

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАНСПОРТНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

**МАТЕРІАЛИ
VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-
ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «НАУКОВО-
ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ
АВТОМОБІЛЬНОЇ
І ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНЬОЇ
ГАЛУЗЕЙ»**

14-16 червня 2022 року

УДК 656.13

НЗ4 Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей: матеріали VII міжнарод. наук.-прак. конф. (м. Луцьк, 14-16 черв. 2022 р.). Луцьк, 2022. – 184 с.

До збірника увійшли матеріали доповідей, подані учасниками Сьомої міжнародної науково-практичної конференції «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей» (14-16 червня 2022 року, кафедра автомобілів і транспортних технологій) до її Організаційного комітету. Тексти публікуються в авторській редакції. За науковий зміст і якість поданих матеріалів відповідають автори, а також (для студентів і аспірантів) наукові керівники.

Відповідальний за випуск: ОНИЩУК В.

© кафедра Автомобілів і транспортних технологій ЛНТУ, 2022
© Автори статей, 2022

ЗМІСТ	
<i>S. Tkachenko, O. Potyshniak, Ye. Poliakova, V. Tkachenko.</i> Practice of diploma design management	5
<i>В.І. Бодак, Н.Г. Куць, О.С.Дубицький, М.О. Мартинюк</i> Міжнародні вантажні перевезення на автомобільному транспорті	8
<i>Ю.І. Войчишин, Д.А. Роман.</i> Моделювання теплового комфорту міського автобуса РМV-методом	13
<i>В.П. Волков, І.В. Грицук, Т.В. Волкова.</i> Аналіз і сучасний стан втілення інформаційних технологій в технічну експлуатацію автомобілів	16
<i>І.В. Віштак, В.В. Федотова</i> Виробничі небезпеки та шкідливості на автотранспорті: організаційні аспекти	22
<i>М.О. Гандзюк</i> Особливості моделювання взаємодії ланок малотоннажного автопоїзди при розгоні	24
<i>Н.М. Защепкіна, Ю.О.Гаврилюк</i> Ремені безпеки	31
<i>А.А. Кашканов, О.В. Пальчевський.</i> Принципи та підходи у формуванні комплексу показників оцінювання ефективності функціонування транспортної системи міста	33
<i>В. Кишун.</i> Габаритно-ваговий контроль в русі та перевірка на дорогах.	36
<i>В.І. Котенко</i> Підвищення ефективності організації транспортного процесу доставки сільськогосподарської продукції	40
<i>С.І. Кривошапов.</i> Цифрова система корегування періодичності технічного обслуговування транспортних машин за витратою палива	43
<i>В.В. Кулешов, О.В. Мартич, Є.С. Шашко.</i> До питання удосконалення місцевої роботи прикордонного транспортного вузла в умовах інформатизації.	48
<i>Мастепан С.М.</i> Розробка системи показників і параметрів моніторингу кадрового забезпечення виробництва послуг автосервісу	52
<i>Мастепан С.М., Мастепан О.А. Пономаренко В.М.</i> Розробка методу управління матеріальними ресурсами на підприємствах автомобільного транспорту	56
<i>М.А. Мастепан, В.П. Кузьміна, В.М. Пономаренко</i> Система оцінки використання матеріальних ресурсів при виробництві транспортних та сервісних послуг.	60
<i>М. І. Музикін, Г. І. Нестеренко, А. В. Ващенко</i> Аналіз ДТП на автомобільному транспорті: причини та шляхи підвищення безпеки руху.	64
<i>В.М. Никончук, С.М. Пашкевич.</i> Розвиток ринку логістичних послуг в умовах воєнного часу	69
<i>І.О. Павлова, О.С.Дубицький</i> Використання системи холодного ланцюга у міжнародних перевезеннях квіткової продукції	72
<i>В.І. Павлюк, В.М. Дембіцький, Р.Р. Пилипчук, А.С. Трохимчук</i> Дослідження розподілу трудомісткості технічного обслуговування та ремонту автомобілів за видами робіт	76
<i>Р.М. Пастернак.</i> Неочевидні питання підготовки фахівців в галузі автомобільного транспорту	78
<i>М. А. Подригало, Ю. В. Тарасов, В. С. Шеїн, О. В. Касьяненко</i> Вплив параметрів аеродинамічного опору на енергоефективність автомобіля	80
<i>М.А. Подригало, М.П. Холодов, М.В. Байцур, Д.В. Абрамов</i> Принцип дії інерціодів не протирічить законам класичної механіки	84
<i>А.П. Полив'янчук, С.В. Цимбал, О.П. Антонюк, А.В. Дмитрієва</i> Дослідження точності компактних систем екологічної діагностики автомобільних дизелів – міні- та мікротунелів	86
<i>В.М. Поляков, Г.А. Філіпова, О.О. Разбойніков</i> Теоретичне дослідження динаміки руху автомобіля по нерівній дорозі	90
<i>С.І. Пустюльга, В.П. Самчук, В.Р. Самостян, В.М. Придюк</i> Вплив критеріїв ризиків транспортування небезпечних вантажів при виборі оптимальних маршрутів перевезення	94
<i>Е.Х. Рабінович, І.В. Грицук, В.О. Зуєв, М.Х. Буравцев, М.В. Володарець, В.Ю. Рижова.</i> Особливості оцінювання ухилу автомобільної дороги методом точок однакових швидкостей	98
<i>Р.М. Рогатинський, О.Л. Ляшук, Ів.Б. Гевко, Р.В. Хорошун, О.Б. Романюк</i> Модель руху автомобіля при перебудові смугами	103

