

MODEL FOR DETERMINING SPEED AND BRAKING PROPERTIES OF A CAR

A modern car is a complex technical object consisting of various systems and units. Prediction of car properties at the design stage is impossible without computer modeling.

Modern tools of computer modeling have different complexity and capabilities. Development of an adequate model is a rather complicated task requiring knowledge and clear understanding of processes taking place in the simulated object.

The model of a front-driven passenger car to determine its speed and braking properties, shown in Figure 1, was developed in the software package LMS Imagine.Lab AMESim. The advantages of this package are a fairly extensive library of built-in components representing models of units and assemblies of cars, which allows you to quickly create and calculate the behavior of complex mechatronic systems, as well as the ability to interact with other software packages, such as MATLAB Simulink.

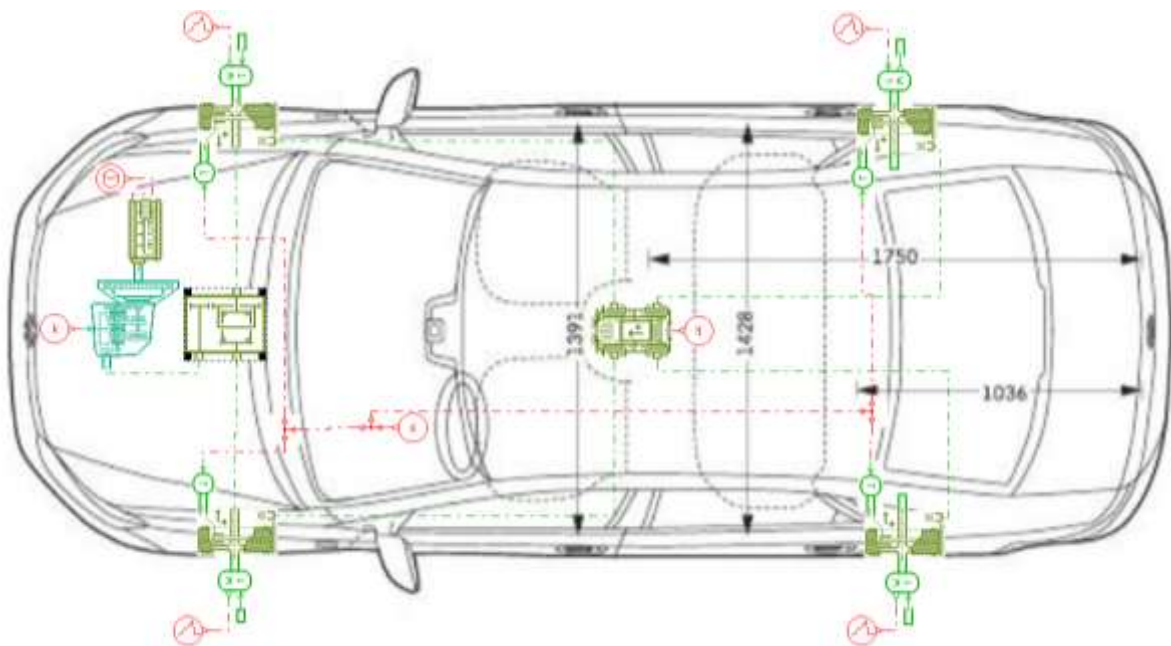


Figure 1. Scheme of the Front Drive Car Model

The presented model includes submodels of internal combustion engine, clutch, manual transmission, inter-wheel differential, tires in contact with the supporting surface, loads on each wheel from the car weight.

The submodel of the internal combustion engine is simple and represents a source of torque, the change of which can be set in a tabular form. With this submodel it is possible to simulate both external speed and partial characteristics of different engines.

Using standard elements of Powertrain and IFPDrive libraries, friction clutch, manual gearbox and inter-wheel differential were simulated in sufficient detail. The internal parameters of the elements included in the submodels take into account kinematic transmission ratios, inertia, elastic and dissipative characteristics.

A submodel of the tyre in contact with the road in the same library has also been used. The submodel takes into account the inertia of the wheel, the vertical load from the weight of the car, which varies with the angle of rise / fall, and also allows for a separate consideration of the moment of resistance and braking torque. To simulate the road profile, a preset moment of resistance is brought to the wheel, variable in time.

To assess the adequacy of the developed model, the results of the simulation were compared with the results of experimental determination of the same modes of motion of a Volkswagen Polo car. Experimental determination of speed and braking characteristics of the car was carried out using non-contact single-coordinate optical sensor CORREVIT L-350 Aqua measuring complex CORRSYS DATRON methods prescribed by GOST 22576-90 and UN Regulations №13. Also, to assess the adequacy of the model, statistical processing of modeling and experimental results was carried out using the Cochran criterion. Error of modeling did not exceed 7%. Graphs of the simulation results and the experimental

determination of the speed characteristic "Acceleration" and braking characteristic of the car are shown in Figures 2-3 (experimental dependencies are shown as a continuous line, obtained by simulation - a solid line).

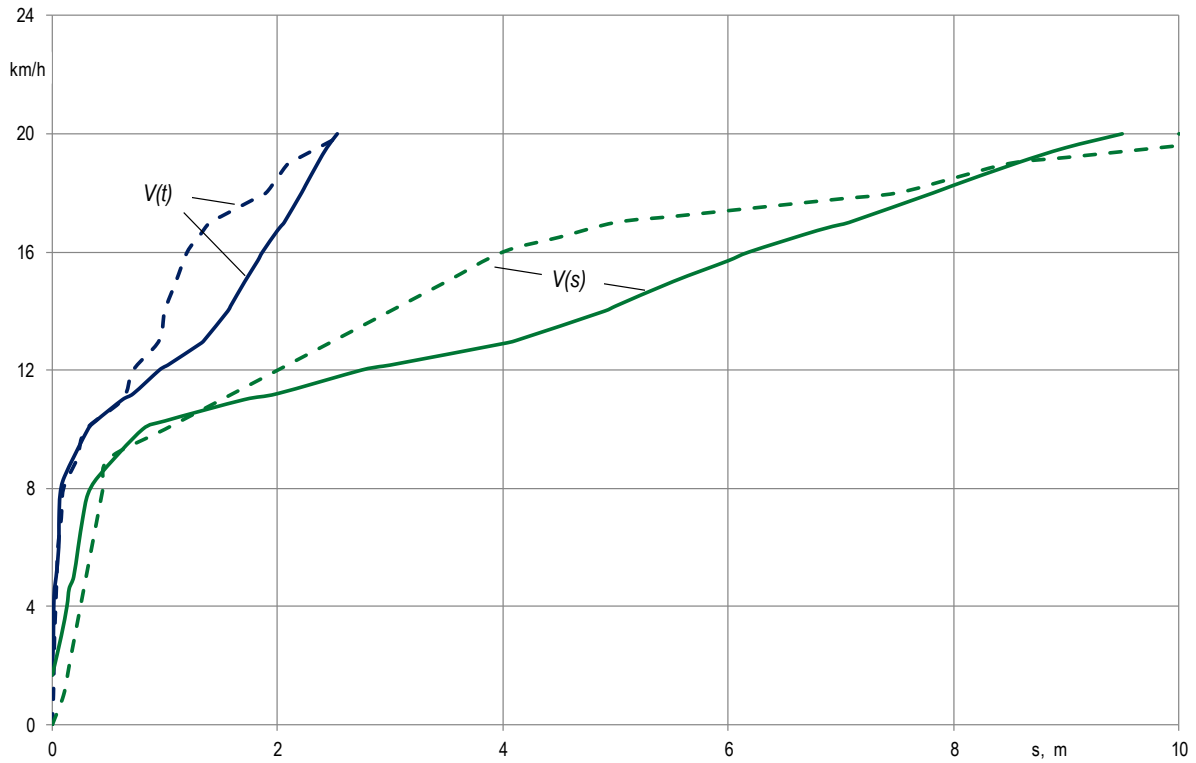


Figure 2. Speed characteristic "Acceleration"

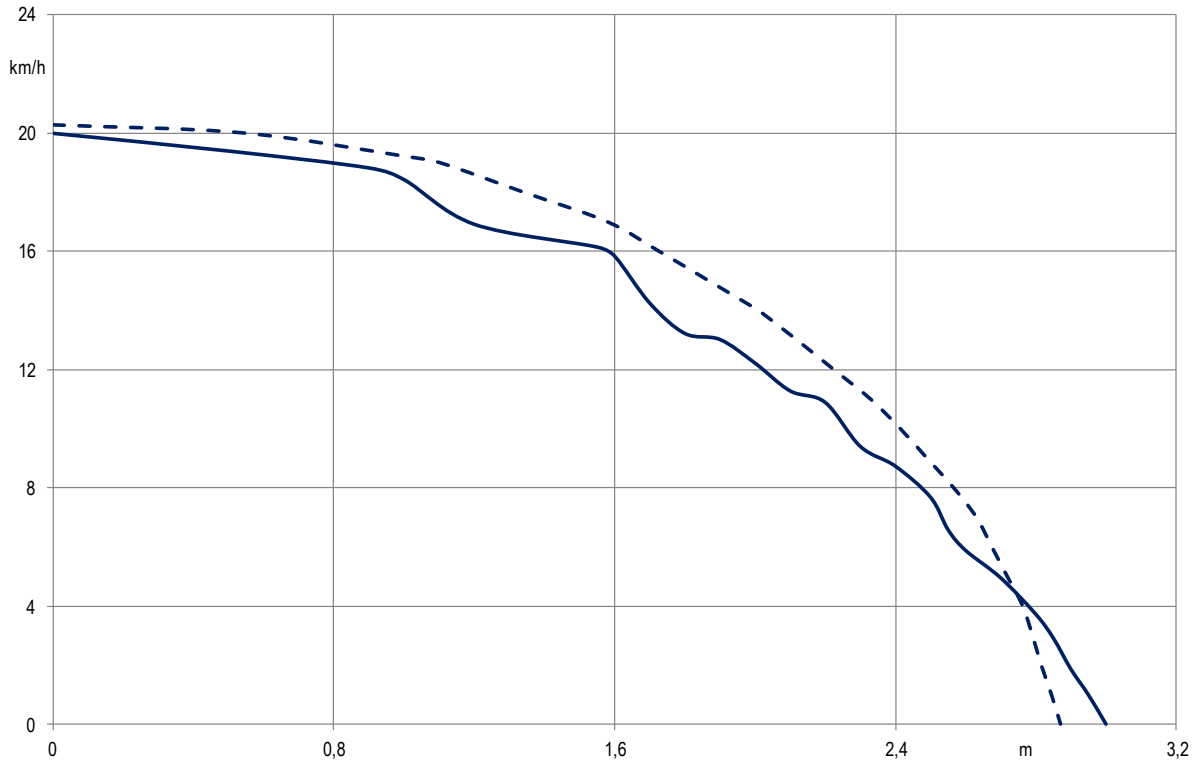


Figure 3. Braking Characteristic

Thus, the developed model can be used to assess the speed and braking properties of the car at the design stage.

Аулін В.В., проф. кафедри експлуатації та ремонту машин, д.т.н., проф.
Гриньків А.В., с.н.с. кафедри експлуатації та ремонту машин, к.т.н
Головатий А.О., асп. кафедри експлуатації та ремонту машин
Центральноукраїнський національний технічний університет

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВІДДІЛЕНЬ ПІДПРИЄМСТВА

Стандарт ISO 9000: 2000 визначає процес як сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих видів діяльності, що перетворює входи в виходи, іншими словами, будь-яка діяльність або комплекс діяльності, в якій використовуються ресурси для перетворення входів у виходи, може розглядатися як процес [1-3]. При цьому до ресурсів можуть відноситися: обладнання, засоби його обслуговування, технологія, персонал і методики його роботи.

Будь-який процес управління повинен являти собою, розгорнуту в часі і підпорядковану керуючому впливу, послідовність дій. Ця послідовність повинна бути забезпечена необхідними ресурсами і мати встановлені вимоги до параметрів входу, параметрів виходу і параметрам самого процесу управління. З метою підтвердження виконання цих вимог на вході і виході процесу управління, а також в його різних фазах повинні проводитися відповідні вимірювання.

Процеси технічного сервісу транспортних машин (ТМ) завжди спрямовані на будь-яке перетворення об'єкта, що знаходиться під сервісним обслуговуванням. При цьому перетворюваному об'єкту додається певна вартість, яка пояснюється витрачанням ресурсів, у тому числі трудових і тимчасових. Процеси технічного сервісу ТМ додають системам та агрегатам цінність, причому цінність з точки зору споживача як зовнішнього, так і внутрішнього. Чим більше процеси технічного сервісу додають цінність ТМ і менше витрачають ресурсів, тим вище їх ефективність.

По суті, тільки через управління процесами в експлуатуючої або сервісній організації може бути досягнуто загальне керівництво якістю функціонування ТМ. Відповідно до вимог стандарту ISO 9001:2000 система управління повинна забезпечити постійне поліпшення процесів в будь-якій організації. Виконання цієї вимоги викликає необхідність визначення вимірюваних показників якості процесу. Стандартом виділяється три групи цих показників [4-6].

До першої групи віднесені показники результативності виконання проекту, оскільки оперативне управління процесом будується, як правило, на основі непрямих показників, що відображають в основному технічну складову. Непрямими показниками якості процесу, які можна віднести до показників результативності виконання процесу, служать наступні узагальнені характеристики: точність процесу; можливості процесу (показник стабільності); надійність процесу; продуктивність процесу; керованість процесу; безпека процесу; ергономічність процесу і екологічність процесу. В якості оцінки результативності виконання процесу може також використовуватися ступінь відповідності фактичних його показників плановим (встановленим), з урахуванням фактору ризику невідповідності.

До другої групи віднесено показники результативності управління процесом. Основним показником результативності управління процесом є ступінь поліпшення показника якості процесу. Це пояснюється тим, що для процесів, що знаходяться під управлінням системи менеджменту якості, повинні бути сформульовані завдання в області якості. Ці завдання мають співвідноситися з політикою в області якості і як мінімум ставити завдання підвищення результативності.

До третьої групи віднесено показники ефективності процесу, оскільки саме прямі показники ефективності процесів можуть дати найбільш цінну фактичну основу для прийняття управлінських рішень керівництвом експлуатаційних і сервісних підприємств. До того ж, показники ефективного процесу відображають його "коефіцієнт корисної дії".

Слід зазначити, що при управлінні процесами технічного сервісу ТМ необхідне виконання наступних дій:

- визначення завдань і формування очікуваних результатів процесу технічного сервісу ТМ;
- визначення якісних характеристик процесу технічного сервісу ТМ, включаючи критерії результативності виконання процесу, критерії результативності управління процесом і узагальнений прямий показник якості-ефективність процесу;
- визначення потреби в ресурсах, у тому числі трудових, необхідних для виконання процесів технічного сервісу ТМ;
- визначення застосовності методів і засобів виконання процесів технічного сервісу ТМ і можливості досягнення поставлених завдань;
- управління витратою ресурсів, виділених для здійснення технічного сервісу ТМ, з включенням мотивації сервісного персоналу;
- управління параметрами процесу технічного сервісу ТМ, з урахуванням результатів аналізу вхідних і вихідних даних.

Експлуатуюча організація зобов'язана реалізовувати, перш за все, процеси використання ТМ за призначенням. Другим завданням експлуатуючої організації є реалізація максимально ефективних процесів технічного сервісу ТМ. При цьому необхідно враховувати, що система технічного обслуговування і ремонту ТМ є складовою частиною системи експлуатації машин. Однак у сучасній системі господарювання, з використанням принципів аутсорсингу, процеси технічного обслуговування і ремонту ТМ можуть бути з повним правом передані спеціалізованим сервісним організаціям.

Список використаної літератури:

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Мартиненко О.Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського нац. техн. університету сільск. господарства. Вип. 158. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Харків. 2015.-С.252-262. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5172>
 2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми підвищення експлуатаційної надійності та можливості удосконалення стратегій технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 28. Кіровоград: КНТУ, 2015. С 126-131. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1169>
 3. Аулін В.В., Гриньків А.В., Черновол М.І. Узгодження зміни технічного стану з раціональним вибором об'єкту діагностування. Вісник інж. академії України. 2015. №2. С. 182-188. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9360>
 4. Аулін В.В., Гриньків А.В., Замота Т.М. Забезпечення та підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів на основі використання методів теорії чутливості. Вісник інж. академії України. 2015. №3. С. 66-72. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9361>
 5. Гриньків А.В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів. Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосп. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. №29. С. 25-32. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/3397>
 6. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С.36-41. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5173>
- Аулін В.В., Гриньків А.В. Связь информационной энтропии с показателями надежности агрегатов и транспортных средств. Материалы X межд. научно-техн. конф. "Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта, ПГУАС. г. Пенза. 2015. С.39-44. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9410>

Бажинова Т.О., к.т.н., асистент

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

Кравченко О.П., д.т.н., проф.

Державний університет "Житомирська політехніка"

Далибор Барта, к.т.н., доц.

Жилінський університет, Словаччина

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ МОДЕЛІ

Під час експлуатації гібридного автомобіля однією із головних задач є підтримка надійності та попередження відмов всіх його систем. Задача може бути вирішена на підставі оцінки технічного стану силової установки. Однак трудомісткість діагностування складає 40 % загальної трудовитрати технічного обслуговування.

Багато авторів досліджували методи з використанням розрахункового інтелекту при діагностиці силовими установками гібридних автомобілів. Дослідження вказують на значний потенціал поліпшення експлуатаційних характеристик гібридних автомобілів на підставі ефективного управління технічним станом внаслідок використання технологій розрахункового інтелекту.

Для рішення даної проблеми використовують методики, які засновані на проведенні розрахункових експериментів за відповідними математичними моделями. Процес зміни технічного стану силової установки гібридного автомобіля тече повільно та відрізняється конкретним напрямком. Це дозволяє рахувати цей процес квазідетерменованим та описувати його детерменованими функціями часу.

Використання нейромережевої моделі оцінки технічного стану силової установки забезпечує реалізувати ресурсні можливості гібридних автомобілів для запобігання випадків їх передчасного ремонту, зменшення кількості простоїв при технічному обслуговуванні, створення більш раціонального плану режиму роботи та визначення оптимального терміну експлуатації конкретного автомобіля. Це в цілому знижує витрати на його обслуговування і вкінцевому випадку – на ремонт. Знання технічного стану силової установки необхідні для створення ремонтної бази та обґрунтування потреби в запасних частинах.

В роботі розглянута нейромережева модель оцінки технічного стану гібридного автомобіля за енергетичними показниками. Модель дозволяє реалізувати ресурсні можливості силової установки, виключає випадки передчасного відправлення в ремонт, зменшення кількості простоїв в ремонті та технічному обслуговуванні, визначити оптимальний період використання гібридного автомобіля.

Головними труднощами при використанні бортових систем є правильна інтерпретація коду і визначення правильної причини можливої несправності. Це вимагає достатньої кваліфікації оператора, а також складності розробки, виробництва і експлуатації, обумовлені зростанням числа використовуваних датчиків і електронних блоків. Енергетична оцінка технічного стану силової установки гібридного автомобіля (палива, електроенергії) визначається вантажно-швидкісним режимом, тому енергетичні витрати визначають при заданих умовах експлуатації силової установки гібридного автомобіля. Ефективність витрат ресурсу силової установки гібридного автомобіля оцінюється за критерієм показника ресурсу.

Розроблено метод адаптації стратегії управління технічним станом гібридної силової установки до зміни зовнішніх умов експлуатації транспортного засобу на підставі нейромережевої та нейро-нечіткої апроксимації законів управління при реалізації концепції навчання з підкріпленням. Даний підхід дозволяє подолати недолік апріорної інформації про режим руху в даних умовах експлуатації, а також помилки математичних моделей за рахунок повного використання поточної інформації.

Навчання нечіткої моделі було виконано за допомогою функції `fmincon` пакета `Optimization Toolbox`, яка призначена для вирішення завдань оптимізації методом нелінійного програмування і заснована на методи найменших квадратів.

Експериментально підтверджено ефективність використання розроблених математичних моделей та адаптації законів управління для аналізу технічного стану гібридних автомобілів і обґрунтування базових параметрів гібридної силової установки на підставі розрахункового експерименту. Отримане оптимальне управління може використовуватися при розробці логічних правил вибору стратегії управління технічним станом гібридної силової установки, яка оптимальна для умов роботи транспортного засобу, і при дослідженні основних параметрів силової установки на показники економічності та екологічної безпеки.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПОВІТРЯНОЇ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ У СЕРЕДОВИЩІ ANSYS FLUENT

На даний час спостерігається стрімке зростання кількості електромобілів у світі. Це викликано рядом факторів, основні з яких це високий рівень забруднення навколишнього середовища двигунами внутрішнього згоряння, а також скінченність запасів нафти, яка є сировиною для виробництва палив для двигунів внутрішнього згоряння. Альтернативою традиційним двигунам внутрішнього згоряння можуть стати двигуни електричні, які є більш екологічними та мають вищий коефіцієнт корисної дії.

Суттєвою перешкодою тотальному переходу на електромобілі є певні їх недоліки, основним з яких є недостатній запас ходу на одній зарядці. Обмеження запасу ходу викликано характеристиками акумуляторних батарей, що використовуються на електромобілях. Можливі шляхи вирішення цієї проблеми можуть полягати або у створенні принципово нових накопичувачів електричної енергії, або підвищення ефективності експлуатації існуючих батарей.

Однією з причин недостатньої ємності батарей, а також порівняно не високого ресурсу роботи є несприятливі температурні режими експлуатації батарей. Вирішенням цієї проблеми є використання систем охолодження акумуляторних батарей. Існує багато різноманітних підходів до охолодження акумуляторних батарей електромобілів в експлуатації. Це і використання обдуву пакетів окремих елементів, і використання рідинних і комбінованих систем охолодження. Усі ці системи здатні підтримувати робочу температура пакету елементів батареї на заданому рівні. Проте, температура поверхні окремих елементів батареї в різних точках може суттєво відрізнятись, що також має негативний вплив на ємність та ресурс роботи батареї (рис. 1).

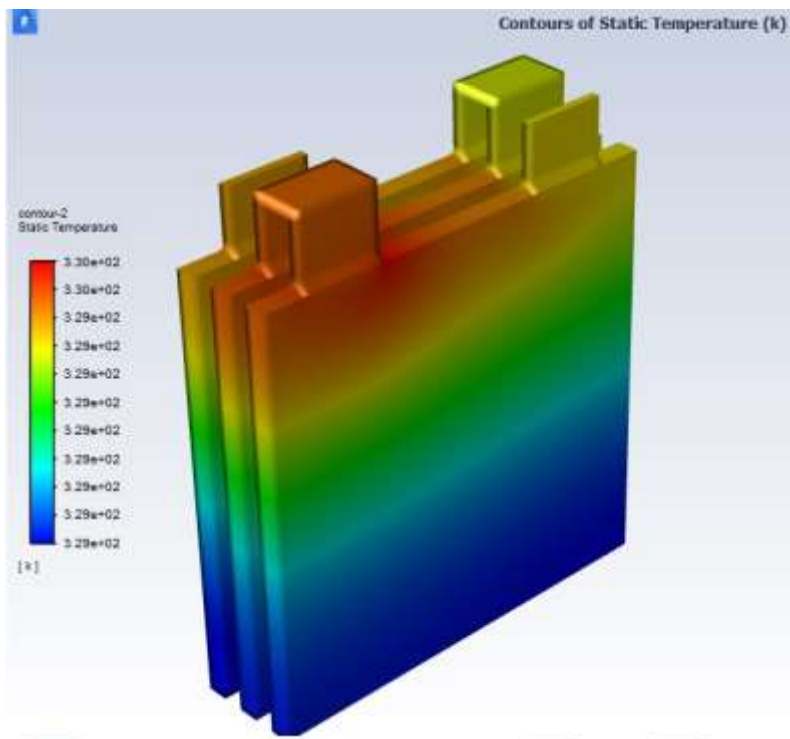


Рис. 1. Розподіл температури по поверхні окремих елементів пакету акумуляторної батареї електромобіля

Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є використання охолодження не пакету вцілому, а окремих елементів батареї у середині пакету. Звісно, у такому випадку, у якості охолоджуючого середовища можна

використовувати тільки діелектрики, наприклад сухе повітря, питома електропровідність якого складає 1×10^{-15} См/м. Геометрична модель такої системи охолодження представлена на рис. 2.

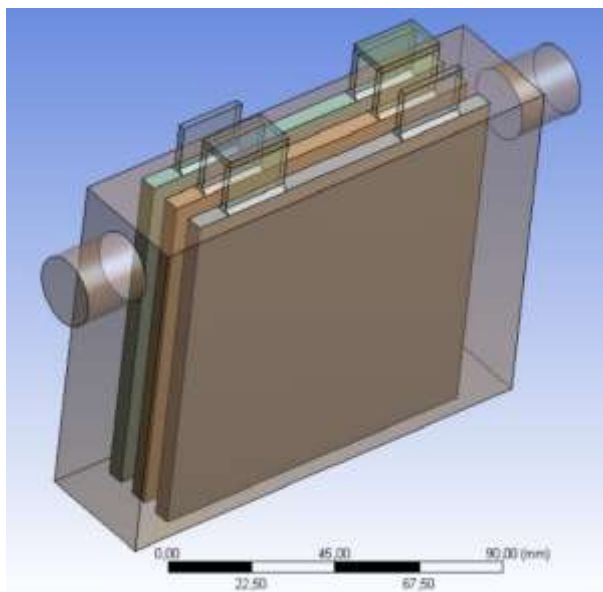


Рис. 2. Геометрія моделі повітряної системи охолодження батареї

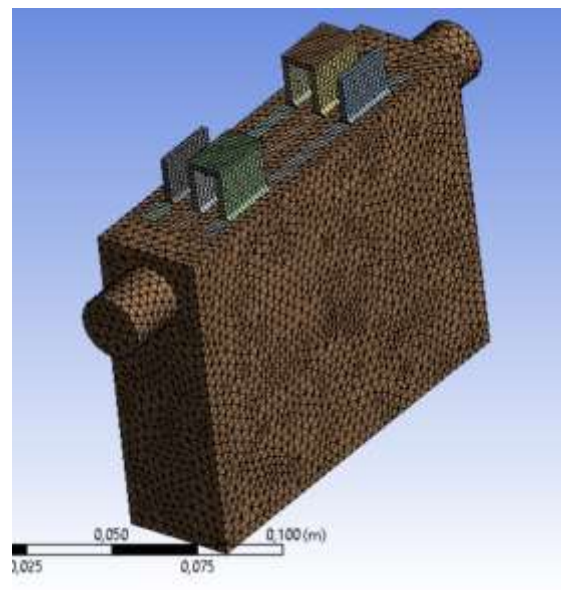


Рис. 3. Сітка кінцевих елементів для подальшого моделювання роботи системи охолодження

Для дослідження роботи такої системи охолодження використовувався метод комп'ютерного моделювання у середовищі FNSYS Fluent. Процес моделювання включає створення геометричної моделі (рис. 2), створення сітки кінцевих елементів (рис. 3), завдання вихідних даних та граничних умов безпосередньо у середовищі Fluent, виконання розрахунку та обробку його результатів (рис. 4).

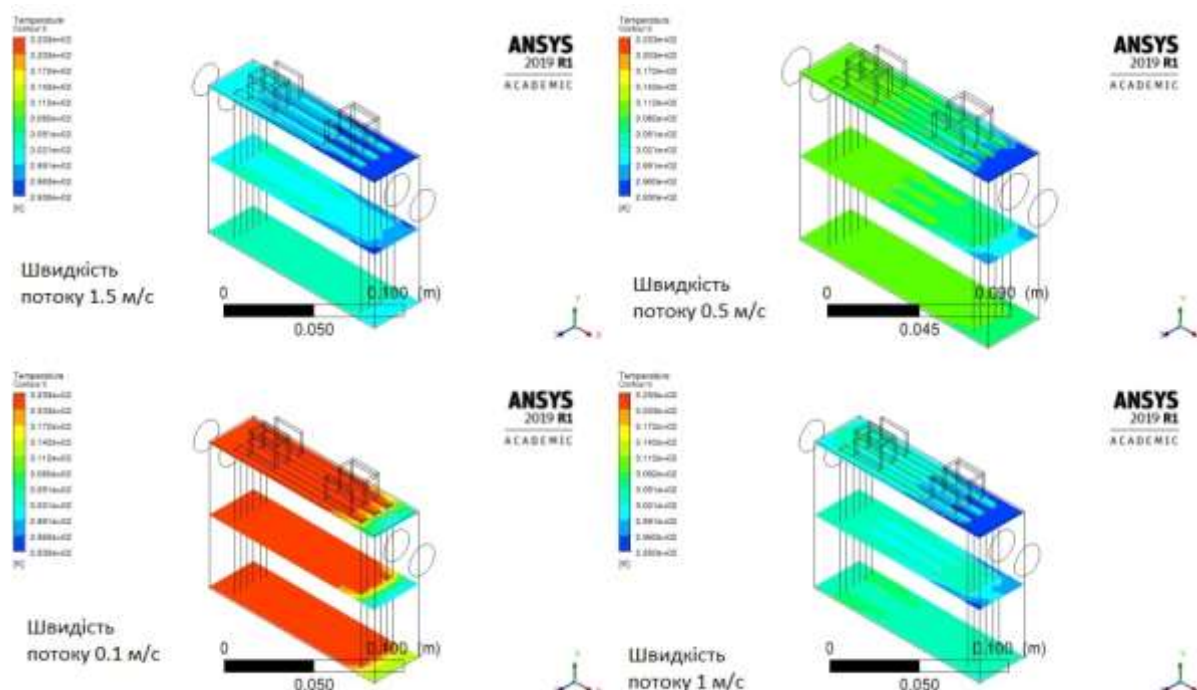


Рис. 4. Розподіл температури в різні перерізах пакету елементів батареї при різних вхідній швидкості потоку охолоджуючого повітря

З отриманих результатів видно, що при певних характеристиках потоку повітря вдається суттєво знизити температура поверхні окремих елементів батареї, а також зменшити різницю температур по поверхні окремих елементів батареї.

Бегерський Д.Б., к.т.н., доцент
Барабаш С.С., студент, 3 курс, гр. ААГ-19,
Науковий керівник - Опанасюк Є.Г., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ N1 НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

Однією із головних проблем при визначенні вихідних даних на стадії проектування автомобілів є визначення його вагових характеристик (власна та повна маса автомобіля, розподіл повної маси автомобіля між осями). Це пов'язано з тим, що від правильності визначення вагових характеристик залежать результати подальших розрахунків показників експлуатаційних властивостей автомобіля: тягово-швидкісних і гальмівних властивостей, стійкості та керованості, плавності ходу та ін., а також конструювання і розрахунку складових частин автомобіля.

В той же час існуючі математичні моделі для визначення вагових характеристик автомобіля не враховують сучасні тенденції розвитку конструкції автомобілів. Така ситуація призводить до того, що конструктори вимушені дотримуватись принципам наслідування - створення нових автомобілів на базі існуючих моделей шляхом внесення конструктивних, дизайнерських змін і використання сучасних неметалевих матеріалів навіть в найбільш навантажених частинах автомобіля. Водночас, при необхідності створення автомобілів з відмінними від базових моделей характеристиками, проводиться пошук та аналіз інформації щодо вагових характеристик аналогічних автомобілів даного класу.

Повну масу вантажного автомобіля M_a визначають за відомою формулою:

$$M_a = M_o + M_v + M_n, \quad (1)$$

де: M_o – власна маса автомобіля (у спорядженому стані);

M_v – маса вантажу (вантажопідйомність автомобіля);

$M_n = n \cdot m_n$ – маса пасажирів (n – кількість пасажирів, враховуючи водія; m_n – маса одного пасажирів).

При обчисленні повної маси вантажного автомобіля M_a за формулою (1) автомобіля, що проектується, необхідно визначити власну масу автомобіля (значення вантажопідйомності, кількості пасажирів наведені у технічному завданні на проектування).

Власну масу вантажного автомобіля визначають на основі статистичної обробки параметрів мас існуючих автомобілів даного типу з урахуванням факторів, які можуть здійснити вплив на вибір маси, а саме призначення, вантажопідйомність, тип силового агрегату та приводу, компоновку та ін.. При цьому використовується відома методика визначення власної маси вантажного автомобіля із співвідношення:

$$M_o = M_v \cdot q, \quad (2)$$

де: M_v - вантажопідйомність автомобіля, т;

q - коефіцієнт тари.

Коефіцієнт тари для вантажного автомобіля відповідно обчислюється на наступною формулою:

$$q = M_o / M_v, \quad (3)$$

Орієнтовні значення коефіцієнта тари автомобілів можна знайти, використовуючи графік залежності виду $q = f(M_v)$.

В роботі проведений аналіз впливу на величину власної ваги автомобілів категорії N1 зазначених вище факторів, насамперед вантажопідйомності, як найбільш впливового. Згідно Додатку II до «Директиви 2007/46/EC Європарламенту та Ради від 5 вересня 2007, що встановлює правові рамки для офіційного затвердження типу механічних транспортних засобів і їх причепів, та систем, складових частин і окремих технічних пристроїв, призначених для таких транспортних засобів» встановлено категорії транспортних засобів, зокрема категорія N1: транспортні засоби, які спроектовані та виготовлені для перевезення вантажів, і які мають максимальну масу, що не перевищує 3,5 тони і належать до категорії N: Механічні транспортні засоби, які мають не менше ніж чотири колеса, і спроектовані та виготовлені для перевезення вантажів.

Для визначення вихідних даних для визначення залежності коефіцієнта тари від вантажопідйомності автомобіля ($q = f(M_v)$) здійснений пошук вагових характеристик понад 30 сучасних автомобілів категорії N1, а саме Ford Transit Custom 250 L1H1, ISUZU ELF 3.5 NMR85E, Volkswagen Crafter Kasten 35 L3H2, Opel Movano-B L2 H2-3, УАЗ 3303, УАЗ Профи 236021, Jinbei SY1035SW2ZA, Jinbei SY1035DW2ZA, Huashen DFD1032G, Isuzu QL10413EAR, Dongfeng DFA1031D35D6, CNJ Nanjun CNJ1030WSA28M, CNJ Nanjun CNJ1030ZP33M, CNJ Nanjun CNJ1030WPA26M, SAIC Datong Maxus SH1041A6D4, Foton BJ1037V3MD6-AA, Higer KLQ1020Q4, Jinggong ZJZ1021GCT3BZ4, Great Wall CC1031PS4F, Great Wall CC1021PD07, Dadi ZHT1027EL, Huakai MJC1026K28L, Bende QY1020B, ZX Auto BQ1028Y2B2M-3, Fuqi (Huaxiang) FQ1021A1, Huanghai DD1023A, Forta

FZ1030AS, Tianma KZ1023LC, Gonow GA1021CT, Shifeng SSF1020HBP41-A, JAC HFC1027KR, діапазон зміни вагових показників для яких знаходиться в наступних межах:

- повна вага: від 1810 до 3500 кг;
- власна вага: від 880 до 2650 кг;
- вантажопід'ємність: від 400 до 1535 кг.

В результаті аналізу вагових характеристик сучасних автомобілів категорії N1 встановлені залежності коефіцієнта тари q від вантажопід'ємності автомобіля M_v . Для вантажних автомобілів категорії N1 така залежність представлена на рисунку, що наведений нижче.

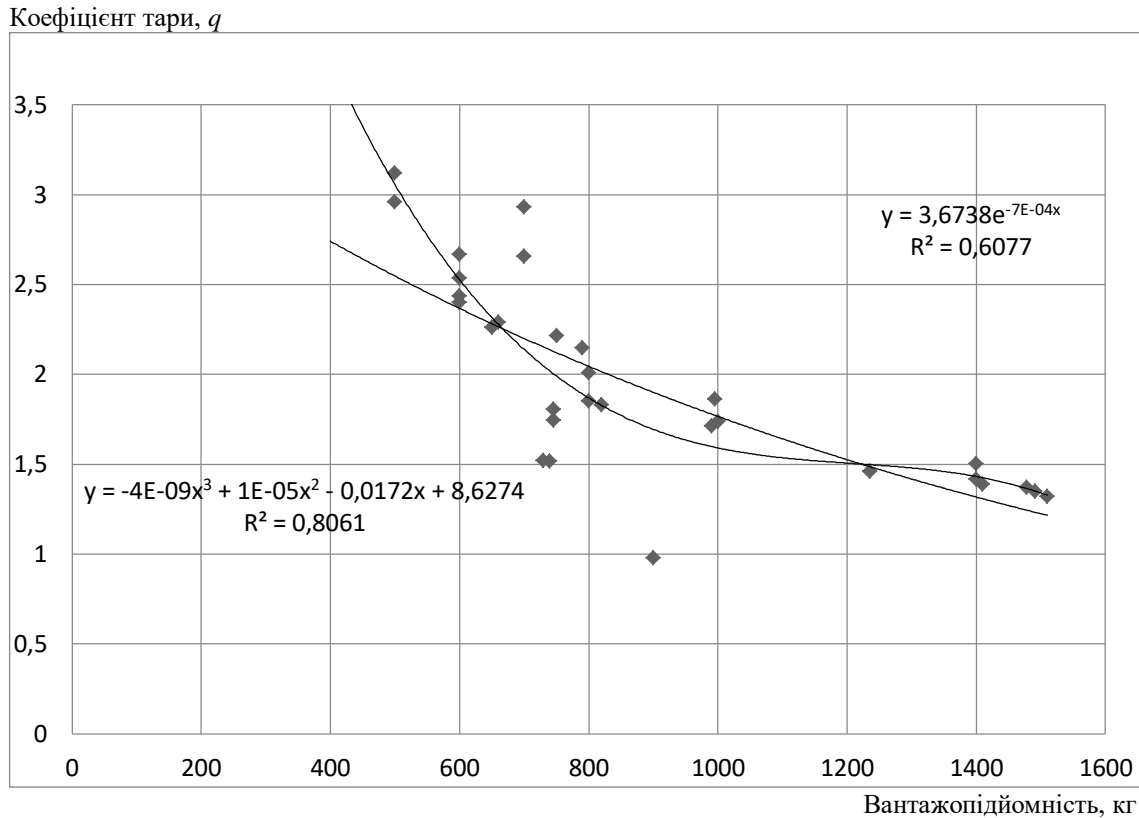


Рис. 1. Залежність коефіцієнта тари від вантажопід'ємності для автомобілів категорії N1

В результаті представлення залежності $q = f(M_v)$ в графічному вигляді визначено, що вона має експоненціальний вигляд ($y = be^{ax}$, де a і b - константи) і використовується для опису експериментальних даних, швидкість зростання або зменшення яких безупинно зростає. В той же час слід зазначити, що показник достовірності апроксимації має досить високі значення.

За результатами аналізу визначено, що найбільші значення коефіцієнта тари в межах від 1,5 до 3,2 мають автомобілі даної категорії вантажопід'ємністю від 400 до 800 кг, а найнижчі (1,0 - 1,5) - вантажопід'ємністю від 1200 до 1600 кг. Слід зазначити, що при визначенні коефіцієнта тари автомобілів категорії N1 не враховувались такі характеристики як пасажиромісткість, тип силової установки та ін., що в разі необхідності можна врахувати. Створений масив даних про вагові характеристики автомобілів категорії N1 може бути використаний також для визначення розподілу навантаження по осях автомобіля, що проектується.

Висновки. На основі аналізу вагових характеристик сучасних автомобілів категорії N1 встановлено залежність коефіцієнта тари від вантажопід'ємності для вантажних автомобілів категорії N1. Це дає змогу на стадії проектування нових автомобілів визначати їх вагові характеристики.

ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ВУЛИЦЬ ЗІ СВІТЛОФОРНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ

При регулюванні руху пропускна здатність вулиці визначається перш за все пропускною здатністю перетину, де встановлений світлофор (пропускна здатність вулиці на межі стоп-ліній).

Ефективність використання сигналів світлофорного циклу залежить в основному від двох показників: частки дозволяючого сигналу в загальній тривалості циклу і інтенсивності руху. Дуже мала тривалість циклу веде до зниження пропускної здатності смуги руху, оскільки тривалість розриву між пачками автомобілів недостатня для їх ущільнення, а доля перехідних (жовтих) сигналів, хоча їх тривалість і залишається незмінною, різко збільшується. Частка ефективного часу циклу малої тривалості знижується. Надмірна тривалість циклу, хоча і дозволяє збільшити частку ефективного часу, приводить до утворення черг біля стоп-ліній і зростання транспортних втрат. Вибір оптимальної тривалості світлофорного циклу, розрахунок довжини черги і транспортних втрат виконують з обліком характерних для міст закономірностей транспортних потоків.

Методи розрахунку тривалості світлофорного циклу можна розбити на три групи. Перша побудована на використуванні закономірностей роз'їзду черг і допущення існування біля світлофорів черг, що дозволяють повністю використовувати дозволяючий для руху сигнал. Друга виходить з припущення випадкового прибуття автомобілів до світлофора і оптимізація циклу ведеться не за пропускною здатністю, а за довжиною черги. До третьої групи відносяться методи, засновані на моделюванні транспортних потоків.

Кожний з методів розрахунку тривалості світлофорного циклу пропускної здатності вулиці вимагає деякого об'єму початкової інформації про дорожні умови, планування перетинів, склад потоку, інтенсивності руху автомобілів і пішоходів. Точність розрахунку визначається повнотою цієї інформації. При проектуванні вулично-дорожньої мережі міста або окремих вулиць така інформація відсутня, а орієнтація на середні характеристики потоку може привести до великих помилок. У такому випадку доцільно орієнтуватися на граничну пропускну здатність і допустимі рівні завантаження вулиць рухом. У цьому відношенні перша група методів розрахунку пропускної здатності вулиці при світлофорному регулюванні більш ефективна, оскільки для своєї реалізації вимагає знання тільки двох характеристик складу потоку і тривалості світлофорного циклу. Ці методи використовують при проектуванні вулично-дорожньої мережі міста. Більш точні методи другої і третьої груп використовують при розробці схем організації руху на перетинах, при експлуатації вулично-дорожньої мережі і створенні автоматизованих систем управління рухом.

Максимальна кількість автомобілів, яка може пройти по одній смузі руху за один цикл при заданій тривалості дозволяючого руху сигналу, залежить від того, як повно буде використано час цього сигналу, тобто, чи достатньо автомобілів у черзі, що накопичилася, щоб протягом всього часу зеленого сигналу забезпечувалася максимальна густина руху.

Пропускна здатність смуги руху визначається в цьому випадку наступним розрахунком:

$$i_{\text{зел}} = \delta t_0 + \bar{\delta} t (m - 1); \quad (1)$$

$$m = (t_{\text{зел}} - \delta t_0 + \bar{\delta} t) / \bar{\delta} t; \quad (2)$$

$$N_1 = 3600 \cdot (t_{\text{зел}} - \delta t_0 + \bar{\delta} t) / (T_{\text{ц}} \cdot \bar{\delta} t), \quad (3)$$

де: $t_{\text{зел}}$ — тривалість зеленого сигналу, с;

δt — інтервал в часі між включенням зеленого сигналу і виходом на перетин першого автомобіля, с;

$\bar{\delta} t$ — середній інтервал між автомобілями, що виходять з черги на стоп-лінії с;

m — число автомобілів, що проходять по одній смузі за один цикл;

N_1 — пропускна здатність смуги при світлофорному регулюванні, авто/год.;

$T_{\text{ц}}$ — тривалість світлофорного циклу, с.

Основою цього розрахунку є закономірність змін інтервалів між автомобілями при відході з черги і зміні тривалості світлофорного циклу по довжині вулиці. При проектуванні вулиці тривалість $T_{\text{ц}}$ розраховують для всіх перетинів з світлофорним регулюванням з урахуванням складу, інтенсивності потоку і організації руху. На різних перетинах тривалість $T_{\text{ц}}$ може вийти при цьому неоднаковою. Для поліпшення умов руху по вулиці розробляють в таких випадках систему координованого регулювання руху. Пропускна здатність вулиці від цього не збільшується, але істотно знижуються транспортні втрати, пов'язані з утворенням черг біля світлофорів.

Вітюк І.В., ст. викладач
Шелест І.А., студент, IV курс, гр. ТРТ-2, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЩОДО ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СМАРТФОНІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Небезпечні дорожні ситуації та дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) приносять значний збиток та створюють загрозу здоров'ю і життю людей в усьому світі. За даними, щорічно в світі в результаті ДТП гине близько 1,3 млн. осіб і до 40 млн. отримують травми. Майже 3500 гине на дорогах України, і понад 25000 на дорогах ЄС, в перерахунку на кількість населення ці цифри показують, що в рік близько 9 загиблих в ДТП на території України або 3 загиблих в ЄС на кожні 100 000 людей. За статистичними оцінками, з початку незалежності на дорогах України сталося 5,2 млн. дорожньо-транспортних пригод та загинули в ДТП більше 174000 чоловік.

Кількість ДТП, викликаних станом втоми або ослабленої уваги водія за кермом транспортного засобу, з кожним роком зростає і призводить до травматизму серед населення в усьому світі. Багато водіїв за кермом автомобіля відчувають втому, і вони навіть не підозрюють про те, що знаходяться в такому стані. Стан сонливості може бути настільки ж небезпечним, як і стан алкогольного сп'яніння - уповільнена реакція і зниження концентрації уваги.

На сьогоднішній день майже кожен новий автомобіль, що поставляється з заводу виробника, комплектується засобами пасивної і активної безпеки. Якщо пасивні системи безпеки спрацьовують після настання дорожньо-транспортної пригоди, то активні вступають в дію заздалегідь і намагаються запобігти або уникнути зіткненню.

Можна виділити найбільш зустрічаються технології, які складають сучасні системи допомоги водієві:

- технологія контролю сліпих зон (Blind Spot Detection);
- технологія попередження про схід зі смуги (LDA), що обчислює час до перетину розмітки і попереджає водія у разі виявлення догляду;

- технологія виявлення пішоходів і велосипедистів (Pedestrian Detection system);
- технологія розпізнавання дорожніх знаків (Traffic Sign Recognition, TSR);
- технологія попередження про зіткнення (Proximity Alert System, PAS);

Дані системи встановлюються в автомобілі переважно на заводах автовиробників, вони покликані завчасно допомогти водіям автотранспортних засобів запобігти дорожньо-транспортній пригоді або пом'якшити її наслідки. Але такі системи залишаються недоступними для великої кількості бюджетних ТЗ, а їх вартість є великою. Серед можливих варіантів інтеграції даних систем можна виділити бортову систему автомобіля і мобільний додаток на смартфоні.

