траєкторію.

У Volvo схожа функція робить акцент на сприйнятті узбіччя. За статистикою, певна кількість аварій трапляється, коли автомобіль з'їжджає з дороги і під колесами виявляється поверхня з різним коефіцієнтом зчеплення. Для того щоб цього не траплялося, датчики зчитують показання про відстань до краю проїзної частини та попереджають водія про небезпеку.



Рисунок 1 – Системи безпеки Volvo

Ford навчив свої автомобілі «лосиного тесту». Так називають об'їзд несподівано виниклої перешкоди з поверненням на початкову смугу руху. При отриманні інформації про появу об'єкта по ходу руху і можливості його об'їхати (немає зустрічного транспорту або машин на сусідній смузі) рульове керування автомобіля отримує команду відхилитися від курсу і після об'їзду перешкоди повернутися на нього. Якщо об'їхати об'єкт немає можливості, автомобіль самостійно гальмує аж до повної зупинки.

На Mercedes адаптивний круїз-контроль, який може підтримувати швидкість руху автомобіля який їхав за транспортним засобом, доповнений функцією визначення його центру. Це дозволяє зберігати смугу руху без участі водія і знижує ризик дрібних аварій в пробках.

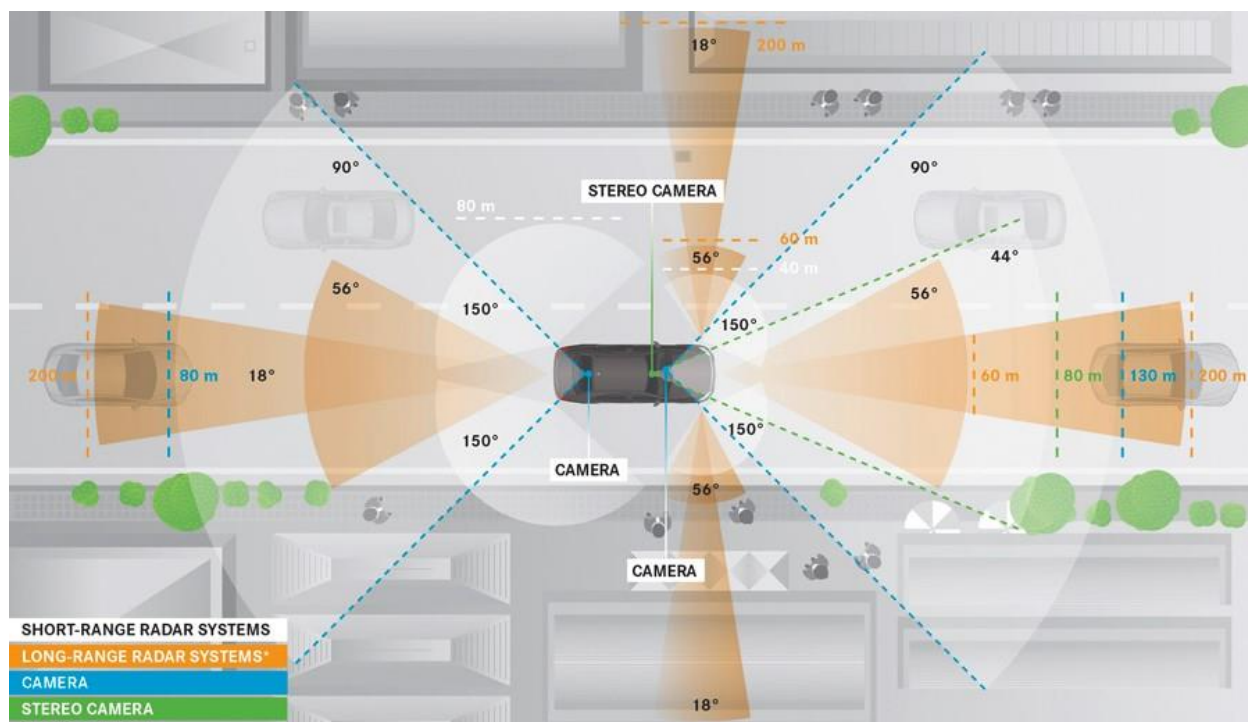


Рисунок 2 – Системи безпеки Mercedes-Benz

Зв'язок об'єктів - маячки і транспондери. Якщо один одного автомобілі вже можуть помічати, то вчасно виявити пішохода, який виходить із-за автомобіля або виїжджає на дорогу велосипедиста їм набагато складніше. Для того щоб знизити кількість аварій з незахищеними учасниками руху, BMW пропонує використовувати маячки-транспондери. Невеликі чіпи, які не мають ніякої особистої інформації, а тільки позначають об'єкт, що рухається і його статус, випускають імпульси, які зчитуються системами автомобіля і видають водієві прогноз про ситуацію на його шляху.