Р.І. Розум, О.С. Шевчук, М.В. Буряк, П.Б. Прогній Підвищення екологічності ДВЗ за рахунок оптимізації їх робочих процесів	107
С.О. Романюк, В.В. Орлюк. Проект інноваційного розвитку автотранспортного підприємства	109
О.В. Рябушенко, Д.С. Шевцов. Дослідження зміни показників аварійності та смертності в ДТП в місті Харкові після зниження обмеження швидкості руху транспортних засобів	111
Д.В. Савенок, В.С. Кузьмін, В.М. Пономаренко Система нормування витрат палива при транспортних перевезеннях	116
В.Р. Самостян, В.П. Онищук Вплив середньої технічної швидкості та часу навантаження-розвантаження на виконання плану перевезень вантажів	120
В.П. Сахно, С.М. Шарай, І.С. Мурований, І.В. Човча До визначення стійкості руху триланкових автопоїздів	124
С.В. Селіщев Особливості застосування безпілотних літальних апаратів в транспортно-логістичній діяльності	127
І.М. Слатов Паливна економічність: історія, сьогодення та перспективи	129
Б.І. Сокіл, А.П. Сеник, М.Б. Сокіл, А.І. Андрухів Обґрунтування вибору силових параметрів адаптивної підвіски на базі плавності руху та керованості транспортних засобів	135
І.О. Таран, В.В. Литвин. Взаємозв'язок режиму руху міських автобусів і параметрів енергоефективності процесу перевезення пасажирів	141
Є.І. Тхорук, В.В. Кисіль Динаміка процесу зіткнення транспортних засобів та наїзду на перешкоду	147
С.М. Устінцев, М.С. Агєєв, А.І. Грицук Управління технологією відновлення поверхонь деталей засобів транспорту в процесі ремонту	150
Худяков І.В., Грицук І.В., Черненко В.В., Манжелей В.С., Котов А.І. Особливості ідентифікації режимів праці та відпочинку водія в системі дистанційного моніторингу транспортних засобів	154
І.О. Хітров Відновлення деталей транспортних засобів – один з резервів економії ресурсів	159
О.С. Чернишова, В.С. Степура Підвищення ефективності оцінки інвестиційних проєктів автодорожньої галузі	161
С.П. Чуйко, О.П. Кравченко Обґрунтування факторів впливу на витрату палива автобусів міських маршрутів з кондиціонером.	164
С.М. Шарай, В.Г. Фельдман, М.В. Трохимчук, С.Т. Артюх Застосування засад системного підходу в організації вантажних автомобільних перевезень	167
Прогній П. Б., Розум Р. І., Шевчук О.С., Буряк М.В. Інноваційні двигуни в історії автомобілебудування	169
Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М., Чорна О.В. Обґрунтування доцільності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool Acron 915 та NEOPLAN N316/ 3 U1	172
Фалович Н.М., Попович П.В., Фалович В.А., Шевчук О.С. Деякі аспекти функціонування логістичної інфраструктури Тернопільської області	174
Дзядикевич Ю. В., Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович П.В., Чорна О.С. Особливості державного регулювання та екологічної безпеки на автомобільному транспорті	177
Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович П.В., Розум Р.І. Буряк М.В. Особливості регулювання автомобільних перевезень у зарубіжних країнах	180
Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М., Чорна О.В. Оцінка економічної ефективності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool acron 915 та NEOPLAN N316/ 3 U1	183

Serhii Tkachenko,
International Technological University «Mykolayiv Polytechnics»,
Olena Potyshniak,
State Biotechnology University,
Yevheniia Poliakova,
International Technological University «Mykolayiv Polytechnics»,
V'yacheslav Tkachenko,
International Technological University «Mykolayiv Polytechnics»

PRACTICE OF DIPLOMA DESIGN MANAGEMENT

Abstract.