За даними статистики кількість користувачів смартфонів перевищить позначку в 5,5 млрд. до 2020 р., а так як залишається стійкий попит на смартфони на території України, можна з впевненістю сказати про поширеність і доступності мобільних пристроїв серед людей в усьому світі. Створення системи пов'язаних пристроїв, а саме автомобільних відеореєстраторів, пристроїв стеження за станом водія та мобільних пристроїв робить більш доступним варіантом використання систем активної безпеки у зв'язку з їх розповсюдженням. Відеореєстратор спостерігає за обстановкою попереду транспортного засобу, реалізуючи такі функції як, наприклад, контроль сходження з смуги руху. В цьому випадку, камера автоматично контролює дорожню розмітку і відтворює звуковий сигнал, якщо автомобіль перетинає розмітку. Пристрої стеження за станом водія слідкують за його поведінкою та виявляють ступінь сонливості водія, завчасно попереджаючи його за допомогою звуків або вібрації. Мобільний додаток на смартфоні збирає інформацію з пристроїв та за допомогою алгоритмів персоналізації поведінки і стилю водіння того чи іншого водія на основі статистики керування транспортним засобом дозволить забезпечити високу точність і швидкість розпізнавання небезпечних дорожніх ситуацій.

Таким чином, розробка системи інформаційного забезпечення водіїв транспортних засобів, яка попереджає про можливість виникнення аварійної ситуації за рахунок ідентифікації ризиків з використанням смартфона, є досить важливою.

Волченко А.О., аспірантка
Науковий керівник - Шраменко Н.Ю., професор, д.т.н.
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗЕРНОВОГО РИНКУ В УКРАЇНІ

Зерно є досить специфічним видом вантажу, що вимагає особливого підходу до організації системи транспортування [1]. Так, для транспортування зерна можуть застосовуватися різні способи перевезення [2]. Створення логістичної системи його розподілу дозволяє знайти оптимальні способи доставки вироблених зернових культур і значно знизити логістичні витрати, а також підвищити якість виконання навантажувально-розвантажувальних робіт [3], що в результаті дозволить збільшити прибуток учасників зернового ринку за рахунок розширення обсягів реалізації зерна і підвищення якості здійснюваних логістичних послуг на всіх етапах логістичного ланцюга [4].

Зменшення частки логістичної складової у вартості зерна є однією з найважливіших передумов підвищення конкурентоспроможності українських експортерів [5, 6]. Залізничні перевезення зерна відправницькими маршрутами до портових елеваторів (зернових терміналів) можуть значно скоротити час доставки та вартість транспортних витрат на зерно [7]. Крім того, впровадження маршрутизації забезпечить чіткі терміни доставки зерна до терміналів портів. Зниження експлуатаційних витрат на транспортування зерна шляхом маршрутизації робить залізничний транспорт конкурентоспроможним порівняно з міжміським автомобільним транспортом. Автомобільний транспорт також грає немалу роль при перевезенні зерна. Однак його технічні характеристики та стан доріг перешкоджають розвитку цього виду транспорту.

Однією з найбільших проблем у цьому сегменті зернової логістики є перевищення норм ваги транспортних засобів. В Україні частіш за все трапляється перевантаження зерновоза. Як слідство, використовується менше вантажівок, що робить поставки зерна більш гнучкими та дешевшими. Відповідно до стандартів, маса зерна не повинна перевищувати 38 тон. Отже, уряд вже заборонив перевезення подільних вантажів вагою понад 40 тон, а відповідні відомства відновили загальний контроль за вагою транспортних засобів на дорогах загального користування [8]. В цілому, ці заходи допоможуть зменшити пошкодження транспортних засобів та зменшити знос дорожнього покриття в майбутньому. З іншого боку, ці заходи суттєво збільшать попит на транспортні засоби (оскільки виникне потреба в більшій їх кількості), а отже, транспортні витрати збільшаться, тим самим підвищуючи ціну на зерно. Крім того, це негативно вплине на швидкість подачі транспортних засобів та продуктивність терміналів.

Зважаючи на значний та постійний зріст експорту українського зерна потужності зернових терміналів мають також збільшуватись.

Таким чином, транспортно-логістична інфраструктура зернового ринку в Україні потребує подальшого розвитку, а також впровадження комплексу заходів для покращення кількісних показників та підвищення якості здійснюваних логістичних послуг.

Список використаної літератури:

1. Галенко О. І. Розвиток світового ринку зерна: проблеми і тенденції. *Агросвіт*. 2017. № 10. С. 24–29.
2. Shramenko, N. Y. (2017). The methodological aspect of the study feasibility of intermodal technology of cargo delivery in international traffic. *Scientific Bulletin of National Mining University*, Vol. 4 (160), pp. 145-150.
3. Shramenko N., Muzylyov D., Karnaukh M. (2018) The Principles of the Choice of Management Decisions Based on Fuzzy Logic for Cargo Delivery of Grain to the Seaport. *International Journal of Engineering & Technology* 7(4.3), 211 - 216.
4. Лавринчук О.В. Перспективи розвитку ринку зерна України / О.В. Лавринчук // Облік і фінанси АПК. – 2011. – № 3. – С. 144-152.
5. Медведєв Є. П. Сучасний стан та перспективи розвитку транспортного забезпечення при збиранні врожаю пшениці // Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. К.: ДУІТ, 2018. Вип. 31. С. 236-244.
6. Медведєв Є.П. Підвищення ефективності транспортного забезпечення збирально-транспортного комплексу. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (за видами)). – Національний транспортний університет МОН України, Київ, 2019. – 212 с.
7. Shramenko N. Analysis of the grain market in ukraine and the directions of the development of grain cargo transportation logistics// N. Shramenko, D. Muzylyov, A. Manukian / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. — Х. : ХНТУСГ, 2019. — Вип. 18. — С.70-79.
8. Кабінет Міністрів України. Уряд заборонив перевезення автомобільними дорогами подільних вантажів вагою понад 40 тонн. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/248596706>

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДАТЧИКІВ ТИСКУ ПОВІТРЯ В ШИНАХ

На даний час в Україні використання автомобільного транспорту поряд з перевагами створює низку екологічних, соціальних, економічних проблем серед яких одне з головних місць займає необхідність здійснення вагового контролю повної ваги і навантаження на осі транспортного засобу, оскільки це є вагомим фактором впливу на стан і довговічність дорожнього покриття. Сучасні будівельні норми вимагають проектування і будівництва доріг, що розраховані під навантаження, сумісні з європейськими стандартами – 11,5 т на вісь, що відповідає фактичній повній масі транспортного засобу (ТЗ) 34 т з максимальною кількістю осей (6 осей).

За інформацією Укравтодору лише 25 % доріг державного значення України відповідає цим допустимим нормативним навантаженням.

Є приклади, коли сучасні великовагові вантажні транспортні засоби (це важкі будівельні самоскиди і так звані фури) значно перевищують нормативне навантаження на одну вісь (11,5 т на вісь). Це суттєво збільшує руйнівний вплив і зменшує нормативний термін служби автомобільної дороги.

Згідно діючих нормативів, що діють на території України, заборонено рух транспортних засобів з фактичною масою більше ніж 40 т дорогами державного значення. Виняток зроблено для контейнеровозів – гранична вага для яких становить 44 т.

На місцевих дорогах, які збудовані в основному під навантаження 6 тон на вісь, заборонено рух транспортних засобів з навантаженням на вісь понад 7 т або фактичною масою понад 24 т. Проте в Україні спостерігається масове порушення цих норм. При цьому навіть ідеальна і якісна дорога навряд чи надовго збереже свою цілісність у випадку руху по ній перевантажених ТЗ.

За інформацією інформаційного агентства «Конкурент» навіть незначне перевантаження (на 1-2 т) спричинює руйнування дороги в разі. Максимально перевантажений транспортний засіб, незалежно від кількості осей, завдає руйнівного впливу на дорожній одяг більше нормативного від 2 до 56 разів (рис. 1 а, б).



Рис. 1. Вплив навантаження на вісь, кількості осей, колісної формули вантажних ТЗ та допустимої маси ТЗ на руйнівний вплив на дорожній одяг (за матеріалами ІА «Конкурент») а – навантаження на вісь 6 тон; б – навантаження на вісь 11,5 тон

Для запобігання і боротьби Україні набув чинності Закон № 54-ІХ про штрафи за руйнування доріг «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо окремих питань здійснення габаритно-вагового контролю». Своєю чергою «Укравтодор» повідомив про плани в 2020 році встановити 200-250 систем автоматичного зважування великовагового транспорту на автомобільних дорогах України. У липні 2018 року Світовий банк оголосив тендер на закупівлю 10 вагових комплексів у русі (Weight in motion) для Державної служби України з безпеки на транспорті на суму 4,9 млн. долларів.

Ці проблеми можна вирішити зважуванням автомобілів після завантаження на вагах або спеціальних вагових комплексах, але експерти відзначають що "в Україні на сьогоднішній день недостатньо комплексів для зважування автотранспортних засобів.

Здійснення габаритно-вагового контролю в Україні передбачає виконання відповідних дій на стаціонарних пунктах габаритно-вагового контролю, пересувних пунктах габаритно-вагового контролю, а також проведення попереднього габаритно-вагового контролю, точного габаритно-вагового контролю,

повторного вимірювання і зважування, що передбачає значні витрати на вимірювальне обладнання, обладнання місць проведення вагового контролю, витрат на оплату праці контролерів, експлуатаційних витрат, а також непродуктивних втрат робочого часу автотранспортних засобів. Крім того неясним є механізм відбору з транспортного потоку автомобілів для проведення вагового контролю (якщо вибірково, то за якою ознакою). Нераціональним є також перевірка всіх підряд автомобілів, оскільки доля порушників вагового режиму не є дуже суттєвою (як приклад - на дорогах Житомирщини з 1 січня по 25 квітня 2019 року перевірили 2378 вантажних автомобілів та виявили першу сотню порушників) – в межах 5% за зазначений період. Відбір автомобілів з перевантаженням, визначеним за допомогою датчиків, вмонтованих у дорогу не відрізняється високою точністю і низькою вартістю і не володіє мобільністю.

Водночас більшість сучасних автомобілів вже оснащена, або може без особливих проблем бути до оснащеними системою контролю тиску в шинах - TPMS. Завдяки цій опції здійснюється постійний моніторинг тиску повітря та температури у колесах за допомогою відповідних датчиків, показання від яких знімається і передається до бортового комп'ютера за допомогою радіосигналів. Якщо до цього врахувати характер залежності величини тиску повітря від навантаження на міст, встановленої проф. Амеляком І.П. (НТУ) і Райковським В.Ф. (ДП "Укрдіпродор"), представленої на рис.2, то можна зробити висновок про можливість дистанційного контролю навантаження на міст за величиною тиску повітря в шинах колеса.

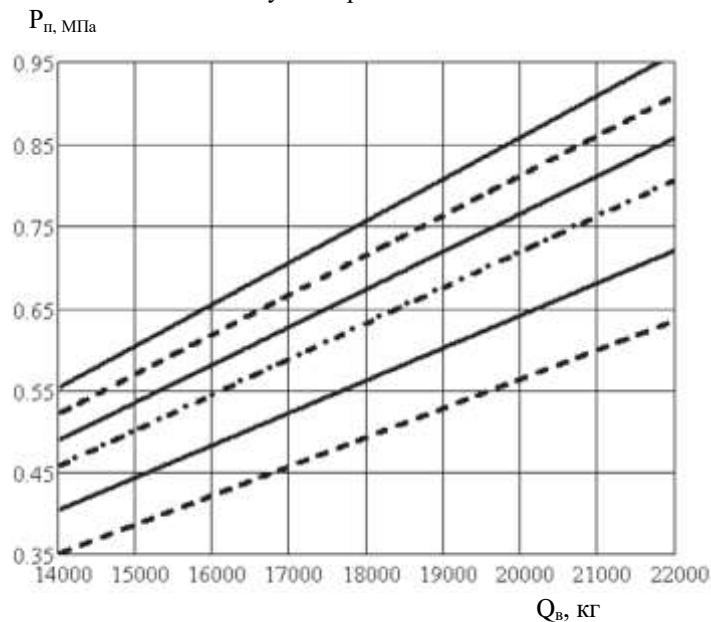


Рис. 2. Зміна тиску повітря в шині колеса P_p від навантаження на вісь Q_v і швидкості руху V_a транспортного ведучої (задньої) осі або тандема (V_a : 15, 40, 65, 95, 105 км/год)

Загальний характер наведених залежностей відповідає результатам інших досліджень пружних характеристик автомобільних пневматичних шин, що мають вигляд $Q_b = a P_p + b$ лінійної функції. Звичайно, для отримання достовірних даних про навантаження на міст значення тиску повинні зніматися на горизонтальній ділянці дороги з покриттям високої якості при врахуванні характеристик «тиск повітря – навантаження» шин, що використовуються на автомобілі, колісної схеми транспортного засобу, температури шини, швидкості руху автомобіля, що можливо на етапі розробки даної системи та її програмно-апаратного забезпечення. Звичайно, дана система не може забезпечити похибку визначення навантаження на колеса (осі), що за умовою визначення перевантаження не повинна бути більш ніж 2%, але при використанні у складі стаціонарного або пересувного поста вагового контролю дозволить визначити проблемні за навантаженнями автотранспортні засоби у транспортному потоці і за наявності засобів їх ідентифікації передати інформацію про них на пост з наявними засобами визначення вагових характеристик більш точними методами та уникнути необґрунтованих зупинок в пунктах контролю, що в цілому дозволить уникнути невиробничих втрат та збільшити експлуатаційну швидкість автомобілів та автопоїздів.

Гірман Д.К., аспірант
Науковий керівник - Поляков В.М., к.т.н.,
професор кафедри «Автомобілі»
Національний транспортний університет, м.Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ГАЛЬМІВНИМИ ЗУСИЛЛЯМИ НА ТРАЄКТОРІЮ РУХУ АВТОПОЇЗДА В РІЗНИХ РЕЖИМАХ РУХУ

Розвиток мікропроцесорної техніки обумовлює використання електронних блоків керування (ЕБК) з запрограмованими алгоритмами реагування на умови зовнішнього середовища, які пріоритетні до дій водія. Електронні системи управління, що використовуються на вантажних автомобілях та причіпних ланках спрямовані на підвищення безпеки руху, запобіганню зіткнень та поєднують в собі комбіноване реагування елементів системи гальмування, контролю і підтримки курсової стійкості та активного рульового управління.

Реалізацією динамічного регулювання стійкості руху причіпної ланки автопоїзду є впровадження системи ESP (Electronic Stability Programme). Шляхом контролю розподілення гальмівних зусиль по колесам, системи ESP підтримує задану водієм траєкторію руху. Система стабілізації руху ESP виконує збір та обробку інформації з датчиків підконтрольних їй систем, а саме ABS (Antilock Brake System), EBD (Electronic Brake Force Distribution), EDS (Elektronische Differenzialsperre), ASR (Automatic Slip Regulation). Система динамічної стабілізації ESP постійно порівнює отримані фактичні данні стану керованих елементів, з розрахунковими показниками. У разі виникнення розбіжності між дійсною траєкторією, що задана водієм через кут повороту керованих коліс тягача, і розрахункової або в разі виникнення імовірності перекидання автопоїзда ESP гальмуванням напівпричепа і гальмівним імпульсом, який додається до одного з коліс тягача, коригує траєкторію руху.

Складна система сил і обертаючих моментів, що діють на рушій при маневруванні, мають істотний вплив на рух автомобіля і на режими роботи його коліс та визначається комплексом факторів: роботою елементів автомобіля (трансмісією, підвіскою, гальмами, рульовим управлінням), впливом зовнішнього середовища та пружними властивостями шини і опорної поверхні.

Із загальної системи «автомобіль – зовнішнє середовище» виділяють елемент системи «колесо», замінюючи вплив виключених елементів їх реакціями на колесо. Вплив кожного з цих елементів замінюється двома векторами - вектором сили (\vec{F}_a) і вектором крутного моменту (\vec{M}_a). Вектор сили \vec{F}_a можна розкласти на складові, спрямовані вздовж осей обраної системи координат: $\vec{F}_a = (\vec{F}_x, \vec{F}_y, \vec{F}_z)$. Поздовжня сила \vec{F}_x паралельна опорній поверхні, сила \vec{F}_y спрямована уздовж осі обертання колеса та сила \vec{F}_z - перпендикулярна опорній поверхні.

Характер руху автопоїзда принципово відрізняється від руху одиничного автомобіля. Відмінність можна пояснити наявністю додаткових зусиль, що виникають в шарнірному з'єднанні ланок транспортного засобу, а також сил і моментів, що діють на його окремі ланки і рух транспортного засобу в цілому. Істотно проявляється їх вплив при гальмуванні автопоїзда, який може супроводжуватися складанням ланок і втратою стійкості автотранспортного засобу (АТЗ). Це пояснюється тим, що в процесі гальмування на автомобіль діють сили і моменти в різних площинах і напрямках. Під їх впливом змінюється навантаження окремих коліс. При криволінійному русі динамічні нормальні реакції R_z істотно відрізняються від тих же реакцій при прямолінійному русі. В результаті дії інерційних сил і моментів в поперечній площині нормальні реакції перерозподіляються по бортах.

Колесо приводиться в обертання силою \vec{F}_x , вектор моменту \vec{M}_k спрямований протилежно вектору кутової швидкості $\vec{\omega}_k$ і створює опір обертанню. Колесо, що знаходиться в такому режимі, називають гальмуючим. Вплив бічних сил призводить до перевантаження коліс одного борту транспортного засобу, а також може спричинити відмову або ковзання його коліс.

За регулювання гальмівних зусиль на колесах автомобіля відповідає група електронних систем. Основною метою використання систем контролю динамікою руху АТЗ є збереження стійкості руху, керованості та підвищення активної безпеки. Підвищення маневреності автопоїзду шляхом реалізації динамічного способу повороту, насамперед можливе при використанні компонентів існуючих систем управління та визначенні керуючих алгоритмів дії на виконавчі елементи.

**Горбачов П.Ф., д.т.н., проф.
Мінь В.Д., аспірант, II курс
Штанько І.І., студент, III курс**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА МІСЬКИХ ВУЛИЦЯХ

Швидкість руху (ШР) транспортних засобів (ТЗ) є об'єктом вивчення для багатьох дослідників транспорту. Вимірювання швидкості найчастіше проводяться в точці (або на короткій ділянці) проїзної частини в умовах вільного потоку. Метою таких досліджень є визначення швидкості, яку обирають водії. Ця інформація використовується для визначення загальних тенденцій швидкості, для визначення раціональних меж швидкості та для оцінки рівня безпеки руху. Задля цього також виконують дослідження швидкості руху в містах, але вони передбачають прогнозування обсягу викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря та визначення інтегральної оцінки часу поїздки в міських мережах, що враховує випадковий характер цієї змінної.

ШР ТЗ є випадковою величиною, яка свідомо обирається водієм в конкретній транспортній ситуації. Її випадковість обумовлена різноманітністю можливих транспортних ситуацій та індивідуальним характером реакції водіїв на них, що має узагальнену назву «манера керування».

Задача оцінки ШР набуває особливої актуальності в міському автомобільно-дорожньому середовищі, коли умови руху не можуть вважатися вільними. Виникаючі тут транспортні ситуації часто обмежують простір і час для здійснення маневрів, так само як і скорочують набір можливих маневрів для водіїв. Останнє твердження здебільшого відноситься до вибору саме ШР ТЗ, яка зазвичай зменшується при ускладненні умов руху. Однак різноманітна реакція водіїв на виникаючі складнощі при русі може призводити до зростання рівня випадковості ШР, що вимагає дуже уважного ставлення до параметрів її розподілу. Дослідження в цьому напрямку підтверджують такі тенденції, але не дозволяють зробити остаточних висновків про характер розподілу ШР транспортних засобів на міських вулицях. Подальші дослідження цього параметра у відповідних умовах руху сприятимуть формуванню остаточних висновків про закономірності її коливання в міських умовах.

При дослідженні впливу ускладнених умов руху на швидкість транспортного потоку доречним є використання гама-розподілу швидкості, який добре підходить як для вільних умов руху на міжміських автомобільних дорогах, так і для обмежених міських умов.

У першому випадку для опису ШР зазвичай використовується нормальний розподіл. При деякому ускладненні умов руху автомобілів та зниженні середньої швидкості руху, мода емпіричного розподілу переміщується ліворуч від центру симетрії. У найбільш складних умовах, що виникають перед стоп-лінією міського перехрестя, гама-розподіл впритул наближається до свого окремого випадку – показникового розподілу, який є окремим випадком гама-розподілу з параметром форми рівним одиниці. Ці факти свідчать на користь використання гама-розподілу для опису ШР автомобілів в різних умовах, проте не можуть вважатися її підтвердженням. Необхідно додатково вивчати розподіл ШР в ситуаціях з дуже складними умовами руху.

Окрема частина досліджень ШР має бути присвячена її вивченню на прикладі двоколісних транспортних засобів – різного роду мопедів, моторолерів і мотоциклів, які широко використовуються у міських умовах мешканцями південно-східної Азії. Відомі спостереження проводилися на перегонах вулиць, і результати досліджень забезпечили візуальну відповідність коливань ШР нормальному закону. З нашої точки зору, цей факт може пояснюватися значно меншою потребою двоколісних ТЗ в дорожньому просторі, що забезпечує їм більшу свободу руху в міських умовах. Цей факт також потребує перевірки, результати якої дадуть відповідь на питання щодо можливості застосування гіпотези щодо відповідності коливань ШР ТЗ гама-розподілу.

Отже, постає гіпотеза щодо можливості використання гама-розподілу для опису ШР ТЗ в різноманітних дорожніх ситуаціях, а також щодо зв'язку між умовами руху і параметром форми цього розподілу.

Середня швидкість руху на конкретній ділянці дороги в певних умовах є інтегральним показником, який достатньо повно характеризує умови руху. Ця величина в основному залежить від поведінки водіїв в конкретній дорожній ситуації і може бути легко визначена за допомогою натурних спостережень.

Експериментальні дослідження необхідно здійснювати в формі пасивного експерименту (спостереження) з виконанням вимог збереження спільності умов обмеження свободи руху для всіх ТЗ, а також додатковим ускладненням умов руху для автомобілів. Таким умовам відповідає ситуація, що виникає перед стоп-лінією міського регульованого перехрестя. Для неї можливе ускладнення умов руху при розгляді такого підходу до перехрестя, в якому як частка сигналу, що дозволяє рух, в тривалості циклу, так і його абсолютна тривалість будуть менше, ніж аналогічні показники тривалості циклу світлофорного регулювання та його елементів.

В таких умовах характеристикою ШР, яку варто оцінювати, є середня швидкість перетину корпусом ТЗ відповідного поперечного перерізу дороги.

В результаті проведення дослідження відповідно до зазначених умов отримано ряд значень ШР автомобілів та підбрано параметри гама-розподілу методом максимальної правдоподібності, що склали: масштаб – 3,011 і

форма – 1,005. Значення параметра форми гама-розподілу, рис. 1, що близьке до 1, свідчить про можливість опису емпіричного розподілу ШР автомобілів перед стоп-лінією показниковим законом, що підтвердилося при відповідній перевірці, рис. 2.

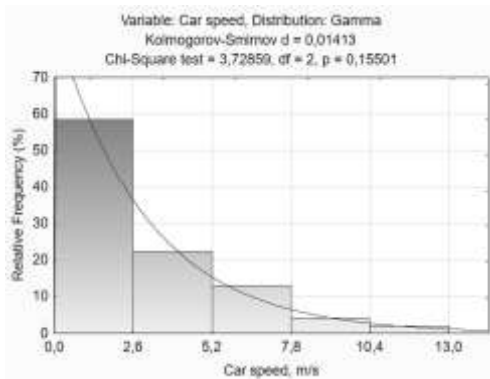


Рис. 1. Гама-розподіл ШР автомобілів, що отриманий за допомогою методу максимальної правдоподібності

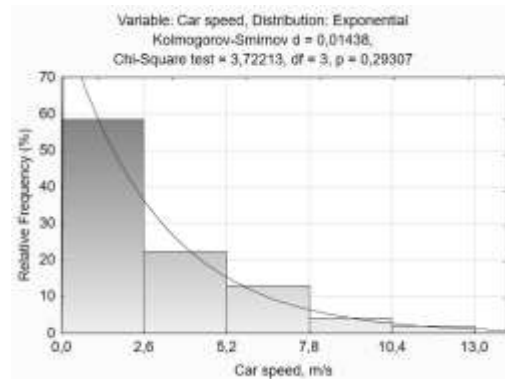


Рис. 2. Показниковий розподіл ШР автомобілів, що отриманий за допомогою методу максимальної правдоподібності

Дані результати свідчать на користь гіпотези про можливість використання гама-розподілу для опису ШР ТЗ. На даному підґрунті отримано найпростішу регресійну залежність між параметром форми гама-розподілу n і середньою швидкістю v :

$$n = 0,85 \cdot v, \tag{1}$$

Також в результаті проведення експериментального дослідження відповідно до зазначених умов, що виконувалося з метою перевірки можливості використання гама-розподілу для опису коливання ШР інших ТЗ та можливості використання статистичної залежності (1) відповідно, отримано ряд значень ШР мотоциклів та на основі цього визначено параметри гама-розподілу, що склали: масштаб – 1,102 та форма – 4,999. При використанні залежності (1) параметр форми дорівнював би $n = 0,85 \cdot 5,508 = 4,681$. Це значення лише на 6,37% менше параметру форми гама-розподілу, який отримано в результаті спостережень. Така дотичність може свідчити про спільність залежності (1) для оцінки параметрів гама-розподілу ШР як автомобілів, так і мотоциклів. А також підтверджується гіпотеза щодо можливості використання гама-розподілу для опису коливання значень ШР мотоциклів, про що свідчать результати підбору методом моментів цього розподілу під емпіричний ряд швидкостей, рис. 3. До того ж, отриманий ряд ШР мотоциклів досить добре може бути описаний нормальним розподілом, рис. 4.

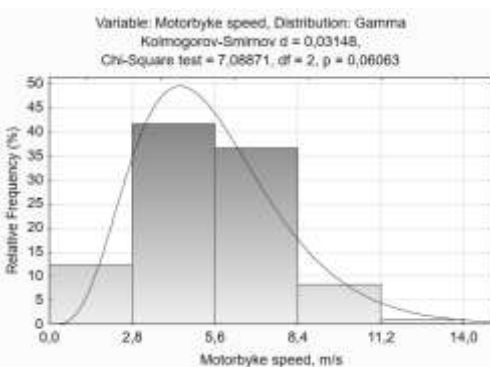


Рис. 3. Гама-розподіл ШР мотоциклів, що отриманий за допомогою методу моментів

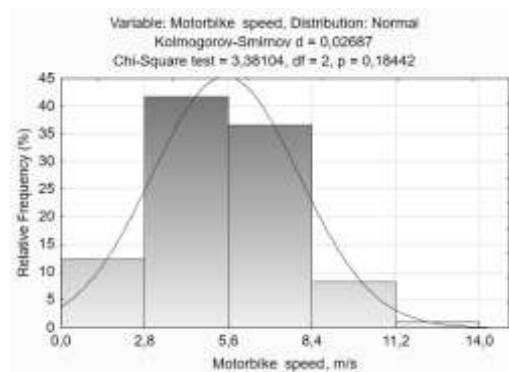


Рис. 4. Нормальний розподіл ШР мотоциклів, що отриманий за допомогою методу моментів

ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ПЛАНУ КООРДИНАЦІЇ ДЛЯ МІСЬКОЇ МАГІСТРАЛІ

Результати аналізу наукової літератури та відсутність переконливих прикладів ефективної роботи зеленої хвилі в Україні, свідчать на користь створення нової, детально обґрунтованої технології координованого керування дорожнім рухом на міських магістралях. Пріоритетним для сучасних умов є жорсткий режим координації, як найбільш доступний з економічної та технологічної точки зору. Створення ефективної технології побудови жорсткої зеленої хвилі надасть змоги покращити також методи адаптивного координованого керування рухом на вулично-дорожній мережі міст, як наступного кроку на шляху розширення можливостей у проектуванні систем організації дорожнього руху.

Обов'язковою умовою роботи зеленої хвилі є синхронна робота всіх світлофорів, що включені до плану координації. Власне план жорсткої магістральної координації це й є параметри світлофорних циклів та відносний час початку циклу в загальній часовій шкалі. Синхронізація роботи світлофорів досягається за рахунок однакової тривалості їх циклів. Вирівнюватися цикли повинні по максимально навантаженому перехрестю, як це й робиться у діючих рекомендаціях.

Але основною проблемою при побудові зеленої хвилі є налаштування програм координації таким чином, щоб рух транспортних засобів по магістралі був безперервним в обох напрямках. Можливості організації зустрічної зеленої хвилі визначаються ступенем відповідності часу подолання ділянок магістралі обраному світлофорному циклу. Таким чином, при побудові зеленої хвилі, можливі два альтернативних підходи до вибору тривалості циклу в плані координації: перший, заснований на інтенсивності транспортних потоків на перехрестях та другий, заснований на геометрії координованої ділянки магістральної мережі. У загальному випадку розрахункові цикли не співпадатимуть та, більше того, будуть істотно відрізнятися один від одного.

Для подолання цього протиріччя до методики побудови зеленої хвилі на магістральній мережі необхідно ввести керуючий параметр, який буде впливати на тривалість світлофорного циклу в програму координації та надати кількісну оцінку результатам його побудови. Таким керуючим параметром має стати максимальна довжина групи транспортних засобів в зеленій хвилі, які рухаються у виділеному для них часовому коридорі без зупинок. Така група формується першим світлофором на координованій ділянці магістралі в кожному напрямку, параметри роботи якого визначає розробник. Коли довжина груп задана для обох напрямків, а це є один світлофорний цикл, то пропорційно їм, на підставі фактичних інтенсивностей транспортних потоків, можна розрахувати середню кількість всіх транспортних засобів які рухаються в інших напрямках і для них порахувати час проїзду, на основі тривалості проїзду перехрестя одним транспортним засобом.

Тривалість основних тактів визначається як максимальне значення з часу обслуговування відповідних транспортних засобів або пішоходів. Тривалість циклів на перехрестях розраховується як сума часу обслуговування всіх учасників руху в циклі на кожному перехресті даної магістральної вулиці, разом з тривалістю проміжних сигналів. Загальна (системна) довжина циклу в хвилі призначається по максимальному з усіх циклів. Перехрестя з максимальним циклом вважається критичним, від нього починається побудова хвилі в зустрічному напрямку руху по магістралі.

Так як тривалість не критичних циклів менше максимального, в них з'являються резерви – вільні проміжки часу, які можна використовувати для налаштування зустрічної хвилі, користуючись можливістю зсуву потоків у зустрічній групі на вільні проміжки в циклі.

На основній магістралі навантаження на координоване перехрестя не залежить від тривалості циклу, так як їх прибуття транспортних засобів на нього не є випадковим та забезпечується виділенням відповідно до довжини групи часом. Але збільшення довжини циклів на некритичних перехрестях призводить до зростання рівня навантаження на другорядних під'їздах до перехрестя. Для забезпечення прийнятного рівня обслуговування автомобілів на другорядному напрямку, рівень завантаження напрямків потрібно обмежити деякою величиною.

Вона має визначатися за умови запобігання значних витрат часу транспортних засобів, які прибувають до перехрестя на містку магістраль з другорядних під'їздів. За умов відсутності точної аналітичної оцінки часу затримок на регульованому перехресті, інструментом для цього має стати імітаційний експеримент з умовами обслуговування транспортних засобів подібними тим, що зазвичай зустрічаються на під'їздах до міської магістралі. Поряд з цим необхідно перевірити можливість використання формули Вебстера для оцінки часу затримок транспортних засобів на перехрестях. Це необхідно для практичної реалізації запропонованого методу побудови зеленої хвилі на міській магістралі, яка потребує кількісної оцінки ефективності альтернативних планів координації.

Дорошенко А.П., викладач, спеціаліст II категорії
Одеський автомобільно-дорожній коледж ОНПУ
Чуйко С.П., викладач, спеціаліст вищої категорії
Житомирський автомобільно-дорожній коледж НТУ

СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ ТРАНСПОРТУ

Концепція і принцип використання транспорту в найближчі 30 років зміняться більш радикально, ніж за все минуле століття.

З 2017 роботомобілі Google здійснюють тест-драйви в Каліфорнії і автоконцерни запроваджують функцію автопілоту в свої моделі. За прогнозом IHS Automotive до 2035 року самокеровані автомобілі будуть складати 10% від загальної кількості проданих автомобілів.

Концерном General Motors вкладено понад 1 млрд. доларів в стартап з розробки таких технологій, як Cruise Automation і в серпні 2017 року автомобілі Chevrolet Bolt вже безкоштовно возили співробітників проекту по Силіконовій долині. Ford тестує гібридний Fusion на в Мічигані, Audi проводила тест-драйви на такому автомобілі на шосе у Флориді, а всі автомобілі Tesla з жовтня 2016 року оснащені сенсорами і обладнанням для автономного водіння.

Але найпрогресивнішим швидше за все стане промисловість комерційного транспорту. Вантажівки-безпілотники можуть зробити перевезення дешевше, екологічніше та скоротити ДТП. Перше в історії комерційне перевезення вантажу відбулося в 2016 році. Це була вантажівка Volvo, оснащена системою Otto, яка складається з двох камер для контролю над курсом, лазерного локатора для відтворення 3D-моделі навколишнього середовища, двох сенсорів для зчитування координат перешкод, а також GPS-датчика.

Зокрема, дослідник Джейсон Гао з Массачусетського університету технологій MIT припустив, що машини, які в'їжджають в зону з щільним трафіком, будуть отримувати цифрову бірку з дозволом на в'їзд від машини, що покидає таку зону. Якщо такого дозволу немає, водій отримає аудіоінструкцію, як об'їхати затор.

Автономні автомобілі, як наприклад концепт-кар Mercedes-Benz F015 Luxury in Motion, який повинен з'явитися після 2030 року братиме на себе водійські функції в ситуаціях, коли водіння не приноситиме задоволення.

Bosch і Prognos прогнозують, що до 2025 року 90% автопарку в прогресивних країнах буде оснащено електронною системою курсової стійкості ESP, а 40% будуть оснащені системами автоматичного екстреного гальмування і попередження при ненавмисному перетині розмітки. Активні водії, які проїжджали близько 40000 км на рік, отримають до 95 год. вільного часу під час поїздки.

Друга важлива тенденція в розвитку транспорту - використання все більш екологічних джерел енергії. Електромобіль Tesla Model 3 може стати першим масовим електромобілем. Більш екологічним може стати і громадський транспорт. В м. Гамбург ще з 2011 року використовуються виключно гібридні автобуси на паливних елементах.

В жовтні 2016 року AeroMobil представив на Всесвітній організації інтелектуальної власності в Женеві вже третю версію футуристичного авто зі складними крилами, які перетворюються в міні-літак джетпак. Джетпак, являється індивідуальним пристосуванням з моторами, що володіють достатньою силою, щоб підняти людину в повітря. Міні-джетпак розміром з рюкзак розробляє американська компанія JetPack Aviation, а більші варіанти випускає компанія Martin Aircraft Company. Інший спосіб облетіти затори – ховербайк, який складається з основи з двома великими пропелерами. За задумом компанії Malloy Hoverbike цей апарат повинен витримувати вагу до 130 кг, розвивати швидкість понад 90 км/год і підніматися на висоту понад 3 тис. м.

Нові види транспорту зроблять світ ще тісніше пов'язаним. Але перш ніж ці технології стануть повсякденними, людству доведеться відповісти на кілька викликів.

По-перше, автоматичні транспортні засоби повинні впровадитися в існуючу сьогодні інфраструктуру. Щоб цей процес йшов швидше, знадобиться участь телеком-компаній, операторів доріг та інших учасників процесу, економічна вигода для яких здається не очевидною. Ще такі умови складно буде створити без участі держави. Крім того, з розвитком автоматизації загострюється проблема безпеки. Ці питання вимагають ретельного опрацювання і зміни законодавчої бази.

Зате розвиток смарт-технологій в галузі транспорту дасть поштовх відразу декільком суміжним ринкам, наприклад, ринку телематики, «розумних» парковок, мереж аварійних послуг, а також розважального бізнесу для тих, у кого в машині звільниться час на перегляд кіно та інші заняття. У всіх цих сферах з'являться можливості для створення нових продуктів і послуг.

ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ПОДВЕСКА С СИСТЕМОЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ АВТОМОБИЛЯ

Гидропневматическая подвеска с системой регулирования положения платформы предназначена для: - обеспечения плавности движения; - регулирования высоты клиренса автомобиля; - обеспечения заданного положения платформы.

Для обеспечения плавности движения необходимо изменять характеристику подвески. Путем изменения внутреннего давления газа в пневматическом элементе можно автоматически регулировать жесткость подвески таким образом, чтобы при статической нагрузке ее прогиб и частота собственных колебаний поддресоренной массы оставались постоянными.

Регулирование высоты клиренса изделия достигается путем закачки рабочей жидкости (РЖ) в гидрорессору либо отводом РЖ из гидрорессоры. Этот процесс может быть относительно длительным и не требует больших потоков РЖ. Достигается путем установки корректоров, регулируемых на заданную высоту в виде гидромеханических блоков, либо электронных регуляторов, обеспечивающих выработку сигнала и подачу на электромагниты гидрораспределителей с пропорциональным электрическим управлением, обеспечивающие подачу РЖ в гидрорессору либо отвод РЖ из гидрорессоры. Выработка сигналов осуществляется путем сравнения заданного положения штоков гидроцилиндров и фактического положения штока гидроцилиндров, полученных с датчиков в процессе движения.

Обеспечение заданного положения платформы достигается путем стабилизации положения платформы в пространстве при движении изделия на переходных режимах разгон-торможение, поворот изделия, при преодолении единичного препятствия или движения по пересеченной местности. Скорость подачи-отвода РЖ зависит от скорости изменения параметров, величина которых зависит от рельефа местности и скорости движения изделия. С увеличением скорости движения величина подачи (отвода) РЖ увеличивается и составляет сотни и даже тысячи литров в минуту. Для обеспечения большого расхода РЖ необходима значительная мощность двигателя на привод насоса. На режиме заданного положения необходимо использовать аккумулирование энергии РЖ, отводимой из гидрорессоры. Это позволит уменьшить потребляемую мощность на привод насоса, подающего РЖ в гидросистему, обеспечить стабилизацию положения платформы с увеличением скорости движения изделия.

При движении машины на горизонтальном участке или участке с постоянным уклоном на изменение положения платформы будет оказывать режим ее движения. При разгоне машины с постоянным ускорением под действием сил инерции, происходит разгрузка передней оси и увеличение нагрузки на заднюю ось. Для исключения перекоса платформы в продольной плоскости давление РЖ в гидрорессоре задней оси необходимо увеличить, а давление в передней оси уменьшить в зависимости от ускорения разгона. При торможении, наоборот, под действием ускорения замедления нагрузка на переднюю ось увеличивается, а на заднюю уменьшается. Для сохранения положения платформы давление РЖ в гидрорессоре передней оси необходимо увеличить, а давление РЖ в гидрорессоре задней оси необходимо уменьшить в зависимости от ускорения замедления. В качестве задающего устройства используется датчик ускорения (замедления) сигнал с которого поступает на устройство корректирующее давление РЖ в гидрорессорах. При движении машины на повороте под действием центробежных сил, нагрузка на колеса, движущиеся по наружному радиусу, увеличивается, а по внутреннему радиусу уменьшается. При этом происходит наклон машины в поперечной плоскости. Для сохранения положения платформы машины давление РЖ в гидрорессорах колес, движущихся по наружному радиусу, необходимо увеличить, а по внутреннему радиусу уменьшить в зависимости от величины центростремительного ускорения. Величина ускорения оценивается специальным датчиком. Сигнал с него поступает на устройство корректирующее давление РЖ в гидрорессорах.

В процессе движения колеса по пересеченной местности для обеспечения стабилизации положения платформы необходимо, чтобы усилие, действующее со стороны колеса на платформу, оставалось практически неизменным. Это достигается путем подачи РЖ в гидрорессору либо отводом РЖ с гидрорессоры. При движении машины оценивается исходное давление РЖ в каждой рессоре, величина которого зависит от веса, приходящегося на колесо. При наезде колеса на препятствие давление в гидрорессоре повышается выше исходного, при этом срабатывает устройство, отводящее РЖ из гидрорессоры, обеспечивая поддержание исходного давления, а соответственно, и усилия действующего со стороны колеса на раму машины. При съезде колеса с препятствия давление в гидрорессоре падает, при этом срабатывает устройство, подающее РЖ в гидрорессору восстанавливая давление до величины исходного. В качестве сигнализаторов используются датчики давления установленные в гидрорессоре.

Іванов М.С., студ. факультету КІТМР
Науковий керівник - Кравченко О.П., д.т.н., проф.
Державний університет "Житомирська політехніка"

Ковальов С.М., ст. викладач
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ПАРКУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОГО ХАРАКТЕРУ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

Розглянуто задачу вибору раціонального парку транспортних засобів для автотранспортного підприємства що спеціалізується в кар'єрних умовах роботи. Вантажний парк автопідприємства обслуговує технологічні маршрути в перевезенні сипучих матеріалів. Умови роботи враховують випадковий характер часових параметрів перевізного процесу. Рішення задачі ґрунтується на імітаційному моделюванні з використанням програмного забезпечення, до складу якого входить інформаційна система управління перевезеннями.

Аналіз публікацій показав достатню кількість досліджень присвячених питанням організації управління на автомобільному транспорті, стану, перспектив і проблем транспортного обслуговування, вибору критеріїв ефективності використання авто транспорту, схем доставки вантажів, вибору умов роботи автомобільного транспорту, аспектів вибору оптимального парку рухомого складу. Однак методики вибору раціонального парку рухомого складу не враховують особливості зміни тимчасових показників транспортного процесу при обслуговуванні навантажувальних процесів, які носять випадковий характер в умовах роботи в кар'єрах. Також не розкрито питання використання малотоннажного автомобільного транспорту при обслуговуванні вантажно-розвантажувальних комплексів, що виконують розробку родовищ наземним способом.

Метою роботи є вирішення завдання вибору раціонального парку рухомого складу спеціалізованого АТП, що б забезпечити зниження транспортних витрат і збільшити прибуток автопідприємства.

Діяльність спеціалізованого автопідприємства пов'язана з укладенням довгострокових фінансових договорів надання транспортних послуг, пов'язаних з перевезенням основних, побічних продуктів і відходів кар'єрного виробництва, в яких жорстко обумовлюються обсяги і терміни перевезень. Невиконання поставлених умов веде до збільшення транспортних витрат автопідприємства і застосування штрафних фінансових санкцій з боку замовника. Серйозною проблемою при управлінні перевезень є невизначеність процесів на технологічних маршрутах, яка пов'язана з випадковим характером часу навантаження, розвантаження, поїздки з вантажем і без вантажу, часу простою.

У зв'язку з цим удосконалення процесу перевезень насамперед пов'язано з вибором оптимального парку рухомого складу, який повинен забезпечити мінімізацію часових складових перевізного процесу з урахуванням вантажопідйомності автомобілів і їх техніко-експлуатаційних характеристик. Критичними є ситуації виникнення черги у вантажних механізмів технологічних маршрутів і простоювання їх при відсутності автомобілів під навантаженням.

Тимчасові параметри циклу транспортного обслуговування включають: t_0 – час нульового пробігу; $t_z(g)$ – час завантаження одного автомобіля вантажопідйомністю g ; $t_v(g)$ – час вивантаження одного автомобіля вантажопідйомністю g ; t_{e2} – час у дорозі від пункту завантаження до пункту розвантаження; t_{e3} – час у дорозі від пункту вивантаження до пункту завантаження. Досвід практичної роботи показує, що параметри $t_z(g)$ та $t_v(g)$ не залежать від параметра вантажопідйомності g , так як відстані між вантажними і розвантажувальними пунктами досить малі.

Удосконалення процесу управління вантажними перевезеннями включає наступні етапи:

- визначення обмежень завдання вибору оптимального парку рухомого складу;
- експертні дослідження процесу транспортного обслуговування автомобільним транспортом;
- побудова формалізованих моделей з урахуванням специфіки ситуацій на технологічних маршрутах;
- побудова імітаційної моделі вибору оптимального парку рухомого складу;
- створення бази даних для автоматизації процесу управління вантажними автоперевезеннями;
- програмна реалізація імітаційної моделі з урахуванням специфіки існуючого інформаційного середовища автопідприємства.

Обмеження пов'язані з технологічними особливостями виробничих циклів, які характеризуються величиною інтенсивності подачі сипучих вантажів з конвеєра, що подає. При великій продуктивності конвеєра неприпустимою є ситуація, яка веде до зупинки безперервного технологічного процесу механізованого комплексу.

Це пов'язано з розкидом часу і виникнення ситуації, коли протягом деякого часу на навантаженні немає жодного автомобіля. Така ситуація реалізується, якщо різниця (1) буде негативна

$$(t_z^1(g) + t_v^1(g) + t_{BF}^1 + t_{B3}^1) - (t_z^2(g) + t_v^2 + t_{B3}^2), \quad (1)$$

де 1 – індекс, який показує період першого циклу, 2 – індекс, який показує період другого циклу.

У розглянутій задачі, коли зазначені часи є випадковими величинами, необхідні дані можна отримати за допомогою експертних оцінок.

Для оцінки розкиду часу $t_{в2}$, $t_{в3}$, і $t_v(g)$ в якості експертів першої групи обрані бригадири водіїв, які мають великий стаж роботи на технологічних маршрутах. Для оцінки розкиду часу $t_z(g)$ експертами були обрані оператори навантаження - експерти другої групи. Аналіз думок експертів виконаний методом ієрархії Сааті.

Обчислення дали наступні результати: для часів $t_{в2}$ і $t_{в3}$ найбільший ваговий коефіцієнт розкиду - 50%, для часу $t_v(g)$ найбільший ваговий коефіцієнт розкиду - 30% і для часу $t_z(g)$ найбільший ваговий коефіцієнт розкиду - 60%.

У загальному вигляді модель вибору раціонального парку має вигляд

$$\begin{cases} O_p + O_x \rightarrow \min; \\ (t_z(g) + t_v(g) + t_{вг} + t_{в3} + t_o) \frac{G}{s \cdot n \cdot g} \leq T_s, \end{cases} \quad (2)$$

де O_p – постійні витрати, O_x – змінні витрати, G – обсяг вантажу, g – середня вантажопідйомність автомобіля, n – кількість автомобілів, s – кількість змін роботи автомобілів за заданий період часу.