Система подібних транспондерів розробляється в рамках програми Ко-TAG, підтримуваної Федеральним міністерством економіки і технологій Німеччини. Її подальші кроки пов'язані з мінімізацією чіпів і їх установкою в дитячих портфелях і тростинах.

За статистикою, незважаючи на розвиток протиугінних і сигналізаційних систем, викрадень транспорту менше не стає. Тому, як би автовласник не захищав свого чотириколісного друга, він повинен бути готовий до того, що його автомобіль можуть забрати зловмисники. І в такому випадку постає завдання знаходження та повернення автомобіля своєму законному власнику. Звичайно, поліція робить все можливе для піймання злочинця, але не завжди досягає успіху. Знаючи про це, автовласникові бажано заздалегідь «підстелити соломки». І один із способів зробити це - встановити GPS маяк. GPS маяки часто плутають з маяками навігаційними, однак це зовсім різні пристрої. GPS маяки на машину є мініатюрними приладами, які вловлюють GPS сигнали і можуть точно визначити координати свого місця розташування [10].

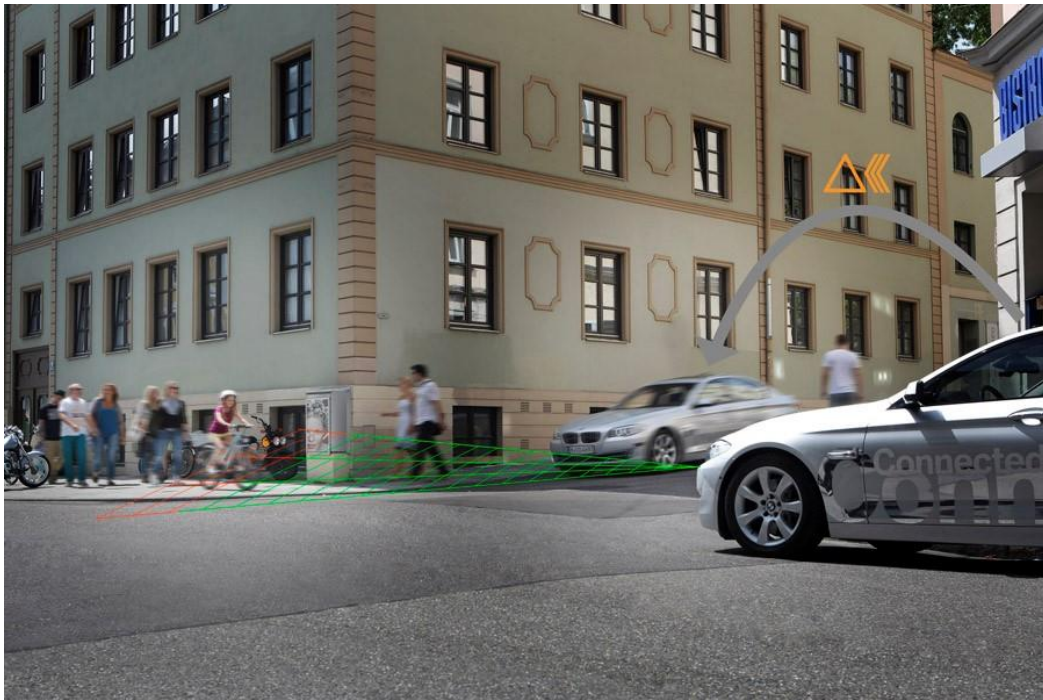


Рисунок 3 – Системи безпеки BMW

Парковка без водія. Асистенти парковки є ще одним кроком до перекладу автомобілів на автономне пересування, але поки їх здатності обмежуються паралельним і перпендикулярним паркуванням при обов'язковій присутності водія. Ford і Volkswagen розробили системи, які дозволяють поставити автомобіль на вибране місце, коли всередині нього нікого немає. Це може бути дуже зручно в ситуації, коли місця для машини вистачає, а ось відкрити двері і вийти вже неможливо через обмежений простір. Водієві пропонується виставити автомобіль так, щоб йому потрібно було переміщатися тільки вперед або назад, і за допомогою пульта управління перемістити машину на місце. При цьому система самостійно перемкне передачі, заведе або заглушить двигун і включить гальмо стоянки [9].