A huge role in improving the quality of graduation project is played by the organizational work carried out by the profiling department in the process of the graduate work on the graduation project. The task of organizing diploma design is to provide normal conditions for fruitful independent work of graduate students. In the process of graduation design for graduate students are required: appropriate methodological documentation; guidance and advice; assistance in obtaining additional materials; appropriately equipped workplaces; systematic monitoring of work. The practice of graduate design management at the department brought to life the annual meetings of graduate design supervisors with the participation of chairs of the State Examination Commissions and reviewers. At these meetings, the results of the defense of graduation projects are summed up, the shortcomings of graduation design are discussed and ways to improve it are outlined.

Key words: diploma design, department, organization, practice, management.

Анотація.

Велику роль справі підвищення якості дипломного проектування відіграє організаційна робота, що здійснюється профільною кафедрою у процесі роботи дипломника над дипломним проектом. Завданням організації дипломного проектування є забезпечення нормальних умов плідної самостійної роботи студентів-дипломників. У процесі дипломного проектування для студентів-дипломників потрібні: відповідна методична документація; керівництво та консультація; сприяння при отриманні додаткових матеріалів; відповідним чином обладнані робочі місця; систематичний контроль над роботою. Практика керівництва дипломним проектуванням на кафедрі викликала до життя щорічні наради керівників дипломного проектування за участю голів Державних екзаменаційних комісій та рецензентів. На цих нарадах підбиваються підсумки захисту дипломних проектів, обговорюються недоліки дипломного проектування та намічаються шляхи його вдосконалення.

Ключові слова: дипломне проектування, кафедра, організація, практика, керівництво.

As evidenced by the conducted prospective studies [1-3], a huge role in improving the quality of graduation design is played by the organizational work carried out by the main department in the process of the graduate student working on the graduation project.

The task of the organization of graduation design is to provide normal conditions for fruitful independent work of graduate students. In the process of graduation design for graduate students, the following is required: a) relevant methodological documentation; b) guidance and consultation; c) assistance in obtaining additional materials; d) appropriately equipped workplaces; e) systematic control over the work.

Methodological documentation can be divided into two groups: educational and methodological and methodological documentation used in industry. Educational and methodological documentation includes a typical methodology for diploma design, annotations on topics, standard guidelines for the development of the analytical and design part of the explanatory note. This documentation is being developed by the profiling department and is included in this manual.

The second group of methodological documentation is used to solve particular issues of diploma design. The department and the collection determine its composition and updating of the material is entrusted to the diploma design office. A typical list of such documentation is developed when organizing the work of the diploma design office.

The direct and systematic management of the work of the graduate is assigned to the head of the graduation project. The head of the graduation project must: a) advise the graduate in the preparation of work plans and programs, set calendar dates for the implementation of individual parts of the graduation project in relation to the general schedule; b) review and approve work plans and programs; c) supervise the work of a graduate student in the process of graduation design, regularly meeting with him in accordance with a predetermined schedule; d) systematically monitor the progress of work on the project and inform the head of the department about the state of graduation design; e) assist the student in collecting additional materials and obtaining special advice; f) keep in constant contact with factory workers who help the student in his work on the graduation project; g) submit to the head of the department a completed graduation project with a detailed review.

During the period of undergraduate practice and graduation project, the department should organize special consultations for graduate students, as well as reading optional courses and individual lectures in order to assist in resolving issues that arise during the development of a graduation project. Consultations for graduate students must be carried out strictly according to the schedule approved by the head of the department. As a rule, consultations are held in the premises where graduate students study. If, during the course of designing, a graduate student needs advice on a special issue that is beyond the competence of the main supervisor, the latter is obliged to provide the graduate student with the necessary assistance in obtaining such advice.

Diploma design consultations should be structured in such a way that they do not have the nature of guardianship. Supervisors and consultants should help the graduate student find the right solution to a particular issue and in every possible way stimulate creative activity and independence when working on the topic of the graduation project. Under no circumstances should consultations turn into tutoring, petty tutelage, or teaching elements of the job. During the implementation of the graduation project, the student consults with his supervisor, both on individual parts of the project, and on the entire project as a whole.

The time allocated for consultations is distributed as follows: 4-6 hours for the period of undergraduate practice, 2-4 hours for the defense period, and the rest for the period of the student's direct work on the project. Attendance by students of consultations in accordance with the established work schedule is mandatory.