Опис ситуації при обслуговуванні одного навантажувального бункера, при обслуговуванні m – навантажувальних механізмів, при зростанні черги на навантаження і при убуванні черзі з виконанням умов для групи автомобілів має вигляд

$$\begin{cases} \sum_{k=1}^n (t_o^k(m) + \bar{t}_z + \bar{t}_v + \bar{t}_{вг} + \bar{t}_{в3} + \hat{t}_e) + \bar{t}_o \leq \frac{T}{s}; \\ n^* \geq \frac{G}{s}. \end{cases} \quad (3)$$

Отримані моделі враховують випадковий характер завдання вибору раціонального парку рухомого складу складу. В якості базової обрана дискретно-подієва модель замкнутої системи масового обслуговування, в якій автомобілі є заявками, які проходять наступні фази обслуговування:

- процес навантаження;
- рух до пункту розвантаження;
- розвантаження на самоскидних майданчиках;
- повернення по тому ж маршруту;
- можливий ремонт автомобіля (імовірнісна подія).

Проведені розробки дозволяють:

- знаходження кількості або типів автомобілів для забезпечення безперебійної роботи навантажувальних механізованих комплексів структурних підрозділів об'єднання;
- знизити коефіцієнт простою автомобілів при забезпеченні безперебійної роботи;
- підвищити коефіцієнт втрати часу на технологічні і фізіологічні затримки.

При складанні алгоритму тривалість одного експерименту і кількість імітаційних експериментів для отримання заданої статистичної надійності результатів визначалося методами математичної статистики і теорії планування експерименту.

Програма реалізація розробленої імітаційної моделі велася в середовищі Delphy XE, всі модулі якої об'єднані в єдиний програмний інтерфейс. Результати роботи імітаційної програми представляються у вигляді числових масивів.

Рішення завдання вибору раціонального парку рухомого складу автопідприємства дозволяє обслуговувати будь-які технологічні маршрути з мінімальними транспортними витратами. Використання результатів роботи дозволяє автотранспортному підприємству економити 9-12 тис. у.о. на рік.

Капский Д.В. д.т.н., проф.
Кот Е.Н., к.т.н., доц.
Богданович С.В., к.т.н.

Белорусский национальный технический университет

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

«Главное – не перейти улицу на тот свет.»

М. Жванецкий

Различные международные организации такие, например, как ВОЗ, Всемирный банк, Еврокомиссия, ОЭСР и др., имеющие статус головных или ведущих в своей сфере детальности в мире, собирают, анализируют и публикуют статистические данные о состоянии БДД на автомобильных дорогах отдельных государств и регионов. Это в очередной раз свидетельствует о важности и серьезности проблемы повышения БДД на автомобильных дорогах всех стран мира, в т.ч. и Республики Казахстан. Наиболее масштабный статистический анализ дорожной аварийности в разрезе различных государств мира проводит ВОЗ. На данный момент известно два таких исследования, выполненные в 2009 и 2013 годах. Основным показателем безопасности дорожного движения согласно ВОЗ является количество погибших человек в ДТП на 100 000 человек населения страны. Так, средний мировой показатель (по состоянию на 2013 год) составляет 18,0 погибших в ДТП/100 тыс. чел, при этом в Европе – 8,7 погибших в ДТП/100 тыс. чел., в Казахстане 24,2 погибших в ДТП/100 тыс. чел. Практика составления и анализа сводных сведений об аварийности на дорожной сети показывает, что подобные периодические доклады позволяют не только владеть актуальной информацией, но и фиксировать соответствующие тенденции, что в свою очередь помогает принимать обоснованные управленческие решения, позволяющие в определенной степени контролировать общую ситуацию в области БДД. Данные ВОЗ за 2009 и 2013 годы показывают, что есть страны, которые лучше других справляются с задачей минимизации последствий ДТП, что позволяет надеяться на улучшение ситуации и на национальном уровне. Для этого в первую очередь стоит обратиться к анализу зарубежного опыта, в т.ч. в части представления и анализа статистических данных о дорожной аварийности. По показателю «количество погибших человек в ДТП на 100 000 человек населения» наиболее безопасной страной является Швеция с показателем 2,8 человека в год (по состоянию на 2013 год), Великобритания – 2,9 погибших в ДТП / 100 тыс. чел., Германия – 4,3 погибших в ДТП / 100 тыс. чел., США – 10,6 погибших в ДТП / 100 тыс. чел., Австралия – 5,4 погибших в ДТП/100 тыс. чел., Канада – 6,0 погибших в ДТП / 100 тыс. чел. Данный показатель для Беларуси составляет – 13,7 погибших в ДТП / 100 тыс. чел., для Российской Федерации – 18,9 погибших в ДТП / 100 тыс. чел.

Данные включают: общие и детальные сведения о характере, причинах и последствиях ДТП как явления в Республике Казахстан в целом и по областям за последний пятилетний период; сведения, характеризующие место и время совершения ДТП в Республике Казахстан, за предшествующий год; общие и детальные сведения, количественно и качественно характеризующие участников ДТП, в Республике за последний отчетный период; справочные сведения, характеризующие сеть республиканских автомобильных дорог и парк автотранспортных средств, необходимые для сравнительного анализа.

Согласно статистическим данным пик количества ДТП в Казахстане приходится на 2013 год. В последующие годы отмечается значительное улучшение обобщенных показателей, характеризующих безопасность дорожного движения. В настоящее время данная тенденция не имеет столь выраженного характера, в частности на сети республиканских дорог существенного улучшения показателей, характеризующих состояние безопасности в 2018 году, не произошло. Положительные тенденции в одних областях нивелируются отрицательной динамикой в других. Только в одной области Казахстана – Восточно-Казахстанской – в последние два года отмечается последовательное снижение как общего количества ДТП так и тяжести их последствий: в сравнении с 2016 годом количество зарегистрированных в 2018 году ДТП уменьшилось на 31 %; количество человек, погибших в ДТП, снизилось на 26 %; количество раненых сократилось на 30 %.

В абсолютных значениях наименее благополучно ситуация складывается в Алматинской области: наибольшее количество зафиксированных ДТП, погибших и раненых – 802 ДТП (+46 % к 2017 году), 206 погибших людей (+20 %) и 1255 раненых (+46 %) соответственно. При рассмотрении безопасности дорожного движения с позиции индексов аварийности негативные акценты затрагивают не только Алматинскую, но Жамбылскую и Акмолинскую области. Состояние аварийности в данных областях в наибольшей степени повлияло на среднее значение количества ДТП в расчете на 100 тыс. населения Казахстана, которое в 2018 для республиканских дорог составило 18,1. Учитывая, что в остальных одиннадцати областях этот показатель ниже среднереспубликанского в три-четыре раза, самое пристальное внимание будет уделено состоянию безопасности дорожного движения в указанных регионах.

В то же время самый неблагоприятный исход наблюдается при ДТП, в котором происходит выезд транспортного средства на полосу встречного движения (лобовое столкновение): в 71 случае из 100 данный вид

ДТП заканчивается смертельным исходом для одного из участников, при этом еще 247 человек получают ранения. Несмотря на то, что общее количество таких ДТП немного превышает 10 % общего количества, смертность в них составляет 20 % от общего количества, и почти каждый шестой раненый получил травмы в отчетный период именно при выезде на полосу встречного движения. Управление транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения в мировой практике фиксируется как наиболее злостный способ пренебрежения общественным порядком, и при этом данный способ является максимально опасным с точки зрения социальных последствий.

Статистика ДТП на республиканских дорогах Казахстана свидетельствует, что наркотическое опьянение (в т.ч. и алкоголизм) не является столь распространённым явлением (см. рисунок 3), а смертность в таких ДТП составляет порядка 21 %, что является восьмой причиной смертности в ДТП. В Казахстане в 2018 году изменилось законодательство, регулирующее проверку водителей и порядок определения у них алкогольного опьянения. По новым правилам содержание алкоголя в крови водителя должно быть более 0,5 промилле, чтобы зафиксировать факт управления транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения. Наименьшее количество ДТП пришлось на самый короткий месяц в году – февраль: 123 ДТП, каждое третье из которых закончилось смертельным исходом. Наибольшее количество ДТП произошло за 31 день ноября – 259 ДТП.

При этом самый неблагоприятный в этом ряду месяц – август, когда было зафиксировано более 10 % всех ДТП, почти каждое второе из которых закончилось гибелью одного из его участников. Самым опасным, и об этом стоит помнить всем участникам дорожного движения, являются вечернее время и период сумерек. Суммарно, почти половина всех ДТП приходится на период суток с недостаточным естественным освещением автомобильных дорог.

При этом наибольшее количество погибших пришлось на период с 18 до 24 часов – более 30 %. Типичным нарушителем ПДД, виновником каждого третьего ДТП, является водитель транспортного средства в возрасте 25-35 лет. Наименьшую опасность для жизни и здоровья участников дорожного движения в 2018 году представляли водители в возрасте 40-45 лет. В ДТП с участием молодых водителей, в возрасте до 20 лет, наблюдается самый высокий индекс пострадавших, получивших ранения: 271 человек на 100 ДТП. Начинающим водителям следовало бы быть более внимательным и ответственным по отношению к другим участникам дорожного движения, в частности своим пассажирам и попутчикам.

Зарубежная практика свидетельствует, что подготовка развернутой достоверной статистики об аварийности является хорошим способом уполномоченных органов продемонстрировать гражданам свою открытость, ответственность и заботу о них в сфере осуществления своих полномочий.

Проведены теоретические исследования зарубежной практики исследования состояния безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах зарубежных государств и их объединений. Это позволило предложить и обосновать структурные элементы ежегодного доклада о состоянии безопасности дорожного движения, а также основные показатели, характеризующие состояние безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах республиканского значения Республики Казахстан.

За 12 месяцев 2018 года на автомобильных дорогах Казахстана республиканского значения сохранилась многолетняя тенденция сокращения количества ДТП и числа пострадавших. Вместе с тем проведенный анализ свидетельствует о наличии проблемных индексов, характеризующих состояние безопасности дорожного движения, что требует учитывать для дальнейшей профилактической деятельности. В период с 2016 по 2018 год только в трех (Восточно-Казахстанской, Костанайской и Туркестанской) из одиннадцати областей Казахстана наблюдается улучшение всех четырех основных индексов аварийности, что оказало негативное влияние на процесс повышения безопасности дорожного движения в стране в целом.

Самым аварийно-опасным временем суток в 2018 году стал период с 20 до 22 часов, самый опасный месяц – август.

Наиболее частой причиной совершения ДТП в 2018 году стало превышение допустимой скорости транспортного средства, а наибольшую опасность для жизни и здоровья участников дорожного движения представлял выезд на полосу встречного движения (лобовое столкновение транспортных средств). В 2018 году снизилось количество погибших и раненых в результате нарушения ПДД водителями, находящимися в состоянии опьянения.

Капский Д.В., д.т.н., проф.

Кот Е.Н., к.т.н., доц.

Богданович С.В., к.т.н.

Белорусский национальный технический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Дорожное движение на железнодорожных переездах регулируется Законом и Правилами дорожного движения. Эксплуатация железнодорожных переездов осуществляется в соответствии с Правилами. При оборудовании переезда светофорной сигнализацией шлагбаумы являются дублирующим устройством, ограждающим переезд от несанкционированного проезда транспортных средств (прохода участников дорожного движения). Ежегодно проводятся комиссионные обследования переездов Национальным оператором инфраструктуры с участием представителей местных органов управления, органов управления автомобильными дорогами и организаций, содержащих автомобильные дороги, пассажирских и других автотранспортных организаций, а также с уполномоченным органом по обеспечению безопасности дорожного движения. Пригодность эксплуатации переездов подтверждается контрольными проверками состояния переездов и подходов к ним, проводимыми ежегодно Национальным оператором инфраструктуры. Эксплуатация железнодорожных путей и их пересечение автомобильными дорогами в границах территории организаций, предназначенных для обеспечения работы данной организации, относятся к технологическим проездам, и учет как переезды не подлежат. Безопасность движения подвижного состава и транспортных средств при технологических проездах обеспечивается предприятием по согласованию с Национальным оператором инфраструктуры. Эксплуатация переездов осуществляется на основании их категорий, определяемых в зависимости от интенсивности движения железнодорожного и автомобильного транспорта. Оборудование действующих переездов устройствами переездной сигнализации осуществляется Национальным оператором инфраструктуры. Обслуживание переезда дежурным работником устанавливается только на переездах.

Эксплуатация и обслуживание регулируемых переездов дежурным работником устанавливается только на переездах: расположенных на участках с движением поездов со скоростью более 140 км/час; расположенных на пересечениях главных путей с автомобильными дорогами, по которым осуществляется трамвайное или троллейбусное движение; I категории, расположенных на участках магистральных путей с движением поездов со скоростью более 140 км/час не зависимо от интенсивности движения транспортных средств на автомобильной дороге; II категории, расположенных на участках с интенсивностью движения более 16 поездов в сутки, не оборудованных автоматической светофорной сигнализацией с бело-лунным мигающим сигналом (огнем) и автоматическим контролем неисправности устройств переездной сигнализации у дежурного по станции (поездного диспетчера). Эксплуатация и обслуживание нерегулируемых переездов дежурным работником устанавливается только на переездах: при пересечении автомобильной дорогой трех и более главных железнодорожных путей; если переезд II категории имеет неудовлетворительные условия видимости; на участках с интенсивностью движения более 16 поездов в сутки – не зависимо от условий видимости; если переезд III категории имеет неудовлетворительные условия видимости и расположен на участке с интенсивностью движения более 16 поездов в сутки, а при расположении на участках с интенсивностью движения более 200 поездов в сутки независимо от условий видимости. На переездах без дежурного водителям транспортных средств, находящимся на удалении не более 50 м от ближнего рельса, должна быть обеспечена видимость приближающегося с любой стороны поезда в соответствии с нормами обеспечения видимости поезда, приближающегося к переезду. Не допускается открывать переезды общего пользования: I, II и III категорий; на участках со скоростями движения поездов более 120 км/час; IV категории при пересечении трех и более главных железнодорожных путей, при пересечениях путей в выемках и других местах, где не обеспечены условия видимости, а также в случаях, когда требуется обслуживание переездов дежурным работником. Открытие вновь переездов IV категории, кроме перечисленных выше, допускается (если нет возможности найти иное решение) с разрешения Национального оператора инфраструктуры по согласованию с органами внутренних дел, органами управления автомобильной дорогой и организацией, содержащей автомобильную дорогу. Открытие вновь автобусного движения на переездах допускается с разрешения Национального оператора инфраструктуры при условии оборудования переезда переездной сигнализацией и заключения комиссии, состав которой определен в пункте 4 настоящих Правил. Переезды с дежурным оборудуются шлагбаумами, а дежурство на них устанавливается круглосуточно. Круглосуточное дежурство осуществляется на переездах, оборудованных автоматическими, полуавтоматическими шлагбаумами и электрошлагбаумами. Некруглосуточная работа может устанавливаться на переездах необщего пользования, а также на переездах, имеющих местное значение. При наступлении перерыва в работе переезда автоматические (полуавтоматические, электрические) шлагбаумы устанавливаются дежурным по переезду в горизонтальное положение, а запасные шлагбаумы, полностью перекрывающие проезжую часть автомобильной дороги, устанавливаются в заградительное положение и запираются замком. Перечень переездов, работающих не круглосуточно, и часы их работы устанавливаются

Национальным оператором инфраструктуры по согласованию с органами местного самоуправления, уполномоченным органом по обеспечению безопасности дорожного движения и организациями, которым этот переезд необходим. Переезды, расположенные на малолетельных железнодорожных подъездных и станционных путях и оборудованные горизонтально поворотным шлагбаумами, оборудуются светофорной сигнализацией, управляемой составительской или локомотивной бригадой. До оборудования переездов сигнализацией горизонтально-поворотные шлагбаумы сохраняются, и такие переезды дежурными работниками не обслуживаются. Переезды, расположенные вблизи помещений дежурных стрелочных постов, дежурных по железнодорожной станции (далее – дежурные по станции, посту), могут обслуживаться работниками отделения перевозок. Проверка интенсивности движения поездов и транспортных средств, условий работы переездов и пересмотр их категорий производятся Национальным оператором инфраструктуры по фактической потребности, но не реже 1 раза в год. Для установления категорий переездов интенсивность движения поездов берется из графика движения поездов, а интенсивность движения транспортных средств - по данным организаций дорожного хозяйства, осуществляющих содержание автомобильных дорог, или хронометражных наблюдений Национального оператора инфраструктуры. При этом составляется перечень переездов, на которых намечается отмена или восстановление (назначение вновь) обслуживания дежурным работником. При кратковременном прекращении эксплуатации переездов на срок их закрытия автоматические устройства выключаются, а брусья запасных шлагбаумов устанавливаются в закрытое для движения транспортных средств положение и запираются на замок.

Закрытие действующих переездов, перенос, восстановление закрытых переездов осуществляется Национальным оператором инфраструктуры по согласованию с местными исполнительными органами и территориальными подразделениями уполномоченного органа по обеспечению безопасности дорожного движения. Все переезды I и II категорий, а также III и IV категорий при наличии продольных линий электроснабжения или других постоянных источников электроснабжения оборудуются электрическим освещением. Уровень освещенности доводится до 5 люкс по планам Национального оператора инфраструктуры в первую очередь переездов II категории, затем III и IV категорий. Эксплуатационная длина железнодорожной сети Республики Казахстан на конец 2017 г. составляет 16040 км. Железнодорожные линии есть во всех 14 областях Республики Казахстан, а также на территории всех городов республиканского значения (Астана, Алматы, Шымкент). Наибольшая протяженность железнодорожных линий на территории Карагандинской области (2467 км), наименьшая – в Западно-Казахстанской области (319 км). Суммарная протяженность железнодорожных линий в 6 областях, включенных в дальнейшее исследование ж-д переездов (Западно-Казахстанской, Атырауской, Туркестанской, Костанайской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской) составляет 4881 км (30% от общей эксплуатационной длины железных дорог Республики Казахстан). В структуре железнодорожной сети Республики Казахстан есть существенные особенности: 275 км железных дорог Республики Казахстан проходят по территории соседних государств (259 км – в РФ, 16 км – в Кыргызстане); 574 км железных дорог других государств (РФ и Кыргызстана) проходят по территории Республики Казахстан. Большинство железнодорожных линий в Республике Казахстан однопутные (11140 км, 69% от общей протяженности). Доля электрифицированных железнодорожных линий в Республике Казахстан составляет 26% (4217 км), однако для двух- и многопутных линий этот показатель намного выше и составляет 77% (3759 км из 4900 км). Почти 99% электрифицированных линий работают на переменном токе, только на одном участке длиной 21 км используется постоянный ток напряжением 3000 В. Все железнодорожные линии используются как для грузовых, так и для пассажирских перевозок. Средняя участковая скорость движения поездов составляет 44 км/ч. В период 2008-2014 гг. в Республике Казахстан были построены несколько новых железнодорожных линий, улучшающих связность сети в центральной и западной частях страны, а также ликвидирующих необходимость при внутренних перевозках выезжать на территорию Российской Федерации. В результате конфигурация железнодорожной сети изменилась. Классификация железнодорожных переездов установлена Правилами. Классификация ЖДП предусматривает разделение их на 4 категории в зависимости от интенсивности движения поездов и дорожных транспортных средств. Пригодность эксплуатации переездов подтверждается контрольными проверками состояния переездов и подходов к ним, проводимыми ежегодно Национальным оператором инфраструктуры. В исследуемую группу ЖДП включены все переезды, расположенные на пересечениях республиканских автомобильных дорог и железнодорожных линий на территории 6 областей Республики Казахстан: Западно-Казахстанской; Атырауской; Туркестанской; Костанайской; Павлодарской; Восточно-Казахстанской. По одному из переездов, расположенных на автомобильной дороге Р-31, отсутствует информация о категории, наличии охраны и шлагбаума. Из 29 оставшихся ЖДП 23 (79%) являются неохраняемыми, 6 (21%) – охраняемыми. К 1-й категории отнесен один ЖДП (3%), ко 2-й категории – 4 ЖДП (14%), к 3-й категории – 13 ЖДП (45%), к 4-й категории – 11 ЖДП (38%). В классификации дорожно-транспортных происшествий, применяемой в Республике Казахстан, отсутствует отдельная категория «ДТП с участием железнодорожного транспортного средства» (например, в Республике Беларусь такая категория ДТП выделяется). ДТП, зафиксированные на ЖДП, относятся к категории «Прочие (иные) ДТП», отдельно среди других ДТП не выделены.

Капский Д.В., д.т.н., проф.

Кот Е.Н., к.т.н., доц.

Богданович С.В., к.т.н.

Белорусский национальный технический университет

ОЦЕНКА УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ

ДТП автомобилей с подвижным составом железных дорог приводят к наиболее тяжелым последствиям. Многие железнодорожные переезды являются местами длительных задержек транспортных средств как до, так и после ДТП. В этом случае и во многих других пересечения автомобильных с железнодорожными путями относятся к "узким" местам повышенной опасности, резко ограничивающими пропускную способность дороги.

Железнодорожные переезды требуют самого пристального внимания службы организации дорожного движения, так как должны включать не только устройства для движения автомобилей, но пешеходные и запасные пути.

По причине роста интенсивности движения поездов и транспортных средств через железнодорожные переезды, а также отсутствия единых требований по обустройству техническим средствам регулирования дорожным движением, регулируемых переездов автоматическими устройствами заграждения переезда и установке на регулируемых и нерегулируемых переездах с высокой интенсивностью транспортного потока приборов фото- и видеофиксации нарушений правил проезда переездов и интеграцией их с процессинговыми центрами административной полиции, требуется принятие национального стандарта включающего в себя комплекс мер по повышению уровня безопасности дорожного движения.

Разнообразие устройства и организации дорожного движения на железнодорожных пересечениях Казахстана не позволяет унифицировать современные имитационные модели.

Необходимо провести широкоформатные исследования фактических решений и имеющихся недостатков, снижающих безопасность и пропускную способность транспорта, а также рассмотреть наиболее эффективные решения на действующих переездах. С этой целью необходимо провести сбор данных на железнодорожных переездах на дорогах I-IV категорий республиканского значения.

До настоящего времени детального анализа всех железнодорожных переездов с таких позиций не проводилось. Факты, изложенные выше, обуславливают актуальность и новизну настоящей работы.

Уровень безопасности на железнодорожных переездах проведен на основе следующих данных.

– данных по 28 членам ЕЭК ООН (т.е. по всем членам Европейского союза (кроме Мальты и Кипра), а также по Норвегии и Швейцарии), содержащихся в базе данных в ведении ЕЖДА (далее – страны ЕЖДА).

– данных, имеющихся в наличии по Канаде и США, а также данных, полученных от Индии, Российской Федерации и Турции (далее – другие страны).

В странах ЕЖДА число железнодорожных переездов варьируется от 124 (Люксембург) до почти 16 000 (Франция). В других странах количество железнодорожных переездов насчитывает от 3 100 (Турция) до примерно 210 000 (США). Число железнодорожных переездов в отдельных странах, как правило, зависит от размера страны и плотности железнодорожной и автодорожной сетей.

Распределение железнодорожных переездов с УЗП (различных типов) и без них варьируется от одной страны к другой и зависит от многих факторов.

Среднее расстояние между железнодорожными переездами составляет от 1 км (Норвегия, Соединенные Штаты Америки) до приблизительно 8 погонных километров (Российская Федерация).

В последние годы число железнодорожных переездов в большинстве стран ЕЖДА сократилось. На протяжении последних пяти лет это сокращение составило от 30% (Швеция) до 2% (Дания, Словакия).

В пяти странах ЕЖДА было зарегистрировано увеличение числа железнодорожных переездов, составившее от 1% (Венгрия и Латвия) до 14% (Греция) и в некоторых странах превысившее 20% (Болгария и Испания). В других странах число железнодорожных переездов уменьшилось или осталось без изменений (Соединенные Штаты Америки).

Относительная доля железнодорожных переездов с УЗП в общем числе железнодорожных переездов в период 2010–2014 годов увеличилась в большинстве стран, за исключением Соединенных Штатов Америки, где она осталась неизменной. Увеличение достигалось путем установки УЗП на железнодорожных переездах, которые ранее не были ими оснащены, или ликвидации переездов без УЗП. Рост доли переездов с УЗП составил от менее 1% (Бельгия, Венгрия, Ирландия, Нидерланды, Норвегия и Словакия) до 13% (Швейцария). Доля железнодорожных переездов с УЗП уменьшилась в нескольких странах, прежде всего в Греции и Хорватии (на 9–10%).

Среднегодовое число серьезных аварий на железнодорожных переездах в значительной степени варьируется. В период 2006–2014 годов в странах ЕЖДА это значение за год в среднем составляло от 1 серьезной аварии (Ирландия) до 152 (Польша).

В других странах число аварий на железнодорожных переездах, сопровождавшихся гибелью людей и/или

имеющих иные серьезные последствия, варьировалось в среднем от 24 аварий (Канада) до более 250 аварий (Российская Федерация) в год.

В большинстве стран, за исключением Канады и Российской Федерации, наметилась тенденция к снижению числа серьезных аварий. Отрицательный наклон кривой в некоторых случаях является весьма значительным, особенно для стран ЕЖДА с большим числом серьезных аварий (Франция, Германия и Польша). В то же время коэффициент корреляции является высоким, тем самым подтверждая выше обозначенную тенденцию для большинства стран ЕЖДА.

В ряде стран ЕЖДА с плоскими или негативными кривыми и незначительными изменениями отмечены достаточно высокие абсолютные показатели безопасности на железнодорожных переездах (Дания, Ирландия, Нидерланды, Швеция и Соединенное Королевство).

Для двух стран ЕЖДА (Болгария и Норвегия), несмотря на плоские или позитивные кривые (указывающие на тенденцию к увеличению числа серьезных аварий с течением времени), были также отмечены высокие абсолютные показатели безопасности на железнодорожных переездах. Среди других стран резко выраженный негативный наклон кривой наблюдается только у Турции.

Оценка уровня безопасности на железнодорожных переездах в относительном выражении показывает иные результаты. Страны с высоким абсолютным числом аварий (Франция, Германия, Польша и Соединенные Штаты Америки) и большим количеством железнодорожных переездов достигли лучших результатов с точки зрения соотношения между числом аварий и числом железнодорожных переездов, нежели страны с меньшим числом аварий и меньшим числом железнодорожных переездов (например, Болгария и Эстония).

Кроме того, страны с большим абсолютным количеством аварий и большим числом поездо-км ежегодного пробега (например, Германия, Индия, Российская Федерация) достигли лучших результатов в плане средней величины пробега в расчете на одну аварию по сравнению со странами с меньшим числом аварий и относительно малым количеством пройденных поездо-км (Греция).

Страны ЕЖДА с более высоким среднегодовым числом серьезных аварий, как правило, имеют более высокое среднегодовое число погибших. В каждой из стран ЕЖДА число серьезных аварий превышает число погибших, что свидетельствует о том, что серьезные аварии с несколькими погибшими являются немногочисленными. В то же время в некоторых странах ЕЖДА (Дания, Нидерланды, Португалия и Испания) к человеческой гибели приводит преобладающее большинство серьезных аварий.

Что касается других стран, то следует отметить, что в Индии число погибших является высоким по сравнению с числом аварий со смертельным исходом. Это свидетельствует о том, что в авариях со смертельным исходом зачастую гибнет несколько участников дорожного движения.

Уровень безопасности на железнодорожных переездах можно оценить путем объединения данных о количестве аварий и данных, нормализованных к количеству железнодорожных переездов и поездо-км пробега. Чем меньше число аварий из расчета на один железнодорожный переезд, тем выше уровень безопасности. Аналогичным образом, чем меньше число аварий из расчета на один пройденный миллион поездо-км, тем выше уровень безопасности.

Уровень безопасности является самым высоким при относительно малом количестве аварий в расчете на железнодорожный переезд и одновременно при небольшом числе аварий из расчета на поездо-км.

Во многих странах сбор данных об авариях осуществляется по типу пользователей железнодорожных переездов с учетом столкновений с препятствиями или животными, а также применительно к авариям без участия поезда. Данные о смертности и травматизме разделяют также в зависимости от конкретного пользователя железнодорожного переезда или машиниста/персонала/пассажира поезда.

К числу наиболее часто учитываемых потерь относится ущерб имуществу. На втором месте находятся расходы на компенсацию ущерба окружающей среде и стоимость задержек.

Самым наказуемым нарушением является пересечение переезда при запрещающем красном сигнале, за которым следуют превышение скорости на железнодорожных переездах и нарушение запрета на проезд без остановки.

Основным методом правоприменения является выявление нарушения правоохранительными органами на основе информации о несоблюдении соответствующих правил дорожными транспортными средствами и пешеходами на железнодорожных переездах общего пользования.

Капский Д.В., д.т.н., проф.
Кузьменко В.Н.
Семченков С.С.
Кот Е.Н., к.т.н., доц.

Белорусский национальный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРОЛЛЕЙБУСОВ И ЭЛЕКТРОБУСОВ В ПОЛОЦКЕ И НОВОПОЛОЦКЕ

Оценка возможностей использования различных видов городского электрического транспорта в г. Полоцке выполнена на примере автобусного маршрута № 4 «Мариненко–Боровуха-3».

Трасса маршрута № 4 проходит по ул. Мариненко, ул. П. Бровки, ул. Юбилейной, ул. Октябрьской, ул. Гоголя, ул. Коммунистической, ул. Е. Полоцкой, ул. Космонавтов, ул. Вологина. Протяжённость маршрута составляет 25,19 км, время движения автобуса в прямом направлении и в обратном направлении – по 40 мин. Действующим расписанием движения предусмотрено выполнение 124 рейсов, в том числе 62 рейсов в прямом и 62 рейсов в обратном направлении. Маршрут работает с 05:00 до 0:45. Наибольшая частота движения на маршруте с 6 до 8 часов и с 16 до 18 часов, когда для обслуживания пассажиров одновременно используется 9 пассажирских транспортных средств. В укрупнённых расчётах принимаем, что депо для электротранспорта будет расположено в существующем автобусном парке № 2 на ул. Строительной.

Оценка возможности использования различных видов городского электрического транспорта в г. Новополоцке выполнена на примере автобусного маршрута № 4 «Подкастельцы–Больничный городок».

Трасса маршрута № 4 проходит по ул. Молодёжной, ул. Ктаторова, ул. Слободской, ул. Гайдара в прямом и ул. Гайдара, и ул. Молодёжной в обратном направлении. Протяжённость маршрута составляет 14,92 км, время движения автобуса в прямом направлении составляет 25 мин., в обратном направлении – 24 мин. Действующим расписанием предусмотрено выполнение 106 рейсов (по 53 рейса в прямом и обратном направлениях). Маршрут работает с 08:24 до 23:52. Наибольшая частота движения на маршруте с 17 до 19 часов, когда для обслуживания пассажиров используется одновременно 5 транспортных средств. В укрупнённых расчётах принимаем, что депо для электротранспорта будет расположено на ДС «Подкастельцы».

Оценка перспектив использования трамвая в Новополоцке и Полоцке. Трамвай является старейшим видом транспорта и берет своё начало в XIX веке. В мировой практике известны примеры использования этого вида транспорта для городских, пригородных, междугородних и международных перевозок. Чтобы быть привлекательным для пассажиров как вид транспорта, трамвай должен быть безопасен, удобен и комфортабелен, а также иметь высокую скорость сообщения.

Трамвай – это вид рельсового электрического транспорта, основной задачей которого является массовая перевозка пассажиров по проложенным линиям и маршрутам. В то же время, трамвай является своеобразной железной дорогой, поезда которой передвигаются в условиях города, а именно, насыщенного городского дорожного движения, тесно взаимодействуя с автомобилями и пешеходами. Эти обстоятельства предъявляют особые, во многом жёсткие требования к эксплуатации трамвая.

Трамвайное движение в Новополоцке было открыто в мае 1974 года. Трамвайная линия протяжённостью 11,2 км была предназначена главным образом для обеспечения надёжной транспортной связи жилых районов Новополоцка с промышленными предприятиями на юго-западе города. Линия была спроектирована и построена по параметрам линии скоростного трамвая, поэтому на всём протяжении не имеет пересечений в одном уровне с городскими улицами.

В НТКУП «Трамвайный парк» (далее – трамвайный парк) большое внимание уделяется поддержанию транспортных средств в исправном техническом состоянии, своевременно проводятся все виды технического обслуживания и ремонта в полном соответствии с ТКП 314-2011 «Техническое обслуживание и ремонт городского электрического транспорта. Нормы проведения», осуществляется контроль технического состояния транспортных средств в соответствии с СТБ 1841-2009 «Трамвай. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки». Эксплуатация трамваев осуществляется в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации трамвая. Особое внимание уделяется сезонному обслуживанию, подготовке трамваев к работе в осенне-зимний и весенне-летний период. В результате трамвайный парк Новополоцка укомплектован находящимися в хорошем состоянии пассажирскими трамваями нескольких моделей различных производителей: Трамвай с обычным (нормальным) уровнем пола:

- ✓ КТМ-5МЗ производства Усть-Катавского вагоностроительного завода (1973–1992 гг. выпуска);
- ✓ АКСМ-60102 (2004–2012 гг. выпуска) производства ПО «Белкоммунмаш».

2. Трамвай с низким или пониженным уровнем пола, оборудованные специальными устройствами (откидными площадками) для облегчения посадки пассажиров с ограниченными возможностями передвижения:

- ✓ АКСМ-62103 (2011 г. выпуска) производства ПО «Белкоммунмаш»;
- ✓ АКСМ-802 (2014 г. выпуска) производства ПО «Белкоммунмаш».

Трамвай модели КТМ-5МЗ имеют возможность эксплуатации в составе поездов, организованных по системе многих единиц (СМЕ), и эксплуатируются указанным образом в составе двухвагонных поездов.

На сегодняшний день инвентарный парк составляет 33 трамвая, ежедневно на линию по рабочим дням выпускается 7 трамваев (в том числе 1 поезд, работающий по СМЕ), по выходным дням – 4 трамвая. Имеющийся парк трамваев позволяет нарастить выпуск на линию с 8 до 23 единиц (в 2,75 раза).

Анализ статистических данных показывает, что в Республике Беларусь для всех видов городского пассажирского транспорта в последние годы сложилась устойчивая тенденция падения объёма перевозок пассажиров. Объём перевозок пассажиров упал на всех предприятиях автомобильного и городского электрического транспорта.

Снижение пассажирооборота произошло по нескольким причинам:

- увеличение количества легковых автомобилей в собственности граждан, рост их использования, в том числе и для городских поездок;
- увеличение количества удалённых рабочих мест в разных сферах экономики, не требующих ежедневного присутствия работника на рабочем месте;
- снижение привлекательности для пассажиров перевозок автобусным и городским электрическим транспортом, в том числе из-за снижения скорости сообщения, связанного с ростом интенсивности и плотности автомобильных транспортных потоков, отсутствия реальных мер по обеспечению приоритета маршрутных транспортных средств;
- отсутствие единого подхода к формированию маршрутной сети и системы оплаты проезда.

Услугами городского электрического транспорта в Республике Беларусь имеют возможность постоянно пользоваться более 4,2 млн. человек, проживающих в девяти городах (в том числе в г. Новополоцке), или около 59 % всего городского населения республики. Перечисленные выше факторы и тенденции характерны и для г. Новополоцка, особенностью которого является наличие ряда крупных нефтехимических предприятий, выбросы которых отрицательно сказываются на экологической обстановке. Новополоцк относится к числу городов Беларуси с наиболее высокой плотностью эмиссии загрязняющих веществ. В общем загрязнение атмосферного воздуха, помимо стационарных источников, вносят вклад и мобильные источники выбросов, в том числе дорожные транспортные средства, количество которых с каждым годом увеличивается. В указанных обстоятельствах для Новополоцка особую актуальность приобретают вопросы поддержания транспортного обслуживания населения на достигнутом уровне с сокращением выбросов в атмосферу от мобильных источников. Одним из способов повышения качества обслуживания пассажиров без ухудшения экологической обстановки является развитие трамвайного движения в городе. Например, запланированное продление на 3,5 км трамвайной линии от существующего остановочного пункта «Школа № 7» на улице Комсомольской по Заводскому проезду и ул. Молодёжной до микрорайона № 8 позволит привлечь значительное число дополнительных пассажиров.

Для организации движения нерельсового электрического транспорта необходимо приобретение транспортных средств, создание базы по их ремонту и обслуживанию в автобусных парках, строительство тяговых (и зарядных) подстанций, кабельных сетей, обучение персонала. Для троллейбусов IMF требуется строительство контактной сети по всей длине маршрута, для троллейбусов ИМС и дуобусов – частично. Для организации движения электробусов необходимо строительство зарядных станций в депо и на конечных станциях (для электробусов ОС). Для организации новых линий трамвая необходимо строительство рельсового пути, тяговых подстанций, кабельных сетей, контактной сети на новых участках, но не требуется приобретение новых трамваев (в рамках этапов 1.1, 1.2 и 1.3) и создание базы для их ремонта и обслуживания. Трамвай имеет самые низкие удельные расходы топливно-энергетических ресурсов на перевозку одного пассажира в летний и, особенно, в зимний сезон года. Реализация этапов 1.1, 1.2, 1.3 развития трамвайной сети приведёт к увеличению доли городского электрического транспорта в перевозках пассажиров в г. Новополоцке за счёт дополнительного годового объёма перевозок пассажиров ~4,1 млн. пасс. При этом реализация данных этапов не требует капиталовложений в транспортные средства и в создание эксплуатационной базы, так как используются имеющиеся производственные мощности трамвайного парка, а также имеющиеся в наличии трамвай и база для их ремонта и обслуживания. Реализация этапов 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 развития трамвайной сети позволит создать агломерационную транспортную систему с использованием рельсового электрического транспорта и увеличить годовой объём перевозок пассажиров электрическим транспортом на ~6,7 млн. пасс. Такая агломерационная рельсовая пассажирская система будет единственной в Беларуси и может стать одним из способов развития туристического потенциала. Развитие трамвая по предложенному сценарию позволит повысить долю электротранспорта в объёме пассажирских перевозок в г. Новополоцке и г. Полоцке, тем самым улучшив экологическую ситуацию в городах за счёт снижения объёма выбросов вредных веществ автобусами. Дальнейшее увеличение доли электротранспорта в г. Полоцке возможно также за счёт организации движения троллейбусов ИМС на некоторых напряжённых маршрутах со строительством контактной сети для зарядки накопителей энергии в троллейбусах ИМС на отдельных участках маршрута вне центральной части города.

Капский Д.В., д.т.н., проф.

Кузьменко В.Н.

Семченков С.С.

Кот Е.Н., к.т.н., доц.

Белорусский национальный технический университет

РАЗВИТИЕ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

В мировой практике известны и широко применяются следующие виды городского электрического транспорта.

1. Трамвай – старейший вид электрического транспорта, транспортные средства которого движутся по проложенному рельсовому пути, приводятся в движение электрическими двигателями, получающими электрическую энергию от контактной сети (далее – КС) или автономного бортового источника энергии.

2. Троллейбус – вид электрического транспорта, транспортные средства которого движутся по дорогам, приводятся в движение электрическими двигателями, получающими электрическую энергию от проложенной КС. Если для получения электроэнергии на отдельных участках маршрута используется не КС, а автономный бортовой источник энергии, заряжающийся от КС, такие троллейбусы можно рассматривать как троллейбусы-электробусы (по международной классификации – электробусы с динамической зарядкой (ИМС)).

Разновидностью троллейбуса с автономным источником энергии является дуобус – вид транспорта, транспортные средства которого оснащены двигателем внутреннего сгорания, используемым или как генератор электрической энергии для электродвигателей троллейбуса, или как самостоятельным силовым агрегатом (приводным).

Примечание: конструкцией современных трамваев и троллейбусов предусмотрена возможность аварийного передвижения на короткие расстояния (до 100 м) на минимальной скорости (до 3 км/ч) за счёт использования энергии аккумуляторной батареи, предназначенной для питания низковольтной бортовой сети транспортного средства.

3. Гибридный автобус – вид транспорта, транспортные средства которого движутся по дорогам, приводятся в движение совместной работой двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя, получающего электрическую энергию от автономного бортового источника энергии (зарядка бортового источника производится от основного двигателя или при рекуперации во время торможения).

4. Электробус – вид электрического транспорта, транспортные средства которого движутся по дорогам, приводятся в движение электрическими двигателями, получающими электрическую энергию от автономного бортового источника (зарядка бортового источника производится во время нахождения электробуса на специальных зарядных станциях и требует определённого времени).

В настоящее время в Республике Беларусь налажено собственное производство трамваев, троллейбусов, троллейбусов-электробусов и электробусов, которые в настоящем разделе будут рассмотрены как возможные перспективные виды городского электрического транспорта для Полоцка и Новополоцка.

Предварительная оценка возможности использования троллейбусов и электробусов.

Троллейбусы в классическом представлении являются транспортными средствами с постоянным питанием в движении – IMF (In-Motion-Feeding).

Преимущества данного решения состоят в распределённой нагрузке на электрическую сеть в течение всего дня, электрическом отоплении и кондиционировании транспортных средств, отсутствии дополнительных простоев для подзарядки на конечных станциях или в депо, большей пассажироместимости при равной с другими решениями массе транспортного средства за счёт отсутствия автономных бортовых источников энергии. Данное решение требует обязательного наличия КС по всей длине маршрута и, распределённых по маршруту тяговых подстанций, осуществляющих получение напряжения от электростанций, преобразование и подачу напряжения в КС троллейбуса. Недостатками троллейбусов IMF является необходимость строительства КС по всей длине маршрута, нескольких (как правило) тяговых подстанций вдоль трассы маршрута, «привязка» троллейбуса к КС, низкая манёвренность, невозможность отклонения от маршрута. В Республике Беларусь троллейбусы IMF используются в Минске, Гомеле, Гродно, Могилёве, Бресте, Витебске, Бобруйске.

Разновидностью троллейбуса IMF является дуобус, транспортные средства которого оснащены двигателем внутреннего сгорания, используемым как генератор электрической энергии для электродвигателей при следовании транспортного средства по участкам, не оборудованным КС.

Преимущества данного решения являются высокая мобильность и отсутствие жёсткой привязки к КС, возможность изменения трассы маршрута, распределённая нагрузка на электрическую сеть в течение всего дня, электрическое отопление и кондиционирование салонов транспортных средств, отсутствие дополнительных простоев для подзарядки на конечных станциях или в депо. К недостаткам данного решения можно отнести применение двигателя внутреннего сгорания, увеличение массы транспортного средства, необходимость заправки его топливом и перевозки топлива в топливном баке, дополнительные затраты на обслуживание двигателя внутреннего сгорания и генератора электрической энергии. В Республике Беларусь дуобусы

используются в Бресте, имеется опыт эксплуатации в Бобруйске.

Намного больший интерес в настоящее время представляют троллейбусы-электробусы, реализованные по схеме ИМС (In-Motion-Charging) с подзарядкой в движении (далее – троллейбусы ИМС). Преимущества данного решения: распределённая нагрузка на электрическую сеть в течение всего дня, работа автономных бортовых источников энергии в щадящем режиме, электрическое отопление и кондиционирование, зарядка автономных бортовых источников энергии во время движения по маршруту без простоев транспортных средств на конечных станциях или в депо. В частности, в модели АКСМ-32100D (производство «Белкоммунмаш») запас автономного хода составляет 15 км при времени зарядки 15 мин. Таким образом, для полной зарядки автономного бортового источника энергии необходимо, чтобы перед участком без КС троллейбус ИМС не менее 15 мин. следовал по участку, оборудованному КС. Такое комбинированное решение позволяет значительно расширить географию использования троллейбусов ИМС за счёт возможности включения в маршруты их движения участков сети, не оборудованных КС.

Троллейбусы ИМС на регулярном маршруте с участком без КС эксплуатируются в Гродно (маршрут № 20), закуплены в Гомель и Витебск. В настоящее время в Витебске прорабатывается вопрос организации маршрута с использованием троллейбусов ИМС в жилой район Билево, в котором отсутствует КС. Троллейбусы ИМС модели АКСМ-32100D активно закупаются в города Украины, Молдовы, Российской Федерации.

При принятии решения об использовании троллейбусов ИМФ, троллейбусов ИМС или дуобусов в городах, в настоящее время не эксплуатирующих троллейбусы, необходимо учитывать, что, кроме создания необходимой инфраструктуры (тяговые подстанции, КС и т.д.), затрат на ее содержание, ухудшение эстетического вида города (т.н. «визуальное загрязнение» из-за КС), транспортное предприятие должно будет выделить дополнительные средства (и время) на обучение водителей управлению троллейбусами с получением водительского удостоверения на право управления транспортными средствами категории «І» («троллейбус»).

Электробусы с подзарядкой на маршруте на специально оборудованных зарядных станциях, реализованные по схеме ОС (Opportunity Charging), в Беларуси в настоящее время применяются в Минске.

Применение в качестве автономного источника электрической энергии молекулярных накопителей (суперконденсаторов) позволяет производить ультрабыструю зарядку на конечных станциях маршрута. Однако высокие зарядные токи (до 400 А) и потребность генерации больших мощностей на конечных станциях вызывают «скачкообразную» нагрузку на электрическую сеть, что, в свою очередь, оказывает негативное влияние на энергосистему. Электробусы ОС не предусматривают строительство КС, но требуют строительства тяговых подстанций, получающих электрическую энергию от электростанций и подающих её на зарядные станции. Дополнительно необходимо закупить и смонтировать дорогостоящие зарядные станции, которые осуществляют непосредственную зарядку автономного источника электрической энергии электробуса ОС (время зарядки составляет 9 мин., обеспечивается запас хода 12,5 км). К недостаткам электробусов ОС также следует отнести необходимость в наличии дизельного отопителя (выбросы вредных веществ), ограничение длины и конфигурации маршрута из-за необходимости зарядки, увеличенное время стоянки (по сравнению с автобусами, троллейбусами и трамваями) на каждой конечной станции для выполнения зарядки. Дополнительное время простоя на зарядных станциях существенно снижает среднюю эксплуатационную скорость, влечёт повышение эксплуатационных затрат за счёт из-за необходимости в дополнительных транспортных средствах, водителях и т.д. для сохранения параметров работы маршрута (особенно на маршрутах с интервалом менее 10 минут).