Рисунок 4 – Асистент паркування Volkswagen

Японські автомобілі окупували верхні рядки рейтингу найбільш продаваних машин світу. Лідерство захопила японська Toyota. За даними асоціації OICA (Міжнародна організація автомобільного транспорту), за 8 місяців 2017 компанія продала 5,81 млн

автомобілів (+ 4,4%). Honda і Nissan - другий і третій японські бренди за обсягами продажів. У світовому рейтингу вони займають четверте і п'яте місце. Далі розташувалися Mazda - 16 місце в світі, Suzuki - 17 місце, Subaru - 25-е і Mitsubishi - 26-е. Так виглядає велика сімка японських автомобільних брендів [11].

Слідом за виставою, що пройшла в вересні світовою прем'єрою нового Nissan Leaf автовиробник представив в Токіо ІМх: 4-місний електрокросовер, який може управлятися повністю автономно і проїхати на одній зарядці більше 600 км (по японському стандарту JC08).



Рисунок 5 – Nissan Leaf

Прототип побудований на новій електромобільній платформі Nissan з двома електромоторами сумарною потужністю 320 кВт/год (435 к.с.) і крутним моментом 700 Нм.

Тут встановлена нова акумуляторна батарея, яка може бути використана як якийсь аналог міні-електростанції. З її допомогою можна віддавати накопичену в ній енергію в міську електромережу. Як по дротах, так і за допомогою бездротових технологій.

"Цей кросовер створювався з метою посилити взаємозв'язок водія з автомобілем, щоб водій сприймав його як надійного партнера, що забезпечує більш безпечне, комфортний і приємний рух", - відзначають в Nissan.

Багато хто з перерахованих систем вже розроблені і проходять випробування. Невелика їх частина вже встановлена на автомобілі і застосовується. Але при всьому цьому розвитку технологій не варто забувати, що це всього лише помічники, які не зможуть оцінити всі фактори і прийняти рішення за водія. Та й це всього лише техніка, якої не менше, ніж людям, властиво помилятися.

Про інші деякі новинки можна дізнатись з наступних джерел [12 - 26].

Висновки. 1. Вбудовані в автомобіль технології з опціями «полегшеного водіння» (наприклад, автоматичне гальмування) допоможуть поступово підготувати споживача до сприйняття концепції автономного водіння. Дані технології користуються популярністю у масового споживача і викликають менше побоювань, ніж безпілотні транспортні засоби. Ще одним способом тестування сприйняття автономного водіння споживачем є райдшерінг, що дає можливість залучити ентузіастів, які швидше за все будуть користуватися даними послугами в майбутньому. Як Uber, так і Lyft впроваджують напівавтоматичні транспортні засоби в свої таксопарки у співпраці з виробниками комплектного обладнання (ОЕМ), що сприяє зондуванню ринку і дає споживачеві можливість спробувати ту чи іншу технологію до переходу на неї.

2. Основними напрямками, над якими працюють інженери автомобільних компаній, є комфорт і безпека. Ці два поняття стали набагато ширше, ніж кілька років тому, коли клімат-

контроль, ABS і подушки безпеки вважалися достатнім комплектом, що змінив набір з зручного крісла, триточкового ременя і справних гальм. Також ці поняття стали більш залежні один від одного і інтегруються в одні системи, які отримали назву помічників водія.

Список літературних джерел

1. 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.
2. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 97 -102.
3. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С.105 -112.
4. 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.
5. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 121 -124.
6. 10 технологій автомобилей будущего. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lookatme.ru/mag/live/future-research/197165-future-car-technologies>.
7. Электрический грузовик Тэсла покажут уже осенью. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hitechlabs.ru/electric-car/elektricheskiy-gruzovik-tesla-pokazhut-uzhe.html>.
8. 7 новых технологий которые меняют мир автомобиля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://praktika.ru/articles/cloud/newtech>.
9. Из области фантастики иди 8 новых автомобильных технологий. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.aif.ru/auto/about/948572>.
10. Интеллект в машины. Чем удивили японцы на автошоу в Токио. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://avtoprofi.ru/GPS-mayaki>.
11. Интеллект в машины. Чем удивили японцы на автошоу в Токио. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://biz.liga.net/all/transport/stati/3714532-intellekt-v-mashiny-chem-udivili-yapontsy-na-avtoshou-v-tokio.htm/section3/#page>.
12. Чотири проривні новинки від Intel. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mind.ua/publications/20178406-chotiri-prorivni-novinki-vid-intel>.
13. Автоновини: Нові технології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://autoportal.ua/news/technologies.html>.
14. Інноваційні автомобільні технології [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtoblog.ua/technologies>.
15. 10 новых і найбільш перспективних автомобильных технологий. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zap-online.ru/info/avtonovosti/10-naibolee-perspektivnyh-novyh-avtomobilnyh-tehnologiy>.
16. Нові технології, які назавжди змінять вигляд автомобілів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hronika.info/fotoreportazhi/267166-novye-tehnologii-kotorye-navsegda-izmenyat-oblik-avtomobiley-foto.html>.