The successful implementation of graduation projects also depends on the material base. For diploma design, special rooms with individual tables for students and teachers should be allocated. The room should be bright, comfortable and rationally equipped. Its area should correspond to the number of students working in it. In the room, it is necessary to provide for the possibility of storing drawings. It should contain the necessary methodological documentation, reference, normative and special literature for general use. Diploma students must be given the opportunity to use the institute's library and interlibrary loan, drawing supplies, computers and various auxiliary materials.

A major role in ensuring the systematic work of graduate students is played by the systematic control over the progress of design, carried out by the department. Receiving information from the leaders of the graduation project, the department must bring this information to the students themselves and to the dean responsible for the course of the graduation project. The design process accounting form includes all the necessary information. Based on such forms, a card file and a board of indicators can be organized, clearly characterizing the progress of work on graduation projects.

The most effective form of control over the course of diploma design is systematic checks organized according to a special plan. With a small number of diploma students (up to 50 people), all diploma students are checked. In other cases, only those graduate students whose work raises concerns about the quality and compliance with the deadlines are subject to verification. It is also advisable to test students who are supervised by teachers with little experience in managing diploma design. In this case, the leading, most experienced teachers, the head of the department or his deputy, carry out the verification.

The procedure for organizing and conducting an audit is as follows. The inspection is organized, as a rule, twice. The first time - about two weeks before the end of the undergraduate practice and the second - a month before the start of the defense of graduation projects. Based on the information of project managers, the head of the department determines the composition of graduate students whose work is subject to verification, appoints inspectors and the timing of verification.

The essence of the verification is that the graduate, in the presence of the project manager, shows the materials he has and characterizes the state of affairs, and the inspector evaluates the work and reports the results of the verification to the graduate and his supervisor. The results of the audit are brought to the attention of the dean and the head of the department. In each case, a specific decision is made to eliminate

the identified shortcomings.

The first check has the main task to assess the quality and completeness of the collected materials, as well as the degree of assimilation by students of specific problems of graduation design and methods for their solution. The second check allows you to evaluate the effectiveness of previously taken measures, eliminate shortcomings and prevent disruptions in the deadline for completing work on the graduation project.

In the column for recording the work of students, the names of the graduate student and his supervisor, the deadlines for completing the most important design stages are indicated. Laboratory assistants of the department regularly fill the schedule with data received from each head.

The practice of managing diploma design at the department «Management and administration of information technologies for physical culture and sports and health care in the concept of transport and transport infrastructure» of the International Technological University «Mykolayiv Polytechnics» brought to life the annual meetings of the heads of diploma design with participation of the chairmen of the State Examination Commissions and reviewers. At these meetings, the results of the defense of graduation projects are summed up, the shortcomings of graduation design are discussed and ways to improve it are outlined.

Bibliography

1. Ткаченко, С. А. Розвиток систем економічної діагностики в стратегічному менеджменті суб'єктів агробізнесу: теорія, методологія, практика: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук: 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності); 07 – управління та адміністрування; 073 – менеджмент / Сергій Анатолійович Ткаченко; [Місце захисту: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка]. – Харків, 2017. – 425 с. (24,97 друк. арк.).

2. Ткаченко, С. А. Розвиток систем економічної діагностики в стратегічному менеджменті суб'єктів агробізнесу: теорія, методологія, практика: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук: 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності); 07 – управління та адміністрування; 073 – менеджмент / Сергій Анатолійович Ткаченко; [Місце захисту: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка]. – Харків, 2017. – 36 с. (1,8 друк. арк.).

3. Ткаченко, С. А. Інтегрована економічна діагностика у функціонально розвинутих системах стратегічного управління діяльністю підприємств та виробничих об'єднань [Текст]: монографія / Сергій Анатолійович Ткаченко. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 356 с. – ISBN 978-617-7602-06-3 (20,1 друк. арк.).

Information about the authors

ТКАЧЕНКО Сергій Анатолійович – доктор економічних наук, професор, ректор, Вищий навчальний заклад «Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка», E-mail: rector.npi@gmail.com.

Serhii TKACHENKO – Doctor of Economic Sciences, Professor, Rector, International Technological University «Mykolayiv Polytechnics», E-mail: rector.npi@gmail.com.

ПОТИШНЯК Олена Миколаївна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри організації виробництва, бізнесу та менеджменту, Державний біотехнологічний університет, E-mail: potyshnjak3709z@gmail.com.

Olena POTYSHNIAK – Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Organization of Production, Business and Management, State Biotechnology University, E-mail: potyshnjak3709z@gmail.com.