Электробусы с междневной зарядкой ONC (OverNight Charging) в Республике Беларусь используются в Могилёве (время полной зарядки составляет 2 ч, обеспечивается запас хода 150 км).

К преимуществам данной схемы относится отсутствие необходимости строительства зарядных станций на конечных или промежуточных точках маршрута, повышение эксплуатационной скорости за счёт сокращения времени стоянки на конечных станциях, больший, чем у электробусов ОС запас хода. К недостаткам схемы ONC можно отнести большой вес батарей, меньшую пассажироместимость электробуса, большое время простоя, необходимое для выполнения зарядки, повышенную точечную нагрузку на электросеть, необходимость больших мощностей тяговых подстанций в депо (особенно при одновременной зарядке большого количества электробусов в ночное время), ограниченное время эксплуатации. Так, при средней эксплуатационной скорости 16,5 км/ч запаса автономного хода электробуса ONC хватит только на 9 ч работы, в то время как среднее время работы транспортного средства городского электрического транспорта составляет 12–14 ч. Организация бесперебойной работы маршрута может быть сопряжена с необходимостью дополнительного количества транспортных средств ONC и ростом нулевых пробегов. При расчёте суммарных капиталовложений в инфраструктуру и в транспортные средства учтены стоимости КС, тяговых подстанций, зарядных станций и непосредственно транспортных средств, необходимых для обеспечения работы условного маршрута протяжённостью 25 км в однопутном исчислении с интервалом движения транспортных средств 11 мин. Затраты на стоимость проектирования, подрядных работ, оборудование остановочных пунктов и создание базы для обслуживания и ремонта транспортных средств на предприятии транспорта в расчётах не учитывались.

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ ПОТЕРЬ В ЗОНЕ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ БЕЗРЕЛЬСОВОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Для определения неэффективности функционирования существующей организации дорожного движения (ОДД), или, наоборот, для определения экономической эффективности мероприятий по улучшению ОДД было введено понятие потерь. Тема потерь в дорожном движении (определение видов потерь) детально изложена в работах. Согласно этой литературе все потери в дорожном движении можно разделить на экономические, экологические, аварийные и социальные. В данной статье рассматриваются аварийные потери в зоне ОП МПТ. Наиболее распространенный метод определения ущерба (потери) от аварии – суммировать различные компоненты. Некоторые из них являются индивидуальными и касаются владельца транспортного средства, а некоторые – всех членов общества. Подробная структура потерь от аварии приведена в источнике. По своему характеру ущерб, нанесенный при аварии, делится на две составляющие – материальную (или экономическую) и духовную (или социальную). В данной статье определяется экономическая составляющая, которая делится на прямые и косвенные потери. Тяжесть последствий от аварии условно разделяют на следующие группы: материальный ущерб (присутствует всегда), ранение (легкое, тяжелое, ранение, повлекшее инвалидность) и смертельный исход. Определение количества аварий в данном исследовании основано на статистическом методе. На основании анализа аварийности в зоне ОП МПТ были получены факторы, влияющие на возникновение аварии и коэффициент вероятности возникновения аварии при наличии определенного фактора в зоне ОП МПТ. Определение коэффициента вероятности возникновения аварии проводилось следующим образом: при наличии аварии (любой тяжести, учет тяжести последствий будет приведен ниже) сумма коэффициентов вероятностей всех факторов принималась за количество аварий в рассматриваемый год (1-3, в основном 1), при отсутствии аварии сумма коэффициентов вероятностей всех факторов равна 0. Для упрощения интерпретации информации с помощью программы SPSS Statistic 19 определялись коэффициенты линейной регрессии, то есть изначально зависимость определялась как линейная. Факторы, повышающие вероятность аварии и снижающие вероятность были предварительно отобраны на основании анализа. Экономическая составляющая стоимости издержек одной аварии с материальным ущербом, включает в себя непосредственно материальный ущерб, состоящий из следующих компонентов: Стоимость восстановления (величина затрат на ремонт) ТС (определяется из стоимости ремонтных работ, стоимости необходимых для процесса восстановления материалов и стоимости новых частей ТС). Стоимость работ по эвакуации. Повреждение дорожных сооружений. Выплаты при повреждении дорожных сооружений происходят в 2% случаев от случаев выплат по страховому возмещению в результате причинения материального ущерба, и составляют на одну аварию 16,9 EUR. (еще уточню). Эти три пункта включены в выплаты страхового возмещения по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств. Средняя сумма выплат страхового возмещения на одно ТС по данным Белорусского бюро по транспортному страхованию составляет 846 EUR. Основные потери автобусным парками и троллейбусным депо несут убытки от невыполненной работы МПТС на маршруте с момента снятия его с линии и до выхода после ремонта. В среднем МПТС работает от 5 до 18 часов в сутки в Минске, в среднем – 12 часов. Количество оборотов за время работы на маршруте - 4. За один оборот п.е. перевозит в среднем 400 пассажиров. Получается, что в сутки 1 МПТС перевозит 1600 человек. Известно, что тарифы на городские перевозки пассажиров всеми видами транспорта в регулярном сообщении утверждаются Мингорисполкомом по согласованию с министерством экономики. Минэкономики принимает решение на сколько процентов можно повысить тариф с учетом платежеспособности населения. На сегодня сумма, которую платят пассажиры составляет 45% окупаемости. Таким образом, если на текущий момент плата за проезд в МПТ составляет 1700 рублей, его фактическая стоимость составляет около 3800 рублей. В среднем, потери от невыполнения работы при простое в ремонте составят 12 950 400 руб. (1177 Euro). Доля аварий с участием МПТС - 25% от общего числа аварий на ОП МПТ. Затраты времени, связанные с расследованием ДТП и возмещением убытков (виновник и потерпевший). При учете того, что основную долю участников ДТП составляют водители в возрасте от 22 до 57 лет, сделаем допущение о том, что участники относятся к занятой части населения. По данным национального статистического комитета РБ средняя ЗП по состоянию на 2012 г. составляет около 360 EUR. Полная норма рабочего времени в месяц 168 (это на каждый год разное значение) часов согласно Трудовому кодексу РБ. На разбирательства по ДТП уходит 4 часа рабочего времени (ожидание ГАИ, составление схемы ДТП, выезд в страховую организацию и проч.) у каждого участника, следовательно, стоимость времени будет равна 8,6 EUR на каждого участника. Стоимость восстановления (величина затрат на ремонт) ТС (определяется из стоимости ремонтных работ, стоимости необходимых для процесса восстановления материалов и стоимости новых частей ТС) и стоимость работ по эвакуации на автомобиль виновника ДТП (846

EUR). Затраты, связанные с расследованием ДТП в ГАИ. Ущерб в результате пробок. Судебные издержки. Эти три пункта (6,7,8) включены в величину $\Delta C_{соп}$ – доля сопутствующих расходов в общей стоимости экономической составляющей аварии с материальным ущербом. К сопутствующим расходам относятся стоимость оформления и сопровождения документации по аварии, стоимость возможных судебных издержек и стоимость транспортных затруднений на месте аварий. Основываясь на результатах исследований, принимаем $\Delta C_{соп} = 0,08$, при этом около половины этой величины составляет стоимость транспортных затруднений на месте аварии. Экономическая составляющая стоимости издержек одной аварии со смертельным исходом включает материальный ущерб и стоимость жизни. Стоимость жизни определялась на основании недополученного дохода государством при гибели человека на основе системы национальных счетов (СНС) - системы взаимосвязанных статистических показателей и классификаций, характеризующих результаты макроэкономической деятельности. Расчет проводился по данным (статистика о населении), полученным с 2003 по 2008 гг. В нашем случае подразумеваемый доход, который государство недополучит в результате гибели человека - Валовой национальный располагаемый доход на душу населения (ВНДР) – охватывает все доходы, полученными резидентами данной страны в результате первичного и вторичного распределения доходов. Было рассмотрено все население в совокупности, при учете того, население какой возрастной категории гибнет при дорожно-транспортном происшествии. В расчетах пренебрегался доход от лиц, младше 18 лет. В расчетах пренебрегался возраст выхода на пенсию работников МВД и МО РБ, а также работников опасных производств, которым положен выход на пенсию ранее 55 (60) лет. Получили, что 93,3% населения погибает при аварии в возрасте от 18 до 57 лет. Причем большая часть - в возрасте от 18 до 48 лет. Средний возраст погибших – 33,3 года. Численность населения в Республике Беларусь 9689,8 тыс. человек. Всего населения в трудоспособном возрасте 5711,3 тыс. человек. Всего занятого населения 4441 тыс. человек (42,4%). Всего незанятого населения 5778,8 (57,6%). Всего занятого населения в трудоспособном возрасте 4147,7 тыс. человек. Всего незанятого населения в трудоспособном возрасте 1563,6 тыс. человек (27%). Доля погибшего занятого населения в трудоспособном возрасте – 68,12%. Доля погибшего занятого и не занятого в экономике населения – 68,7% и 31,3% соответственно. Потеря прибыли государством составила 186119 USD (143988,4 EUR) за 24 года (5944,5 USD за 1 год) непрожитой жизни по состоянию на 2008 г. Знание возможных аварийных потерь в результате неэффективной организации дорожного движения позволяет экономически оценить необходимость проведения мероприятий по повышению безопасности. В результате исследования, определены аварийные потери, на величину которых оказывает влияние размещение остановочного пункта маршрутного пассажирского транспорта (ОП МПТ). Предложены факторы, способствующие повышению и понижению аварийности, рассчитаны коэффициенты, указывающие на значимость факторов. Предложена методика расчета потерь при возникновении аварии с различными степенями тяжести последствий. Для примера рассчитаны аварийные потери на одном из ОП МПТ г. Минск в год.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА БЕЗРЕЛЬСОВОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Понятие «зона ОП МПТ» не определено в нормативных документах Республики Беларусь. Под зоной ОП МПТ в этой статье будет подразумеваться зона, в которой ОП МПТ влияет на транспортный поток, конкретно в данном исследовании – зона между знаками 5.12.1 и 5.12.2. В ходе исследования было выбрано 23 ОП МПТ, по 4-5 каждого вида. Определялись геометрические параметры зоны ОП МПТ, фиксировалось время прибытия (убытия) МПТС к (от) ОП МПТ (относительно времени цикла СФО), интенсивность движения (ИД) по крайней правой полосе, количество перестроений в зоне ОП МПТ. При исследовании времени прибытия (убытия) установлено, что при наличии кармана выезд МПТС из кармана 35% на ЗС и 65% начало движение МПТС на ЗС, при отсутствии кармана 45 % на ЗС и 55% на КС. 40%

МПТС прибывает на последнюю треть горения ЗС, 38 % МПТС выезжает на последнюю треть горения ЗС (то есть большая часть). Выезд МПТС из кармана при наличии стоянки за ОП МПТ происходит дольше, чем при отсутствии стоянки. Ввиду разнообразия на сегодняшний день МПТС, их так же целесообразно приводить к одной условной единице – одиночному МПТС длиной до 12 м. Рассмотрим такие параметры МПТС как длина, маневренность, скорость обслуживания пассажиров и объем пассажирообмена на ОП МПТ, разделив виды МПТС. Проведенные исследования очередной раз доказывают, что при расчете пропускной способности ОП МПТ нельзя опираться на ИД по крайней правой полосе.

Во-первых, если есть стоянка перед ОП МПТ по ходу движения – МПТС перестраивается уже не в первую полосу, а во вторую. Во-вторых, при отсутствии кармана выезде МПТС из ОП МПТ вообще ничего не препятствует. В-третьих, при наличии кармана при высокой ИД МПТС и при низкой разнице в ИД основного потока по крайней правой полосе будет различна, то есть важно еще учитывать время суток, что усложняет исследования и расчеты.

Если после ОП МПТ есть поворот МПТС налево - то оно перестраивается не в крайнюю правую полосу при выезде из кармана, а в ту, с которой разрешен поворот налево, то есть в любом случае учитывать надо общую ИД по проезжей части. Было также замечено, что в местах, где возможен выезд на полосу встречного движения при расчете имеет значение ИД в обоих направлениях, но так как набор исследуемых ОП МПТ ограничен, количества ОП МПТ в таких местах недостаточно для того, чтобы делать определенные выводы.

При маленьком интервале движения МПТС и при учете данных, о том, что на ОП МПТ зачастую прибывает более одного МПТС, длины кармана на практике часто не хватает, ввиду этого МПТС останавливаются в начале отгона уширения, вследствие чего перекрывают частично крайнюю правую полосу движения. МПТС, останавливающиеся на ОП МПТ, не включались в состав потока. Доля ИД по крайней правой полосе при наличии кармана и отсутствии стоянки – 38% и 46% соответственно при наличии трех и двух полос на проезжей части или части дороги для движения в одном направлении.

Доля ИД по крайней правой полосе при отсутствии кармана - 26% и 36% соответственно при наличии трех и двух полос на проезжей части или части дороги для движения в одном направлении. При наличии стоянки четкой зависимости нет, так как влияние оказывает еще и длина расположения припаркованных автомобилей на проезжей части. Кроме того, здесь нет разделения по наличию или отсутствию карманов. Видно, что при высокой интенсивности движения МПТС график идет вверх, это обусловлено именно наличием карманов при такой интенсивности. Что касается перестроений, то в зоне ОП МПТ их можно разделить на следующие: при наличии кармана выезде МПТС с ОП МПТ с первой и второй полосы; перестроения при недостаточной ширине кармана с первой полосы; перестроения при отсутствии кармана с первой полосы; при наличии стоянки за ОП МПТ при выезде МПТС.

Количество перестроений в зоне ОП МПТ и до 20 м от остановившегося МПТС существенно выше за счет входящего правоповоротного потока. Следует отметить, что в большинстве случаев в это время основному транспортному потоку горел КС, поэтому входящему потоку справа была возможность беспрепятственно перестраиваться в первую полосу при наличии кармана и во вторую полосу (через первую) при его отсутствии. Вероятно, большая часть перестроений происходит более чем за 60 м до ОП МПТ, но связать причину перестроений с наличием ОП МПТ сложно. Даже в перестроениях за 60 м уже присутствуют те, которые связаны с наличием разрешения правого поворота с крайней правой полосы.

Было так же установлено, что при наличии ОП МПТ на перегоне, при отсутствии кармана при ширине проезжей части 9 м и расстоянием между ОП МПТ 30 м и менее возникают проблемы при объезде МПТС на ОП МПТ. При интервале движения МПТС 3 мин и времени обслуживания 20 секунд вероятность одновременной стоянки 2 МПТС на противоположных ОП МПТ 67%.

Чтобы достичь интервала движения МПТС в 3 мин необходимо всего лишь 4 маршрута, каждый с

интервалом в 10 мин для каждого из них. Касательно обустройства карманов на ОП МПТ следует отметить, что, как показала практика, остановочный пункт наравне с пешеходным переходом является местом концентрации пешеходов вдоль проезжей части (вследствие чего - объектом повышенной опасности). Было отмечено несколько аварий с выездом автомобилей на ОП МПТ, при которых происходило или могло произойти травмирование ожидающих пассажиров.

При расположении ОП МПТ в кармане, расстояние до проезжей части от места скопления пассажиров увеличивается, тем самым снижается эта опасность.

При наличии кармана водители МПТС в большей степени учитывают сигнал светофора и стараются выезжать при горении КС основному транспортному потоку. Кроме того, карман удаляет скопившихся на посадочной площадке пассажиров от проезжей части, что способствует безопасности ОП МПТ. Предложено приводить МПТС к условной единице при проведении исследований в зоне ОП МПТ и предложены коэффициенты приведения. При определении пропускной способности ОП МПТ важно учитывать ИД по всей проезжей части, а не только по крайней правой полосе. Определены зависимости ИД по крайней правой полосе от ИД МПТС, количества перестроений от ИД МПТС.

В крупных городах ОП МПТ обслуживают, как правило, несколько маршрутов пассажирского транспорта. Расписание движения (или интервал движения) составляется для каждого маршрута отдельно в зависимости от пассажиропотока и затем указывается в информационной таблице на остановочном пункте для всех маршрутов. На основании информации из таблицы можно определить интервал движения МПТС, проходящих через ОП МПТ. Но, как правило, даже при большом интервале движения, на ОП МПТ часто останавливается 2 и более МПТС одновременно. Это обусловлено «пачкованием» ТС на УДС ввиду светофорного регулирования, а также наличием других способов организации движения (снижение скорости, проезд перекрестков) и психологией водителей. При проведении исследования сделано 32 замера по 15 мин на ОП МПТ, обслуживаемыми разным количеством маршрутов в часы пик и межпиковые периоды. Фиксировались вид, тип МПТС, время начала остановки, время открытия дверей (если не совпадало со временем начала остановки), время закрытия дверей. Количество полученных данных – 493. Данные обрабатывались в приложении Excel MS Office и программе SPSS Pasw Statistic 18. По ТКП 45-3.03-227-2011 остановочные пункты маршрутных такси (экспресс-маршрутов) могут совмещаться с остановочными пунктами автобусов или троллейбусов, при интенсивности движения маршрутных такси более 30 ед/ч должны быть оборудованы отдельными остановочной и посадочной площадками. Поэтому при определении длины ОП МПТ необходимо предусматривать место для стоянки маршрутного такси. На основании полученных данных, из 103 случаев остановки маршрутных такси в 51 случае остановка была при занятом ОП МПТ (автобусом, троллейбусом или другим маршрутным такси). Определим корреляцию (зависимость) количества случаев остановки маршрутных такси с другими МПТС от отношения количества маршрутных такси к общему количеству МПТС, проходящих через ОП МПТ. Длина места на ОП МПТ при остановке маршрутного такси при стоящем МПТС включает длину маршрутного такси (5 – 7 м) и зазор безопасности, равный 1 м. Как видно из рисунка, при доле маршрутных такси (отношение количества останавливающихся маршрутных такси в единицу времени с МПТС к количеству всех МПТС, проходящих через ОП МПТ, включая те маршрутные такси, которые останавливались на свободном ОП МПТ) от 0,1 и выше, высока вероятность их остановки при стоящем МПТС. Можно установить минимальную вероятность прибытия сочлененного МПТС 0,05. В ходе выполнения исследования была определена однородность данных интервала движения по информационным таблицам и фактического интервала движения МПТС на ОП МПТ. Определена зависимость количества случаев остановки более 1 МПТС на ОП МПТ от интервала движения МПТС. Определена зависимость остановки маршрутных такси на ОП МПТ при стоящем МПТС от доли маршрутных такси на ОП МПТ. Предложена формула расчета длины остановочной площадки, приведен пример расчета длины ОП МПТ, в зависимости от особенностей и условий движения на подходах к остановочному пункту маршрутного (безрельсового) пассажирского транспорта.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ГОРОДОВ

Приоритетным направлением применения интеллектуальных транспортных систем городов является использование их для обеспечения возможности преимущественного проезда транспортных средств городского пассажирского транспорта (далее — ТСППТ) на светофорных объектах, в узловых участках улично-дорожной сети, что непременно способствует соблюдению расписания движения ТСППТ.

Особенность организации преимущественного проезда в данной ситуации состоит в том, что режим движения ТСППТ значительно отличается от режима движения транспортных средств, образующих транспортный поток. Средняя скорость движения ТСППТ ниже скорости движения других транспортных средств основного транспортного потока в связи с наличием остановочных пунктов и соответственно временем, которое необходимо ТСППТ на высадку и посадку пассажиров. Значительное различие данных скоростей приводит к тому, что ТСППТ в принципе тяжело включить в систему координированного управления транспортными потоками, в основу расчёта которой положены характеристики основного транспортного потока, формируемого транспортными средствами со схожими техническими характеристиками. В результате частыми получаются ситуации, когда ТСППТ, начиная движение на предыдущем светофорном объекте в составе группы транспортных средств, за счёт задержки при высадке-посадке пассажиров на остановочном пункте, расположенном на перегоне между светофорными объектами, прибывает к следующему светофорному объекту, включённому в систему координированного управления, после завершения фазы светофорного регулирования в рассматриваемом направлении.

Принимая во внимание особенности технологии работы ТСППТ, можно с уверенностью сказать, что при построении интеллектуальных транспортных систем городов, преимущественными являются технологии предоставления активного приоритета. Интегрируя ТСППТ в интеллектуальные транспортные системы, следует осуществлять разработку режимов светофорного регулирования на основе адаптивного управления, используя средства, идентифицирующие ТСППТ. При этом следует предусматривать в режимах светофорного регулирования различные варианты включения программ регулирования в зависимости от ряда внешних факторов и времени суток, однако во всех случаях управляющим воздействием должен являться сигнал о приближении ТСППТ (управление в данных системах ведётся в режиме реального времени). Дальнейшая реализация с помощью методов регулирования дорожного движения возможна путём оперативного увеличения продолжительности фазы регулирования, опережения разрешающего сигнала для основного потока, применения специальной фазы, обеспечивающей проследование светофорного объекта ТСППТ при одновременном включении запрещающего сигнала для других транспортных средств во всех направлениях, исключения определённых фаз из текущего цикла для «приближения» времени включения фазы разрешающей проезд ТСППТ. В случае применения некоторых из данных методов в последующих циклах при отсутствии в них ТСППТ целесообразно предусматривать применение мер компенсационного воздействия. Также возможен вариант реализации этой системы, когда для предоставления преимущества ТСППТ интеллектуальная система управления дорожным движением будет учитывать выполнение расписания движения ТСППТ и определяет очерёдность предоставления приоритета.

Перспективным направлением для обеспечения приоритетного движения маршрутных транспортных средств в интеллектуальных транспортных системах городов является использование именно активного приоритета маршрутных транспортных средств с условным или абсолютным характером управляющих воздействий.

Список использованной литературы:

1. О дорожном движении: Закон Республики Беларусь от 05.01.2008 № 313-З (ред. от 13.07.2016)
2. Капский Д.В. Методология повышения качества дорожного движения / Д. В. Капский. — Минск: БНТУ, 2018. — 370 с.
3. Правила дорожного движения Республики Беларусь: по состоянию на 03.01.2020 г. — Минск: Аверсэв, 2020. — 94 с.
4. СТБ 1300–2014. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения: стандарт Республики Беларусь — Минск: Госстандарт, 2014 — 138 с.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗА СЧЁТ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ- ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КАРШЕРИНГОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Понятие каршеринг берёт своё начало с 1948 года в Швейцарии, когда владелец одной крупной фирмы приобрёл несколько автомобилей и стал выдавать их своим сотрудникам за небольшую плату. Развитие данная система получила в 1990-е года, когда системы слежения за транспортными средствами стали доступны широкому кругу пользователей, а услуги каршеринга (быстрой аренды автомобиля) вновь стали востребованы. В 2018 г. каршеринг появился в Беларуси и на 2020 год в г. Минске работает 4 каршеринговых сервиса, предоставляющих для аренды 485 автомобилей.

Процедура передачи автомобиля водителю-пользователю сервиса не предполагает гласного контроля его физического состояния, и, в целом, отношения сторон в рамках данной процедуры строятся на взаимном уважении, благоразумии и доверии обеих сторон друг к другу. Тем не менее, несмотря на то, что управлять транспортным средством, находясь в состоянии алкогольного опьянения, водителю не разрешается как Правилами дорожного движения, так и условиями договора использования сервиса каршеринга, некоторые недобросовестные водители-пользователи сервиса увидели в этом возможность «экстремального вождения». К счастью, такие случаи являются скорее исключением из правил, чем системой, но большинство таких ситуаций, заканчиваются дорожно-транспортными происшествиями (далее — ДТП), виновниками которых являются нетрезвые водители-пользователи.

Так, 18.11.2018 водитель 1998 г.р., арендовавший новый автомобиль Volkswagen Polo в 2 ч. 20 мин. у одной из служб каршеринга в г. Минске, за непродолжительное время своей поездки допустил наезды и столкновения с 9-ю автомобилями. В результате все транспортные средства, в том числе автомобиль службы каршеринга, получили механические повреждения. Так, в начале поездки 3 транспортных средства были повреждены непосредственно во дворе жилого дома по адресу просп. «Газеты «Правда», 17, где автомобиль службы каршеринга находился на стоянке. Совершенные ДТП не остановили водителя, и его поездка продолжилась, закончившись только на ул. Космонавтов, 48, когда водитель, произведя наезд на автомобили, находящиеся в первой полосе движения, оставил автомобиль каршеринга во второй полосе движения и попытался скрыться, однако был задержан сотрудниками ГАИ. В результате этого эпизода ещё 6 транспортных средств получили механические повреждения. Как было установлено, водитель, управляя арендованным автомобилем, находился в нём не один, а вместе со своими друзьями. Виновный пояснил, что вечером они отмечали его день рождения в центре города, затем на метро прибыли жилой микрорайон, где арендовали каршеринговый автомобиль. Медицинское освидетельствование показало содержание алкоголя в крови названного водителя 1,78 промилле. В результате ДТП никто не пострадал.

Через неделю, 25.11.2018 в 3 ч. ночи другой водитель, управлявший арендованным автомобилем Volkswagen Polo, допустил повреждение 3-х припаркованных автомобилей во дворе дома по ул. Слободской, оставил автомобиль и скрылся с места происшествия. Стоит отдать должное, утром виновник самостоятельно прибыл в управление внутренних дел, где признался в содеянном.

Ранним утром, 23.12.2019 г. водитель 1996 г.р., арендовавший автомобиль Volkswagen Polo, произвёл наезд на металлическое ограждение остановочного пункта трамвая «пл. Змитрока Бядули» в направлении ул. Платонова. Водитель не справился с управлением, в результате заноса автомобиля, произвёл наезд на ограждение, транспортное средство получило серьёзные механические повреждения кузова. Водитель не пострадал и не предпринимал попытки скрыться с места ДТП. Со слов водителя, перед тем, как арендовать транспортное средство, он праздновал день рождения друга, где употребил 0,5 л виски, медицинское освидетельствование установило содержание алкоголя в крови названного водителя 1,60 промилле. Стоит заметить, что во время оформления ДТП, водитель-виновник уснул в автомобиле ГАИ.

02.02.2020 в г. Минске на ул. Ваупашова водитель 1993 г.р., управляя автомобилем Volkswagen Polo, арендованном в службе каршеринга, двигался с превышением разрешённой скорости движения и допустил наезд на припаркованный у обочины названной улицы автомобиль Honda, после чего произвёл наезд на опору освещения, в результате чего механические повреждения получили транспортные средства, разрушено бордюрное ограждение и опора освещения. Благодаря тому, что сработали подушки безопасности, в ДТП никто не пострадал. Со слов водителя, накануне он выпил 2 л пива. Медицинское освидетельствование установило содержание алкоголя в крови водителя 1,80 промилле.

21.02.2020 в 21:00 в Минске водитель 1998 г.р., управляя арендованным автомобилем Volkswagen Polo, выезжая с территории гаражного кооператива на просп. Партизанском, не справился с управлением и, допустив занос автомобиля, выехал за пределы проезжей части, где произошло опрокидывание управляемого им автомобиля. Помимо водителя в салоне транспортного средства находилось 2 пассажира и только по счастливой случайности никто не пострадал. При проведении медицинского освидетельствования, было установлено содержание алкоголя в крови водителя 1,16 промилле.

Но не только ДТП происходят по вине водителей каршеринговых автомобилей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения: 09 июля 2019 г. водитель 1999 г.р., управляя арендованным автомобилем Volkswagen Polo, следуя по ул. Октябрьской неоднократно вводил транспортное средство в неконтролируемый занос, прибывшие по сообщениям граждан сотрудники ГАИ, остановили спортивные эксперименты, и задержали водителя. Медицинское освидетельствование установило содержание алкоголя в крови водителя 1,20 промилле.

Кроме того, известны случаи, когда благодаря бдительности сотрудников ГАИ, производивших надзор за дорожным движением, удалось предотвратить возможное происшествие. 23.02.2020 г. в 08 ч. 20 мин., водитель 1997 г.р., управляя арендованным автомобилем, двигаясь по просп. Дзержинского в г. Минске, привлёк внимание экипажа ГАИ. Автомобиль был остановлен для проверки документов у водителя, в ходе проверки документов было установлено, что водитель был лишён права управления транспортными средствами, и имеет признаки алкогольного опьянения. Медицинское освидетельствование установило содержание алкоголя в крови водителя 0,80 промилле. Автомобиль помещён на охраняемую стоянку.

Во всех случаях сотрудниками ГАИ были составлены административные протоколы, в отношении нарушителей вынесены постановления о штрафах, водители лишены права управления транспортными средствами. Дополнительно стоит отметить, что водители несут ответственность в виде штрафных санкций и со стороны служб каршеринга. В каждом таком случае водители по условиям договора, должны выплатить полную стоимость причиненного ущерба и немалый штраф. Очевидно, что каждая служба каршеринга устанавливает штрафные санкции из условия обеспечения возмещение убытков, связанных с неправомерными действиями водителей, повлёкших нанесение вреда арендованному транспортному средству. В частности, наиболее высокие штрафы (до 15000 евро) предусмотрены для тех водителей, которые находятся за управлением в состоянии опьянения. Не лишним будет отметить, что расходы водителя-нарушителя не ограничиваются штрафными санкциями и возмещением ущерба каршеринговой компании. В связи с тем, что каршеринговая компания, не несёт ответственности перед владельцами других повреждённых в результате ДТП транспортных средств, в случае, если страховые выплаты превысят страховую сумму, то водителя-нарушителя будет ожидать регрессный иск.

Однако все эти меры никоим образом не остановили названных выше водителей от своих намерений, в состоянии алкогольного опьянения, приступить к управлению транспортным средством. Каждый день услугами каршеринга пользуется довольно много водителей. Конечно, 7 случаев за 1,5 года, являются скорее исключением из правил, подчеркивая низкую социальную ответственность названных водителей, неспособность адекватно оценивать ситуацию, соизмерять свои поступки и их последствия со здравым смыслом. Однако в результате каждого из этих случаев, могли пострадать не только транспортные средства, но и сами водители и другие участники движения.

Стоит отметить, за последние 15 лет в Беларуси количество погибших в ДТП было снижено более чем в 3 раза. Это результат разносторонней, многовекторной работы по повышению безопасности дорожного движения. В данном контексте, предлагается использовать новейшие инновационные технологии в процессе допуска водителя-пользователя сервиса каршеринга (далее — водителя) к движению на арендованном автомобиле. Предлагаемое решение основывается на биометрической идентификации и подтверждении личности человека идентификацией по изображению лица водителя. К преимуществам геометрии лица как идентификатора личности относится получение изображения с помощью фото и видеофиксации с высокой степенью достоверности. Таким образом, предлагается оборудовать автомобили каршеринга бесконтактными алкометрами с двумя порогами срабатывания (0,00–0,30 промилле, 0,30 и более промилле), работающими по принципу алкометра Lion Alcoblow, а также системой видеофиксации водителя в момент инициации процедуры аренды, а также перед началом движения, в момент прохождения допуска с использования алкометра (для исключения случаев подмены источника отбираемого выдыхаемого воздуха). Личность водителя идентифицируется по фото с водительского удостоверения, предоставленного водителям при регистрации в сервисе. В случае неправомерных действий, управление автомобилем будет заблокировано. Данное решение, на наш взгляд, позволит исключить использование каршеринговых автомобилей водителями, находящимися в состоянии алкогольного опьянения.

УСТАНОВКА ДЛЯ ЗНЯТТЯ АМПЛІТУДНО-ФАЗОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИСКУ У ПАЛИВОПРОВОДІ

Одним із ефективних методів діагностування технічного стану елементів паливної системи дизельних двигунів є метод вимірювання амплітудно-фазових характеристик параметрів сигналів тиску пального у паливопроводі високого тиску. Цей метод забезпечує можливість отримання достовірної інформації про технічний стан паливної апаратури з мінімальною трудомісткістю. Він пов'язує діагностичні параметри із зношенням розпилювачів форсунок та дозволяє встановити залежності між дефектами форсунок і амплітудно-фазовою характеристикою тиску впорскування.

Для зняття амплітудно-фазових параметрів сигналу тиску пального розпилювачів різного технічного стану була зібрана дослідна установка. Вона складалася з:

- стенда 12PSB-mini для перевірки і регулювання паливних насосів високого тиску (ПНВТ);
- еталонного паливного насоса (новий насос із заблокованою рейкою);
- датчика тиску BOSCH;
- електронного осцилографа DT Score;
- ноутбука (персонального комп'ютера).

Стенд 12PSB-mini імітував роботу дизельного двигуна і забезпечував відтворення його швидкісних режимів роботи.

Достовірність результатів визначення технічного стану розпилювачів форсунок значною мірою залежить від типу і конструкції встановлених датчиків. Позаяк, необхідно визначити абсолютні показники зміни тиску у паливопроводі, то сигнал, який надходить від датчика має бути стабільним і наділений високою інформативністю. Тому для отримання сигналу зміни тиску використовувався датчик BOSCH. Вибір датчика ґрунтувався на діапазоні вимірювання і відхиленні від нелінійності сигналу. Верхня межа значення тиску для датчика BOSCH становить 150 МПа, а відхилення від нелінійності вихідного сигналу $\pm 0,2\%$, що цілком задовольняло вимогам випробування. Для оцінки технічного стану розпилювачів форсунок, датчик встановлювався у місці з'єднання паливопроводу високого тиску і штуцера форсунки.

З метою відтворення характеристик вихідного сигналу у графічній і числовій формі застосовувався осцилограф DT Score. Він призначений для вимірювання тиску у паливній системі і відображення інформації на дисплеї персонального комп'ютера. Аналізуючи отриману інформацію, можна судити про стан компонентів паливної системи для подальшого дефектування, а також для контролю якості ремонту, якщо такий проводився.

Конструктивно пристрій DT Score виконано у вигляді приставки, яка підключається до датчика тиску на автомобілі або на стенді для ремонту ПНВТ, за допомогою роз'ємів перехідника і до ноутбука за допомогою кабелю USB.

Осцилограф DT Score має програмне забезпечення «PScore», яке входить у комплект поставки. Програма дозволяє проводити вимірювання основних параметрів сигналу, спостерігати осцилограму сигналу у реальному часі, а також переглядати отримані дані після закінчення процесу вимірювання (рис. 1).

Будь-яка паливна апаратура у технічно справному стані показує типову криву тиску у паливопроводі високого тиску, яка залежить від її параметрів. На криву впливають технічний стан розпилювача, нагнітального клапана і плунжерної пари. Якщо досліднику добре відома форма кривої і вплив окремих конструкційних елементів на її вигляд, він зможе швидко визначити дефектну деталь.

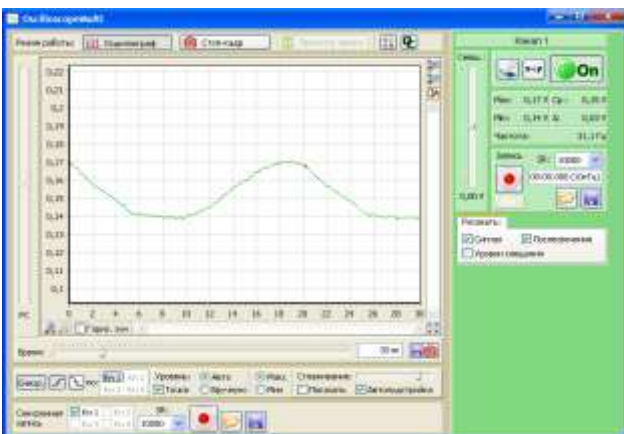


Рис. 1. Головне вікно

РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ДИНАМІЧНОГО (ЗМІННОГО) МІЖМІСЬКОГО МАРШРУТУ

• Питання мобільності сільського населення досить гостро постає навіть в умовах сьогодення, коли мережа маршрутів є досить розгалуженою. Основною проблемою залишається необхідність здійснення пересадок під час необхідності здійснення міжобласних та міжміських перевезень. Це зумовлюється схемою маршруту, якою, здебільшого, передбачено посадку-висадку пасажирів на автостанціях міст та великих селищ. З метою підвищення мобільності населення запропоновано впровадження динамічних міжміських та міжобласних маршрутів, під час виконання яких можливі зупинки та відхилення від маршруту з метою посадки пасажирів, які прямують за маршрутом руху даного транспортного засобу. Основним питанням у впровадженні даної системи є розрахунок вартості поїздки пасажирів.

• Метою розрахунку вартості перевезень являється визначення вартості перевезень під час руху автобуса міжміським динамічним (змінним) маршрутом. Для розрахунків за основу приймається вартість 1 пас.км, який становить для Волинської області в межах 0,75...1,10 грн, залежно від типу автобуса. При цьому враховується, що комунікація між пасажиром та перевізником відбуватиметься за допомогою онлайн системи «На маршруті».

• Таким чином витрати на перевезення пасажирів під час онлайн-замовлення складатимуть:

- витрати на подолання шляху з метою заїзду за пасажиром, l , км;
- витрати на обслуговування онлайн-сервісу «На маршруті», $C_{он}$, грн ;
- надбавка за комфорт, $C_{к}$, грн.

• Тоді, залежність для визначення вартості проїзду, $C_{п}$, матиме вигляд:

$$C_{п} = 2 \cdot C_l \cdot l + C_{он} + C_{к} \quad (1)$$

• Витрати на подолання шляху з метою заїзду за пасажиром, C_l , приймаються в розмірі витрат на 1 пас.км, які є дійсними для даного маршруту та транспортного засобу.

• Витрати на обслуговування онлайн-сервісу «На маршруті», $C_{он}$, доцільно приймати в межах 5...7% від вартості квитка. Даний показник вибрано зважаючи на досвід функціонування аналогічних додатків, зокрема Сіті Card Lutsk.

• Надбавка за комфорт, $C_{к}$, приймається в розмірі 50 % вартості квитка.

• Тоді залежність для визначення вартості проїзду, $C_{п}$, матиме вигляд:

$$C_{п} = 2 \cdot l \cdot C_l + (0,05 \dots 0,07) \cdot 2 \cdot l \cdot C_l + 0,5 \cdot 2 \cdot l \cdot C_l = 2 \cdot l \cdot C_l [(0,05 \dots 0,07) + 0,5] = [1,1 \dots 1,4] \cdot l \cdot C_l \quad (2)$$

• Для демонстрації динаміки зміни вартості проїзду було здійснено розрахунки витрат на перевезення пасажирів за динамічним маршрутом при відстані від 1,0 до 10 км. При цьому за відстані менше 1 кілометра автобус не відхиляється від маршруту, а лише здійснює посадку-висадку пасажирів на зупинці. Розрахунки здійснювалися при витратах на обслуговування онлайн-сервісу «На маршруті», $C_{он}=5\%$ від вартості квитка. Результати розрахунків наведено на рисунках 1 та 2.

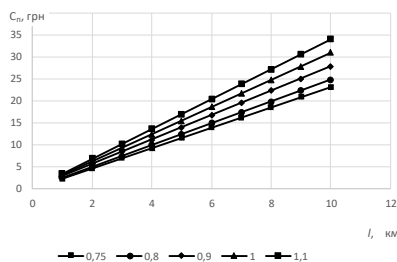


Рис. 1. Динаміка зміни вартості проїзду 1 пасажирів для різної вартості пасажирокілометра.

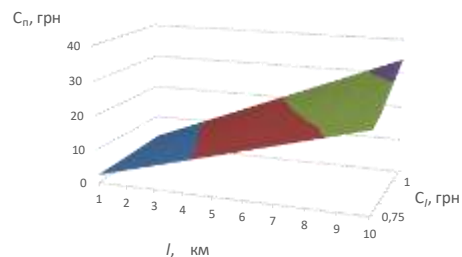


Рис. 2. 3-D графік вартості проїзду динамічним маршрутом

Максимальне відхилення від маршруту обмежується відстанню 10 км, що обумовлене необхідністю дотримуватися водієм графіку руху.

Подальшими дослідженнями будуть зосереджені на розробці відповідних графіків руху міжміських автобусів, які враховуватимуть час відхилення від маршруту під час прямування, з тим, щоб забезпечити дотримання водіями графіка руху, а також належного комфорту пасажирів, які користуватимуться такими маршрутами.

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

У наш час одна з найголовніших проблем світу - вичерпання запасів нафти та газопродуктів. Аналіз свідчить про те, що запаси нафти й газу у світі щорічно зменшуються їх залишилось приблизно на 53 роки. Тому, виникає потреба пошуку альтернативних джерел енергії. Є можливість використовувати відновлювальні природні, екологічно чисті енергетичні джерела - сонячну енергію, силу вітру, води, а також нетрадиційні джерела енергії. До таких відновлювальних джерел можна віднести біогаз. Людство навчилося використовувати біогаз у своїх цілях ще з давніх давен. Біогаз утворюється в результаті природного процесу мікробного розкладання органічної маси. Біогаз отримується з поновлюваних речовин як гнійна рідота і стійловий гній або енергетичні культури (кукурудза, жито, цукровий буряк тощо). Суттєвою перевагою виробництва біогазу є використання поновлюваних джерел енергії. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин уможливує постійне і безперервне виробництво біогазу і сприяє економії викопних енергоносіїв. У біогазових установках застосовуються перш за все екскременти тварин і відтворювана сировина. Однак і біогенні відходи харчової промисловості та побутові відходи набувають все більшого значення у виробництві біогазу. Так, застосовується первинна сировина, яка раніше не використовувалася і тільки додатково забруднювала навколишнє середовище. Такі органічні речовини використовуються або окремо, або в поєднанні (ко-субстрати) з іншими органічними речовинами. Таким чином, можна створювати програми для конкретного місця розташування, що дозволяють раціональне виробництво і використання біогазу. Крім того, багато фермерських господарств та науково-дослідних установ вирощують і випробовують нові сорти рослин для виробництва біогазу. Через можливість використання різноманітних субстратів в одній бродильній установці виробництво біогазу є дуже гнучким. У той же час, широкий спектр первинної сировини забезпечує збереження біорозмаїття в сільськогосподарському секторі. Після видобутку біогазу він проходить декілька ступенів очистки завдяки знанням, котрі людство має на сьогоднішній день. Продуктом, що представляє основний інтерес переробки, є метан (CH_4), який після процедури дегідратації і збагачення представляє собою чистий CH_4 , не відмінний за властивостями і калорійністю від метану. Оскільки, після очищення отримується біометан, то можливе використання його не тільки в господарських потребах, але і в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) стаціонарних та автотракторного типу, зокрема автомобілів, завдяки метановому ГБО, яким вони переобладнуються. В ідеальному випадку можна досягти його кліматично нейтрального або навіть позитивного використання. Крім того, біогаз і біометан, що застосовуються у виробництві електроенергії, замінюють собою викопні енергоносії, такі як вугілля, природний газ і нафта, використання яких спричиняє велику кількість парникових викидів. Залишки від процесу бродіння з біогазових установок використовуються в якості добрив у сільському господарстві. Залишки від бродіння є повноцінним добривом, яке за своєю дією схоже на мінеральні добрива. В хімічному плані вони є набагато менш агресивними, ніж сирий гній, вміст азоту в них є вищим, а запах менш інтенсивним. Залишки від бродіння містять значну кількість легкодоступного для рослин азоту, крім того – фосфор, калій, сірку та мікроелементи. Поживний склад залишків бродіння можуть сильно коливатися, в залежності від субстратів, які використовуються. В розвинених країнах ЄС біогаз вже понад 10-ть років видобувається та використовується в господарських потребах. Розвиток біогазових технологій в Україні дозволить замінити від 2,6 до 8 млрд m^3 /рік природного газу та в перспективі зробити значний внесок у забезпечення енергетичної незалежності держави, сформує альтернативний газопаливний ресурс. Україна має близько 7,9 млн. га перелогових земель. Це становить наближено 13 % від загальної площі території країни. Ці перелогові землі могли б використовуватися для вирощування енергетичних культур. Загальний теоретично можливий потенціал для виробництва біометану складає близько 26,5 млрд. Nm^3 /р. Досліджуваний потенціал складається з потенціалів для виробництва біометану з гною, а також потенціалу перелогових земель для вирощування енергетичних культур (кукурудзи, трави, зернових, цукрового буряка тощо), деревинної біомаси, соломи та побутових відходів (полігонного сміття, стічних вод). Як альтернативне паливо, біогаз – більш екологічний вид палива, ніж нафта. Біогаз є кліматично нейтральним, оскільки біомаса, яка використовується протягом усього вегетаційного періоду, забирає з атмосфери вуглекислий газ, який потім знову вивільняється підчас при спалюванні біогазу або біометану. Виробництво біогазу дозволяє скоротити кількість викидів метану в атмосферу, що є великою перевагою перед паливами, які отримуються з нафти. Це дає підстави подальшого вивчення питання про широке використання біогазу в ДВЗ з іскровим запалюванням.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАВОК ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

У сучасних умовах динамічного розвитку аграрних ринків і технологій адекватна логістика є одним із важливих чинників забезпечення конкурентоспроможності сільськогосподарського бізнесу та ефективного задоволення потреб споживачів. Формування ланцюгів поставок зернових культур є важливою складовою процесу планування доставки аграрних підприємств. Моделювання ланцюгів поставок можна проводити як загалом для підприємства, так і для найважливіших вантажів обмеженої номенклатури. Від коректності визначення ланцюгів поставок зернових культур залежить ефективність транспортного обслуговування. Моделювання ланцюгів поставок проводиться з метою отримання основних показників процесу вантажних перевезень, а також їх прогнозування та подальшого покращення.

На сьогоднішній не існує чітких рекомендацій, що могли б забезпечити ефективне моделювання ланцюгів поставок зернових культур в Україні. Проаналізувавши сучасний зарубіжний досвід моделювання ланцюгів поставок американськими науковцями [1], на прикладі кукурудзи, сої та пшениці в Південній Дакоті, варто детальніше розглянути запропоновані ними моделі, які можуть бути адаптовані як для вантажних автомобільних, так і залізничних перевезень.

Модель часу вимірює кількість часу, який потрібен одиниці зерна для переміщення від виробничого вузла (тобто ферми) до експортного терміналу. Модель часу складається з трьох компонентів: час, необхідний для перевезення зерна з ферми до найближчого елеватора або лінійного елеватора для його тимчасового зберігання; час, протягом якого зерно залишається на зберіганні до прибуття поїзда, щоб забрати зерно; і час, який потрібен зерну для переміщення вузлового елеватора або лінійного елеватора по залізничній мережі. Дана модель базується на наступних змінних, таких як: швидкість вантажного автомобіля (км / год), відстань від ферми до елеватора (км), мінімальне завантаження елеватора (т), рівень прийому зерна в елеваторі (т / день), час обробки зерна у елеваторі (год). Якщо ланцюг поставок зерна включає постачання залізничним транспортом, то дана модель доповнюється такими змінними: відстань залізничного шляху (км), швидкість поїзда (км/год), частота змін екіпажу (змін / год), затримка зміни екіпажу (год / зміна), а також кількість залізничних вагонів.