17. Нові технології автомобілів майбутнього. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://rikauto.com.ua/ua/news_full/1554.
18. Інновації в автомобілебудуванні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.innoros.ru/news/tags/innovatsii-v-avtomobilestroenii>.
19. Автомобільні технології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autom.ru/inf/tehnologii>.
20. Найяскравіші автомобільні інновації 2016 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.insider.pro/technologies/2016-10-16/10-luchshih-avtomobilnyh-innovacij-2016-goda>.
21. Нові технології в автомобілебудуванні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.webplaneta.de/topic.php?topic=24>.
22. Новые технологии в автомобилестроении. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://motorbreath.ru/articles/novye-tekhnologii-v-avtomobilestroenii>.
23. Машина майбутнього: 5 інноваційних технологій в сучасних автомобілях. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.novate.ru/blogs/290414/26198>.
24. Сучасні технології в автомобілебудуванні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ntpo.com/obzor-sovremennyh-tehnologii/tehnologii-v-avtomobilestroenii>.
25. Презентація "Інноваційні технології в автомобілебудуванні". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infourok.ru/prezentaciya-inovacionnie-tehnologii-v-avtomobilestroenii-1361963.html>.
26. Інноваційні технології в автомобілебудуванні: переваги і недоліки". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bgprod.ru/journal/sovremennye-tekhnologii-v-avtomobilestroenii-plyusy-i-minusy>.

Ярченко Богдан Віталійович – магістрант кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Стадник Людмила Дмитрівна – магістрантка кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ

TO THE QUESTION OF MEASURING THE PARAMETERS OF MOTION

The paper addresses a new method of moving objects measuring motion parameters. This: angular velocity, angular acceleration, instantaneous turn radius, linear velocity. Measuring instruments using integrated accelerometers based on MEMS-technology. The developed measuring system can be used as navigation system in determining the spatio-temporal orientation of the ground object. Because in addition to measuring these parameters it allows you to determine the direction of the vector of linear speed. The proposed measurement system can reduce inadequate measurement models, autonomy and increase versatility and reduce measurement error motion parameters of moving objects during testing and navigation systems in determining the spatio-temporal orientation of objects and the management of them by changing the structure of equipment and information simplification of indirect measurements.

Dynamic testing of moving objects including vehicles, is nowadays one of the most common and reliable ways of assessing their quality both in assessing the adequacy and the operation. To ensure the required level of security it is necessary to expand the control of various mechanisms, to move to a higher level of test and implement new control devices with higher functional capacities. Using accelerometers plays a significant role in resolving the specified problem. In connection with the above, their arises a problem of development and application of measurement and registration systems that allow with no interference in the construction to determine the dynamic and kinematics parameters during the dynamic testing of moving objects.

Analysis of recent research and publications. In Kharkiv National Automobile and Highway University jointly with Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture over the years there have been developed methods and tools for dynamic tests of cars and tractors [1, 2, 3]. The basis of the developed methods lies in universal method of partial accelerations [4], based on the measurement of linear accelerations that occur during moving object tests. Acceleration measurements are carried out by linear accelerometers. It has been proven that in order to make test object supervisory it is necessary that each degree of freedom of moving object was consistent with its own measuring axis [5]. To implement the proposed provisions measuring system, consisting of two three-axis accelerometers and computing unit was suggested [1]. Metrological characteristics of this measuring system allow making measurements of motion parameters with an error not exceeding 5 %.

To determine the kinematics parameters of movement of vehicles it is proposed to use a measuring system, consisting of three-axial sensor of linear acceleration and sensor of angular velocity (gyroscope). Fig. 1 shows a circuit of measuring linear accelerations that occur while moving ground objects.