ПОЛЯКОВА Євгенія Сергіївна – кандидат економічних наук, доцент, проректор з науково-педагогічної роботи (навчальний процес), Вищий навчальний заклад «Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка», E-mail: riske2074@gmail.com.

Yevheniia POLIAKOVA – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-rector for scientific-pedagogical work (educational process), International Technological University «Mykolayiv Polytechnics», E-mail: riske2074@gmail.com.

ТКАЧЕНКО В'ячеслав Анатолійович – викладач, Вищий навчальний заклад «Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка», E-mail: grandlist1986@gmail.com.

V'yacheslav TKACHENKO – Lecturer, International Technological University «Mykolayiv Polytechnics», E-mail: grandlist1986@gmail.com.

В.І.Бодак, Н.Г. Куць, О.С. Дубицький, М.О.Мартинюк
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

МІЖНАРОДНІ ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

За сучасних умов вітчизняної економіки ринок транспортно-логістичних послуг України знаходиться у стані формування. Україна має значний транспортний потенціал, який не використовується у повній мірі. Обсяги міжнародних перевезень транспортом у 2020 році зменшилися. До такого зменшення призвело ряз причин, зокрема і пандемія коронавірусу. Проте вплив цих факторів на об'єми перевезень в наступні роки буде.

Ключові слова: Міжнародні перевезення, логістика, вантажний транспорт, вантажообіг автомобільного транспорту, міжнародні транспортні коридори.

Under modern conditions of the domestic economy, the market of transport and logistics services of Ukraine is in a state of formation. Ukraine has significant transport potential that is not fully exploited. The volume of international transport in 2020 decreased. This reduction was due to a number of reasons, including the coronavirus pandemic. However, the impact of these factors on traffic volumes in the coming years will be.

Keywords: International transportation, logistics, freight transport, freight turnover of road transport, international transport corridors

Логістичні системи у країнах з розвинутою промисловістю приносять значну частку валового національного продукту країни. Зменшення логістичних витрат на 1% сприяє збільшенню об'ємів продажу фірми майже на 10%. Завдяки сучасному менеджменту підприємство значно скорочує обсяги виробничих запасів, прискорює постачання і збут, прискорює оборотність капіталу, знижує собівартість виробництва і затрати на дистрибуцію. Як наслідок, попит споживачів може бути забезпечений ефективніше та швидше.

Міжнародні автомобільні перевезення вантажів є одним із найрентабельніших та ефективних переміщень вантажів у близькому сполученні порівняно з використанням інших (залізничних, морських, річкових, повітряних) засобів транспорту, а також це найбільш зручний та найпоширеніший вид транспортно-логістичних послуг. Питання міжнародних транспортних перевезень - одні з найскладніших у міжнародному комерційному праві. Перевізники завжди прагнули максимально обмежити свою відповідальність, а вантажовідправники мають договірні зобов'язання перед своїми покупцями і теж прагнуть зменшити ризик втрати або псування перевезених товарів.

Перевезення на автомобільному транспорті мають перевагу над іншими своєю терміновістю і регулярністю доставки вантажу.

Мета даної роботи полягає у розробці засад розвитку міжнародних автомобільних перевезень вантажів та як COVID-19 вплинув на розвиток логістики.

Особливостями правового регулювання міжнародних автомобільних перевезень є основні умови в автомобільних перевезень: вимоги перевізної документації, застосування книжки МДП при перевезенні, порядок приймання вантажу, перевезення та видача його в пункті призначення, відповідальності перевізника, визначення процедури пред'явлення перевізником претензій і позовів у міжнародних угодах (транспортних конвенціях), які містять уніфіковані норми; створення особливої системи урядових та неурядових міжнародних автотранспортних організацій. Дотримання цих усіх умов це надзвичайно складно. Проте логістика іде в ногу з програмуванням та іншими популярними сферами в сучасному світі. Міжнародні вантажні перевезення саме на автомобільному транспорті є найбільш популярними. Адже цей вид транспорту є досить маневрений та доступний у нашому світі.

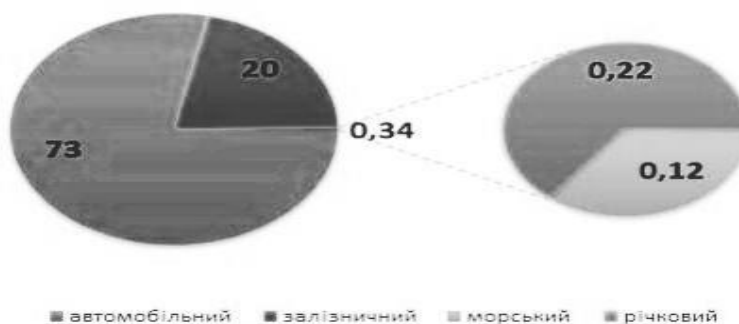


Рисунок 1 – Розподіл перевезень вантажів за видами транспорту у 2020 році.