Модель інженерних витрат призначена для обліку змінних витрат логістичного ланцюжка поставок на переміщення зерна між фермою та вузловим елеватором. Модель виключає капітальні витрати на вантажні автомобілі, елеватори та залізничну інфраструктуру. Подібно до моделі часу, дана модель також має три складові: вартість автомобільних перевезень, вартість зберігання зерна та обслуговування елеватора та вартість залізничних перевезень. До факторів, що визначають вартість автомобільного перевезення належать: вартість вантажоперевезення за мило або км, вантажопідйомність автомобіля (т), відстань між полем та елеватором (км), тривалість періоду аналізу (дні). Фактори, що відображають вартість зберігання зерна та обслуговування елеватора наступні: мінімальне завантаження елеватора (т), рівень прийому зерна в елеваторі (т / день), ціна зерна, ціна зберігання зерна у елеваторі. Вартість залізничних перевезень включає у себе такі показники як: вартість та розхід палива, відстань, час та швидкість перевезення, ціну зернових культур, витрати на персонал та ін).

Модель пропускної здатності. Визначення пропускної здатності залізничної мережі базується на трьох складових: місткість (вимірює кількість товарів, яке транспортна мережа обслуговує за одиницю часу), використання активів і надійність (свочасність виконаних завдань). На відміну від попередніх, дана модель не розглядає автомобільні перевезення та зберігання зернових культур у елеваторах в ланцюзі поставок зерна, а розрахунки базуються лише на потребі залізничних перевезень.

Отже, перша модель дозволяє виміряти час, необхідний для переміщення зернових культур з ферми до елеватора, друга модель визначає сукупні змінні витрати на переміщення зернових культур, третя модель визначає пропускну спроможність залізничної. Разом представлені моделі дозволяють провести всебічний аналіз ланцюга поставок зернових культур, що може бути адаптований до вітчизняної аграрної галузі у подальших дослідженнях.

Список використаної літератури:

1. Michael F. Hyland, Hani S. Mahmassani and Lama Bou Mjahed. Analytical models of rail transportation service in the grain supply chain: Deconstructing the operational and economic advantages of shuttle train service Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2016, vol. 93, C, 294-315

НОРМИРОВАНИЕ ЧАСОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН

Введение. Действующая на Украине методики нормирования расхода топлива для подвижного состава автомобильного транспорта, которая закреплена приказом Министерства транспорте Украины № 43 от 1998 года, с изменениями и дополнениями, утвержденные приказом Министерства инфраструктуры Украины № 36 от 2002 года [1], имеет ряд недостатков. Недостаточно корректно и не точно определяется норма расхода топлива на время прогрева и вынужденных простоев автомобиля с включенным двигателем, а также на работу специализированного и автономного оборудования во время работы автомобиля без движения.

Основная часть исследования. Предложена математическая модель, по которой можно рассчитать часовой расход топлива для двигателя внутреннего сгорания, работающего на холостом режиме или с постоянной нагрузкой. Методика заключалась в расчетах коэффициентов наполнения цилиндров двигателя и избытка воздуха через аппроксимацию полиномами первой и второй степени, в зависимости от степени использования мощности двигателя. Однако в модели не рассматривалось фактическое изменение давления (P) и температуры (T) рабочего тела в цилиндрах двигателя.

Анализ математической модели показал, что при работе двигателя без нагрузки часовой расход топлива увеличивается пропорционально частоте вращения коленчатого вала (n) и рабочему объему двигателя (V_h):

- для автомобиля с бензиновым двигателем:

$$G_t = 0.00185 \cdot V_h \cdot P/T \cdot n, \quad (1)$$

- для автомобилей с дизельным двигателем:

$$G_t = 0.00174 \cdot V_h \cdot P/T \cdot n. \quad (2)$$

Результаты расчета, полученные по математической модели, были сравнены с нормативами по действующей методике. Для автомобиля Skoda Octavia 1.6 MPI законодательство Украины рекомендует использовать часовой расход топлива - 0,375 л/ч. Тогда как фактический расход топлива на режиме холостого хода составляет 0.7...0.8 л/ч, а расчетное значение по разработанной методике - 0,808 л/ч. Для дизельного автомобиля Skoda Octavia 1.9 TDI законодательство рекомендует расход - 0,26 л/ч, фактический расход - 0.6...0.7 л/ч, а по расчету - 0,763 л/ч.

Исследовано потребление топлива на работу специального оборудования на примере автомобиля КрАЗ-6322. В процессе использования оборудования, при частоте вращения коленчатого вала - 1500 мин⁻¹ и мощности - 25 кВт, часовой расход топлива для КрАЗ-6322 составит 15 л/ч. Если при тех же оборотах мощность установки возрастет в четыре раза и составит 100 кВт, то часовой расход топлива увеличится в 1.5 раза и составит 22.5 л/ч.

Выводы. Основной вывод по работе – это необходимость совершенствования законодательства нашей страны по учету потребления материальных ресурсов. Предпочтительнее применять детерминированные (расчетные) методы определения расхода топлива на автомобильном транспорте.

Список использованной литературы:

1. Про затвердження змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Електронний ресурс] // Верховна Рада України - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0036733-12#n2>.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ

В Україні діє методика нормування витрат палива для рухомого складу автомобільного транспорту, яка закріплена наказом Міністерства транспорту України № 43 від 1998 року [1]. У даній методиці норма витрати палива встановлюється за середньостатистичними даними на основі статистичного аналізу.

Інший підхід - детермінований, це розраховувати норму витрати палива по математичній моделі. Наведемо алгоритм розрахунку витрати палива проф. Говорущенко М.Я. [2], розроблену в ХНАДУ (ХАДІ).

Наведемо алгоритм розрахунку базової норми витрати палива для дизельного автомобіля - вантажного самоскида KRASZ-M43BC0 з двигуном 125 кВт та робочим об'ємом 4,75 л. Цей автомобіль виробляється на заводі «Авто-Холдинг» м. Кременчук, на базі на шасі MA3-4381N2 (Мінський автомобільний завод).

У нормативах [1] відсутня базова норма витрати палива на автомобіль-самоскид KRASZ-M43BC0. Тому визначимо експлуатаційну норму витрати палива розрахунковим методом.

Були прийняті наступні технічні параметри для автомобіля KRASZ-M43BC0: тип двигуна – 4-цил., дизельний, рядний, з турбонадувом і охолодженням наддувочного повітря; найменування двигуна – MM3 D-245.35E5; клас викидів шкідливих речовин – Євро-5; система паливної подачі – безпосередній впорскування палива, дизельна; робочий об'єм двигуна – 4,75 л; ступінь стиснення – 17:1; діаметр циліндрів – 110 мм; хід поршня – 125 мм; корисна потужність – 125 кВт; максимальна номінальна потужність – 130 кВт; частота обертів колінчастого вала двигуна при номінальній потужності – 2200 мін^{-1} ; максимальна робоча частота обертання колінчастого вала двигуна – 2300 мін^{-1} ; максимальний крутний момент (брутто) – 680 Н·м; частота обертів колінчастого вала двигуна при максимальному крутному моменті – 1200...1700 мін^{-1} ; кількість місць – 2+1; найменування коробки передач - Shaanxi Fast Gear 6J70T; тип коробки передач – механічна, 6-і ступенева; передавальне число коробки передач на передачах (на 6 передач) – 1 пер. - 7.31, 2 пер. - 4.21, 3 пер. - 2.50, 4 пер. - 1.57, 5 пер. - 1.00, 6 пер. - 0.84; модель шин – 9,00 R 20,0; колісна формула – 4x2,2; технічно допустима повна маса автомобіля – 12000 кг; повна маса самоскида (за свідоцтвом про реєстрацію ТЗ) – 12000 кг; споряджена маса базового автомобіля (шасі) – 5200 кг; споряджена маса автомобіля самоскида (за свідоцтвом про реєстрацію ТЗ) – 7115 кг; передавальне число головної передачі – 4,62; висота автомобіля – 3,03 м; ширина автомобіля – 2,55 м; максимальна швидкість автомобіля – 90 км/год.

Розрахунок норми витрати палива на самоскид відбувається для напівнавантаженого автомобіля, що є середньою величиною між повною і спорядженою масою автомобіля (за даними свідоцтва про реєстрацію транспортного засобу), яка дорівнює 9557,5 кг.

Вага автомобіля для розрахунку

$$G_a = g \cdot M_a, \quad (1)$$

де $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння тіла; M_a - споряджена маса автомобіля, кг.

$$G_a = 9.81 \cdot 9557.5 = 93759 \text{ Н},$$

Фактор обтічності складає

$$kF = k \cdot \alpha_T \cdot B_a \cdot H_a, \quad (2)$$

де k - коефіцієнт опору повітря, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$; α_m - коефіцієнт заповнення лобової площі; B_a - ширина автомобіля, м; H_a - висота автомобіля, м.

Приймаємо коефіцієнт аеродинамічного опору автомобіля – 0,94.

Коефіцієнт опору повітря приймаємо – $0.5978 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$, а коефіцієнт заповнення лобової площі – 0,98.

Тоді

$$kF = 0.5978 \cdot 0.94 \cdot 3.03 \cdot 2.55 = 4.3418 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2,$$

Приймаємо середні умови експлуатації для яких характерні наступні показники: середня технічна швидкість руху автомобіля – 50 км/год. та коефіцієнт сумарного дорожнього опору руху – 0,02.

Для даного автомобіля приймаємо значення швидкісного коефіцієнта, який враховує характеристику силової установки та умов експлуатації, рівним – 0,8864.

Визначення середньозваженого передаточного числа коробки передач:

$$i_k = \frac{K_C \cdot V_{\text{кл, max}}}{V_a} \quad (3)$$

де $i_{\text{кл}}$ - передаточне число коробки передач, що відповідає вищій передачі; V_a - середня технічна швидкість руху автомобіля, км/год.; V_{max} - максимальна швидкість руху автомобіля, км/год.; K_C - швидкісний коефіцієнт.

Тоді

$$i_k = \frac{0.8864 \cdot 80 \cdot 0.84}{50} = 1.1913.$$

Визначення відсотка використання потужності:

$$N_1 = \frac{100 \cdot (G_0 \cdot \psi \cdot V_a + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3)}{3.6 \cdot 10^3 \cdot N_{TP_{max}}}, \quad (4)$$

де N_{max} - максимальна потужність двигуна автомобіля, кВт.

$$N_1 = \frac{100 \cdot (93759 \cdot 0.02 \cdot 50 + 0.077 \cdot 4.3418 \cdot 50^3)}{3.6 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 0.9} = 12.3 \%,$$

Приймаємо значення індикаторного коефіцієнта корисної дії рівним - $\eta_i = 0.50$.

Визначення постійних коефіцієнтів A , B і C , які залежать від типу двигуна, властивостей палива та конструкції транспортного засобу. Для автомобілів з дизельним двигуном:

$$A = \frac{381 \cdot k_n \cdot V_h \cdot i_0}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k}, \quad B = \frac{11 \cdot k_n \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k^2}, \quad C = \frac{100}{H_H \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}}, \quad (5)$$

де V_h - робітничий об'єм двигуна, л; i_0 - передаточне число головної передачі; r_k - динамічний радіус колеса, м; S_n - хід поршня, м; H_H - нижча теплота згоряння, кДж/кг; ρ_T - щільність палива, кг/м³; η_{TP} - ККД трансмісії.

Значення нижчої теплоти згоряння й щільності палива залежить від типу двигуна. Для автомобілів з дизельним двигуном: $H_H = 43000$ кДж/кг; $\rho_T = 0.825$ кг/м³.

Тоді значення коефіцієнтів

$$A = \frac{381 \cdot k_n \cdot V_h \cdot i_0}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k} = \frac{381 \cdot 1.1 \cdot 4.75 \cdot 4.62}{43000 \cdot 0.825 \cdot 0.45} = 0.5751;$$

$$B = \frac{11 \cdot k_n \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k^2} = \frac{11 \cdot 1.1 \cdot 4.75 \cdot 0.125 \cdot 4.62^2}{43000 \cdot 0.825 \cdot 0.45^2} = 0.0213;$$

$$C = \frac{100}{43000 \cdot 0.825 \cdot 0.9} = 0.00313,$$

Визначаємо базову норму витрати палива на автомобіль

$$H_S = \frac{1}{\eta_i} \cdot [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_0 \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2)]. \quad (6)$$

З урахуванням технічних параметрів автомобіля та розрахункових значень показників розрахуємо базову норму витрати палива

$$H_S = \frac{1}{0.5} \cdot [0.5761 \cdot 1.1913 + 0.0213 \cdot 1.1913^2 \cdot 50 + 0.00313 \cdot (93759 \cdot 0.02 + 0.077 \cdot 4.342 \cdot 50^2)] = 21.384 \text{ л/100км.}$$

Приймаємо базову норму витрати палива $H_S = 21.4$ л/100км.

В методиці [3] наведено значення норми витрати палива для наближеного базового автомобіля шасі - МАЗ-437143 с двигуном Д-245.35Е4, яка дорівнює – 18.0 л/100 км. Однак автомобіль шасі не враховує масу кузова самоскида.

Споряджена маса МАЗ-437143 становить 5200 кг, а самоскида KRASZ-M43BC0 - 7115 кг. Різниця – 1915 кг. За методикою [1] на кожен тону спорядженої маси додається 0,9 л дизельного палива. Також для самоскидів додатково враджується половина вантажопідйомності. Тоді додаткова витрата палива для самоскида складає $(1915 + 4885/2) \cdot 0,9/1000 = 3,9$ л/100 км, а загальна витрата – 21.6 л/100 км. Це значення близько до розрахунку.

Наведена методика розрахунку може бути використана в розробках значень базових норм витрати палива або еталонних значень паливної економічності при діагностуванні автомобілів.

Список використаної літератури:

1. Про затвердження змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Електронний ресурс] // Верховна Рада України - Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0036733-12#n2>.
2. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н Туренко. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. - 474 с.
3. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности / Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 1 августа 2019 г. № 44 [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21934507_1567198800.pdf.

ЕНЕРГОСИСТЕМА ВІДКРИТОГО ТИПУ НА ТРАНСПОРТІ

В сучасних умовах енергетичної кризи все частіше постає питання отримання максимального коефіцієнту перетворення одного виду енергії в інший. В теперішній час існують наступні шляхи вирішення енергетичних проблем:

- збільшення коефіцієнту корисної дії енергетичних пристроїв, які використовують природні вуглеводневі палива;
- заміна вуглеводного палива на інші види палива (ядерні, водневі, вода та інше);
- відновлювальні енергії природного середовища (сонячна енергія, енергія вітру, енергія води);
- використання низькопотенційного тепла навколишнього середовища.

Навколишнє середовище насичене тепловою, електричною і електромагнітною енергією в достатньо великій кількості. З виникненням ефективних перетворювачів енергії вітру в тепло і електричну енергію цей вид природного джерела енергії широко застосований на транспорті. Якщо організувати кругообіг цієї енергії з високим коефіцієнтом перетворення, то можна отримати екологічно чистий приріст енергії і використовувати цей приріст в усіх сферах енергоспоживання. В даному випадку мова йде про теплові насоси.

При русі транспортного засобу в просторі виникає взаємодія його з навколишнім повітряним середовищем. Тому, не тільки автомобіль, але і будь-який інший транспортний засіб, що рухається в Земній атмосфері, слід розглядати як складну енергосистему відкритого типу. Важливу роль такої взаємодії в цьому процесі виконує вентилятор. Якщо такою взаємодією можна знехтувати, то тоді рухомий транспортний засіб слід розглядати як закрити систему. Для закритих систем справедливі механічні закони збереження, а для відкритих систем – закон перетворення енергії, який чітко було сформульовано Ломоносовим.

У процесі взаємодії рухомого транспортного засобу з навколишньою атмосферою може відбуватися або передача енергії від рухомого об'єкту в навколишнє середовище, або навпаки – середовище передає свою енергію рухомому об'єкту. У першому випадку середовище є пасивним, а в другому випадку навпаки – є активним. Активна складова навколишнього середовища використовується у вітроенергетиці, гідроелектростанціях, сонячних перетворювачах. Реалізувати активну складову навколишнього середовища можна штучним чином. Прикладом може служити авіаційний повітряний гвинт в якості теплового насоса [1] і робота турбін в турбореактивних двигунах [2].

У процесі роботи теплових насосів реалізуються умови, коли складна енергосистема стає відкритою. На прикладі роботи вентилятора, як відкритої системи, що використовується для охолодження різних нагрівальних елементів у складних енергосистемах, можна з'ясувати в яких умовах він може працювати як тепловий насос. Тому, виникає мета: з'ясувати принцип роботи вентилятора і в яких умовах він може працювати як тепловий насос.

З поставленої мети випливають такі завдання:

- проаналізувати загальну схему роботи вентилятора;
- обґрунтувати яким чином визначається коефіцієнт перетворення такої відкритої енергосистеми;
- з'ясувати, які взаємодії виникають в процесі формування вентилятором повітряного потоку;
- визначити умови, при яких вентилятор переходить в режим роботи теплового насоса.

Вентилятор - це пристрій для створення потоку повітря в заданому напрямку. Важливо визначити під яким кутом слід розташовувати лопатки вентилятора, щоб забезпечити охолодження повітря всією взаємодіючою площиною лопатки і коли таке охолодження створюватиме максимальне збільшення моменту на валу обертання вентилятора. Для цього треба визначити умови розташування лопаток щодо осі обертання вентилятора шляхом розрахунку моментів сил, що виникають внаслідок взаємодії з лопаткою вентилятора.

Коли обтікання повітря по опуклій стороні лопаток здійснюється в області зривної течії, то в цьому випадку момент сили, обумовлений ударним впливом молекул повітря, сприяє обертанню вентилятора, а відцентрові сили і сили внаслідок дії закону Бернуллі, навпаки перешкоджають обертанню вентилятора. В залежності від співвідношення цих сил відбувається як збільшення споживання енергії від джерела, так і зменшення такого споживання. Це сприяє або більшому, або меншому споживанню енергії від джерела при заданій швидкості обертання. Основне споживання енергії від джерела реалізується за рахунок роботи, що витрачається на створення потоку повітря перед лопаткою вентилятора і збільшення ентальпії цього потоку. Ентальпія потоку повітря за вентилятором різко зменшується внаслідок адіабатичного розширення при заповненні області за срывної пліном і зменшення кінетичної енергії кожної молекули повітря після пружного удару об увігнуто поверхню лопатки. Тому за вентилятором результуюча ентальпія істотно не змінюється. Однак при цьому важливо оцінити умови, коли виникає зривна течія.

Коли лопатки вентилятора рухаються своєю увігнутою стороною, то вони як би захоплюють потік.

Впливаючи на кожну молекулу повітря, відбувається збільшення її швидкості, і тим самим відбувається зростання ентальпії потоку повітря, що відкидається лопаткою. Повітря по опуклій стороні лопатки може здійснювати одночасно як рух в ламінарному режимі, так і шляхом утворення зривної течії. При ламінарному обтіканні ентальпія потоку повітря не змінюється, а при зривній течії виникає зона розрідження. Ця зона заповнюється повітрям навколишньої атмосфери зі швидкістю звуку. Удари молекул повітря по опуклій стороні лопатки віддають частину своєї кінетичної енергії самій лопатці, і при цьому відбувається зменшення ентальпії потоку повітря. Повітря охолоджується, а його потік призводить до формування (внаслідок закону Бернуллі) відтоку повітря від опуклої поверхні протилежно обертанню вентилятора. На це витрачається робота за рахунок додаткового споживання енергії від джерела. За вентилятором потік повітря від вигнутої і опуклої поверхонь лопаті змішуються і, практично, ентальпія результуючого потоку повітря істотно не змінюється.

Із зростанням частоти обертання температура охолодження потоку повітря за вентилятором практично падає за лінійним законом. Якщо температура навколишнього повітря для одноступінчастого вентилятора буде менше 294 К, то його корпус почне охолоджуватися настільки, що виникне заledenіння. Для двоступеневого вентилятора охолодження повітря станеться на 34,5 К, а для трьохступеневого – на 48,4 К. Отже, при роботі багатоступеневого вентилятора відбудеться його істотне охолодження. У процесі випробування вентилятора на стенді дійсно спостерігалось інтенсивне заledenіння кока [3].

Охолоджений потік є джерелом відтоку теплової енергії з навколишнього середовища і витрачається ця енергія на створення механічної роботи, яка при великих швидкостях обертання вентилятора може повністю перетворювати теплову енергію в роботу. Так працює тепловий насос. Отже, працюючий вентилятор можна трактувати, як діючий вихровий тепловий насос.

Важливо визначити під яким кутом слід розташовувати лопатки вентилятора, щоб забезпечити охолодження повітря всією площиною лопатки і коли таке охолодження буде створювати максимальне збільшення моменту на валу обертання вентилятора. Для цього потрібно визначити умови розташування лопаток щодо осі обертання вентилятора шляхом розрахунку моментів сил, що виникають внаслідок взаємодії з лопаткою вентилятора.

На підставі проведених розрахунків отримуємо, що лопатки еліпсоїдальної форми вентилятора слід розташовувати під кутом меншим за 45° . При такому розташуванні лопаток вентилятора останні будуть виконувати роль вихрового теплового насоса. При установці лопатей понад 40° вентилятор генерує потік протилежно обертанню і припиняє створювати потік повітря в напрямку обертання.

З ростом швидкості обертання одноступінчастого чотирилопатевого вентилятора швидкість відкидання потоку падає майже за лінійним законом. Максимальна швидкість відкидання потоку реалізується при малих швидкостях обертання вентилятора. Тому системи, що працюють в вентиляторному режимі, практично реалізуються при малих швидкостях їх обертання. При швидкості обертання 10 Гц коефіцієнт перетворення становить 2,10%, а при 100 Гц – це 1,36%. При таких коефіцієнтах перетворення вентилятор використовувати в якості теплового насоса не доцільно. Тому вентилятори в автомобільному транспорті широко використовуються для охолодження корпусу працюючого двигуна внутрішнього згорання.

Коли використовується багатоступенева система обертювих лопатей, то тоді це звичайний компресор. У компресорах потоком повітря керують сопловими апаратами. Такі вимагають свого підходу і виходять за рамки розгляду вентилятора. Якщо не використовувати соплові апарати, то наступна сходинка перешкоджає роботі попереднього ступеня і система стає неефективною. Ці факти підтверджені експериментально але з позицій молекулярно-кінетичної теорії вимагають детального розгляду.

На основі застосування молекулярно-кінетичної теорії досліджено принцип роботи вентилятора, і визначені умови, коли він може працювати як тепловий насос. Розроблено загальну схему роботи вентилятора, і обґрунтовано, яким чином визначається коефіцієнт перетворення такої відкритої енергосистеми. З'ясовано, які типи взаємодії виникають в процесі формування вентилятором повітряного потоку. Визначено умови, при яких вентилятор переходить в режим роботи теплового насоса.

Список використаної літератури:

1. Гречихин Л. І., Куць Н. Сучасна енергетика. Шляхи і методи розвитку і застосування на транспорті / Наукові нотатки, 2010. Вип. 28 (травень 2010). С. 162 – 165..
2. Гречихин Л. І. Одержання і перетворення енергії у відкритих системах / Енергетика, 2004, № 4. С. 76 - 81.
3. Стасенко А. Л. Фізичні основи польоту. – М.: Бюро Квантум, 2005. – 256 с.

Левківський О.А., аспірант
Добровінський О.О., інженер кафедри АІТТ
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ IVECO STRALIS AT 440S45

Одним з основних завдань, що стоїть перед автоперевізниками для забезпечення інтенсивного використання автопоїздів, є підтримання рухомого складу в працездатному стані. Ефективна робота автомобільних поїздів забезпечується комплексом показників автомобіля-тягача, що надається підприємством-виробником та підтримується експлуатаційною надійністю рухомого складу автотранспортним підприємством.

Поширеним видом вантажних автомобілів, що виконують міжнародні перевезення, є автомобілі-тягачі IVECO STRALIS AT 440S45. Більша частина цих автомобілів відноситься до українських власників. У зв'язку з цим стає актуальною проблема: наскільки надійно працюють ці транспортні засоби в умовах українських доріг, які основні дефекти і несправності впливають на простой автопоїздів в ремонті, як забезпечити безперебійне постачання запасних частин автосервісним підприємствам.

Проведене дослідження надійності автомобілів-тягачів IVECO STRALIS AT 440S45 в кількості десяти одиниць із середнім пробігом 980 тис. км (випуск 2008р.) виявило більше 1500 порушень працездатності за сім років експлуатації. Характерними порушеннями працездатності є: несправність двигуна, трансмісії, відмови або порушення роботи ходової частини, несправності електричного та електронного обладнання, часто зустрічаються поломки системи опалення та підйому кабіни.

Значна частина порушень працездатності відноситься до систем забезпечення безпеки руху: відмови гальмівної системи і рульового управління, що безпосередньо відповідають за керування та стійкість руху автопоїзда (табл. 1).

Таблиця 1

Кількісний розподіл порушень працездатності агрегатів і систем

| Найменування елемента автомобіля | Кількість | |
|----------------------------------|-----------|--------|
| | од. | % |
| ДВЗ | 418 | 27,0 |
| Електрообладнання | 340 | 22,0 |
| Ходова частина | 206 | 13,3 |
| Гальмівна система | 175 | 11,3 |
| Трансмісія | 82 | 5,31 |
| Рульове керування | 72 | 4,66 |
| Інше | 252 | 16,3 |
| Всього | 154 | 100,00 |

Найбільша кількість ремонтних робіт в двигуні відноситься до заміни комплекту прокладок (34,27%), патрубків (15,79%), форсунок (5,02%), форсунки AdBlue (4,55%), турбіни (3,11%) та клапана керування турбіною (3,83%), а також радіатора (3,59%).

Серед відмов електрообладнання поширеними є: несправності лампочок (45,59%), генератора (9,41%), вимикача маси (7,35%), стартера (4,12%). Найслабшими елементами ходової частини є: сайлентблоки (28,16%), втулки (25,24%), пневморесори (14,56%), амортизатори (10,19%) та датчики рівня підлоги (4,37%).

Виявлено 175 відмов гальмівної системи, серед яких: супорт (20%), диск гальмівний (18,29%), енергоакумулятор (13,71%), датчик ABS (6,29%).

Порушення працездатності трансмісії: пневмогідролічний підсилювач зчеплення (10,98%), диск зчеплення (9,76%), важіль перемикачання передач (9,76%), вижимний підшипник (4,88%).

Відмови у рульовому керуванні найчастіше виникають: накінецьник рульової тяги (63,89%), тяга повдовжня (16,67%), шкворень (5,56%), гідروпідсилювач керма (4,17%).

До інших порушень працездатності відносяться в основному елементи кабіни: втулка підвіски кабіни (22,22%), сайлентблоки кабіни (6,35%), амортизатор кабіни (6,35%).

Отримані в результаті проведеного аналізу дані дозволяють зробити висновки про надійність вузлів і агрегатів автомобілів IVECO STRALIS AT 440S45, раціонально організувати технічне обслуговування

автомобілів та оптимізувати кількість запасних частин, які повинні бути в наявності на підприємстві для зменшення простою автомобільного парку і підвищення ефективності його роботи.

Напрямок подальшого дослідження – конкретизація залежності появи відмов від наробітку автомобілів на пробігу більш мільйонну кілометрів.

РЕФЛЕКСІЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Сьогоднішній успішний розвиток об'єктів сучасної техніки та автоматизації процесів всього їхнього «життєвого циклу» сприяло появі ряду нових задач в області кібернетики. В роботі [1] професор К. Д. Жук прагне виділити становлення техніки, як єдиної складної системи в взаємодії з двома макросистемами – людським суспільством та біосистемою навколишнього середовища. Ці макросистеми розвиваються з притаманними їм механізмами розвитку. Для сучасної техніки, що проходить процес системотворення, найбільш важливим і новим є побудова інформаційних систем, що супроводжують процеси проектування, побудови, керування і цільового використання кожної сучасної технічної системи і всієї сукупності в цілому.

У практиці, як правило, при проектуванні великих систем і керування такими системами, використовується багато критеріїв. У ряді випадків можливо, тим або іншим чином, їх звести до одного критерію і тим самим повернутися до випадку однокритеріальної оптимізації. Найпростіший спосіб такого зведення полягає в так званому зважуванні критеріїв. Якщо $f^1(x), \dots, f^n(x)$ — цільові функції, що виражають значення використовуваних критеріїв, то для кожної з них, з відносною важливістю критеріїв, вибирається позитивний ваговий коефіцієнт λ .

Авторами порівнюється біологічна та штучна нейронні мережі (ШНМ) на основі аксон – рефлекторної дуги та адаптація їх до технічних засобів. Існуючі штучні нейронні мережі організовані за принципами та функціональністю мереж нервових клітин живого організму. Запропонована модель нейронної мережі основана на аналогії біологічної реакції, такої як – рефлекс, до системи експлуатації машин та механізмів (на прикладі – транспортних засобів (ТЗ)).



Рис. 1. Структура біологічної нервової клітини

Основні складові ШНМ та їх призначення в порівнянні з біологічним прототипом [2]:

1. Нейрон є біологічна клітина, яка обробляє інформацію, сигнал або нервовий імпульс (рис. 1). Він складається з клітинного тіла, або сома, та двох зовнішніх деревоподібних гілок: аксон та дендрит;
2. Тіло клітини включає ядро, яке містить інформацію про властивості клітини;
3. Нейрон отримує сигнали (імпульси) від інших нейронів за допомогою дендритів (приймачів);
4. Аксон (передавач), відросток що в кінці клітини. Передає імпульс до сусідніх клітин, не тільки нервової системи;
5. Вузол дендритів від тіла та аксону, називаються – синапсами. Елементи зв'язку між клітинами;
6. Ефектор – виконавчий орган або його клітина, функціональність якої змінюється при рефлексі;
7. Рефлекс – типова або однакова реакція організму, за участі аксон-дендритного сполучення.

Штучний нейрон, аналогічно біологічному сприймає імпульс (сигнал) на бінарному рівні. Значення кожного сигналу, називається ваговим коефіцієнтом. Якщо сума вхідних сигналів не перевищує закладений поріг, вихідний буде 1, тобто «істина» в бінарній системі зчислення і навпаки. Штучний нейрон імітує передачу, сприйняття та взаємозв'язок сигналів аксонами та дендритами – рівняння визначення значення вагових коефіцієнтів, а вони прирівняні до синапсів. Порогове значення та функція його визначення закладається в ядрі. Розгалуженість функцій та видів порогових значень формують тіло клітини штучного нейрону. Для існування ШНМ достатньо одного штучного нейрону.

Аксон-рефлекс (аксон-рефлексія) – загальна назва рефлексів, проведених розгалуженням аксон без залучення тіла нейрона та центральної нервової системи не містить синапсів і ядер нейронів, збудження йде з-під одного аксона, потім передається в іншу гілку аксонів і категорично поширюється на ефекторний орган. Запропонована модель може бути застосовна при створенні складових транспортних засобів, в [3, 4] авторами подано

інформаційну модель керування та експлуатації ТЗ з безступневими трансмісіями на базі адаптивного відцентрового варіатору. Завдяки тому, що у вказаного варіатору діючі зусилля є керуючими, загальна система керування саморегульована. Зміна передатного відношення трансмісії залежить від умов навколишнього середовища.

Прийнявши умови навколишнього середовища за подразник ТЗ, то по аналогії аксон-рефлексії, ШНМ трансмісії водночас повинна сприйняти та відреагувати на подразники без центрального блоку керування. Структура за аналогією біологічного прототипу, має такі складові: подразник – навколишнє середовище; аксон – значення навантаження на ведучих колесах; ефектор – ведучі колеса ТЗ.

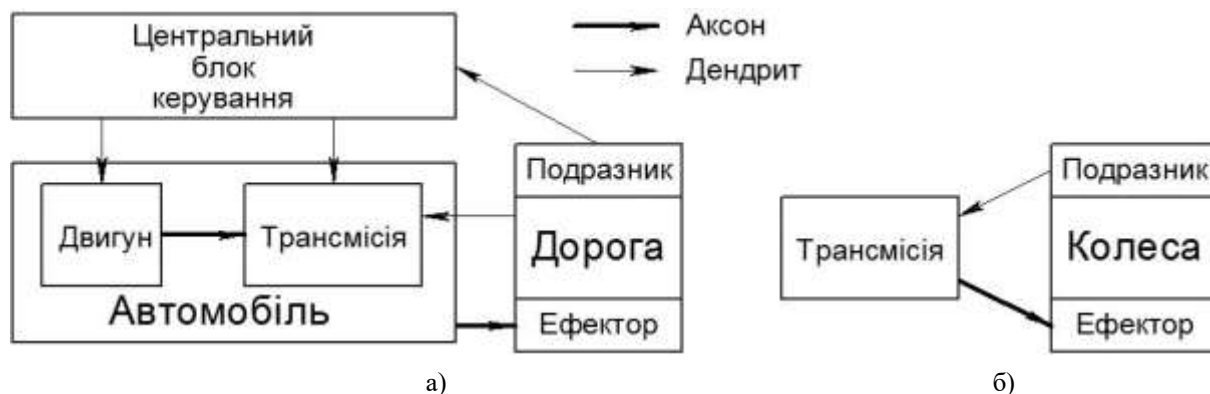


Рис. 2. Структурні схеми складових транспортних засобів:
 а) типова схема ШНМ; б) запропонована схема ШНМ (без двигуна)

Переважна більшість нейронних мереж, в своїй структурі мають центральний блок керування, де аналізуються та порівнюються вагові коефіцієнти. Вони закладаються в функції прийняття рішень поведінки ШНМ. За аналогією з біологічним прототипом, це – ядро нейрону (рис. 2). В запропонованій схемі трансмісія рефлекторно реагує на фактори впливу навколишнього середовища (навантаження ведучих коліс) та миттєво змінює передатне відношення. Тим саме змінює оберти та обертовий момент на ведучих колесах.

Висновок: завдяки рефлексії робочих механізмів транспортного засобу, його експлуатаційні властивості можуть змінюватись адаптивно до навколишнього середовища. Функціональність запропонованої моделі нейронної мережі базується на рівні механічних взаємодій. При розглянутій рефлексії відсутній центральний орган системи керування, що скорочує час реагування та зменшує кількість матеріальних складових системи керування ТЗ.

Список використаної літератури:

1. Жук К. Д. Системное проектирование современной техники. – К.: Институт кибернетики им. В. М. Глушкова, 1982, Сборник научных трудов, с. 146-158.
2. Anil K. Jain, Jianchang Mao, K.M. Mohiuddin Artificial Neural Networks: A Tutorial, Computer, Vol.29, No.3, March/1996, pp. 31-44.
3. 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, 13–15 вересня 2017 року: тези конференції. Київ, 267 стор. 209, 2017 р.
4. Литовченко В. В., Підгорний М. В., Умови виникнення механічної саморегуляції безступеневої механічної трансмісії, Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців, ХНАДУ, м. Харків, 20 жовтня 2017 року, стор. 31-32, 2017 р.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ АВТОМОБІЛІВ ОПЕРАТИВНИХ СЛУЖБ

Одним із напрямків підвищення ефективності роботи екстрених оперативних служб (ЕОС) є забезпечення ефективного управління роботою технічних засобів в процесі реагування на події та надзвичайні ситуації і ліквідація їх наслідків. Зокрема це стосується такого виду технічного забезпечення ЕОС як оперативні автомобілі. Комплекс вимог до автомобілів оперативних служб можна поділити на декілька груп:

- 1) скорочення часу від виїзду до ліквідації наслідків пригоди;
- 2) забезпечення високої оперативної готовності (підвищення надійності під час проектування, виробництва й експлуатації, пристосованість до технічного обслуговування);
- 3) забезпечення соціальних (зручність і безпека роботи персоналу (особового складу)) і екологічних (рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище) вимог;
- 4) забезпечення техніко-економічних вимог (зниження витрат на виробництво й експлуатацію, скорочення витрати палива, зниження матеріалоемності);
- 5) дотримання державних стандартів і нормативних обмежень.

Вимоги пп. 1 – 3 відносяться до властивостей, які реалізуються в експлуатації; п. 4 пов'язаний із реалізацією вимог пп. 1 – 3 при виробництві і технічній експлуатації автомобілів оперативних служб; п. 5 повинен реалізуватися на усіх стадіях життєвого циклу оперативних автомобілів.

Повне охоплення усієї номенклатури показників оперативного автомобіля може бути здійснено трьома системами:

система «виникнення події (надзвичайної ситуації) – оперативні автомобілі – реагування на подію (надзвичайну ситуацію)», що пов'язує першопричину виходу автомобіля із стану очікування з робочим процесом, що здійснюється цим автомобілем внаслідок його функціонування. Ця система складається з підсистем: «шлях – ходова частина – трансмісія – двигун», у якій відображена взаємодія ведучих коліс із дорожнім покриттям (тягові зусилля, швидкість руху, ККД автомобіля); «двигун – спеціальне обладнання», у якій відбиті особливості приведення в дію обладнання (за його наявності) для забезпечення роботи на місці виклику (передатні числа додаткової трансмісії і її ККД, потужність, що відбирається стаціонарно, витрата палива); «спеціальне обладнання – параметри події (надзвичайної ситуації)», у якому відображена взаємодія вихідних характеристик оперативного автомобіля з параметрами події (надзвичайної ситуації) (характер небезпеки, швидкість поширення, тривалість ліквідації тощо);

система «людина – автомобіль – середовище», що пов'язує водія оперативного автомобіля з органами керування автомобілем і середовищем, що оточує водія на робочому місці. Ця система складається з підсистем: «людина – автомобіль», у якій відображені умови роботи водія на робочому місці (зусилля на важелях і педалях, оглядовість, безпека, мікроклімат у кабіні та в зоні органів керування спеціальним обладнанням); «людина – середовище», у якому відображені умови середовища, що впливають на водія (щільність транспортного потоку, стан дорожнього покриття, час доби, температура повітря, вібрації, шум тощо);

система «автомобіль – умови експлуатація – тривалість експлуатації», що пов'язує роботу оперативного автомобіля з чинником часу, його поступовим старінням, тобто втратою оперативних і службових властивостей. Ця система складається з підсистем: «автомобіль – умови експлуатації», в якій враховуються кліматичні, дорожні і режимні умови експлуатації автомобіля; «автомобіль – тривалість експлуатації», яка характеризує надійність автомобіля і заходи щодо підтримки її на необхідному рівні.

Системний підхід до оцінки і визначення якості оперативного автомобіля дозволяє розглядати в сукупності його оперативно-тактичні властивості й економічні показники.

З трьох приведених систем основною є перша, тому що її показники визначають якість оперативного автомобіля (питома потужність, середня швидкість, кількість доставлених сил і засобів, інтенсивність їхнього використання). Друга система є допоміжною, оскільки її одиничні і комплексні показники впливають на показники першої системи і сприяють успішній їх реалізації. Третя система не менше важлива, чим перша, оскільки своїми показниками безпосередньо впливає на інтегральний показник якості оперативного автомобіля. Ця система є самостійною і забезпечується системою технічної експлуатації автомобілів ЕОС. Перші дві системи цілком вирішують задачу визначення технічних і конструкційних параметрів пожежного автомобіля, третя визначає його експлуатаційні показники.

Дослідження вказаних систем дає можливість дати рекомендації по: найкращому виконанню функцій, для яких призначена оцінювана модель; раціональному і повному використанню потенційних можливостей оперативних автомобілів; оптимальним параметрам робочих процесів їхнього функціонування при мінімумі матеріальних витрат; шляхам підвищення ефективності цих автомобілів; одиничним, комплексним, інтегральним показникам якості оперативних автомобілів у тісному зв'язку з їхніми експлуатаційними властивостями. Крім

того, з'являється можливість обґрунтування необхідності зміни деяких параметрів і конструкцій автомобілів ЕОС, що випускаються.

ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ З АВТОМАТИЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ НА РОЛИКОВИХ СТЕНДАХ

Стенди тягових якостей служать для комплексного діагностування автомобіля за такими основними показниками його експлуатаційних властивостей, як потужність і паливна економічність [1]. Вони дозволяють імітувати в стаціонарних умовах тестові навантажувальні і швидкісні режими роботи автомобіля. При цьому найчастіше використовують такі діагностичні параметри: потужність на ведучих колесах (колісна потужність); крутний момент (або тягове зусилля) на ведучих колесах; лінійна швидкість на колі роликів; питома витрата палива; ефективна потужність двигуна; момент опору (сила опору обертанню) коліс і трансмісії; час вибігу; час (або шлях) розгону; прискорення (уповільнення) при розгоні (вибігу).

При випробуванні автомобілів на роликівих стендах застосовують такі режими: максимальної тягової сили або максимального крутного моменту, максимальної швидкості, часткового навантаження двигуна, примусової прокрутки ведучих коліс і трансмісії автомобіля.

В даний час автомобільною промисловістю випускається широкий спектр автомобілів з автоматичними коробками передач. Найпоширенішим видом автомобільної автоматичної трансмісії стала гідро-механічна передача (ГМП). При розробці математичної моделі необхідно аналітично оцінити вплив технічного стану елементів гідромеханічної трансмісії на моделювання процесу розгону автомобіля з ГМП.

Математична модель процесу розгону автомобіля з ГМП повинна включати такі складові:

1. Математичний опис двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ).
2. Математичний опис гідротрансформатора (ГТ).
3. Математичний опис перемикавання передач в ГМП.
4. Динамічну модель.
5. Математичну модель еластичної шини.
6. Моделювання переміщення автомобіля на стенді.
7. Моделювання переміщення колеса по роликам стенду.

Як приклад, розглянемо перші три складові.

Потужність двигуна N_e описується рівнянням Лейдермана:

$$N_e = N \left[a_e \frac{n_e}{n_n} + b_e \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right)^2 - c_e \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right)^3 \right]_{e_{max}}, \quad (1)$$

де $N_{e_{max}}$ – максимальна потужність двигуна; n_e – поточна частота обертання колінчастого валу; n_n – частота обертання колінчастого валу при максимальній потужності; a_e, b_e, c_e – коефіцієнти, що залежать від типу двигуна і його конструктивних особливостей.

Ефективний крутний момент M_e обчислюється за наступною залежністю:

$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n_e}. \quad (2)$$

Основні параметри ГТ описуються коефіцієнтами: λ – коефіцієнт моменту насосного колеса; K_{tr} – коефіцієнт трансформації; n_{tr} – коефіцієнт корисної дії [2].

Коефіцієнт моменту насосного колеса описаний трьома поліномами в залежності від зміни i_{tn} – передавального числа в ГТ:

$$\lambda = \begin{cases} \lambda_1 = a_1 \cdot i_{tn}^2 + b_1 \cdot i_{tn} + c_1, & \text{якщо } i_{tn} < i_{tn1}, \\ \lambda_2 = a_2 \cdot i_{tn}^6 + b_2 \cdot i_{tn}^5 + c_2 \cdot i_{tn}^4 + d_2 \cdot i_{tn}^3 + e_2 \cdot i_{tn}^2 + f_2 \cdot i_{tn} + g_2, & \text{якщо } i_{tn1} < i_{tn} < i_{tn2}, \\ \lambda_3 = a_3 \cdot i_{tn}^5 + b_3 \cdot i_{tn}^4 + c_3 \cdot i_{tn}^3 + d_3 \cdot i_{tn}^2 + e_3 \cdot i_{tn} + f_3, & \text{якщо } i_{tn2} < i_{tn}, \end{cases} \quad (3)$$

де a_x, b_x, c_x – коефіцієнти; $i_{tn1}, i_{tn2}, i_{tn3}$ – передавальні числа в ГТ.

Передавальне відношення гідротрансформатора можна отримати за формулою

$$i_{tn} = \frac{\omega_T}{\omega_H}, \quad (4)$$

де ω_T – кутова швидкість турбінного колеса; ω_H – кутова швидкість насосного колеса.

Коефіцієнт трансформації визначається рівнянням:

$$K_{tr} = a_{tr} \cdot i_{tn}^2 + b_{tr}, \quad (5)$$

де a_{tr}, b_{tr} – коефіцієнти.

Коефіцієнт корисної дії ГТ визначається як добуток коефіцієнту трансформації і передавального числа в ГТ:

$$\eta_{tr} = K_{tr} \cdot i_{tn}. \quad (6)$$

Спільна робота двигуна і гідротрансформатора описується рівняннями крутних моментів на насосному і турбінному колесі:

$$M_n = \lambda \cdot q_0 \cdot D_a^5 \cdot n_B^2; \quad (7)$$

$$M_t = M_n \cdot K_{tr}, \quad (8)$$

де M_n – момент насосного колеса; q_0 – густина робочої рідини; D_a – активний діаметр трансформатора; M_t – момент турбінного колеса.

Зміна кутової швидкості на насосному колесі ГТ (на колінчастому валу двигуна) визначається за формулою

$$\frac{d\omega_H}{dt} = \frac{M_B - M_n}{I_M}, \quad (9)$$

де I_M – момент інерції маховика двигуна.

Перемикання передач відбувається при досягненні певних обертів відомої шестерні головної передачі, які залежать від швидкості автомобіля.

Таким чином, стенд для перевірки силового агрегату повинен забезпечувати такі перевірки. Розгін автомобіля на стенді до швидкостей, які імітують рух автомобіля по дорозі. Контроль функціонування електронної системи управління двигуном (ЕСКД). Оцінка механічних втрат трансмісії за інтенсивністю уповільнення при вибігу. Оцінка витрати палива. Оцінка динаміки розгону автомобіля в діапазоні 0...100 км/год. Вимірювання параметрів потужності двигуна по динаміці розгону. Динамічні функціональні випробування параметрів під час водіння, і контроль основних пристроїв автомобіля при різних динамічних ситуаціях водіння в типових дорожніх умовах.

Система управління роликового стенда повинна забезпечувати:

- автоматичне зчитування по діагностичній лінії (K-Line) паспортних даних контролера електронної системи керування двигуном (ЕСКД);
- зчитування по діагностичній лінії кодів помилок вбудованої бортової системи діагностики для аналізу наявності та справності датчиків, виконавчих механізмів і їх відповідності типу автомобіля;
- документування результатів контролю функціонування ЕСКД автомобіля з роздруківкою укладення у вигляді протоколу.
- автоматичну самодіагностику, визначення несправності обладнання, помилки оператора.