Instantaneous turning radius

$$R = \frac{a_y \omega_2^2 \Delta t^2 - a_x \Delta t (\omega_2 - \omega_1)}{\omega^4 \Delta t^2 - (\omega_2 - \omega_1)^2}. \quad (1)$$

The value of the angular acceleration ε can be found by using the additional angular acceleration sensor, or differentiating the value of the angular velocity ω :

$$\varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t}; \quad (2)$$

where ω_1, ω_2 – values of angular velocity measured in the current and previous moments of time, respectively;

Δt – time interval with which the measurement of angular velocity is made.

The linear velocity of the vehicle can be determined not by the time integration

$$v = \frac{a_y \omega_2^3 \Delta t^2 - a_x \Delta t \omega_2 (\omega_2 - \omega_1)}{\omega^4 \Delta t^2 - (\omega_2 - \omega_1)^2}. \quad (2)$$

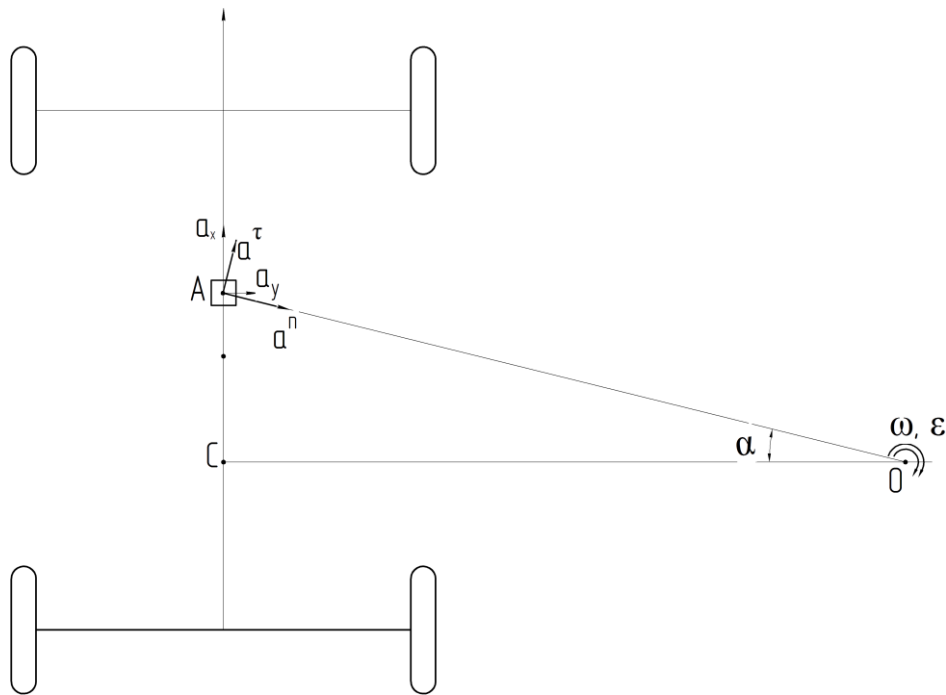


Figure 1 – Scheme of linear acceleration arising from the movement of vehicle

List of sources used

1. Коробко А. І. Удосконалення методів та метрологічного забезпечення проведення динамічних випробувань автомобілів : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Андрій Іванович Коробко, 2013. – 150 с.
2. Подригало М. А. Метод визначення сумарної сили опору руху автомобіля за допомогою датчиків лінійних прискорень / М. А. Подригало, А. І. Коробко, Д. М. Клец, О. О. Назарько, А. М. Мостова // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – 2010. – Вип 28 (травень). – С. 432-434.
3. Радченко Ю. А. Экспресс-метод диагностирования рулевого управления шарнирно-сочлененных машин / Радченко Ю. А., Назарько О. А., Коробко А. И., Подригало М. А. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. Воронеж : ФГБОУ ВО «ВЛГТА им. Г. Ф. Морозова». – 2015. – № 2. – С. 132-137.
4. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Артемов Н. П., Лебедев А. Т., Подригало М. и др. ; под. ред. М. А. Подригало. – Х. : Изд-во «Міськдрук», 2012. – 220 с.
5. Артёмов М. Питання точності вимірювань під час динамічних випробувань мобільних машин // М. Артёмов, М. Подригало, А. Коробко, Д. Клец // Метрологія та прилади. Науково-виробничий журнал. – 2012. – № 5. – С. 27-31.

Коробко Андрій Іванович – к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник; Харківська філія Державної наукової установи «Український науково-дослідний інститут прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»; доцент; Харківський національний автомобільно-дорожній університет