Логістика виникла на початку XX століття, проте найкраще та ефективніше стала розвиватись під час Другої світової війни, у зв'язку з постачанням у країни зброї, і до теперішнього часу вона має досить високий потенціал. Адже саме вона впливає на світовий ринок, та насамперед економіку України і наше життя. Завдяки міжнародним вантажним перевезенням ми можемо комфортно жити і мати усе. Саме завдяки логістиці ми можемо користуватися продуктами та речами, які не виробляють у нашій країні. Також заробляти гроші на тому, що є лише в нашій країні продавати його за кордоном з досить не малою вигодою.

Таблиця 1 – Перевезення різних типів вантажів міжнародним автомобільним перевезенням за 2020 рік перше півріччя в Україні.

	Обсяг перевезення млн.ткм
Усього	3696,23 к
продукція сільського господарства, мисливства та лісового господарства; риба та інша продукція рибальства	233,66
кам'яне і буре вугілля; сира нафта та природний газ	31,83
руди металеві та інша продукція добувної промисловості та розроблення кар'єрів; торф; уранові та торієві руди	6,55
речовини та продукти хімічні, волокна штучні та синтетичні; вироби гумові та пластмасові; паливо ядерне	592,40
продукція мінеральна неметалева інша	69,07
основні метали; готові металеві вироби, крім машин і устаткування	27,88
машини й устаткування, не віднесені до інших угруповань; офісні машини та комп'ютери; електричні машини і прилади, не віднесені до інших угруповань; радіо- і телевізійне устаткування і прилади, обладнання зв'язку; медичне обладнання, точні та оптичні прилади; наручні та інші годинники	4,65
транспортні засоби	23,08
меблі; інші промислові товари, не віднесені до інших угруповань	55,33
вторинна сировина; комунальні та інші відходи	31,16
пошта, поштові відправлення	68,98
устаткування і матеріали, що їх використовують при транспортуванні вантажів	21,06
вантажі, що їх транспортують у зв'язку із переїздом (переміщенням) домогосподарств та офісів; багаж та речі туристів; транспортні засоби, що їх перевозять для ремонту; інші некомерційні вантажі, не віднесені до інших угруповань	39,20
групові вантажі: група різних видів вантажів, що їх перевозять разом	2,53
інші види вантажів, не віднесені до попередніх угруповань	675,40

Проте на теперішній час ситуація трішки змінилась ,адже пандемія негативно вплинула на всі галузі економіки в усьому світі. Введення карантинних обмежень призвело до значних проблем для всіх підприємств в Україні та у Європі .Це в свою чергу ,вплинуло на обсяги міжнародних автомобільних перевезень. Ще в березні 2020 року попит на транспорт ,та ставки зростали ,а вже в квітні попит почав падати .Таким чином ,спад у галузі логістики становить 40%.Проте ,наразі спостерігається ситуація поступового відновлення роботи.