Також опорні пристрої стенду повинні забезпечувати установку транспортного засобу із заданим навантаженням на вісь.

Список використаної літератури:

1. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование) / Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., Мармут И.А., Зуев В.А. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 с.
2. Нарбут А.Н. Гидротрансформаторы / А.Н. Нарбут. – М.: Машиностроение, 1966. – 216 с.

**МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ**

С ростом числа транспортных средств в городе увеличивается вероятность возникновения заторов, что является одной из главных причин снижения качества жизни в городах. Особенно остро эта проблема проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети (УДС) - перекрестках. Основной причиной заторов является неэффективность работы светофоров [1-3].

Наиболее распространенный способ светофорного регулирования – использование фиксированных по длительности фаз, рассчитанных на основе статистических данных [4]. Классический светофор настроен на константную длительность фаз для конкурентных потоков, что неэффективно при неравномерной загруженности дорог, которая проявляется с определённой периодичностью (время суток, дни недели, сезоны года). Для решения этой проблемы используют адаптивный светофор, меняющий длительность фаз в зависимости от состояния загруженности дороги. Также существуют вспомогательные онлайн сервисы, например, «Яндекс-Пробки», которые информируют пользователей о состоянии на дороге в режиме реального времени. Однако сервисы лишь способствуют уменьшению пробок на проблемных магистралях, но не предотвращают возникновения таковых. Цель исследования состоит в разработке аппарата управления с использованием теории графов и мультиагентного подхода для планирования перемещения АТС на ранних стадиях. В такой системе нет необходимости для светофорного регулирования. Предполагается, что такой подход позволит предупреждать возникновение заторов за счет их прогнозирования и заранее изменять поведение АТС ещё до возможного возникновения пробки.

Основная идея заключается в разделении задач планирования между агентами. Ключевым является агент-диспетчер, который получает информацию о состоянии на дорогах в режиме реального времени, и использует ее для управления транспортом. Агент-планировщик отвечает за планирование оптимального маршрута на основании знаний агента-диспетчера. Агент-светофор занимается планированием разъездов на перекрестках. Агент-водитель исполняет приказы агента-диспетчера.

Агент-водитель направляет запрос агенту-диспетчеру, в котором сообщает характеристики АТС, начальную координату и координату назначения. Агент-диспетчер использует агента-планировщика при построении трека. Трек — вектор $T = \langle a_1(v_1, t_1), \dots, a_n(v_n, t_n) \rangle$, $v_i \in V$, где a – характеристика точки трека, V – множество перекрестков города, t_i – время, к которому АТС должен достичь перекрестка v_i .

В результате построения маршрута для агента-водителя строится трек T . При этом, в процессе построения трека агент-светофор проверяет условие возможности пересечения перекрестка пачкой АТС к заданному моменту времени. Агент-диспетчер в соответствии с этим определяет пачку [2] в составе которой АТС будет пересекать перекресток. Пачка представляет собой вектор $P = \langle v_i, e_j, t, A \rangle$, $v_i \in V$, $e_j \in E$, где E – множество дорог города, t – время, к которому P должна прибыть к v_i , $A = \langle P_0, \dots, P_n \rangle$, $P_0 \cup P_1 \dots \cup P_n = P$, где P_i – множество автомобилей, перемещающихся по направлению i . Каждая конкретная пачка образуется на ребре и распадается после пересечения перекрестка на части. Затем из прибывших автомобилей организуется новая пачка [5]. Если фазы совместны и в пересекающей пачке есть место, то АТС может пересечь перекресток с текущей пачкой. Иначе агент-диспетчер принимает решение о том, следует ли догнать впереди идущую пачку, либо притормозить, чтобы слиться с позади идущей пачкой, либо сформировать новую пачку.

Описанный подход сводит стохастический транспортный поток к детерминированной модели, что ведет к значительному повышению пропускной способности сети города.

Список использованной литературы:

1. Врубель, Ю.А. Координированное управление дорожным движением: монография / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Д.В. Рожанский, Д.В. Навой, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2011. – 240 с.
2. Воробьев, Э.М. АСУ дорожным движением / Э.М. Воробьев, Д.В. Капский. – Минск: УП НИИСА, 2005. – 88 с.
3. Капский, Д.В. Концепция развития автоматизированных систем управления дорожным движением в Республике Беларусь / Д.В. Капский, Е.Н. Кот // Научно-технический журнал «Вестник БНТУ». – 2005. – № 5 – С. 63–66.
4. Врубель, Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский, Е.Н. Кот. – Минск: БНТУ. – 240 с.
5. Воробьев, Э. Пути реализации координированного магистрального управления дорожным движением в городе Минске / Э. Воробьев, Ю. Врубель, Д. Капский // Proceedings of the 5 International Conference RelStat'05. – Рига, 2006.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Географічне положення України досить вигідне для активної участі країни у світовій системі економічних відносин і надає унікальну можливість для організації конкурентоздатних транзитних маршрутів. Країна розташована у безпосередній близькості до технологічно розвинутих країн Східної Європи, Росії, та Білорусі. Через Україну проходять транзитні залізничні та автомобільні дороги, нафто- й газопроводи [1].

Вивчення потенційних можливостей та ступеню реалізації ТП України є актуальним завданням, оскільки інтенсивний розвиток зовнішньоекономічних зв'язків визначає особливу роль транспорту, який повинен забезпечувати ритмічність, безперервність, надійність, високу швидкість та гарантії доставки в суворо визначені терміни.

Не дивлячись на те, що з моменту набуття незалежності Україна зберегла свої основні транзитні магістралі, за останні 25 років в їх розширення вкладалися недостатні кошти. В результаті наявний транзитний потенціал України використовується лише на 70%, а на транспорті загального користування (без трубопроводів) – лише на 50 %. Частина транзитних потоків оминає Україну.

Найважливішими факторами, через які іноземні перевізники не хочуть їхати до України, є: розвиток нормативно-правової бази, рівень безпеки, бюрократична структура управління, затримки на митницях, стан автомобільних доріг, політична ситуація в країні. Україна посідає 66 місце з можливих 160 в індексі ефективності логістики Світового банку [2]. Такі дані нового рейтингу Світового банку Logistics Performance Index (LPI) 2018.

Міжнародна оцінка представляє собою середньозважену оцінку по шести основних напрямках [2]:

- 1) ефективність процесу оформлення (швидкість та простота) за допомогою органів прикордонного контролю – 2,49/5,00;
 - 2) якість торгової і транспортної інфраструктури (порти, залізничні дороги, інформаційні технології) – 2,22/5,00;
 - 3) простота організації постачань по конкурентоспроможних цінах – 2,83/5,00;
 - 4) компетентність і якість логістичних послуг (транспортних операторів, митних брокерів) – 2,84/5,00;
 - 5) можливість відстеження і контролю вантажів – 3,11/5,00;
 - 6) своєчасність доставки вантажів в пункт призначення в межах очікуваного терміну постачань – 3,42/5,00.
- Сумарна середньостатистична оцінка (LPI) по даних показника становить 2,74/5,00.



Рис. 1. Міжнародна оцінка ефективності логістики України

Отже, проаналізувавши дану інформацію можна зробити висновок, що Україна має найвищий в Європі показник вигідності транспортно-географічного положення, але транзит її оминає. Транспортна логістика має такі проблеми у розвитку на території України на різних рівнях:

- на рівні країни: відсутність інвестицій; низький рівень нормативно-правового забезпечення; морально та фізично зношені об'єкти транспортної інфраструктури; відсутність достовірних статистичних даних; відсутність розвитку логістичних центрів, як основних об'єктів в організації транспортного процесу; екологічні проблеми.

- на рівні перевізників: низька забезпеченість основними засобами; високий ступінь зносу основних засобів; низький рівень професіоналізму в сфері логістичних.

- на рівні експедиторів: велика кількість малих фірм на ринку; відсутність відповідальності; непрозорий ринок діяльності; низький рівень логістичних послуг.

- на рівні замовників: намагання знизити витрати на доставку вантажу за рахунок власних зусиль, вилучаючи з логістичного ланцюга експедитора; намагання створити власний парк основних засобів.

Одним із підходів до вирішення існуючих проблем стане об'єднання сотні середніх та малих транспортних компаній і експедиторських фірм в єдиному місці – мультимодальному транспортно-логістичному центрі з наданням комплексу логістичних послуг, що створить умови для залучення нових інвестицій до транспортної інфраструктури країни та підвищення рівня надання послуг в сфері логістики.

Це дозволить підвищити конкурентоспроможність вантажних перевезень та дасть змогу співпрацювати з міжнародними логістичними центрами та вступити до провідних транспортно-логістичних асоціацій світу.

На західних кордонах України з Польщею сформована ціла мережа прикордонних переходів, міжнародних ліній автомобільного і залізничного зв'язку. По території області проходять такі автомагістралі міжнародного значення, як Київ-Ковель-Варшава, Гданськ-Варшава-Ковель-Одеса (транспортний коридор Балтійське море - Чорне море).

На Волині працюють 9 пунктів пропуску на кордонах – 4 на українсько-польському та 5 на українсько-білоруському кордоні. Через пункт Ягодин-Дорогуськ проходить 40% українського експорту в ЄС. Загальний обсяг вантажопотоку, що проходить через регіональні митниці, складає 1,2 млрд. дол. США. Географічним центром Волині є місто Ковель. Крім того, що місто є значним залізничним вузлом, воно має також вигідне автотранспортне сполучення. Через Ковель йде великий вантажопотік. Відстань від Ковеля до Варшави становить лише 332 кілометри, до Гданська – 736. Місто вважають західними воротами України в Європу.

Волинською облдержадміністрацією була розроблена інвестиційна пропозиція по створенню логістичного парку в Ковельському районі на основі Ковельського транспортного вузла [3]. Метою створення логістичного парку є залучення інвестиційних ресурсів у розбудову логістичної інфраструктури Північно-Західного регіону України. Площа логістичного парку становить 34,5 гектара, відстань до дороги М07 Київ-Ковель-Ягодин – 0,37 кілометра, відстань до залізничної колії Ковель-Львів – 0,1 кілометра, до колії Ковель-Ягодин – 3 кілометри.

Для створення транспортно-логістичного центру є всі підстави, а саме, перетин транспортних шляхів, наявність цілодобового митного посту, безпосереднє прилягання автотраси М07, за три кілометри від ділянки є вузька залізнична колія. Парк розглядають з орієнтацією обслуговування товарообігу Китай-Україна-ЄС.

Попередні розрахунки показали, що термінальна технологія доставки вантажів є більш вигідною, так собівартість виконання 1км пробігу (у грн/км) на 15% менша ніж при прямій технології. В цілому реалізація проекту, за розрахунками спеціалістів, дасть можливість скоротити час доставки вантажу на 20%, зменшити сумарні витрати транспортування вантажів і скоротити складські запаси на 30%, зменшити середнє навантаження на обробку товарно-транспортних документів на 50% [4].

Список використаної літератури:

1. Маров І.В. Реалізація транзитного потенціалу в системі стратегічного розвитку України: дис. ... канд.ек. наук : 08.00.03 / Маров Ігор Володимирович. Донецьк, 2014. – 217 с.

2. Місце України в рейтингу Світового банку – Logistics Performance Index (LPI) – Режим доступу: <https://censorg.net.ua/ua/p3081024>. – Назва з екрана.

3. Західні ворота в Європу: на Волині хочуть побудувати індустріальний комплекс. – Режим доступу: <https://pershyj.com/p-zahidni-vorota-v-yevropu-na-volini-hochut-pobuduvati-industrialnii-kompleks-35969> – Назва з екрана.

4. Хромчак І. Концепція створення Міжнародного транспортно-логістичного центру / І. Хромчак // – Українські залізниці. – 2014. – №9 (15) – С.17–21. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ukrzel_2014_9_6.

Погорлецький Д.С., ст. викладач
Грицук І.В., д.т.н., професор
Худяков І.В., ст. викладач
Дзигар А.К., ст. викладач

Херсонська державна морська академія

Волков В.П., д.т.н., професор

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Симоненко Р.В., к.т.н., доцент

Національний транспортний університет

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ПРАЦЮЮЧОГО НА ЗРІДЖЕНОМУ ГАЗОВОМУ ПАЛИВІ

У представлений роботі розглядаються особливості використання системи теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу для автомобільного транспортного двигуна. Конструктивні та технологічні особливості системи теплової підготовки полягають в її адаптації для транспортного двигуна, що працює як на зрідженому газовому паливі, так і на бензині. Представлені результати експериментальних досліджень теплової підготовки двигуна автомобіля в різних експлуатаційних умовах. Для проведення досліджень використовували транспортний засіб з двигуном з розподіленим впорскуванням бензину, газову апаратуру використовували також з розподіленим впорскуванням. Ставилось завдання в результаті дослідження зменшити час теплової підготовки двигуна для переходу на газове паливо (включення подачі газового палива). Це було необхідно зробити таким чином, щоб при пуску двигуна живлення двигуна відразу починалося на газовому паливі, а не на рідкому паливі. Теплова підготовка двигуна повинна була проводитися безпосередньо перед пуском від додаткового джерела теплоти до 50 °С [1,2,4].

Особливість роботи транспортного засобу, обладнаного газовою апаратурою, полягає в наступному. Двигун транспортного засобу запускається на рідкому паливі (на бензині). Після прогріву охолоджуючої рідини до +45-50 °С проводиться перемикання двигуна на живлення газовим паливом. Завдання дослідження полягає в знаходженні засобів теплової підготовки для забезпечення запуску двигуна транспортного засобу, обладнаного газовою апаратурою, при температурі двигуна + 45-50 °С. В цьому випадку в використанні рідкого палива немає необхідності. Двигун практично після пуску зможе працювати на газовому паливі і використовуватися для прийняття навантаження.

Після виконання аналізу переваг та недоліків пристроїв забезпечення теплової підготовки для використання у зазначеній вище задачі приходимо до висновку про доцільність використання теплового акумулятора фазового переходу з зарядкою від відпрацьованих газів. Це пояснюється тим, що в реальних умовах експлуатації транспортного засобу існують значні теплові втрати в навколишнє середовище. Використання цих втрат з відпрацьованими газами дозволяє підвищити ефективність роботи двигуна транспортного засобу [1-3]. Особливо це проявляється при забезпеченні передпускової і після пускової теплової підготовки транспортного двигуна [1-4].

Найбільш вдале використання для передпускового прогріву двигунів транспортних засобів мають теплові акумулятори фазового переходу [1,2,5]. Тепловий акумулятор цей пристрій (або сукупність пристроїв), який забезпечує зворотні процеси накопичення, зберігання і віддачі теплової енергії відповідно до вимог споживача. Процеси акумулювання теплоти відбуваються шляхом зміни фізичного стану і параметрів теплоакумулюючого матеріалу. Використання теплоти плавлення теплоакумулюючого матеріалу для акумулювання теплоти забезпечує високу щільність енергії, що запасється при використанні невеликих перепадів температур і досить стабільну температуру в процесі віддачі з теплового акумулятора [5]. Дослідження проводилося для штатного двигуна G4GC, обладнаного системою подачі газового палива. Результати яскраво підтверджують положення авторів, що використання теплового акумулятора в системі охолодження транспортного двигуна може бути вельми актуальним і особливо корисним для транспортних засобів, обладнаних системами подачі газового зрідженого палива.

Результати представлені у таблиці 1 (стовпці 2 і 3) для температури +5 °С, де наведені для порівняння параметри, що характеризують витрату часу і витрату палива на забезпечення теплової підготовки системи охолодження двигуна транспортного засобу для розглянутих варіантів прогріву. Крім цього в табл. 1 (стовпці 4 і 5) показані результати використання теплового акумулятора фазового переходу для здійснення теплової підготовки в залежності від варіантів здійснення теплової підготовки.

Особливість здійснення теплової підготовки полягає в тому, що для всіх можливих варіантів досить забезпечити теплову підготовку всієї охолоджуючої рідини в блоці циліндрів, контурі дросельної заслінки, теплообміннику салону транспортного засобу і газовому редукторі. Такий вид теплової підготовки забезпечить рівномірний прогрів всіх елементів теплообміну і гарантовано, після запуску двигуна, переключення на подачу в

двигун зрідженого газового палива. Це в свою чергу гарантує економію бензину витраченого на прогрів двигуна. В цілому, використання теплового акумулятора фазового переходу в системі теплової підготовки автомобільного транспортного двигуна (працюючого як на зрідженому газовому паливі так і на бензині) G4GC (4FS 8.2 / 9.35) KIA CEE'D 2.0 5MT2 тільки при 5 °C скорочує час на нагрів охолоджуючої рідини до 50 °C на 20,6...49,6% і витрату бензину для забезпечення переходу на газове паливо на 29,3...35,4% відповідно. Дослідження проводилися для різних температур навколишнього середовища.

Таблиця 1

Порівняння параметрів економії часу та витрати палива на прогрів двигуна G4GC автомобіля KIA CEE'D 2.0 при різних варіантах прогріву

| Вид (варіант) теплової підготовки | | Теплова підготовка штатного транспортного двигуна | | Теплова підготовка транспортного двигуна, оснащеного тепловим акумулятором фазового переходу | |
|--|-------------|---|---------------------------|--|---------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Теплова підготовка не рухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу | | від 5 °C до 55 °C бензин | від 55 °C до 85 °C газ | від 5 °C до 50 °C бензин | від 50 °C до 85 °C газ |
| 1 | час, хв. | 5,22 | 17,28 | 4,42 / з ТА - | 18,8 |
| | паливо, кг. | 0,192 | 0,384 | 0,169 / з ТА - | 0,407 |
| Теплова підготовка не рухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу з підключенням електричних споживачів навантаження і з підключенням теплообмінника прогріву салону | | від 5 °C до 57 °C бензин | від 57 °C до 85 °C газ | від 5 °C до 50 °C бензин | від 50 °C до 85 °C газ |
| 2 | час, хв. | 5,29 | 15,23 | 4,20 / з ТА - | 16,32 |
| | паливо, кг. | 0,201 | 0,387 | 0,166 / з ТА - | 0,422 |
| Теплова підготовка не рухомого транспортного засобу в режимі холостого ходу і в русі | | від 5 °C до 66 °C бензин | від 66 °C до 85 °C газ | від 5 °C до 50 °C бензин | від 50 °C до 85 °C газ |
| 3 | час, хв. | 5,41 | 2,41 | 3,59 / з ТА - | 4,3 |
| | паливо, кг. | 0,312 | 0,210 | 0,185 / з ТА - | 0,337 |
| Теплова підготовка транспортного засобу в русі (прогрів в русі) | | від 5 °C до 69 °C бензин | від 69 °C до 85 °C газ | від 5 °C до 50 °C бензин | від 50 °C до 85 °C газ |
| 4 | час, хв. | 5,11 | 3,37 | 3,41 / з ТА - | 5,7 |
| | паливо, кг. | 0,365 | 0,251 | 0,195 / з ТА - | 0,421 |

Висновки. Результати досліджень показали можливість для значного скорочення часу теплової підготовки і зменшення витрати палива двигуна, що працює на зрідженому газовому паливі та бензині, в умовах експлуатації. Досягнуті позитивні ефекти можна пояснити тим, що нагрівання охолоджуючої рідини перед запуском здійснювався за допомогою теплового акумулятора фазового переходу, встановленого в системі охолодження. Таким чином, запуск двигуна для нагріву охолоджуючої рідини в умовах експлуатації виконувати не потрібно. Попередній нагрів охолоджуючої рідини може бути здійснений тільки за рахунок тепла, накопиченим тепловим акумулятором фазового переходу від теплової енергії відпрацьованих газів.

Список використаної літератури:

1. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0204>.

2. Gritsuk, I., Mateichyk, V., Aleksandrov, V., Prilepsky, Y. et al., "Features of Modeling Thermal Development Processes of the Vehicle Engine Based on Phase-Transitional Thermal Accumulators," SAE Technical Paper 2019-01-0906, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0906>.

3. Все разнообразие предпусковых подогревателей двигателя. <https://avto-moto-shtuchki.ru/avtotekhnika/208-podogrev-dvigatelya.html>. – 19.04.2020.

4. Погорлецький Д. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики : монографія / Vlatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. –Херсон : ХДМА, 2019. – 442 с. : іл., табл. (укр., рос., англ. мовами) ISBN 978-966-2245-53-0, Херсон, р. 383-394.

5. Shulgin V.V. "Engine pre-start heating system with thermal accumulator for city buses" - SPb .: City traffic engineering and traffic safety: SPb. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2002.- p. 372-375.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Постановка проблеми. Важливим чинником розширення використання альтернативних палив (АП) в умовах експлуатації транспорту є наявність економічного ефекту (ЕФ) при їх використанні.

Попередні дослідження засвідчили, що оцінка ЕФ використання АП у транспортних засобах (ТЗ) є складним науково-технічним завданням, яке не вирішене дотепер. Для того щоб успішно вирішувати проблеми залучення та реалізації інвестицій, в тому числі на переобладнання, адаптування та переведення ТЗ для роботи на АП, слід застосовувати достовірні методи визначення ЕФ інвестиційних проектів.

Найбільш реальними заміниками нафтового дизельного палива (ДП) та бензину в даний час є горючі гази (природний газ (ПГ) та зріджений нафтовий газ (ЗНГ)), біодизельне паливо (БДП) та спирти. Вирішальне значення мають фізико-хімічні властивості АП, оскільки вони визначають їх сумісність з двигуном. Більшість АП відрізняються від традиційних палив експлуатаційними властивостями, що призводить до зміни експлуатаційних якостей самого ТЗ.

В роботах [1-3] виконувався аналіз ЕФ застосування ЗНГ та ПГ в ТЗ. Встановлено, що експлуатація газобалонних ТЗ є ефективною. Термін окупності вкладень складає від 3 до 14 місяців.

Певну частку палив для двигунів з іскровим запалюванням складають спиртовмісні палива з вмістом біостанолу до 30 %. Встановлено, що суміш бензину з етанолом має більш низьку вартість, ніж бензин з таким самим октановим числом [4].

Останнім часом все більш широке застосування знаходить БДП. За розрахунками, які підтвержені експериментами, збільшення витрати БДП складає до 10 %, в порівнянні з нафтовим ДП [5]. Україна має дуже перспективну сировинну базу для виробництва БДП. Валовий збір ріпаку в 2017 році досяг 2,3 млн. т, що значно перевищує врожай 2007 року – 1,1 тис. т. Аналіз ринку нафтопродуктів показує, що на теперішній час вартість БДП в середньому на 28 % менша за вартість ДП [6].

Отже, застосування ЗНГ та ПГ дозволяє значно знизити витрати на паливомастильні матеріали. Термін окупності капітальних вкладень на переобладнання техніки для роботи на газових паливах складає в середньому один рік. Але застосування спиртовмісного палива та БДП в ТЗ, з економічної точки зору, вимагає додаткових досліджень.

Метою роботи є оцінка ЕФ експлуатації ТЗ на різних видах АП.

Матеріали та методи досліджень. Для оцінки ЕФ експлуатації вантажного автомобіля ГАЗ-3307 на АП (ПГ, ЗНГ, БДП, бензоетанольне паливо (БЕП)) проводився розрахунок порівняльної ЕФ. Економічний розрахунок включає в себе підрахунок необхідних капітальних вкладень для можливості експлуатації ТЗ, розрахунок економії експлуатаційних витрат, річного економічного ефекту та терміну окупності капітальних вкладень.

Бензиновий двигун ТЗ доцільно переводити для роботи на газових та спиртовмісних паливах. Дизель реально переобладнати в газові двигуни та для роботи на біопаливах. Розраховано витрати на переведення ТЗ на прикладі вантажного автомобіля ГАЗ-3307 для роботи на АП. Щоб виконати переведення ТЗ: для роботи на ЗНГ, потрібно витратити коштів у розмірі 7950 грн; для роботи на БЕП – 16100 грн; для роботи на ПГ – 36577 грн; для роботи на БДП – 6950 грн.

ЕФ переведення техніки для роботи на АП визначається за методикою, яка наведена в роботі [3].

Щоб визначити річну суму економії експлуатаційних витрат можна визначити собівартість транспортної роботи ТЗ, який працює на різних паливах, за спрощеною формулою:

$$S = \Phi ЗП_{\text{вод}} + V_{\text{п}} + V_{\text{ТОПР}} + V_{\text{НВ}},$$

де $\Phi ЗП_{\text{вод}}$ – фонд заробітної плати водія;

$V_{\text{п}}$ – витрати на паливо;

$V_{\text{ТОПР}}$ – витрати на ТО і ПР;

$V_{\text{НВ}}$ – накладні витрати.

Річна сума економії експлуатаційних витрат – це різниця річних експлуатаційних витрат техніки до модернізації та техніки після модернізації:

$$E_{\text{ев}} = S_{\text{e1}} - S_{\text{e2}},$$

де S_{e1} – річні експлуатаційні витрати техніки до модернізації;

S_{e2} – річні експлуатаційні витрати техніки після модернізації.

Термін окупності інвестицій:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{св}}$$

де К – розмір інвестицій (в нашому випадку – витрати на переобладнання ТЗ).

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від переобладнання та переведення ТЗ для роботи на АП зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту від переобладнання та переведення ТЗ для роботи на АП

| № з/п | Показник | Позн. | Один. Вимірювання | Значення показника ТЗ | | | | | |
|-------|---|-----------------|----------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | бензин | ДП | ЗНГ | БЕП | ПГ | БДП |
| 1. | Річний випуск | A | шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. | Собівартість транспортної роботи | S | грн. | 213561 | 190324 | 173712 | 210685 | 159332 | 189103 |
| 3. | Сукупні інвестиції у переобладнання | K | грн. | 0 | 0 | 7950 | 16100 | 36577 | 6950 |
| 4. | Середній річний пробіг | L _p | тис. км. | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 |
| 5. | Моторесурс ТЗ в перерахунку на пробіг до капітального ремонту | L _{кр} | тис. км. | 150 | 150 | 180 | 150 | 180 | 150 |
| 6. | Лінійна норма витрати палива ТЗ | q _n | л/100км м ³ /100км | 23 | 16 | 29 | 27 | 19 | 18 |
| 7. | Ціна палива (на середину березня 2020 р.) | Ц _n | грн./л грн./м ³ | 22,0 | 21,5 | 10,5 | 18,45 | 11,5 | 20,5 |

Висновки. Розраховано собівартість транспортної роботи ТЗ який працює на традиційних та АП. Зокрема, собівартість транспортної роботи автомобіля, який працює на бензині складає 213561 грн., на ДП – 190324 грн., на ЗНГ – 173712 грн., на БЕП – 210685 грн., на ПГ – 159332 грн., на БДП – 189103 грн.

За результатами розрахунків видно, що використання АП в ТЗ на прикладі вантажного автомобіля ГАЗ-3307 дає економічний ефект за рахунок меншої вартості палива.

Розраховано річну суму економії експлуатаційних витрат ТЗ, який працює на різних видах АП. Так, ТЗ, який працює на ЗНГ, має річну суму економії експлуатаційних витрат – 39849 грн., ТЗ, який працює на БЕП – 2876 грн., ТЗ, який працює на ПГ – 30992 грн., ТЗ, який працює на БДП – 1221 грн.

Розраховано термін окупності витрат на переобладнання та переведення ТЗ для роботи на АП. Так, витрати на переобладнання ТЗ, який працює на ЗНГ, окупляться за 0,2 роки, ТЗ, який працює на БЕП окупляться за 2,41 роки, ТЗ, який працює на ПГ, окупляться за 1,2 роки, ТЗ, який працює на БДП, окупляться за 5,7 років.

З розрахунків видно, що краща ЕФ в ТЗ, який працює на газових паливах – ПГ та ЗНГ.

Список використаної літератури:

1. Клименко О.А. Визначення умов і сфер раціонального заміщення бензину стисненим природним газом при експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / О.А. Клименко. – К.: УТУ, 1998. – 17 с.
2. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Монографія / В.І. Гавриш. – Миколаїв: МДАУ, 2007. – 283 с.
3. Захарчук О.В. Обґрунтування економічної ефективності переобладнання колісного трактора для роботи на природному газі / О.В. Захарчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник за напрямом “Інженерна механіка”. Випуск 46, 2014. – С. 190–194.
4. Карпов С.А. Автомобильные топлива с биоэтанолом / С.А. Карпов, В.М. Капустин, А.К. Старков. – М.: КолосС, 2007. – 216 с.
5. Девянин С.Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
6. Галушак Д.О. Вплив на економічні показники транспортних засобів використання біодизельного палива / Д.О. Галушак, О.О. Галушак, О.В. Вдовиченко // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту». – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 175-177.

Поляков В.М., к.т.н., професор кафедри «Автомобілі»
Разбойніков О.О., асистент кафедри «Автомобілі»
Національний транспортний університет

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОЛІС, ПІДВІСОК ТА СИСТЕМИ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ АВТОМОБІЛЯ

Експериментальні дослідження проводять як на натурних зразках, так і на їх фізичних моделях. Для проведення теоретичних досліджень (з метою подальшого порівняння теоретичних даних з експериментальними) експлуатаційних властивостей фізичної моделі автомобіля, у відповідності до вихідних даних, що використовуються в математичній моделі, необхідно визначити параметри фізичної моделі автомобіля. При дослідженні стійкості та керованості автомобіля особлива увага приділяється процесам, що відбуваються в контактній еластичній шині автомобіля з дорогою, робочим процесам підвіски та системи рульового керування.

Для експериментального визначення параметрів еластичного колеса фізичної моделі автомобіля та параметрів його взаємодії з опорною поверхнею розроблено універсальний стенд (рис. 1). На універсальному стенді визначено геометричні параметри та параметри мас еластичного колеса, його радіальну, бічну, кутову та коефіцієнт окружної жорсткості, а також коефіцієнт демпфування шини; досліджено силове (екстремальне значення коефіцієнту опору бічному відведенню та нормальну реакцію опорної поверхні на колесо автомобіля, що відповідає йому) та кінематичне (питомий коефіцієнт впливу кута розвалу колеса автомобіля на відведення його шини) відведення шини; визначено коефіцієнт опору коченню еластичного колеса фізичної моделі автомобіля, а також максимальні значення коефіцієнтів повздовжнього та поперечного зчеплення його шини з дорогою та їх значення при повному ковзанні (рис. 1). В усіх дослідках з переміщенням контактної поверхні універсального стенду враховувався опір її переміщенню під навантаженням, еквівалентним навантаженню від колеса фізичної моделі автомобіля.



Рис. 1. До визначення характеристик еластичного колеса та параметрів його взаємодії з опорною поверхнею

Момент граничної сили сухого тертя, що діє в системі рульового керування, визначається при знятих керованих колесах (рис. 2, а) в положенні несучої системи фізичної моделі автомобіля, при якому повздовжній кут нахилу осей повороту керованих коліс до поперечної вертикальної площини опорної поверхні був рівний нулю (див. рис. 1). При цьому фіксується значення повздовжньої сили, при якому починається зміна кута повороту керованих коліс. Тоді, з урахуванням плеча дії зазначеної сили, визначається момент граничної сили сухого тертя.

Для визначення жорсткості пружних пристроїв підвісок та буферів їх стискання, а також коефіцієнтів опору їх амортизаторів на ході стискання та відбою розроблено та створено вимірювальний модуль властивостей пружного та демпферного пристроїв підвіски фізичної моделі автомобіля (рис. 2, б). Так, для визначення параметрів жорсткості пружних пристроїв підвісок та буферів їх стискання використано контрольно-вимірювальний пристрій лінійного переміщення штоку амортизатора, на який через гнучкий зв'язок та блок передавалось тароване зусилля від навантажувального пристрою (рис. 2, б.1). Зміна навантаження здійснюється поступово та плавно. Зміна ходу штока (деформація пружного пристрою підвіски та буфера її стискання) визначалась зі шкали ноніуса контрольно-вимірювального пристрою лінійного переміщення штоку амортизатора.

Для визначення коефіцієнтів опору амортизаторів підвісок на ході стискання (рис. 2, б.2) та відбою (рис. 2, б.3) використовується контрольно-вимірювальний пристрій лінійного переміщення штоку амортизатора і контрольно-вимірювальний пристрій часу його переміщення. При цьому, початок відліку часу та його зупинка відбувались автоматично (шляхом послідовного замикання струмознімача з контактними парами (рис. 2, б.2)) в момент проходження штоку амортизатора характерних положень, відстань між якими визначалась зі шкали ноніуса контрольно-вимірювального пристрою лінійного переміщення штоку амортизатора. Час проходження зазначеної відстані штоком амортизатора фіксувався на дисплеї контрольно-вимірювального пристрою часу. Відповідно визначалась швидкість переміщення штоку амортизатора в залежності від тарованого зусилля, що діє на нього (описано вище).



Рис. 2. До визначення параметрів системи рульового керування (а) фізичної моделі автомобіля, пружного (б.1) та демпферного (б.2, б.3) пристроїв його підвісок, а також стабілізаторів поперечної стійкості (в)

Крім того, за допомогою універсального вимірювального комплексу було визначено приведену жорсткість стабілізаторів поперечної стійкості. Для цього, демонтувались пружні пристрої підвісок, амортизатори, та колеса фізичної моделі автомобіля. Зміна ходу підвіски одного з коліс осі фізичної моделі автомобіля визначалась за даними контрольно-вимірювального пристрою вертикального лінійного переміщення центру колеса («Вимірювальна рамка»), а зміна навантаження іншого – на дисплеї універсального стенда (рис. 2, в).

При визначенні граничної сили тертя, що діє в шарнірах передньої та задньої підвісок фізичної моделі автомобіля, демонтувались їх амортизатори, пружні пристрої та стабілізатори поперечної стійкості, а також колеса фізичної моделі автомобіля. При цьому, несуча система фізичної моделі автомобіля фіксувалась в положенні, при якому її вертикальна повздовжня площина була паралельна горизонтальній площині. Далі за допомогою динамометра поступово збільшувався натяг, який через гнучкий зв'язок передавався на маточину колеса фізичної моделі автомобіля в напрямку ходу його підвіски. Після початку зміни ходу підвіски фіксувалось значення на динамометрі, яке відповідало граничній силі сухого тертя, що діє в шарнірах підвіски.

Розроблено та створено обладнання для експериментального визначення параметрів коліс, підвісок та системи рульового керування фізичної моделі автомобіля. Визначено характеристики еластичного колеса та параметри його взаємодії з опорною поверхнею, момент граничної сили сухого тертя, що діє в системі рульового керування фізичної моделі автомобіля, жорсткості пружних пристроїв підвісок та буферів їх стискання, а також коефіцієнтів опору їх амортизаторів на ході стискання та відбою. Крім того, за допомогою універсального вимірювального комплексу було визначено приведену жорсткість стабілізаторів поперечної стійкості, а також визначено граничні сили тертя, що діють в шарнірах передньої та задньої підвісок фізичної моделі автомобіля. Отримані дані можуть бути використанні при математичному моделюванні динаміки руху фізичної моделі автомобіля.

Постернак А.А.

Янчук М.М.

Захарчук В.І., проф., д.т.н., проф.

Луцький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДВИГУНІВ ДЛЯ РОБОТИ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВАХ

Постановка проблеми. В даний час найбільш економічно вигідним альтернативним моторним паливом є природний газ. До сьогодні використання газових двигунів невелике. При малих масштабах виробництва економічно виправдано не створення оригінальних конструкцій, а переобладнання рідкопаливних двигунів у газові із забезпеченням їх максимальної уніфікації з базовими. До тепер здійснювалось переобладнання в газові двигуни карбюраторних двигунів. В даний час в нашій державі експлуатується певна кількість автомобілів, які працюють на природному газі, створена мережа автомобільних газозаправних станцій. Але автомобільні заводи (ЗИЛ, ГАЗ, ПАЗ, ЛАЗ) наприкінці 90-х років практично припинили випуск вантажних автомобілів та автобусів з карбюраторними двигунами, перейшовши на дизелі. Тому з часом кількість газобалонних автомобілів буде зменшуватись, що призведе до незавантаження мережі автомобільних газозаправних станцій. Крім того, при переобладнанні карбюраторних двигунів у газові для роботи на природному газі втрата потужності досить суттєва і становить біля 20% [1]. Тому найбільш раціонально використовувати газові двигуни з високим ступенем стиску, відповідно до октанового числа природного газу, наприклад, створені на основі дизелів.

Метою роботи є обґрунтування технології переобладнання дизелів у газові двигуни.

Матеріали та методи досліджень. До даного часу не було розроблено цілісної технології переобладнання дизелів у газові двигуни з іскровим запалюванням, здійснювалось переобладнання лише окремих марок двигунів, зокрема в Німеччині та Японії. В Луцькому НТУ розроблено таку технологію. На Всеукраїнському конкурсі інноваційних технологій вона посіла перше місце в одному з пріоритетних напрямків. При її розробці враховувався досвід як закордонних, так і вітчизняних наукових шкіл. Технологія дозволяє отримати прийнятні показники двигуна за помірних затрат на переобладнання. За розробленою технологією можна переобладнати будь-який дизель в газовий двигун, незалежно від кількості та розміщення його циліндрів та інших конструктивних особливостей, від того, турбодизель це чи атмосферний дизель. Таке переобладнання можна здійснювати в умовах АТП та невеликих майстерень.

Переобладнання включає в себе демонтаж дизельної системи живлення, доробку поршнів з метою зменшення ступеня стиску та забезпечення нормального протікання робочого процесу за циклом Отто, встановлення іскрової системи запалювання та додаткового газового обладнання для зберігання і подачі газу в циліндри двигуна, заміна приводу керування регулятором частоти обертання дизеля на привод керування дросельною заслінкою газоповітряного змішувача, перевірка газової системи живлення на герметичність, виконання необхідних регулювань систем живлення та запалювання, які включають регулювання складу газоповітряної суміші та виставлення оптимального кута випередження запалювання, випробування автомобіля при роботі двигуна на малих обертах холостого ходу та пробігом. Для переобладнання дизелів у газові двигуни застосовується серійне газове обладнання газобалонних автомобілів: газоповітряні змішувачі, газові редуктори низького тиску, газові редуктори високого тиску, електромагнітні клапани, газові балони з вентиллями та трубопроводами. Характеристики газоповітряного змішувача і газового редуктора низького тиску (перш за все, діаметри дозувальних отворів дозуючо-економайзерного пристрою) мають бути узгоджені з витратними характеристиками двигуна.

Газовий двигун може обладнуватись як звичайною електронною системою запалювання з високовольтним розподільником, так і мікропроцесорною системою запалювання з індивідуальними котушками для кожного циліндра. Кращим є другий варіант, оскільки відпадає необхідність встановлення розподільника запалювання. Для кожної марки двигуна необхідно визначати і встановлювати оптимальний кут випередження запалювання.

Технологія охоплює переобладнання як нових дизелів, так і тих, які були в експлуатації. Стосовно нових дизелів, то для здешевлення їх переобладнання пропонується їх поставка на автоскладальне виробництво без дизельної паливної апаратури і встановлення безпосередньо на заводі газової апаратури і системи запалювання. Єдина відмінність газової модифікації двигуна від дизеля, крім відмінності в системі живлення, – зміна форми днища поршня. В сучасних дизелях застосовуються переважно камери згоряння в днищі поршня, в двигунах з іскровим запалюванням доцільним є застосування камер згоряння з плоским або ввігнутих днищем поршня.

Що стосується дизелів, які були в експлуатації, то особливо виправданою є конвертація в газові двигуни дизелів у разі необхідності ремонту їх циліндро-поршневої групи або паливної апаратури. В цьому випадку витрати на переобладнання дизеля частково компенсуються за рахунок засобів, які все одно необхідно затрачувати на ремонт.

З виконаного аналізу термічного ККД і середнього тиску циклу Отто зроблено висновок, що в даному циклі доцільно здійснювати робочий процес реального двигуна із ступенями стиску, що не перевищують $\varepsilon = 12$. На

першому етапі досліджень розроблена математична модель і програма розрахунку на комп'ютері робочого циклу газового двигуна, яка дозволила визначити його потужності та економічні показники і отримати оптимальні значення параметрів конструкції та робочого циклу двигуна [2].

За розробленою технологією в лабораторії автомобільних двигунів ЛНТУ переобладнано дизель Д-243 в газовий двигун. На переобладнаному двигуні замість форсунок встановлено іскрові свічки запалювання фірми BRISK, паливний насос високого тиску переобладнано для кріплення переривача-розподільвача, вал якого приводиться в рух від кулачкового вала насоса, встановлено безконтактне електронне запалювання з індуктивним датчиком в переривачі-розподільнику.

На впускному колекторі встановлено газовий змішувач СГ-250, а також газові редуктори високого і низького тиску та інше газове обладнання. Ступінь стиску газового двигуна зменшено з 16 до 12 одиниць. Тобто дизель конвертували в двигун з іскровим запалюванням і зовнішнім сумішоутворенням.

Експериментальні випробування конвертованого газового двигуна включали моторні дослідження на електричному гальмівному стенді КИ-4893 ГОСНИТИ. Газовий двигун стійко працював на всіх режимах. Була отримана навантажувальна характеристика при частоті обертання колінчастого вала 1400 хв^{-1} . На цьому режимі газовий двигун розвиває потужність приблизно на 4% меншу, ніж дизель Д-243. Питома ефективна витрата палива на 5,2% більша, ніж у дизеля, оскільки газовий двигун працює на більш багатих сумішах. Рівень викидів CO і $C_m H_n$ у газового двигуна менший і відсутня сажа у відпрацьованих газах. Шум при роботі газового двигуна значно менший, ніж дизеля. Крім того, в природному газі практично не міститься сірки, завдяки чому двигун, працюючий на СПГ, має практично нульовий рівень викидів SO_2 , що вигідно відрізняє його від дизеля, в якого викиди оксидів сірки наносять суттєву шкоду екології. Це особливо актуально для нашої держави, тому що в дизельному паливі, яке виробляється на наших нафтопереробних заводах вміст сірки в декілька разів перевищує допустимі норми.

Оскільки газовий двигун викидає менше шкідливих речовин з відпрацьованими газами, зовсім не викидає сажі і має малу шумність, доцільним є установка газових двигунів замість дизелів на міських автобусах, що дозволить значно поліпшити екологічну обстановку у великих містах. Зокрема, сама проста конвертація дизелів вітчизняного виробництва в газові двигуни дасть можливість вийти на рівень вимог за токсичністю відпрацьованих газів "Євро-2", а в перспективі – і на "Євро-3". На підтвердження цього треба сказати, що зараз в Європі експлуатуються на метані більше 2500 міських автобусів тільки марки MAN Lions Siti з газовими двигунами серії D2866, створеними на основі дизелів, створений на базі дизеля і експлуатується газовий автобус „Сканія Omni Link”. На міському автобусі можливе встановлення меншої кількості газових балонів і застосування дозаправки газом на кінцевих зупинках від міської газотранспортної мережі або пересувних автогазозаправників.

Висновки. Переведення навіть частини автомобілів з дизельними двигунами на живлення природним газом дасть значний економічний ефект у масштабах держави. При переході на газ витрати на паливо-мастильні матеріали зменшуються більше ніж у два рази. Термін окупності інвестицій на переобладнання складає від 9 до 12 місяців. Вартість переобладнання автомобіля з дизелем у газобалонний автомобіль перебуває в межах 2000 у.о., але надалі власник такого автомобіля буде економити до 5000 у.о. в рік при річному пробігу автомобіля 60 тис. км за рахунок використання більш дешевого палива. Крім того має місце також екологічний ефект від зменшення забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами двигунів.

Список використаної література:

1. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: Монографія / В.І. Гавриш. – Миколаїв: МДАУ, 2007. – 283 с.
2. Zaharchuk V. The Choice of a Rational Type of Fuel For Technological Vehicles / Zaharchuk, V., Gritsuk, I., Zaharchuk, O., Golovan, A. et al., // SAE Technical Paper 2018-01-1759, 2018.

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ МІСТА ЖИТОМИР

Основними напрямками державної політики у Концепції сталого розвитку населених пунктів до 2020 року (Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 року № 1359-XIV) зазначено узгодженість екологічних аспектів розвитку населених пунктів, формування повноцінного життєвого середовища, створення безпечних для життя та здоров'я мешканців умов проживання, проведення наукових досліджень щодо вирішення екологічних проблем.

Автомобільний транспорт попри низку переваг не позбавлений недоліків, зокрема, надзвичайно гостро сьогодні стоїть питання безпеки руху, екології та паливної економічності транспорту. Крім того, сучасний автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки.

Автомобільний транспорт став одним із самих несприятливіших екологічних факторів впливу на здоров'я людини і стан природного середовища в місті. Найбільш значущими факторами негативного впливу автомобільного транспорту на людину і на навколишнє середовище є: забруднення повітря, забруднення навколишнього середовища, шум, вібрації, виділення тепла (розсіювання енергії). Забруднення повітря автомобілем йде по трьом каналам: відпрацьовані гази, що викидаються через вихлопну трубу (65%), гази картерів (20%), вуглеводні в результаті випаровування палива з бака карбюратора і трубопроводів (15%). В той же час автомобільний транспорт є одним із чинників, що здійснюють потужний фізичний вплив на населення міст шляхом акустичного забруднення особливо на магістральних вулицях міст та перехрестях.

Шкідливому впливу звукового забруднення упродовж робочого часу підлягають не тільки водії транспортних засобів, але й працівники, чії робочі приміщення знаходяться в будівлях, які розташовані в безпосередній близькості до магістральних вулиць. Також до цієї категорії належать викладачі та учні навчальних закладів, а також медичний персонал лікарень та безпосередньо хворі, які перебувають на стаціонарному лікуванні. Мешканці будинків, що розташовані в безпосередній близькості до автомобільних шляхів із значною інтенсивністю. Шум від автомобільного транспорту – це найбільш розповсюджений вид несприятливого екологічного впливу на організм людини. Вважається, що у місті 60-80% шуму створює рух транспортних засобів. Рівень шуму вимірюється в (дБа). Гранично допустимі санітарними нормами рівні шуму наведені в наступній таблиці 1.