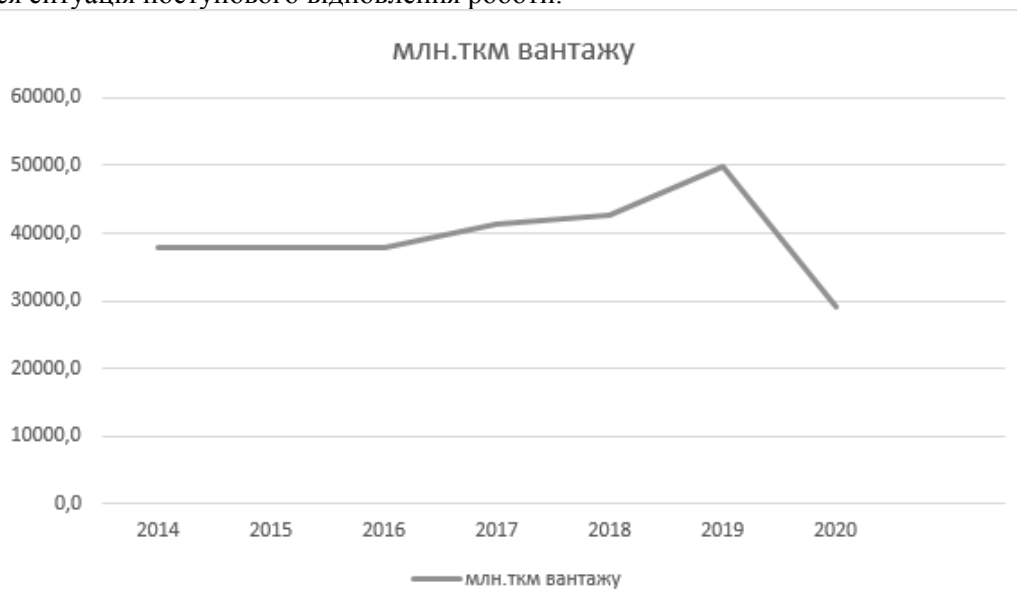


Рисунок 2 – Вантажообіг перевезеного вантажу у міжнародному сполученні автомобільним транспортом за 2014 -2020 роки

Вантажообіг у міжнародних перевезеннях в Україні різко знизився у 2020 році .Це все пов'язано із закриттям кордонів у зв'язку із карантинними обмеженнями під час COVID -19. Проте на даний час ситуація з хворими трішки покращилась ,і уряд нашої країни вирішив послабити карантинні обмеження. уже буде відкриватися границя спеціально для міжнародних вантажних перевезень на транспорті .Адже у державній митній службі запевнили «стратегічні» для експорту та імпорту пункти перетину кордону більш за всього не закриватимуть. Спільно з державною прикордонною службою відомство надало Кабміну перелік пунктів пропуску, продовження роботи яких є критично важливими для економіки. Не зважаючи на доволі не комфортні умови цілий рік , вантажообіг в Україні зростає. поширення COVID-19 завдало серйозного удару не тільки по логістиці в Україні ,а й в усьому світі. Криза викликала вантажопотоків ,пов'язаний зі змінами попиту, припиненням виробництва і введенням обмежень. Хоча падіння вантажних перевезень розпочалося іще до карантину. В основному це відбулося через зниження транзиту газу через територію України – трубопровідний транспорт працював на потужності у 40-60% минулорічного середньомісячного обсягу, хоча «Газпром» і сплачував за більші обсяги. Залізничний та автомобільний транспорт очікувано втратили частину вантажів у квітні в розпал карантину. Відновлення поки що відбувається повільно .Головними логістичними тенденціями стали зменшення вантажопотоку у світовому і глобальному масштабах та відсутність простих ,зрозумілих правил гри в умовах карантину для представників логістичного ринку, 2020 рік увійде в історію як складний період для міжнародних вантажних перевезень на автомобільному транспорті .Пандемія COVID-19 змінила світову економіку .

Надалі, для ефективного функціонування технічно і технологічно оновленого автомобільного транспорту, здатного забезпечити достатнє за обсягом і задовільний за якістю транспортне обслуговування, надання різних транспортних послуг для всіх груп підприємств, організацій і населення, розвитку підприємництва та здорової конкуренції, необхідно:

- створення ефективної системи державного регулювання і контролю ринку транспортних послуг, що забезпечує справедливую конкуренцію на транспортному ринку;
- управління процесом реорганізації транспортної системи спеціально створюваними при міських адміністраціях структурами, функції, яких зводилися б до формування транспортної політики

(аналіз, планування) на регіональному рівні, організації маршрутів і розподілу їх на тендерній основі, контролю за дотриманням усіх аспектів перевізного процесу (безпека, екологія);

- ведення технічної політики на автотранспортних підприємствах з координацією процедури технічного обслуговування за типами рухомого складу і впровадженням сучасної системи постачання запасними частинами, засновану на контролі і аналізі причин виходу з ладу деталей, агрегатів і вузлів.

Чинники, які впливають на стратегію міжнародних вантажних перевезень в Україні:

- зростання витрат на всі види перевезень надзвичайно швидкими темпами (зокрема, зростання цін на нафту та інші енергетичні ресурси);

- зміна орієнтації на логістичному ринку: від ринку послуг до ринку споживача, внаслідок чого системи обслуговування і виробництва значно підвищили свою ефективність, для того, щоб просування послуг на ринку давало очікувані результати, стало необхідним організовувати діяльність щодо зниження цін на послуги та поставку їх належного якості в зазначені терміни;

- комп'ютерні технології почали розвиватися стрімко і бурхливо і цей процес сприяє застосуванню новітніх технологій у транспортно-логістичній діяльності, а саме: тепер може проводитися обробка великих масивів інформації, обмін даними в реальному часі з мінімальними витратами і т.д.