Таблиця 1

Гранично допустимі рівні шуму

| Характер території | Гранично допустимий рівень шуму, дБ | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| | з 23 до 07 год. (ніч) | з 07 до 23 год. (день) |
| Зони заселених місць | 45 | 55 |
| Зони, що призначені для забудови або будуються | 50 | 60 |
| Промислові території | 55 | 65 |
| Зони масового відпочинку і туризму | 35 – 40 | 50 |
| Санітарно-курортні зони | 30 – 35 | 40 - 45 |
| Території заповідників і заказників | до 20 | до 25 |
| Території сільськогосподарського призначення | 45 | 50 |

Шум до 50 дБа зазвичай не здійснює для шкідливого впливу на людину. Шум до у 50 – 60 дБа може мати психологічний вплив, що виявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, утруднення сприймати інформацію тощо. При шумі від 65 до 90 дБа можливий фізіологічний вплив: пульс пришвидшується, тиск в крові зростає, судини звужуються, що погіршується постачання органів кров'ю. Дія шуму з рівнем 90 дБа може призвести до порушень органів та системи організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунка та кишківника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум в вухах. При рівні шуму в 120 дБа та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що виявляється у порушенні зв'язків між окремими ділянками внутрішнього вуха; можливий навіть розрив барабанної перетинки. Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи крізь

шкіру, спричиняють механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви дрібних судин тощо.

Параметричне забруднення шкідливе не лише для людей. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігають надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливі порушення клітин. Гинуть листя і квітки рослин, що ростуть біля гучномовця.

Як відомо, середні величини інтенсивності зовнішнього шуму орієнтовно становлять:

- легкові автомобілі – 70 – 80 дБА;
- автобуси – 80 – 85 дБА;
- вантажні автомобілі – 85 – 95 дБА;
- мотоцикли – 85 – 100 дБА;
- трамваї – 75 – 95 дБА.

Рівень шуму суттєво змінюється в залежності від типу двигуна, технічного стану автомобіля, режиму й швидкості руху, ступеня завантаження автомобіля, інтенсивності руху тощо. Змінюються також основні джерела шуму. Так, якщо за швидкості руху 75 ÷ 80 км/год та повному завантаженні автомобіля основним джерелом шуму є двигун (рівень шуму дизеля вантажного автомобіля складає 90- 95дБА, а легкових автомобілів високих класів - 65 – 70 дБА), то за швидкості 80 ÷ 100 км/год основний шум створюють автомобільні шини при їх взаємодії із дорожнім покриттям.

Звичайно, що в шумових характеристиках транспорту під час руху по дорозі проявляється технічний рівень і якість дорожнього полотна, що є особливо актуальним для України: погані дороги з вибоїнами, з численними латками, калюжами, ровами та ін. Отже, погана дорога це не тільки проблема автомобілістів та транспортників, це ще й екологічна проблема.

Ефективним заходом боротьби з шумом у містах є озеленення. Деревя певних видів, що посаджені неподалік одне від одного, оточені густими кущами, значно знижують рівень техногенного шуму і покращують екологічний стан населених пунктів.

Проведені раніше авторами дослідження шумового забруднення перехресть вул. Київської м. Житомир, один з результатів яких представлено на наступній діаграмі (рис. 1), свідчить про перевищення припустимих рівнів шуму на деяких перехрестях.

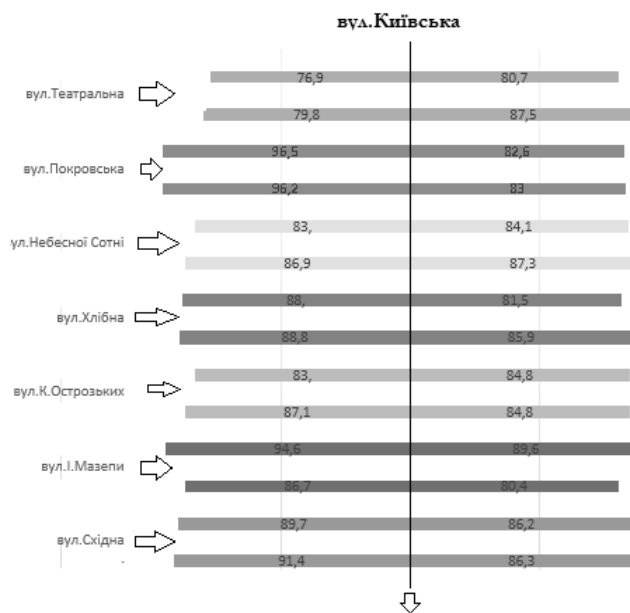


Рис. 1. Чисельні показники рівня шуму на перехрестях вул. Київської м. Житомира, дБА

Вулиця Київська м. Житомир відноситься до магістральних вулиць міста, призначена для транспортного зв'язку між житловими, промисловими районами і громадськими центрами міста, а також з іншими магістральними вулицями, міськими і зовнішніми автомобільними дорогами. До такої категорії відносяться також вулиці Велика Бердичівська, Перемоги, Чуднівська, Покровська, Вітрука, просп. Перемоги та ін., що проходять через центральні житлові зони міста де проживає або працює (навчається) не менше трьох чвертей населення міста, якість життя якого залежить від рівня захищеності від негативного впливу як навколишнього середовища, так і техногенного характеру, в тому числі і шумового, визначення якого в окремих частинах міста та узагальнення результатів досліджень дозволить призначити заходи і спланувати їх впровадження з метою покращення екологічної ситуації в окремих частинах та у місті в цілому.

ВИРІШЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ MATLAB

Стабільна та якісна робота транспорту є невід'ємною умовою нормального функціонування економіки міста, області і всієї країни. Особливо під час епідемії важливу роль в перевезеннях відіграє швидкість доставки від відправника до одержувача. Підвищення швидкості доставки - важливий фактор для покращення продуктивності транспорту. Метою цієї роботи є дослідження можливості використання програмного продукту MATLAB для вирішення транспортної задачі.

Нехай потрібно доставити продукти з трьох магазинів (A1, A2, A3) у п'ять районів (B1-B5) м. Житомира. Вигляд транспортної таблиці показаний в табл. 1.

Таблиця 1

Матриця транспортних зв'язків

| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Запаси |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| A1 | 4 | 7 | 8 | 14 | 9 | 280 |
| A2 | 15 | 11 | 6 | 17 | 11 | 340 |
| A3 | 13 | 18 | 10 | 12 | 22 | 280 |
| Потреби | 170 | 160 | 190 | 200 | 180 | |

Потрібно вивезти весь продукт із всіх пунктів зберігання, а також завезти його всім споживачам самим оптимальним способом. Будемо початковий опорний план, використовуючи метод найменшої вартості, який показаний в табл. 2. Ця таблиця містить також і оптимальне рішення, що одержано за допомогою методу потенціалів.

Таблиця 2

Матриці транспортних зв'язків

| Початковий опорний план | | | | | | | Оптимальне рішення | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Запаси | | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Запаси |
| A1 | 170 | 110 | - | - | - | 280 | A1 | 170 | - | - | - | 110 | 280 |
| A2 | - | 50 | 190 | - | 100 | 340 | A2 | - | 160 | 110 | - | 70 | 340 |
| A3 | - | - | - | 200 | 80 | 280 | A3 | - | - | 80 | 200 | - | 280 |
| Потреби | 170 | 160 | 190 | 200 | 180 | | Потреби | 170 | 160 | 190 | 200 | 180 | |

Дана задача також може бути вирішена з використанням MATLAB, що містить стандартні процедури для розв'язку задач лінійного програмування (linprog). Нижче показаний фрагмент програми [1].

```
lb = zeros (NumPlants*NumMarkets,1);
options = optimoptions('linprog', 'Algorithm', 'dual-simplex');
[x,z] = linprog(C,A,B,[],[],lb,[], options);
x= reshape(x,NumMarkets,NumPlants)';
z,x
% Результат роботи програми
z =
8060
x =
    170    0    0    0    110
    0    160    110    0    70
    0    0    80    200    0
```

Отже, використання програмного забезпечення MATLAB дозволяє скоротити час на розробку програм для вирішення транспортної задачі.

Список використаної літератури:

1. Кательніков Д.І., Фандєєва Я.А. Розв'язок транспортної задачі з використанням середовища matlab. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/E16A1E7B-B8E7-48AB-A3AE-ED5769A1C383.pdf>.

Рубан Д.П., к.т.н., доц.
АТ «Черкаський автобус»
Крайник Л.В., д.т.н., проф.
НУ «Львівська політехніка»

Рубан Г.Я., викладач
Черкаський державний бізнес-коледж

АНАЛІЗ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ КУЗОВІВ АВТОБУСІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Важливим чинником, що має вплив на довговічність каркасу кузова автобуса є прояви корозійних руйнувань. Аналіз пошкоджень каркасу кузовів поширених в Україні автобусів: «Еталон», «Богдан», «Атаман» під впливом корозії, терміни експлуатації яких складають 5-10 років, дає змогу визначити слабкі місця та вжити заходів щодо підвищення їх корозійної стійкості.

Основний несівний елемент каркасу кузова – це каркас основи від довговічності якого в першу чергу залежить довговічність кузова в цілому. Як показує практика в перші 1 – 2 роки експлуатації лонжерони каркаса основи зовні практично не мають проявів корозії. Однак в процесі експлуатації зовнішнє антикорозійне покриття зношується під дією негативних чинників. Антикорозійний захист лонжеронів руйнується бомбардуванням днища автобуса піском, продуктами зношування дорожнього покриття (гравій, щебінь, уламки асфальту) та іншим брудом. Через 9 років інтенсивної експлуатації (пробіг 950 тис. км) автобуса «Богдан А-092» при перевезенні пасажирів у м. Черкаси неминуча наскрізна корозія. Наскрізна корозія у верхній частині лонжеронів профілем 140x60x3,6 мм пояснюється налипанням бруду в перемішку із засобами проти обledenіння 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 теплового місця для мийки автобусів такі заходи не виконуються. Наскрізна корозія у нижній частині лонжеронів профілем 140x60x3,6 мм пояснюється накопиченням вологи із внутрішньої частини лонжеронів та пошкодженням антикорозійного захисту зовнішньої частини. Під час експлуатації при послабленні конструкції під дією знакозмінних навантажень відбувається корозійне розтріскування лонжеронів у слабких та більш навантажених місцях. На автобусі «Богдан А-092» (термін експлуатації 9 років) видно корозійні руйнування поблизу сходинки передньої пасажирської двері. Вузли нижнього поясу, особливо поблизу колісних арок, взагалі згнивають і починають висипатись. Також спостерігаються корозійні руйнування правих боковин автобусів «Богдан А-092». При чому після десятилітньої експлуатації у м. Черкаси та після п'яти років експлуатації у м. Київ мають практично однакові корозійні руйнування. Після 9 – 10 років експлуатації акумуляторний відсік підлягає також корозійному руйнуванню. Корозія каркасу даху мінімальна, 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 з терміном експлуатації 9 років потребує заміни всіх елементів каркасу, що нижче пройма заднього вікна. Каркас передньої частини автобуса «Богдан А-092» має незначні прояви корозії після дев'яти років експлуатації. Елементи каркасу не підлягають заміні та у місцях незначних проявів корозії очищуються від іржі, підготовлюються та покриваються антикорозійними засобами. Прояви корозії каркасу передньої пасажирської сходинки автобуса «Богдан А-092» мають місце після дев'яти років експлуатації. Каркас передньої сходинки очищується від іржі, підготовлюється та покривається антикорозійними засобами. Каркас задньої сходинки підлягає заміні. Каркас моторного відсіку за 5 років експлуатації вражений корозією без порушення структури, тому після очищення від корозії та підготовки покривається захисними засобами. Каркаси підставок також уражаються корозією і відповідно деякі елементи підлягають заміні. Зовнішнє облицювання при експлуатації до дев'яти років має прояви наскрізної корозії. На автобусі «Еталон А-079» в першу чергу за п'ять років експлуатації піддаються корозії фартух над заднім бампером висотою близько 160 мм.

При експлуатації автобусів корозія розвивається під дією атмосферного впливу та соляних сумішей проти обledenіння 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. 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 піддаються 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.

Сакно О.П., доц., к.т.н., доц.

Колеснікова Т.М., доц., к.т.н., доц.

ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Медведєв Є.П., доц., к.т.н.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Мойся Д.Л., к.т.н.

СТО «Гарант», м. Дніпро

РОЗУМІННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РЕЗОНАНСУ В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА-АВТОМОБІЛЬ-ОРГАНІЗАЦІЯ»

Метод аналізу функціонального резонансу (МАФР) використовується для вивчення складних соціотехнічних систем. Він був створений та описаний Еріком Холнегелем, який зазначив, що складні технічні системи містять велику кількість підсистем і компонентів, змінність продуктивності яких зазвичай поглинається системою з мінімальним впливом на загальну систему. Основними джерелами цієї мінливості є люди, технології, організація, яка забезпечує справний стан техніки.

МАФР підтримує процес системного аналізу, що спрямований на виявлення взаємозалежностей та системних поведінок, що потенційно є важливими для інструмента, який зосереджується на взаємозалежності процесу та їх динаміці. Метод МАФР – це метод моделювання складних організаційно-технічних систем, отриманий з теорії стійкої забезпечення здоров'я, яка стосується того, як досягти успіху роботи технічної системи за допомогою адаптації її у складних умовах. Останні документи показали використання МАФР для розуміння імплементації керівних принципів та для керування зусиллями з управління безпекою. МАФР передбачає виявлення функцій (технологічної, людської чи організаційної діяльності) у повсякденній роботі функціонування технічної системи.

Взагалі концепція функціонального резонансу розроблена в рамках парадигми стійкості інженерії, що описує аварії, як виявляється «сигнал», який виникає внаслідок непередбачуваної взаємодії повсякденної мінливості. Метод МАФР – це відповідний модельний підхід, який був висунутий як новий спосіб моделювання та розуміння поведінки складних систем. МАФР застосовується в ряді контекстів, включаючи управління повітряним рухом, управління залізничним рухом, охорону здоров'я та фінансові послуги.

Функціональний опис, який використовується методом МАФР, може бути особливо корисним для опису та аналізу систем на більш високих рівнях абстракції або складної технічної системи. Існує порівняно мало емпіричних доказів, які демонструють застосування МАФР для детального аналізу складних систем на різних рівнях абстракції. Можливою силою МАФР може бути явний зв'язок між описом на основі завдань і технічними характеристиками системи, що призводить до федерації різних підходів моделювання.

Метою даної роботи є дослідити, чи може та як саме така федерація різних моделей системи «Людина – Автомобіль – Організація» забезпечити більш широке розуміння функціонального резонансу в реальному сценарії.

Діяльність методу МАФР полягає в тому, щоб з системної точки зору зафіксувати, наприклад вплив технічного стану ходової частини на зміну експлуатаційних властивостей автомобіля. Використання МАФР приймає системну перспективу, що означає, що аналіз не може бути обмежений певною частиною соціально-технічної системи, але він повинен розглянути більш широку картину, коли організація розглядається як ціле, а не як обслуговування та збірка компонентів ходової частини автотранспортних засобів (АТЗ). МАФР аналізує організацію як соціально-технічну систему, де технологія вбудована в соціальний контекст, який розробляє, тестує, запускає та підтримує справний технічний стан АТЗ.

Метод МАФР базується на чотирьох основних принципах:

I. Принцип еквівалентності: працездатність і непрацездатність рівнозначні тому, що вони обидва впливають із змінною роботою та функціонування системи в цілому. Не існує спеціальних причин, які працюють лише на відмови.

II. Принцип приблизних коригувань: мінливість як спосіб пристосувати людину до керування системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) та умов експлуатації АТЗ. Люди (фахівці) завжди мають коригувати те, що вони роблять, щоб відповідати ситуації (безпеки руху). Така мінливість ефективності неминуча, повсюдна і необхідна.

III. Принцип виникнення несподіваності: поява працездатності і непрацездатності не є прямим результатом мінливості в межах певної задачі чи функції, а це поєднання мінливості багатьох функцій. Змінність функціонування системи може поєднуватися несподівано, що призводить до непропорційно великих результатів (нелінійні ефекти). Результат виникає, якщо його не можна віднести або пояснити (неправильними) функціями системи.

IV. Принцип функціонального резонансу: несподівані «поширені» ефекти взаємодій між різними джерелами мінливості лежать в основі явища, описаного функціональним резонансом. Функціональний резонанс – це

детектовний сигнал (тобто можна виявити), який виходить із неавтономної комбінації мінливості багатьох сигналів. Функціональний резонанс – це альтернатива лінійній причинності.

Аналіз роботи системи «Людина – Автомобіль – Організація» за допомогою МАФР базується на функціональному розгляді системи.

Кожна функція описується за допомогою шести TROPIC-аспектів:

- 1 – Time (Час);
- 2 – Resource (Ресурс);
- 3 – Output (Вихід);
- 4 – Precondition (Передумова);
- 5 – Input (Вхід);
- 6 – Control (Керування).

Аналіз за допомогою методу МАФР має на меті дослідити, як мінливість виводу функцій може поширюватися через систему, і як таке поширення змінності може сприяти ситуаціям функціонального резонансу. Моделі МАФР можуть бути використані для дослідження потенційних джерел мінливості шляхом моделювання та ідентифікації контекстно-залежних людських, технологічних та організаційних аспектів системи в загалі. Цей підхід підтримує оцінку потенціалу системи для вирішення мінливості з огляду на очікувану та несподівану мінливість, що випливає з роботи технічної системи (або автомобіля в цілому).

У дослідженні системи ТО і Р АТЗ було обрано та застосовано моделювання функціонування системи «Людина – Автомобіль – Організація» для отримання загальних критеріїв для забезпечення можливих наслідків для безпеки руху АТЗ, підвищення ефективності їх експлуатації в конкретних умовах роботи організації. В дослідженні для забезпечення безпеки руху АТЗ в процесі експлуатації необхідно проводити періодичні технічні впливи, наприклад ходової частини: її діагностика, перевірка стану амортизаторів, пружин, опорних чашок, гальмівних колодок, дисків, шлангів, люфтів в кульових опорах, рульових наконечниках, сайлент-блоків, регулювання і заміна підшипників маточини, розвал-сходження, перевірка стану автомобільної шини та контроль за ресурсом автомобільної шини. Все це впливає на експлуатаційні властивості АТЗ в процесі експлуатації: стійкість, керуваність, паливна економічність автомобіля. Коли ресурс автомобільної шини наближається до граничного стану, то підвищується вірогідність виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Таким чином, МАФР, який доповнює підхід до аналізу умов забезпечення безпеки руху, підвищення експлуатаційних властивостей АТЗ та ефективного функціонування системи ТО і Р, є інноваційним методом, який використовується в авіації, медицині, ядерній енергетиці, морському або автомобільному транспорті. Він використовується для аналізу повсякденної діяльності з метою створення моделей виконання конкретних завдань. Потім ця модель може бути використана для конкретних видів аналізу з метою перевірки доцільності запропонованих рішень або втручання, щоб виявити причини помилок, можливих загроз або вузьких місць, а також зрозуміти, як здійснюється діяльність. Це може бути основою аналізу ризиків або розслідування нещасних випадків, які вже відбулися, або прогнозування можливих майбутніх подій.

Моделювання впливу технічного стану ходової частини на експлуатаційні властивості автомобіля з використанням МАФР, виявляє, що обслуговування АТЗ є складним видом діяльності людини. Модель МАФР дала уявлення про те, як успішне та якісне виконання робіт з ТО і Р автомобіля залежить від складної взаємодії декількох його частин, що працюють в технічній системі. Взаємозв'язки є настільки складними, що їх майже неможливо сприймати. Таким чином, важливі соціально-технічні механізми системи «Людина – Автомобіль – Організація», що регулюють зв'язки між функціями. Це можуть бути неформальні, людські механізми або конкретні інструменти, такі як контроль за технічним станом основних частин автомобіля, технологічний процес обслуговування, діагностування (загальне та по елементне), інструкції та регламент роботи ремонтної бригади тощо. Моделювання МАФР впливу технічного стану ходової частини на експлуатаційні властивості автомобіля показало, що необхідно приділяти значну увагу поелементній діагностиці, тому що це значно впливає на безпеку руху та функціонування системи «Людина – Автомобіль – Організація». Виконання цих функцій ґрунтується більше на сучасних знаннях про конструкцію автомобіля та технологію ТО і Р, таким чином, може зазнавати більшої мінливості.

Подальший розвиток. Інноваційний метод МАФР визначає основні чинники, що впливають на безпеку руху автомобіля (періодичність ТО і Р; умови експлуатації; якість конструкції автомобіля; рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО і Р тощо), потребують подальшого врахування їх для забезпечення проведення своєчасних режимів ТО на основі повної сучасної діагностики АТЗ.

**Сахно В.П., д.т.н., проф.,
завідувач кафедри автомобілів**
Національний транспортний університет, м. Київ
**Мурований І.С., к.т.н., доц.,
завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій**
Луцький національний технічний університет

РОЛЬ ШВИДКІСНОГО АВТОБУСА (BRT) В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

До важливих рішень для покращення громадського транспорту належать системи автобусного швидкісного транспорту, які в даний час використовуються по всьому світу. Обговорення принципу їх введення та функціонування охопило і українські міста. У рамках Міжнародного саміту мерів (ІМС) міст, який пройшов 9 жовтня 2018 року в Києві, концерн Daimler запропонував українським містам реалізувати систему транспорту BRT (Bus Rapid Transit), яка вже функціонує в 206 мегаполісах світу. Вона цілком замінює дорогий метрополітен і може бути реалізованою за 1-2 роки. Також важливою складовою BRT системи є спеціальні зупинки. Посадка пасажирів в автобуси відбувається не на звичайних зупинках, а на спеціальних терміналах (станціях), які обладнані турнікетами, де відбувається оплата за проїзд.

Впровадження системи швидкісного автобусного транспорту – дуже складний комплекс, оскільки розробка системи залежить від потреб пасажирів та експлуатуючої організації. Зовнішні фактори, такі як місцеве законодавство, положення з охорони навколишнього середовища та енергетичні приписи, є факторами, що обмежують систему. Головна економічна перевага швидкісного автобуса перед звичайним – значно менша витрата палива в перерахунку на перевезення одного пасажирів. Цього досягають за рахунок раціональних, спеціально розрахованих режимів руху: автобус спочатку розганяється до певної швидкості, а потім «на вибігу», «накатом» під'їжджає до зупинки. Фактично витрата палива така ж, як і в міжміському режимі. Економічність підвищується ще й через те, що станції BRT віддалені одна від одної набагато більше, ніж звичайні автобусні зупинки. Якщо українськими нормативами передбачено відстань між автобусними зупинками в 400 - 600 метрів, то відстань між станціями BRT становить 800 метрів і більше [1].

На лінії BRT, як правило, курсують автобуси особливо великої місткості (18 або 22, 24, 25 м), мал.1а, однак головною відмінністю від звичайних міських маршрутів є те, що вони їздять по окремій (виділеній) смугі, яка не залежить від загальної дорожньої ситуації, забезпечує високу швидкість пересування та високу надійність експлуатації – для повного задоволення пасажирів з невеликими інтервалами. Важливим елементом для досягнення високої швидкості руху є використання сучасної інтелектуальної транспортної системи («ITS»). Завдяки їй автобуси отримують перевагу у русі на світлофорах і можуть проїжджати перехрестя без втрати часу.

Поряд з незаперечними перевагами трисекційних зчленованих автобусів і тролейбусів їм притаманні і недоліки – гірша маневреність і стійкість руху в порівнянні з двосекційними. Крім того, ефективність експлуатації таких машин тісно пов'язана з пасажиропотоком, який протягом дня може змінюватися в рази. Тому перспективним може стати автопоїзд у складі двох (або трьох) автобусів або тролейбусів, які працюють в зчепленні, пасажиромісткість яких аналогічна зчленованим автобусам і тролейбусам. У години пік працює триланковий автобусний поїзд, а в міжпіковий період – кожен автобус окремо (можлива стоянка одного або двох автобусів на виділеному майданчику).

Ще в 1973 р Інститутом «ДержавтотрансНДІПроект» спільно з Київським автомобільно-дорожнім інститутом була розроблена конструкція автопоїзда, що складається з двох автобусів ЛАЗ-695, які працювали в зчепленні (рис.1б) [2]. Дослідна експлуатація такого автопоїзда на одному з маршрутів м. Києва показала його життєздатність. Однак поява в м.Києві в цей же час шарнірно-зчленованих автобусів Ikarus-180 стала причиною припинення їх експлуатації. Однак такі причіпні автопоїзди можуть знайти своє застосування в системі BRT.

Особливістю проектування функціональних систем, що забезпечують стійкість і маневреність будь-яких транспортних засобів, в тому числі і пасажирських автопоїздів, в подальшому АТЗ, є паралельні процеси конструювання, оптимізації та моделювання динаміки руху [2]. Характеристики стійкості руху і маневреності АТЗ, як відомо, визначаються комбінацією експлуатаційних, масово-геометричних і конструктивних параметрів його модулів (для пасажирського автопоїзда це три автобуси, що працюють в зчепленні). У загальному випадку бажані співвідношення зазначених параметрів з точки зору стійкості і маневреності навіть для одного і того ж транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних навантажень і швидкостей руху бувають різними. У результаті складним є отримання на ранніх стадіях створення АТЗ точних конструктивних параметрів і кількісних показників за критеріями стійкості руху і маневреності [2].

Оскільки криволінійний рух АТЗ зумовлює конструкцію систем управління окремих ланок, то на першому етапі необхідно визначитися з параметрами транспортного засобу при круговому русі [3] і виконання ним різних маневрів [4]. На другому етапі визначення параметрів на предмет задоволення показників стійкості як в прямолінійному русі, так і при виконанні різних маневрів.



Рис. 1. Триланковий напівпричпний (а) и дволанковий причпний (б) автопоїзд

Особливістю проектування функціональних систем, що забезпечують стійкість і маневреність будь-яких транспортних засобів, в тому числі і пасажирських автопоїздів, в подальшому АТЗ, є паралельні процеси конструювання, оптимізації та моделювання динаміки руху [2]. Характеристики стійкості руху і маневреності АТЗ, як відомо, визначаються комбінацією експлуатаційних, масово-геометричних і конструктивних параметрів його модулів (для пасажирського автопоїзда це три автобуси, що працюють в зчепленні). У загальному випадку бажані співвідношення зазначених параметрів з точки зору стійкості і маневреності навіть для одного і того ж транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних навантажень і швидкостей руху бувають різними. У результаті складним є отримання на ранніх стадіях створення АТЗ точних конструктивних параметрів і кількісних показників за критеріями стійкості руху і маневреності [2]. Оскільки криволінійний рух АТЗ зумовлює конструкцію систем управління окремих ланок, то на першому етапі необхідно визначитися з параметрами транспортного засобу при круговому русі [3] і виконання ним різних маневрів [4]. На другому етапі визначення параметрів на предмет задоволення показників стійкості як в прямолінійному русі, так і при виконанні різних маневрів.

У такій ситуації, наприклад, для столиці України важливим є не екстенсивний розвиток метрополітену, а переосмислення ролі наземного громадського транспорту. згідно з дослідженнями якого, існує великий попит на коридор: Троєщина – Петрівка – Дорогожичі – Чоколівка – Севастопольська площа. Основну увагу має бути приділено оперативному вирішенню проблеми неефективності автобусних і тролейбусних перевезень з впровадженням системи швидкісних діаметральних маршрутів за принципами метрополітену. Прототипами такої системи можуть стати Select Bus Service у Нью-Йорку або MetroBus у Берліні. Реалізація таких рішень має на меті створити розгалужену систему швидкісного громадського транспорту, яка доповнюватиме метрополітен і децентралізує масові потоки пасажирів у місті різними коридорами.

Список використаної література:

1. [Електронний ресурс]—Ресурс доступу <https://griphon.livejournal.com/222403>.
2. Сахно В.П. До порівняльної оцінки транспортних засобів для міських перевезень пасажирів в системі BRT /В.П.Сахно, В.М.Поляков, Є.М.Місько, Омельницький О.Є. //Автошляховик України. – 2019, №6, С.7-11
3. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції (Правила ЄЕК ООН №36-03: 1993, IDT). ДСТУ UN/ECE R 36-03:2002. – Київ. – 2002.
4. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда / Я.Х.Закин. – М.: Транспорт, 1986. - 137 с.

ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ ТРАНСПОРТУ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ПІД ЧАС ПОШИРЕННЯ COVID-19

Поширення пандемії вірусу Covid-19 в Україні за офіційними даними відбувся в кінці лютого, а перший лабораторно підтверджений випадок 3 березня 2020 року [1]. З того часу влада обговорювали стратегію і хід подальших дій.

З 12 березня офіційно в Україні запроваджено карантин у навчальних закладах та низька інших дій для запобігання стрімкого поширення Covid-19 [2]. Ці зміни практично не змінили інтенсивність руху у Волинській області.

З 19 березня у місті Луцьку припиняє працювати весь громадський транспорт [3]. Дані заходи посприяли зменшенню інтенсивності руху транспорту на 20% (рис. 1).

25 березня надзвичайну ситуацію запровадили по всій Україні, а сам карантин продовжили до 24 квітня [3]. В той же час у Волинській області зафіксували перший випадок зараження вірусом Covid-19. В області розмістили блок пости при в'їздах і виїздах. Інтенсивність руху при цьому не почала зменшуватись, так як люди з районів почали їздити по товари до обласного центру, не знаючи чи буде в подальшому така можливість.

З 11 квітня у вихідні дні у Волинській області вводять режим максимального обмеження пересування. Зокрема, з 13.00 суботи до 06.00 понеділка волинян просять не виходити з дому а необхідні товари та ліки купляти задалегідь [3].

Всі ці карантинні заходи призвели до зміни трафіка як в міському так і в міжміському русі. Для визначення цих змін були проведені певні дослідження.

Дослідження проводились на декількох основних перехрестях та вулицях міста Луцька. За основу була взята інтенсивність руху транспорту до введення карантину і була прирівняна до 100%. Результати спостережень представлені у вигляді графіка (рис. 1).

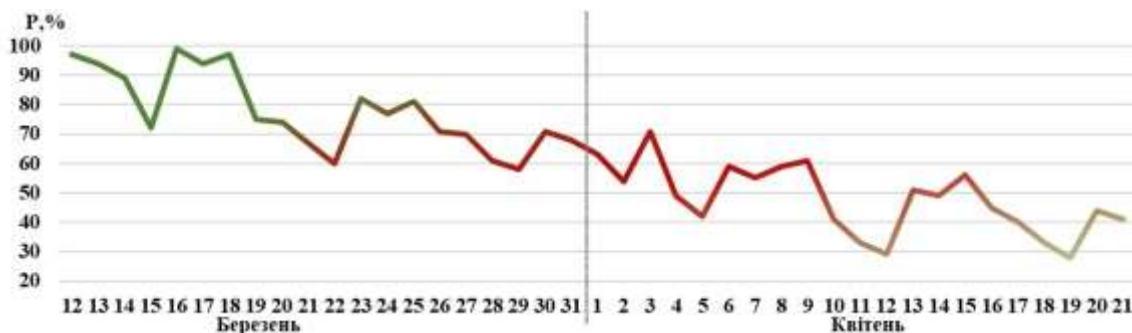


Рис. 1. Інтенсивність руху транспорту у Волинській області під час поширення Covid-19

Як видно з графічної залежності введення карантину під час пандемії вірусу Covid-19 суттєво вплинув на рух транспортних засобів. Інтенсивність руху транспорту зменшилась від 100 до 45% в окремі дні.

Такі суттєві зміни трафіка потребують змін для режимів роботи світлофорних об'єктів. Для транспортних засобів підвищується можливість застосування методу раціонального проїзду світлофорних об'єктів [4]. Більш ретельні дослідження можуть бути використані для проведення моделювання і внесення змін в організацію дорожнього руху як у Волинській області так і, можливо, в Україні і за її межами.

Список використаної літератури:

1. Коронавірус: в Україні є перший хворий / BBS News | Україна. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-51633732> (дата звернення: 17.04.2020)
2. З 12 березня запроваджено карантин / Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/2895549-v-ukraini-tritiznevij-karantin-cerez-koronavirus.html> (дата звернення: 18.04.2020)
3. Карантин / Укрінформ. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-other_news/2905220-karantin.html (дата звернення: 21.04.2020)
4. Мазилюк П. В. Розробка методу раціонального проїзду транспортними засобами регульованих ділянок доріг : дис. канд. техн. наук : 05.22.01. Луцьк, 2019. - 191 с.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ВОДІЯ В СИСТЕМІ «ВОДІЙ-АВТОМОБІЛЬ-ДОРОГА-СЕРЕДОВИЩЕ» ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Робота водія пов'язана з постійною змінною дорожньо-транспортною ситуацією. На нього впливають: фактори зовнішнього середовища, параметри мікроклімату в салоні автомобіля, шум і вібрації, які виникають в процесі керування автомобілем. Водій постійно сприймає та обробляє інформацію, що надходить із зовнішнього середовища і з панелі приладів.

Зміни факторів і параметрів можуть негативно впливати на психофізіологічний стан водія, викликаючи погіршення його функціональних і ряду психічних властивостей, призводять до зниження працездатності і швидкому стомленню.

Безпека і надійність роботи системи «водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС) залежить від безперебійної, якісної роботи всіх її складових частин і елементів. У більшості випадків проблеми при функціонуванні цієї системи відбуваються з вини водіїв. Тому при проектуванні системи ВАДС особливу увагу слід приділяти дослідженню функціонального та психофізіологічного стану водія для можливості його стабілізації.

Для підвищення рівня безпеки дорожнього руху важливо: вдосконалювати конструкції автомобілів, дотримуватись правил дорожнього руху, утримання автомобільних доріг в належному стані, встановлення жорстких вимог до здоров'я та фізичного стану водіїв, враховувати особливості сприйняття водієм дорожньої ситуації під час організації дорожнього руху, створення комфортних умов праці для водія тощо.

Як доведено дослідженнями Л.О. Коваленка у роботі «Оцінка пропускну здатності двосмугових автомобільних доріг з урахуванням закономірностей поведінки водія» в залежності від зміни дистанції між автомобілями у транспортному потоці змінюється також і час реакції водія (табл. 1). Наведені дані свідчать про збільшення напруженості роботи водія, а відповідно, і його уваги при зменшенні дистанції між транспортними засобами.

Таблиця 1

Зміна часу реакції водія залежно від дистанції між автомобілями

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Дистанція між автомобілями, м | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Час реакції водія, с | 0,6 | 0,8 | 1,4 | 1,0 | 1,7 | 2,1 | 2,3 | 2,4 |

Слід зазначити, що оцінка психофізіологічних показників водія особливо важлива, так як викликане їх зміною тимчасове зниження працездатності впливає на безпеку дорожнього руху, і тому повинні контролюватись.

Дослідженнями літературних джерел встановлено, що умови руху в населених пунктах та за їх межами значно відрізняються. Так, наприклад, з допомогою органів чуття водій на міських вулицях може фіксувати дорожню обстановку, яка відбувається перед ним у зоні 50 – 100 м., а на відкритій місцевості – до 600 м. Це зумовлено тим, що органи сприйняття людини у кожний момент часу можуть опрацювати обмежену кількість інформації і величина цього обмеження також залежить від функціонального стану водія на той момент.

У науковій праці Швець В. В. «Вплив містобудівної ситуації на психологічний стан водіїв» зазначено, що саме психофізіологічні якості водія та конструкція транспортного засобу є важливими чинниками при розв'язанні транспортних задач. Це підкреслює вагоме значення «людського чинника» у підсистемі «водій – автомобіль» системи ВАДС. Тому для покращення умов праці водія сучасні транспортні засоби обладнуються відповідним устаткуванням, яке дозволяє зменшити м'язові зусилля для виконання операцій керування.

Таким чином, можна зробити висновок, що при будь-якій діяльності людини стан регуляторних механізмів її організму не мусить виходити на рівень надмірного стомлення, перенапруги, а для цього повинен контролюватись. Тому задачами подальших наших досліджень буде вивчення закономірностей зміни параметрів оцінки функціонального стану водія, від яких залежить безпека на дорозі при виконанні транспортних робіт і які слід враховувати при їх плануванні.

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Бондар Д.О., студ.
Сосновский С.Е., студ.
V курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР

Державний університет «Житомирська політехніка»

КОНЦЕПЦІЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ ЯК ПРОДУКТУ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

Проблема утилізації автомобільних шин є загальною, признаною не тільки в Україні, вона розповсюджена у світових масштабах. Це пов'язано, перш за все, зі значною затратністю технологій утилізації. Затрати на утилізацію залежать від способів отримання продуктів утилізації зношених шин та заходів екологічної безпеки при поводженні з відходами. Зберігання значних об'ємів зношених шин несе екологічну загрозу забруднення повітряного середовища, земель і водних ресурсів. Проблема утилізації зношених автомобільних шин має перспективу вирішення, по - перше із-за екологічної кризи, що набуває критичних масштабів і по-друге – із-за скінченності запасів нафти для можливості розширення сировинних ресурсів. Прикладами наближення до її розв'язання можуть бути такі країни як Німеччина, Фінляндія, Японія та інші світові лідери.

Формулою розв'язання задачі утилізації накопичень зношених автомобільних шин може бути залежність вирішення однієї проблеми на основі іншої: проблема дорожнього будівництва отримує розширення виробничих можливостей на основі використання продукту утилізації автомобільних шин – гумової крихти. Дослідженнями ряду вчених доведено покращення в'язучих характеристик бітуму, модифікованого гумовою крихтою, а також температурної стійкості та міцності асфальтобетонного покриття на основі його використання. Існує два способи використання гумової крихти в технологіях дорожнього будівництва: «суха технологія» - це коли гумова крихта розміром 2 мм додається в певних кількостях до суміші асфальтобетону і «мокра технологія» - коли гумова крихта додається для модифікації (покращення властивостей) бітуму, який в свою чергу покращує експлуатаційні властивості дорожнього покриття. Порівняння цих технологій показує перевагу другого способу («мокрої технології») за основними експлуатаційними характеристиками дорожнього покриття. Воно проявляє себе як більш стійке при високих атмосферних температурах до утворення слідів колійності, розтріскування та руйнування, а також спостерігається зменшення шуму від взаємодії коліс з асфальтобетонним покриттям на основі модифікованого бітуму.

Відповідно до акту весняного обстеження за даними zhitomir.info дорожнє покриття на 409 вулицях та провулках Житомира є незадовільним. Загальна площа доріг, де необхідно провести ремонт складає 735,8 тис. м², зокрема: капітальний – на 530,7 тис. м² і поточний – на 205,1 тис. м². Всього ж у Житомирі – 3 млн. м² доріг. Тобто, згідно з актом, чверть доріг потребують поточного або ж капітального ремонту. Для будівництва одного кілометра дороги необхідно використати близько 2000 автомобільних покришок, приблизна вага яких складає 30 000 кг. З цієї кількості сировини при використанні механічної технології переробки, з певним наближенням, можна отримати 22500 кг. гумової крихти потрібної фракції, що в перерахунку визначає її потребу в дорожньому будівництві на капітальний і поточний ремонт - 268 666,875 і 103 831,875 тон відповідно, що в загальному складає 372 498,75 тон.

Аналіз можливих накопичень річних об'ємів зношених автомобільних шин у Житомирській області на основі кількості зареєстрованих транспортних засобів показує, що їх маса, з певним наближенням, складає 8000 тон/рік, з яких 6000 тон - це гума, 1500 тон - металокорд і 500 тон - текстильний корд, які можна використати в подальшій переробці. Технологія дорожнього будівництва на основі використання гумової крихти, підвищує в'язкість та теплостійкість бітумів, надає їм еластичності, поліпшує низькотемпературну поведінку та зменшує темпи старіння в'язучих складових, що в свою чергу значно покращує якість асфальтобетону. На основі порівняння основних характеристик дорожнього покриття з додаванням гумової крихти та без неї встановлено доцільність модифікації бітумів та дорожньо-будівельних сумішей (зношених шин).

Впровадження запропонованої концепції дозволить значно підвищити ефективність дорожнього будівництва, розширити сировинні ресурси, з одночасним поступовим розв'язанням проблеми утилізації та накопичення зношених автомобільних шин, яка може бути успішно вирішена, якщо цього вимагає розв'язання іншої, більш гострої проблеми, незважаючи на значні технологічні затрати утилізації. Для цього спочатку слід налагодити систему збору зношених автомобільних шин для попередження неорганізованого їх накопичення в пунктах станцій шино-монтажу та приватних власників автомобілів, що на перспективу значно покращить екологічну ситуацію. Для успішності заходу організації збору використаних шин є необхідність постійного державного контролю і віднесення даних задач до важливих, першочергових, державних, значимих.

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Кравчук О.О., студ., V курс, гр. ЗААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет "Житомирська політехніка"

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ МІСЬКИХ ДОРІГ ЗА ЗАСОБАМИ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Проблема безпеки дорожнього руху (БДР) – надзвичайно актуальна у нашій країні із-за значних втрат людських життів на дорогах від дорожньо-транспортних пригод (ДТП). В Україні вона є більш гострою ніж в Європі та світі. Зростаюча кількість аварій є результатом відсутності протягом багатьох років комплексної системної роботи, спрямованої на попередження ДТП. Доведено, що концептуальною основою для підтримки безпеки автотранспорту та розвитку системи організації безпеки дорожнього руху (ОБДР) є системний підхід, що базується на статичному та динамічному напрямках. Перший закріплює нормативну базу системи безпеки, тобто трактує проблему як відхилення від деякого нормативу, що виходить за рамки допустимих значень. Другий підхід має безпосередній вплив на нормативну базу системи безпеки автотранспорту і проявляється в «поширенні вимог до безпеки всіх елементів системи ОБДР. В останні роки держава зробила перші важливі кроки для зміни цієї критичної ситуації – затвердження документів: «Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року»; «План заходів щодо реалізації Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху на період до 2020 року»; «Державна програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року», які повинні були б скоординувати роботи в напрямку підвищення безпеки дорожнього руху.

Проблеми ДТП в значній мірі є залежними та взаємопов'язаними з проблемами безпечності доріг. Складова «Дорога» в системі «Водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС) є важливим елементом, від якого залежить безпека дорожнього руху, що доведено багатьма науковцями. Вона визначає не тільки стан дорожнього покриття, але й засоби протиаварійної безпеки в дорожній інфраструктурі, що згідно закону України «Про автомобільні дороги» повинні контролюватись на відповідність нормативам.

Забезпечення вимог безпечності міської та позаміської дорожньої мережі важливо не тільки при здачі доріг в експлуатацію, але й на протязі всього періоду експлуатації. Окремі ділянки з часом можуть ставати небезпечними по причині їх зношеності, коли на дорожньому полотні з'являються вибоїни або виступаючі нерівності, які є перешкодами для руху, і терміново не усуваються як це вимагає стандарт. Разом з незадовільним станом дорожнього полотна відсутність дорожньої розмітки, втрата видимості для розпізнавання дорожніх знаків, стан дорожнього огороження та інше, може створювати значні незручності та небезпеку на дорозі. Вчасно попередити такі перешкоди можливо своєчасним аудитом стану засобів протиаварійної безпеки в дорожній інфраструктурі на відповідність вимогам нормативних документів.

В 2012 році Укравтопром було розроблено методіку проведення аудиторських перевірок БДР на стадії експлуатації автомобільних доріг загального призначення. Задачі аудиту полягають в оцінці потенційного ризику ДТП для всіх учасників дорожнього руху. Аудит безпеки дорожнього руху (АБДР) – це інспектування існуючої або споруджуваної ділянки дороги незалежними фахівцями. Дорожня інфраструктура повинна відповідати вимогам нормативів, які постійно удосконалюються на основі світового досвіду для розробки незалежних рейтингів безпеки.

Міжнародні програми оцінки доріг діють в багатьох країнах світу. Особлива увага в них приділяється проектним характеристикам, які здійснюють вплив на ДТП. Попередження імовірності виникнення ДТП та пом'якшення їх наслідків через оцінку засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху (ЗППЗДР) – важлива задача системи організації дорожнього руху. Найбільшого практичного застосування набули методи досліджень безпеки доріг, які враховують вплив умов руху транспортних потоків та дорожні умови. Аналіз публікацій за темою показують наявність імовірнісних методів оцінки безпеки дорожнього руху. Оцінювання полягає у з'ясуванні, на основі статистичних даних про ДТП, наскільки кожен елемент ЗППЗДР впливає на вірогідність виникнення ДТП в порівнянні з еталоном, який повністю відповідає нормативам.

Встановлено, що найчастіше зустрічаються такі недоліки ЗППЗДР: відсутність або неправильна установка дорожніх знаків та розмітки, відсутність огорожі, їх недостатня видимість. З імовірнісних методів найбільшого практичного застосування набув метод підсумкового коефіцієнта аварійності, визначеного за значеннями часткових коефіцієнтів.

Вище зазначалось про існування багатьох методик, які ґрунтуються на статистичних даних про кількість ДТП на тих або інших ділянках доріг для визначення їх аварійності, однак вони не можуть бути використані для дорожнього аудиту міст, тому що не враховують протиаварійні засоби дорожньої інфраструктури. В подальших дослідженнях ставиться задача вибору, удосконалення або розробки методіки, яка б враховувала стан засобів дорожньої інфраструктури в порівнянні з вимогами нормативних документів для міської мережі доріг.

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Лазюта В.М., магістрант, V курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ ВІДМОВ СТАРТЕРІВ І ГЕНЕРАТОРІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ НА СТО

Проблеми надійності машин є загально признаними і досліджувались багатьма науковцями в різних галузях та напрямках. Напрацювання до відмов різних складових автомобіля, як і будь якої машини, не однакові. Розглядаючи автомобіль як складну багатоелементну систему можемо стверджувати, що збільшення ресурсу найбільш слабого елемента цієї системи призводить до збільшення її загального ресурсу до відмови. При технічному обслуговуванні та ремонті автомобілів постановка задачі аналізу відмов того або іншого вузла чи агрегату автомобіля є важливим моментом для створення оптимального запасу запчастин і оперативного ремонту. Для цього слід орієнтуватись в середньому експлуатаційному напрацюванні запчастин до відмови, а також знати фактори впливу на зменшення їх ресурсу. Уточнення та формування запасу запчастин ремонтного підприємства має економічне спрямування для підвищення його рентабельності стартер і генератор є важливими агрегатами будь-якого автомобіля. Стартер-(англ. *starter* — «пусковик») — основний агрегат пускової системи двигуна, що забезпечує обертання колінчастого валу з пусковою частотою. При прокручуванні маховика двигуна стартер повинен подолати момент опору від сил тертя і компресії, а при його включенні - і момент інерції обертчастих частин двигуна. Складові параметри, які визначають крутний момент стартера, залежить від багатьох факторів: конструкції та об'єму двигуна, числа циліндрів двигуна, в'язкості масла, а також частоти обертання.

Стартер складається з: якоря, статора, щіткотримача з щітками, втулок, втягуючого реле, обгінної муфти (бендикс), вилки приводу, передньої та задньої кришки. Відомо, що основними несправностями стартера, які виникають під час його експлуатації можуть бути: пробуксовування обгінної муфти; зношення щіток і втулок; загорання колектора якоря; спрацювання або загорання контактної групи втягуючого реле; окислення корпусу стартера, що порушує електричний ланцюг. На працездатність стартера впливають такі фактори як: рівень зарядженості акумуляторної батареї, справність замка запалювання, надійність електричного контакту на силових проводах, відсутність підтікань і доступу води до місця встановлення стартера.

Автомобільний генератор - це пристрій, який забезпечує перетворення механічної енергії в електричну через ремінну передачу. Він служить для зарядки акумуляторної батареї та живлення всіх електричних агрегатів автомобіля. У сучасних транспортних засобах використовують синхронні трифазні генератори змінного струму. В них при змінній частоті обертання двигуна підтримується необхідний рівень напруги, який управляється реле-регулятором. Для того щоб генератор почав виробляти електричну енергію після запуску двигуна, слід подати напругу на його обмотку збудження. Даний процес відбувається після повороту ключа в замку запалювання. Струм, що подається в обмотку збудження, також управляється регулятором. Після запуску двигуна ротор генератора починає обертатися від приводного ремня через шків, а електромагнітне поле, яке створюється обмоткою збудження, індукуює в його силовій обмотці робочий струм. Автомобільний генератор складається з таких частин: ротора з полюсами, статора, діодного моста, реле-регулятора з щітками в складі, підшипників, шківів або обгінної муфти, передньої та задньої кришки корпусу. Відомі основні несправності генератора: шум при роботі; мала зарядка акумуляторної батареї, часто це 13.2-13.5 вольт, коли нормальна зарядка становить 14.0-14.5 вольт; відсутність зарядки взагалі, про що сигналізує лампа-індикатор на панелі приладів; збільшена напруга, яку виробляє генератор (14.6-18.5вольт). На працездатність і безвідмовність роботи генератора також впливає справність акумуляторної батареї, цілісність і справність силових проводів на автомобілі.

При обслуговуванні легкових автомобілів на станції технічного обслуговування нами ведуться роботи з аналізу статистики відмов стартерів і генераторів різних виробників, які встановлюються на автомобілях різних марок. Ця інформація є важливою не тільки для власника автомобіля, який обслуговується, а перш за все вона важлива для підвищення рейтингу самого підприємства з технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Коли ми можемо запропонувати споживачу наших послуг багатоваріантний ряд пропозицій для вибору тих або інших запчастин, уявно прогнозуючи їх роботу для конкретної марки автомобіля, то це діє переконливо на замовника, тому що він отримує уявлення про те, як може бути вирішена його проблема.

Виходячи з практичного досвіду довготривалих напрацювань та враховуючи наукові результати інших дослідників, для проведення оперативної діагностики окрім ресурсних задач поставлена задача вивчення проблем відмов стартерів і генераторів різних автомобілів та встановлення причин їх відмов на основі діагностичних признаков. Для власника автомобіля, який обслуговується, важливо почути обґрунтований найбільш раціональний варіант ремонту та з найбільшими подробицями, який надовго вирішить його проблему.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ

В настоящее время актуальным вопросом в каждом государстве является решение проблемы обеспечения экологической безопасности в свете интенсивного использования автомобильного транспорта. Процесс осуществления транспортной деятельности представляет одну из серьезных угроз экологической безопасности Республики Беларусь, а также иных стран на современном этапе развития общественных отношений. Особое внимание уделяют европейские государства (Австрия, Норвегия, Финляндия, Франция, Швеция, Эстония, и др.) вопросам уменьшения отрицательного воздействия транспортных средств на окружающую среду, в том числе электрификации автомобильного транспорта. В рамках постсоветского пространства автором проведены исследования, касающиеся экологической безопасности при использовании транспорта на основе сравнительно-правового метода [1]. Отметим, что в Украине избран путь увеличения использования электромобилей, и такой рост уже происходит: насчитывается более 27 тысяч «зеленых» авто, более 2 тысяч зарядных станций. Так, принимается решение, что «с целью сохранения окружающей среды, выполнения международных обязательств по уменьшению выбросов в атмосферу, улучшению экологического состояния в городах, а также уменьшения зависимости экономики от импорта нефти и нефтепродуктов, государство определяет своим приоритетом переход на электрический автомобильный транспорт до 1 января 2030 года» [2]. В Республике Беларусь таких автомобилей еще не много: около 360 [3].

Автомобильный транспорт, не относящийся к экологичным видам, причиняет наибольшую опасность для окружающей среды среди других видов транспорта и среди иных видов промышленной деятельности, поскольку его воздействие осуществляется как путем выбросов вредных веществ, парниковых газов (двуокись углерода, метан и окислы азота, озон, фреон и другие), загрязняющих атмосферный воздух, земельные, водные ресурсы, так и вследствие шума, вибрации, электромагнитного излучения, в совокупности оказывающих негативное влияние на здоровье человека. С учетом высокой токсичности такого вида транспорта его вредное влияние оказывается не только на атмосферный воздух, но и на иные природные объекты (загрязняются почвы, водные ресурсы). В частности, происходит изъятие земельных ресурсов для парковочных мест, строительства дорог, деградация почв, загрязнение водных объектов, причинение вреда растительному миру, лесным ресурсам, а такие действия влекут за собой сокращение площадей земель и лесов, уменьшение территорий за счет расширения автомобильных дорог, увеличения парковочных мест, образование производственных отходов, исчезновения объектов растительного мира и уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур.

В Государственной программе по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2017–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь 18 сентября 2017 г. № 699 указано, что «снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду имеет большое социальное значение в условиях усиления внимания общества к обеспечению экологических прав человека». В ст. 5 Закона Республики Беларусь от 14 августа 2007 г. № 278-З «Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках» закреплено, что охрана окружающей среды при выполнении автомобильных перевозок выступает в качестве одного из направлений государственного регулирования и управления в области автомобильного транспорта и автомобильных перевозок. В ст. 35 Закона Республики Беларусь от 2 декабря 1994 г. № 3434-ХП «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности» закреплено, что при осуществлении дорожной деятельности юридические и физические лица обязаны соблюдать законодательство об охране окружающей среды, а также выполнять предусмотренные им природоохранные мероприятия. Дорожная деятельность, связанная с развитием (возведением, реконструкцией) автомобильных дорог, осуществляется по проектной документации, имеющей положительные заключения государственных экспертиз. В ст. 38 вышеназванного Закона устанавливается запрет на загрязнение окружающей среды при пользовании автомобильными дорогами и придорожными полосами. Полагаем, что дорожное строительство, в том числе проектирование дорог, должно быть более экологически содержательным, а положения об экологической безопасности занимать одно из ведущих мест в законодательстве, где следует установить требования к охране земель, почв, лесов, растительного мира, водных ресурсов.

Вместе с тем в Республике Беларусь предпринимаются шаги к электрификации автомобильного транспорта. 10 июля 2018 г. № 273 издан Указ Президента Республики Беларусь «О стимулировании использования электромобилей», предусматривающий разрешение на допуск к участию в дорожном движении электромобилей без взимания пошлины, а также освобождение от налога на добавленную стоимость при ввозе на территорию нашего государства зарядных устройств, не производимых в Республике Беларусь. 12 марта 2020 г. подписан новый Указ Президента Республики Беларусь, где установлен ряд мер, стимулирующих приобретение электрокаров, создание зарядной инфраструктуры. Так, владельцы электромобилей освобождаются от уплаты

пошлин и налогов, что были закреплены ранее действующим Указом 2018 г., предусматривается возможность вернуть уплаченную при приобретении электромобиля сумму налога на добавленную стоимость в пределах 500 базовых величин [4]. Как нам представляется, документ содержит довольно значимые меры для развития электротранспорта, однако, чтобы экономическое стимулирование соответствовало реальным потребностям времени, данные меры должны найти отражение в экологическом законодательстве с установлением действующего механизма их функционирования, поскольку очевидна востребованность нового законодательного подхода по экологизации требований к мобильным источникам. Кроме того, в Республике Беларусь на основании Указа Президента от 19 мая 2019 г. № 175 «О страховании» изменен подход к страхованию электромобилей и гибридных транспортных средств: снижены размеры базовых страховых взносов.

В проекте изменений в Закон Республики Беларусь «О дорожном движении» предлагается закрепить в качестве принципа организации дорожного движения обеспечение экологической безопасности [5]. Вместе с тем, на наш взгляд, необходим не только сам принцип, но и комплекс системных направлений реализации данного принципа в законодательстве о дорожном движении.

Одной из значимых мер механизма экологической безопасности следует назвать контроль за соблюдением эколого-правовых требований, касающихся снижения выбросов вредных веществ в процессе транспортной деятельности. Объясняется это тем, что непосредственно выбросы выхлопных газов, утечки химических соединений причиняют вред окружающей среде, природным ресурсам и влияют на состояние защищенности граждан. Государственный контроль в области обеспечения экологической безопасности транспортной деятельности предлагаем понимать, как систему мер, направленных на обеспечение соблюдения требований экологической безопасности юридическими лицами и гражданами в процессе реализации основных направлений транспортной политики государства.

Таким образом, транспортная политика с учетом обеспечения экологической безопасности имеет чрезвычайно важное значение в условиях развития мировой торговли. Для этого следует акцентировать внимание на выработку и реализацию эколого-правовой политики в области эксплуатации автомобильного транспорта, дорожного движения, включая развитие общественного транспорта и электромобилей, а также создание контролирующих органов по вопросам обеспечения экологической безопасности. Полагаем, целесообразно установить правовые основы экологического баланса (равновесия), предназначение которого представляется в том, чтобы правовыми средствами обеспечить функционирование автомобильного транспорта при минимальном его воздействии на окружающую среду и обеспечение экологической безопасности. Кроме того, необходимы концептуальные направления совершенствования белорусского законодательства при использовании автомобильного транспорта в целях обеспечения защищенности окружающей среды и прав граждан, включая меры стимулирования, ответственности, повышения культуры владельцев транспортных средств.

Список использованной литературы:

1. Хотько, О.А. Обеспечение экологической безопасности транспортной деятельности в Республике Беларусь и Украине: сравнительно-правовой анализ / О.А. Хотько // Сучасні тенденції розбудови правової держави в Україні та світі : зб. наук. ст. за матеріалами V Міжнар. наук.-практ. конф. (Житомир, 19 травня 2018 р.) / Житомир. нац. агроеколог. ун-т. – Житомир: Видавець О.О. Эвенюк, 2018. – С. 451–454.
2. Украина перейдет полностью на электромобили за 10 лет [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.rbc.ua/rus/styler/kosnetsya-kazhdogo-detali-nashumevshego-zakona-1576408865.html>. – Дата доступа: 17.04.2020.
3. Стало известно, сколько в Беларуси электромобилей [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://news.mail.ru/society/39143738/?frommail=1>. – Дата доступа: 18.04.2020.
4. О стимулировании использования электромобилей : Указ Президента Респ. Беларусь, 12 марта 2020 г. № 92 // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
5. Об изменении Закона Республики Беларусь «О дорожном движении» от 5 янв. 2008 г., № 313-З: проект Закона Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3941&p0=2018044001>. – Дата доступа: 12.04.2020.

Худяков І.В., ст. викладач
 Грицук І.В., д.т.н., проф.
 Черненко В.В., ст. викладач
 Погорлецький Д.С., ст. викладач
 Манжелей В.С., ст. викладач
 Херсонська державна морська академія,
 Симоненко Р.В., к.т.н., доц.
 Національний транспортний університет

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГРАФІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

В ХДМА, НТУ і ХНАДУ проводяться роботи щодо подальшого розвитку інформаційних програмних комплексів моніторингу транспорту для дослідження можливості дистанційного отримання інформації про параметри експлуатації ТЗ в умовах ITS.

Процес формування та аналізу графів інформаційних структур моделі системи «Система управління безпекою експлуатації і працездатності засобів транспорту» («Motor Vehicle Safety and Performance Management» (в подальшому - MVSPM)) включає в себе [1, 2, 3, 4] наступні взаємопов'язані операції: побудову множин структурних елементів на основі моделі предметної області системи; формування матриці семантичної суміжності на множині структурних елементів, побудову орієнтованого графу його інформаційної структури [5, 6]; формування матриці семантичної досяжності на множині структурних елементів [5]; визначення інформаційних і групових елементів структурних множин; упорядкування груп структурних елементів за рівнями ієрархії, виділення і формування множині ключів і атрибутів в групах даних підсистем; побудова канонічних моделей підсистем баз даних системи.

Визначення множини структурних елементів системи моніторингу технічного стану ТЗ виконувалось наступним чином: до елементів множини об'єктів автоматизації (О) (табл. 1), додавали елементи множин інформаційних елементів об'єктів автоматизації (V) (табл. 2) і відповідним чином індексували їх. У результаті отримали множину елементів для системи моніторингу технічного стану ТЗ з встановленим тахографом:

Таблиця 1

Об'єкти автоматизації тахографу встановленого на транспортному засобі

| № | Позначен. | Найменування |
|---|-----------|--|
| 1 | $O_{2.1}$ | Блок збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ |
| 2 | $O_{2.2}$ | Блок збирання і передачі інформації про стан ТЗ |
| 3 | $O_{2.3}$ | Блок збирання і передачі інформації про час роботи ТЗ |
| 4 | $O_{2.4}$ | Блок збирання і передачі інформації про швидкість ТЗ |
| 5 | $O_{2.5}$ | Блок збирання і передачі інформації про стан причепа (додатковасе обладнання) ТЗ |

Таблиця 2

Основні інформаційні елементи об'єктів автоматизації ТЗ з встановленим тахографом

| № | Позначен. | Найменування |
|----|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 80 | v_{80} | Ідентифікація водія. |
| 81 | v_{81} | Ідентифікаційний номер карти і країни. |
| 82 | v_{82} | Ідентифікаційний номер автомобіля, VIN, VRN/ |
| 83 | v_{83} | Країна реєстрації та реєстраційний номер автомобіля (VRN). |
| 84 | v_{84} | Ідентифікація тахографа. |
| 85 | v_{85} | Ідентифікація одометра. |
| 86 | v_{86} | Діапазон обертів двигуна і тривалість. |
| 87 | v_{87} | Останній контроль, якому піддавався водій. |
| 88 | v_{88} | Зведення про діяльність за день, відомості про початок і закінчення (час, місце розташування і одометр). |

Закінчення табл. 2

| 1 | 2 | 3 |
|----|----------|---|
| 89 | v_{89} | Види діяльності із зазначенням часу початку і закінчення. |
| 90 | v_{90} | Дата і час останнього контролю перевищення швидкості. Дата і час першого перевищення швидкості і кількість перевищень швидкості. |
| 91 | v_{91} | П'ять найбільш серйозних перевищень швидкості за останні 365 днів. Дата, час і тривалість. Максимальна і середня швидкість. |
| 92 | v_{92} | Найбільш серйозні перевищення швидкості за останні десять днів. Дата, час і тривалість. Максимальна і середня швидкість. |
| 93 | v_{93} | Зміни стану задніх роз'ємів D1 / D2 і їх тривалість. |
| 94 | v_{94} | Час збирання інформації |

Елементи множини представлені на рис. 1 в табл.2. Складена [1, 2] для множин структурних елементів моделі системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ матриця семантичної суміжності $B = \|b_{ij}\|$, тобто квадратна бінарна матриця проіндексована за обома осями множини структурних елементів D , має вигляд (1)

$$B = \begin{pmatrix} 000000000000000010000 \\ 000000000000000010000 \\ 000000000000000010000 \\ 000000000000000010000 \\ 000000000000000010000 \\ 000000000000000010000 \\ 00000000000000001000 \\ 0000000000000000100 \\ 0000000000000000100 \\ 0000000000000000100 \\ 000000000000000010 \\ 000000000000000010 \\ 000000000000000010 \\ 000000000000000010 \\ 000000000000000001 \\ 000000000000000011111 \\ 0000000000000000000 \\ 0000000000000000000 \\ 0000000000000000000 \\ 0000000000000000000 \\ 0000000000000000000 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Матриці семантичної суміжності B ставиться у відповідності до графу інформаційної структури $G(D, U)$, множинами вершин якого є структурні елементи множин D , а дуги (d_i, d_j) відповідають запису $b_{ij} = 1$, в матриці B . Дуги організованого графа (орграфа) G відображають наявність або відсутність семантичної зв'язності між їх структурними елементами. Зображення орієнтованого орграфа G показано на рис. 1

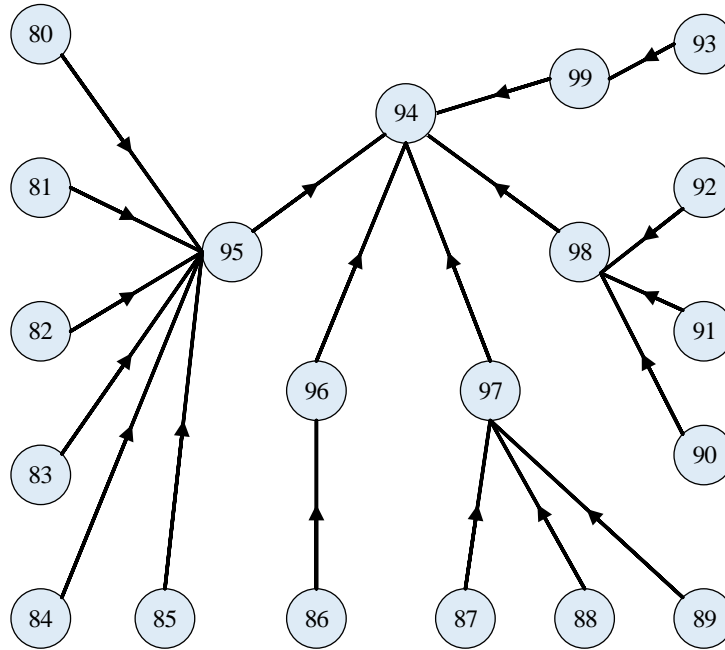


Рис. 1. Орграф G інформаційної структури моделі системи дистанційного моніторингу параметрів технічного стану водія і ТЗ з встановленим тахографом

Для предметної області інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з встановленим тахографом визначили існуючий загальний інформаційний елемент для всіх п'яти інформаційних груп. Цей елемент «Час збирання інформації» - v_{94} , який є ключовими з причини семантичної залежності одержуваних даних моніторингу параметрів технічного стану ТЗ від часу збирання інформації. Таким чином, з урахуванням особливостей побудови, розроблена інформаційна система моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, має множину ключів:

$$W_{2,1} = \{v_{94}\} \quad (2)$$

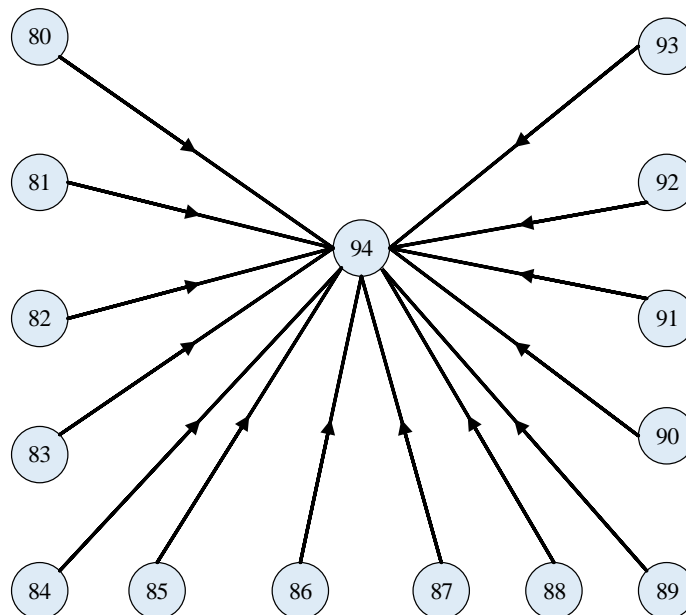


Рис. 2. Орграф G канонічної структури моделі підсистеми моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з встановленим тахографом

Висновки. Приведений до канонічної структури оргграф системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ з встановленим тахографом показаний на рис. 2.

Побудована реляційна модель [1, 2] системи моніторингу на основі канонічної структури бази даних [7] і положень [1,2], відповідно до множини допустимих значень основних параметрів технічного стану ТЗ. Таким чином отриманої в результаті проведеного аналізу інформації достатньо для створення системи управління бази даних реляційного типу [5, 6], в тому числі і в компонентах ІПК «MVSPM».

Список використаної літератури:

1. Атрощенко В.А. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2010. - 192 с.
2. Махаммад М.Д. Разработка информационной системы для дизельных электростанций с возможностями прогноза их технического состояния: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.01 / Махаммад Мааз Джасем Махаммад; ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар, 2009. – 23 с.
3. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А. // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398с.
4. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н.Я.Говорущенко. Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.
5. Берж К. Теория графов и ее применения / К. Берж. – М. : Иностранная литература, 1962. – 319 с.
6. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари ; пер. с англ. – М. : Мир, 1973. –301 с.
7. Диго С.М. Базы данных. Проектирование и создание: Учебно-методический комплекс. – М.: Изд. центр ЕАОИ. 2008. – 171 с.

Чуйко С.П., викладач
Ткаченко Г.М., викладач
Житомирський автомобільно-дорожній коледж
Національного транспортного університету

ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ САЛОНА МІСЬКОГО АВТОБУСА В УМОВАХ ЛІТНЬОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Підтримання необхідного мікроклімату в салоні міського автобуса під час його літньої експлуатації повинні забезпечувати системи бортової вентиляції та кондиціонування. Все більше автобусів оснащені мобільними системами кондиціонування: майже 70 відсотків нових міських автобусів у Німеччині є кондиціонованими.

В Україні активно вводяться в експлуатацію і успішно функціонують сучасні міські автобуси з кондиціонером. Це свідчить, що тепловий комфорт в салонах громадського транспорту набуває все більшого значення для підвищення його привабливості користувачами послуг.

Належний мікроклімат в салоні міського маршрутного автобуса у літній період забезпечується підтриманням оптимального температурного режиму, який залежить від ефективності роботи кліматичної установки та інших факторів.

Зміна умов експлуатації надає значний вплив на параметри роботи автобуса, техніко - експлуатаційні і техніко - економічні показники, потужність двигуна внутрішнього згорання, витрата палива, швидкість руху і т.і.

Стосовно до пасажирського транспорту всі ці задачі необхідно вирішувати одночасно. Разом з тим, зробити це досить складно, так як сама природа формування ефективності, якості і безпеки перевізного процесу носить суперечливий характер. При підвищенні ефективності перевізного процесу найчастіше знижується якість транспортних послуг для населення і навпаки, при підвищенні якості, ефективність перевізного процесу різко знижується по причині зростання витрат. Безпека транспортного процесу в свою чергу, також є обмежувачем по відношенню ефективності і грає суперечливу роль по відношенню до якості транспортного обслуговування автобусами.

Проблема підтримання та нормування мікроклімату в салоні автобуса досить специфічна в зв'язку з тим, що локація пасажирів розгалужена від впливу ряду факторів, а також залежить від пасажироприсутності та тривалості простою на зупинках з відкритими дверима, різновікового складу пасажирів, їх індивідуальне сприйняття та чутливість комфорту.

Рух автобуса по маршруту супроводжується частими зупинками для висадки-посадки пасажирів, що призводить до відкриття дверей, при яких здійснюється обмін повітря між зовнішнім середовищем та салоном автобуса. Такий повітрообмін ставить додаткові навантаження на систему кондиціонування і впливає на тепловий комфорт пасажирів.

Теплові витрати салону міського автобуса в основному залежать від різниці температури в салоні автобуса і навколишнього середовища (чим різниця більша, тим витрати більші).

Тиск повітря в салоні пасажирського автобуса, в якому працює кондиціонер, дещо вищий за тиск атмосферного повітря за межами автобуса. Тиск безперервно змінюється в залежності від напрямку та швидкості вітру, різниці температур зовнішнього та внутрішнього повітря. Незмінним залишається те, що працюючий кондиціонер безперервно нагнітає повітря і утворює при цьому надлишковий тиск порівняно з атмосферним. Величина такого тиску знаходиться в межах 5...10 Па. При таких умовах через відкриті двері салону автобуса на зупинках повітря в основному буде витискатись за межі автобуса.

Варіація повітряного розподілу, при відкритих дверях на зупинці свідчить, що повітря, яке знаходиться в кондиціонованому салоні, має нижче температурне значення і при відкритті дверей виходить із салону нижньою частиною прорізу. Верхньою частиною дверного проїму, відповідно, заходить більш тепле повітря зовнішнього середовища.

При відкритих дверях середня температура в салоні автобуса має тенденцію до збільшення. Це означає, що чим довше автобус буде стояти на зупинці з відкритими дверима, тим більше вірогідності надходження зайвого тепла в салон при більшій зовнішній температурі. Відповідно, щоб компенсувати температурний клімат, компресор кондиціонера має працювати на підвищеній потужності і більш тривалий час.

Експериментально підтверджено ефективність підтримання температурних режимів в салоні автобуса, при нетривалих простоях на зупиночних пунктах, де відсутній фактор «простій в очікуванні», що дозволяє відновити втрачений тепловий комфорт за більш короткий термін. Тривалість і режим роботи компресора кондиціонера напряму пов'язані з витратою палива силовим агрегатом.

Шльончак І.А., к.т.н., доц.,
доц. кафедри автомобілів
та технологій їх експлуатації
Черкаський державний технологічний університет

ВПЛИВ СИЛИ СТРУМУ, ЩО ПРОХОДИТЬ ЧЕРЕЗ ЕЛЕКТРОЛІТ, НА ОБ'ЄМНИЙ ВИХІД ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ

У наш час і найближчому майбутньому двигуни внутрішнього згоряння (зокрема дизелі) вважатимуться одними із основних забруднювачів навколишнього середовища та споживачів палив нафтового походження. Одним із основних недоліків, наприклад, дизелів є те, що в режимах малих навантажень і холостого ходу погіршуються їх екологічні показники. Таким чином це становить значну загрозу для здоров'я людей. Постійне збільшення кількості автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння, зменшення світових запасів нафти зумовлює необхідність пошуку та впровадження енергозберігаючих технологій і використання альтернативних палив. Одним із напрямів зниження рівня шкідливих речовин, що легко впровадити в умовах експлуатації, є інтенсифікація процесу згоряння в двигунах використанням активуючих добавок. До таких добавок належить водень або речовини, які містять його в своєму складі.

Для інтенсифікації процесу згоряння дизеля китайського виробництва моделі Dong Feng було розроблено та виготовлено спеціальний пристрій. Останній дозволяє виробляти та подавати водневмісний газ до свіжого заряду повітря двигуна. За робочу рідину в пристрої було використано електроліт – 5% розчин каустичної соди в дистильованій воді. Для проведення досліджень обирались різні величини сили струму, що проходив через робочий розчин пристрою. Було прийнято рішення значення сили струму взяти від 2 до 9 А. В таблиці 1 наведена продуктивність електролізера в результаті проведених досліджень з 5% розчином NaOH.

Таблиця 1

Продуктивність електролізера в залежності від сили струму

| Параметр | Сила струму, А | | | | |
|-----------------------|----------------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 |
| Продуктивність, л/год | 8,82 | 12,6 | 17,6 | 27,1 | 27,9 |

Для кращої візуалізації проведених досліджень продуктивності електролізера в залежності від сили струму було побудовано графік, зображений на рисунку 1.

По осі абсцис показана сила струму I_5 в А, по осі ординат зазначається продуктивність P_5 електролізера в л/год.

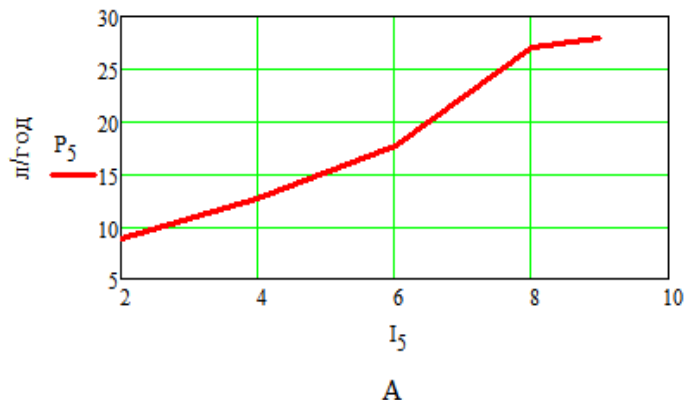


Рис. 1. Графік продуктивності електролізера в залежності від сили струму

Отримані дані дозволяють стверджувати, що при збільшенні силу струму продуктивність електролізера збільшується. Експериментально було визначено, що при силі струму 2 А спостерігається мінімальний вихід водневмісного газу, який становить 8,82 л/год. При досягненні максимально можливої сили струму (9 А) продуктивність електролізера сягає значення 27,9 л/год.

Отже, в результаті проведених досліджень була встановлена мінімально та максимально можлива продуктивність розробленого пристрою в залежності від сили струму, що проходить через його робочий розчин. Це дало можливість контролювати об'ємний вихід водневмісного газу при його застосуванні у дизелях.

Шумляківський В.П., к.т.н., доц.
Барицька Д.В., студ., IV курс, гр. ТРТ-2, ФКІТМР
Яворський В.А., магістрант, I курс, гр. ЗАГ-19м, ФКІТМР
Державний університет "Житомирська політехніка"

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІТС ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ В МІСТІ ЖИТОМИР

Останнім часом в галузі міських автотранспортних пасажирських перевезень виникають все нові проблеми пов'язані з організацією пасажирських перевезень та застарілою транспортною мережею. Однією із причин є недостатнє використання інформаційно-комунікаційних технологій у сфері пасажирських перевезень автомобільним транспортом. Крім цього відсутність узгодженості між перевізниками пасажирів автомобільним транспортом може створювати конкурентну боротьбу за ринок надання транспортних послуг, простежується тенденція недотримання схем та графіків руху автобусів. Нагальним у сфері діяльності житомирського міського громадського транспорту є необхідність вирішення наступних питань:

- підвищення ефективності та якості надання муніципальних транспортних послуг;
- підвищення безпеки руху автотранспортних засобів;
- розвиток транспортного комплексу як інноваційної інфраструктури міста.

Протягом січня-березня 2019 року нами було проведено дослідження руху громадського транспорту в місті, зокрема, маршрутних автобусів №4 та №110, тролейбуса №4, які мають спільну ділянку маршруту по вул. Покровській з використанням програми «Dozor», системи відеоспостереження «Безпечне місто».

Дослідження показали недотримання графіків руху як автобусами, так і тролейбусами, що призводило до нераціонального використання пасажиромісткості транспортних засобів, збільшення часу очікування пасажирами на зупинках, недотримання інтервалів руху між машинами як всередині одного маршруту так і з різних маршрутів. Розклад руху автобусів на жаль не є адаптованим до потреб пасажирів. Причиною такого становища були як ускладнення дорожнього руху, так і відсутність оперативного управління перевізним процесом.

Дослідження системи громадського транспорту міста Житомира виявили наступне:

- невідповідність якості наданих послуг, у зв'язку з високою завантаженістю автобусів загального користування в ранкові та вечірні години «пік»;
- нерівномірність охоплення пасажиропотоків регулярним транспортним сполученням щодо різних районів міста;
- відсутність інформації про фактичний обсяг наданих послуг в транспортній сфері, в тому числі і для пільгових категорій громадян;
- недостатній контроль за графіком руху та дотримання перевізниками схем руху автобусів;
- відсутність інформації у населення про розклад роботи більшої частини маршрутних автобусів;
- інформація за електронними платежами, зчитується з валідаторів в основному по прибуттю на диспетчерський пункт і не може бути використана для оперативного управління пасажироперевезеннями.

Більшість із зазначеного можна вирішити покращенням надання інформації та більш широкому впровадженню сучасних технологій ІТС, зокрема впровадження системи моніторингу та управління міськими пасажирськими перевезеннями на території м. Житомир, включаючи систему обліку пасажиропотоків і обов'язковим відстеження дотримання графіків руху. Також існує необхідність у створенні диспетчерського навігаційно-програмного апаратного комплексу на базі управління транспорту і зв'язку Житомирської міської ради для здійснення контролю за дотриманням перевізниками умов договору на перевезення пасажирів.

Транспортна система м. Житомира потребує створення та впровадження системи інформування пасажирів через мережу Інтернет, системи моніторингу перевезення пільгової категорії громадян на всіх без виключення міських автобусних маршрутах, оснащення транспортних засобів загального користування бортовим навігаційно-зв'язковим обладнанням. Впровадженням супутникового моніторингу вирішується завдання транспортної логістики в системах управління перевезеннями і автоматизованих системах управління автопарком, де система GPS визначає місце розташування транспортних засобів на маршруті. Слід використовувати обидва варіанти моніторингу: online – з дистанційною передачею координатної інформації для оперативного управління транспортним процесом, відстеження інформації про кількість людей на зупинках громадського транспорту, які очікують перевезень та offline – інформація зчитується по прибуттю на диспетчерський пункт для оптимізації узгодженого розкладу руху всіх одиниць громадського транспорту, що працюють на спільній ділянці маршруту.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Автомобільний транспорт в містах на сьогодні відіграє важливу роль в забезпеченні мобільності населення, доставці вантажів та забезпеченні сталого економічного розвитку регіону. Проблеми виникають тоді, коли сукупне перебування транспортних засобів (ТЗ) на вулично-дорожній мережі (ВДМ) створює, особливо в районах старої забудови міста, затори перед перехрестями та на прогонах між ними, збільшується загазованість повітряного басейну відпрацьованими газами і продуктами зношування шин, електромагнітні випромінювання, підвищені шумові навантаження і ризики скоєння ДТП.

Актуальні дослідження починалось з моніторингу інтенсивності руху транспорту на магістральних перехрестях за допомогою системи відеоспостереження «Безпечне місто», яка встановлена в місті Житомирі. В науково-дослідній лабораторії кафедри автомобілів і транспортних технологій державного університету «Житомирська політехніка» було проведено аналіз транспортних потоків за архівними даними відеоспостереження. Треба зауважити, що для моніторингу дорожнього руху в містах Європи застосовуються різноманітні автономні детектори та радары, які забезпечують автоматичний збір даних про окремі характеристики ТП.

Спостереження руху ТЗ проводилось на перехрестях протягом одного дня з розподілом на 20-хвилинні інтервали. Пікові інтенсивності ТП визначались шляхом 2-х годинного дослідження вранці і у другій половині дня (7⁰⁰ - 9⁰⁰, 16⁰⁰ - 18⁰⁰). Підрахунок був проведений на кожному підході до перехрестя окремо за напрямками (прямолінійний рух, праві повороти та ліві повороти) з одночасною фіксацією розподілу АТЗ за видами (типами). При визначенні інтенсивності та складу транспортного потоку використовувались фізичні (натуральні) та приведені одиниці за результатами візуального обліку руху відповідно до вимог ДСТУ 8824:2019 «Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку».

Отримані результати дають змогу обґрунтувати тривалості світлофорних циклів за критеріями: мінімізація затримок руху транспортних засобів перед перехрестям, зменшення довжини черги, потік насичення, екологічні показники та рівень безпеки проїзду регульованого перехрестя.

У процесі оптимізації роботи регульованих перехресть для моделювання дорожнього руху транспорту та пішоходів використовувалось програмне середовище PTV Vissim. PTV Vissim це інструмент для імітаційного моделювання, який дозволяє оцінити транспортну ситуацію на ділянках доріг. Після того як в програмному середовищі PTV Vissim була побудована потрібна нам дорожня мережа з урахуванням ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів», були задані дослідні показники інтенсивності дорожнього руху.

Результатом імітаційного моделювання у середовищі Vissim була анімація руху з подальшим визначенням різних параметрів, таких як розподіл тривалості руху за напрямками, довжини черги та час очікування перед світлофорним об'єктом (СО). Статистика ДТП, які відбувались на регульованому перехресті вулиць Великої Бердичівської, Льва Толстого та Жуйка доводила необхідність зміни організації дорожнього руху. В початковому варіанті була досліджена класична схема керування з коригуванням тривалості фаз в циклах сигналів СО, при цьому спостерігались складнощі з виконанням ТЗ поворотів ліворуч за всіма напрямками, особливо в напрямку вулиці Великої Бердичівської. Зменшення кількості критичних точок можливого зіткнення ТЗ можливо було досягти переходом до трьохфазного режиму світлофорного регулювання. Такий підхід забезпечив фактично безперешкодний проїзд ТЗ за окремою фазою СО з вулиць Льва Толстого та Жуйка, але збільшив довжину черг на під'їздах до перехрестя і призвів до утворення заторів в години «пік». Вирішувалась задача за рахунок керування тривалості фаз СО досягнути зменшення затримок руху ТЗ. Після оптимізації фаз, зменшилась довжина черги перед перехрестям за напрямками основних ТП, але збільшилась затримка при виконанні поворотів з вулиці Великої Бердичівської, в тому числі через тривалість дозвольного сигналу для пішоходів, а також через нерівномірність прибуття ТЗ різного типу до перехрестя.

Подальше підвищення ефективності управління рухом транспорту на регульованому перехресті вимагало впровадження систем адаптованого керування з встановленням детекторів ТП.

Висновок. Поєднавши отримання вихідних даних з системи відеомоніторингу ВДМ і програмні засоби систем імітаційного моделювання можливо в короткий термін вирішити задачу підвищення ефективності роботи регульованих перехресть на магістральних дорогах міста, а також обґрунтувати доцільність впровадження систем адаптивного керування СО.

Шумляківський В.П., к.т.н., доц.
Масан А.О., студ., IV курс, гр. ТРТ-2, ФКІТМР
Ходаківський Є.В., магістрант, I курс, гр. ЗАГ-19м, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВПЛИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КВИТКА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА ЖИТОМИРА ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

Громадський транспорт є однією з найважливіших галузей життєдіяльності та функціонування міста. Від його комфорту та зручності залежить якість життя мешканців. Міський транспорт впливає на наше життя більше, ніж здається на перший погляд. Зручність громадського транспорту це, в першу чергу, його швидкість і доступність. Міський транспорт має вирішувати наступну задачу: люди повинні добиратися з однієї точки міста в іншу, роблячи найменшу кількість пересадок та очікувань.

Завдяки впровадженню в транспорті Житомира електронного квитка з'явилася можливість робити звіти, щодо переміщень пасажирів за допомогою громадського транспорту в режимі реального часу. Електронні квитки за допомогою валідаторів надають інформацію про час посадки пасажирів та їх геолокацію, на основі цих даних можна зробити базу даних з назвою зупинки, місцем посадки пасажирів та часом. Маючи ці дані, можна зробити висновки про пасажиропотоки, визначити «пікові години», час в який пасажирів найбільше мають потребу у громадському транспорті, оптимізувати склад транспортних засобів та графіки їх руху. Після впровадження диференційованої системи оплати за проїзд у громадському транспорті з'явилося багато проблем та нарікань пасажирів. У тролейбусах кондуктори вже вільно використовують валідатори та водії маршрутних автобусів не всі вміють ними користуватися, скаржаться на збільшення часу перебування на зупинці через електронну оплату проїзду пасажирів, але це питання досвіду і в найближчий час буде вирішено.

Нерідко можливо спостерігати різні ступені заповнення одиниць громадського транспорту, що рухаються значну частину маршруту в спільному напрямку, деякі навіть з перевищенням максимально допустимої кількості пасажирів, переважно в години «пік». Це найчастіше обумовлено тим, що пасажирів надають перевагу тільки прямим безпересадочним рейсам, і не обирають можливу поїздку з належним комфортом, але з пересадкою, через необхідність двічі сплачувати за транспортні послуги. Система електронних платежів відкриває можливість перейти від оплати разової поїздки до диференціальної оплати транспортної послуги за часом, наприклад за 20 хвилин або 40 хвилин з необмеженою кількістю пересадок. Така система оплати дозволить перерозподілити пасажирів між одиницями громадського транспорту, підвищити якість транспортного обслуговування, заохотити більшу кількість людей скористатись громадським транспортом.

Найбільша кількість нарікань на роботу громадського транспорту стосується недотримання графіку руху, відсутності маршруток у ранні та вечірні години, проблем з перевезенням пенсіонерів та інших пільговиків, небажання перевізників їздити на неприбуткових маршрутах, порушення правил дорожнього руху, правил посадки та висадки пасажирів. Основні причини виникнення перерахованих нарікань – безвідповідальність водіїв маршрутних таксі, які в години «пік» намагаються заробити максимальні кошти, влаштовуючи перегони з тролейбусами чи автобусами, а потім з'їжджають 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 дотримуючись чинного законодавства возять їх фактично задарма. З іншого, виконавчі органи місцевого самоврядування дивляться крізь пальці на недотримання правил перевезень пасажирів з боку водіїв, оскільки вищезгаданої компенсації дати не може.

Запровадження безготівкової оплати надає можливість якісно змінити систему міських пасажироперевезень наступним чином. Передбачається, що пасажир платитиме місту, а місто платитиме найнятому перевізнику. Замовник консолідує у себе гроші і сплачує перевізникам за якісно виконану ними транспортну роботу з дотриманням графіку руху, за кілометраж, а не за кількість перевезених пасажирів. Тоді перевізники будуть зацікавлені їхати за розкладом, а пасажирів будуть витрачати менше часу на подорожі, пересадки з одного транспорту на інший стануть короточасними. Добре виконана робота перевізниками, постійний онлайн контроль за виконанням рейсу та електроні

оплати допоможуть оптимізувати і в більшості випадків зменшити кількість задіяних одиниць транспорту та підвищити ефективність його експлуатації. Поїздки не за графіком або взагалі невіїзд на маршрут автобусів перевізників будуть оперативно відстеженні та каратись штрафами, скомпенсовані резервними одиницями муніципального транспорту. Таким чином, перехід на електронну оплату за транспортні послуги місту дозволить оптимізувати мережу пасажирського транспорту та кількість замовлених перевезень, підвищити ефективність її роботи.

Шумляківський В.П., к.т.н., доц.
Мацюк В.С., студ., V курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Умінський Р.Ф., студ., V курс, гр. ААГ-17м, ФКІТМР
Державний університет "Житомирська політехніка"

СПЕЦИФІКА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Гібридні автомобілі - необхідний перехідний етап автотранспорту від традиційних автомобілів до електромобілів. Тому попит на гібриди щороку неухильно зростає.

Для традиційних автомобілів (що працюють на ДВЗ) проблеми їх експлуатації та ремонту більш вирішені, але для гібридних та електричних є дуже актуальними. Їх технічне обслуговування та ремонт - необхідна умова експлуатації, яка вимагає розробки нових технологій і більш високої кваліфікації обслуговуючого технічного персоналу.

Проте в Україні інфраструктура, що необхідна для їх технічного обслуговування розвинена недостатньо. Для виправлення ситуації слід вивчити специфіку їх конструкції та розробити на її основі ефективні технології обслуговування і ремонту гібридних енергетичних силових установок (ГЕСУ). Також однією з першочергових задач є розробка вимог до обслуговуючого персоналу, кваліфікація якого повинна відповідати цим вимогам.

Наступним важливим моментом для цієї розробки є накопичення та обробка статистичних даних про відмови окремих вузлів і агрегатів даної системи.

Найбільш вразливе місце ГЕСУ є безпосередньо ДВЗ - 71% всіх відмов припадає на його системи. З них 50% - відмови системи запалювання, 16% - системи живлення, всього 5% від всіх відмов складає електронний блок управління двигуном з усіма своїми датчиками. Особливість цих відмов в тому, що вони призводять до непрацездатності всього. Своєчасне діагностування системи запалювання досить актуально, але проблема в тому, що діагностування систем ДВЗ можливо лише в режимі споживання потужності.

Зношення ДВЗ залежить не стільки від пробігу, скільки від правильної манери водіння, кваліфікації водія, нормальної роботи усіх елементів гібридної установки та правильності експлуатації автомобіля. Тому ресурс двигуна в кілометрах вимірювати не зовсім правильно, оскільки при дотриманні інструкцій з експлуатації працює він лише в помірних режимах.

Друге місце (20% відмов) після ДВЗ займає дільник потужності PSD. Причому система змащування трансмісії починає давати відмови однією з перших, починаючи вже з 25-50 тис. км пробігу. Ці відмови викликають лише перешкоди у його роботі, що призводить до невірної перерозподілу потужності від ДВЗ на провідні колеса і неправильний режим зарядки високовольтної батареї (ВВБ). Вплив створюють і відмови зубчастих механізмів трансмісії. Відмови в системі охолодження трансмісії призводять до непрацездатності всієї силової установки. Подальша експлуатація ГЕСУ, отже, і автомобіля, можлива лише при їх повному усуненні.

На третьому місці (6%) йдуть відмови електроніки ГЕСУ. Без їх усунення система гібридної установки непрацездатна. Відмови викликані в основному перегрівом силових транзисторних ключів інвертора і обмоток статора Мотор-генератора. Створення ефективної та надійної системи охолодження інвертора і обмоток статора мотор-генераторів повинна вирішити ці проблеми.

У ВВБ найменший відсоток відмов - 3%. Вихід з ладу акумуляторних блоків може бути викликаний несправністю PSD. При неправильному режимі зарядки ВВБ немінучі втрати її розрядної ємності, неприпустима ступінь розряду, вихід з ладу акумуляторних блоків. Недотримання інструкцій з експлуатації ВВБ також може призвести до її відмови. Дотримання інструкцій заводу-виготовлювача по підтриманню ВВБ в справному стані гарантує справну роботу ВВБ протягом усього терміну служби автомобіля.

Найдорожчі з агрегатів ГЕСУ - інвертор і ВВБ, на надійність і працездатність впливають неполадки в їх системах охолодження. Тому під час експлуатації та технічного обслуговування ГЕСУ їм слід приділяти особливу увагу, не експлуатувати ГЕСУ при несправній роботі систем охолодження.

Тільки при створенні професійних сервісних центрів з обслуговування та ремонту гібридних автомобілів можна буде розробити більш досконалі методи і засоби технічної діагностики та підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу. Експлуатація гібридних автомобілів потребує

фахівців автосервісу, які повинні розбиратися не тільки в електротехніці, а й в схемотехніці, електроніці, інформатики та обчислювальної техніки; вміти поводитися з контролерами, складати для них програми та прошивати ними мікропроцесорні системи автомобілів при вирішенні основних завдань автомобільного транспорту: підвищення його продуктивності, зниження собівартості перевезень, підвищення експлуатаційної та екологічної безпеки.