Тому для прискорення розвитку ринку логістики в Україні, потрібно визначити причини, які негативно впливають на транспортно-логістичну діяльність. До них відносяться:

- сучасний державний підхід, який повинен вирішувати проблеми логістики, не здатний належним чином контролювати логістичний ринок. Наприклад, це проявляється у відсутності відповідної правової бази, фахівців та центрів їх підготовки тощо;

- різноманітні інновації гальмуються світовою економічною кризою, невирішеністю питання приватної власності, зменшенням обсягів виробництва товарів і послуг, інфляцією;

- існуюча система бухгалтерського обліку, практичні методики внутрішньовиробничого госпрозрахунку поки не дають можливості повністю оцінювати витрати й результати логістичної діяльності;

- логістичний підхід вимагає здійснення кардинальних змін у структурі підприємства, переходу до більш гнучких організаційних структур, створення спеціалізованих цехів і служб транспортно-складського господарства;

- недостатній рівень професіоналізму кадрів і численні недоліки підготовки працівників в галузі логістики негативно впливають на формування логістичного ринку в Україні.

Україна має досить вигідне географічне положення та величезний транзитний потенціал. Як видно з рисунку 3, наша країна знаходиться в самому центрі Європи та багато міжнародних транспортних коридорів проходить через територію України.



Рисунок 3 – Міжнародні транспортні коридори ,що проходять через Україну.

У ході дослідження було виявлено, що у сучасних умовах ринкової економіки транспортні підприємства повинні забезпечити ефективне функціонування логістичної інфраструктури, з метою якісного обслуговування вантажовласників. Зростання ролі логістичної інфраструктури міжнародних вантажних перевезень зумовило уточнення визначення цього поняття. Економічна сутність логістичної інфраструктури міжнародних вантажних перевезень полягає в тому, що вона представляє собою систему міжнародних економічних відносин суб'єктів господарювання та інститутів, які покликані забезпечити ринковий механізм безперебійного руху логістичних потоків у просторово-часовому вимірі.

Для підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичної інфраструктури міжнародних вантажних перевезень однією з найважливіших умов є створення транспортно-логістичних центрів, які вже функціонують та розвиваються закордоном. Недостатнє технічне оснащення та відсутність єдиного механізму взаємодії різних видів транспорту ускладнює процес розвитку системи міжнародних вантажних перевезень.

Отже, актуальним питанням на даному етапі розвитку транспортної інфраструктури є розробка механізму співпраці вітчизняних підприємств з логістичними центрами, враховуючи при цьому можливі організаційно-управлінські та інфраструктурні перебудови.

Ефективність системи логістики багато в чому визначає рівень економіки країни, тому ця сфера заслуговує на особливу увагу. Зважаючи на скрутне становище цілий 2020 рік міжнародні вантажні перевезення на автомобільному транспорті все одно відбуваються і уже знову починають набирати оберти. У 2020 році вантажообіг цих логістичних послуг зменшився на 40%, проте з пом'якшенням карантинних обмежень у 2021 році, він починає поступово зростати. Зараз доставка вантажів і персональних замовлень здійснюється за звичним графіком, однак зміни в роботі логістичних і транспортних компаній також відбуваються. Перш за все це стосується підвищенням заходів профілактики і попередження розповсюдження вірусу в Україні. Та, незважаючи на ці перешкоди розвитку міжнародним вантажним перевезенням на автомобільному транспорті, обсяги перевезень будуть зростати.

1. <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
2. <https://studfile.net/preview/5194333/page:7/>
3. <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2645590-v-ukraini-perevezenna-vantaziv->
4. https://pidru4niki.com/80146/pravo/mizhnarodni_avtomobilni_perevezennya
5. <https://osvita.ua/vnz/reports/international-relations/19329/>
6. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#>

БОДАК Володимир Іванович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

КУЦЬ Надія Григорівна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

ДУБИЦЬКИЙ Олександр Сергійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

МАРТИНЮК Марина – студентка групи ТТ-21 Луцького національного технічного університету

BODAK Volodymyr Ivanovych - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies of Lutsk National Technical University

KUTS Nadiya Hryhorivna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies of Lutsk National Technical University

DUBITSKY Alexander - Ph.D., Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

MARTYNYUK Marina – a student of the TT-21 group of Lutsk National Technical University

Ю.І. Войчишин, Д.А. Роман

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТУ МІСЬКОГО АВТОБУСА PMV-МЕТОДОМ

Системи забезпечення мікроклімату (опалення, повітрообміну та кондиціонування) формують комфортні умови перевезення. Вони є важливими з точки зору охорони здоров'я і умов праці, і тому є обов'язковим компонентом будь-якого сучасного транспортного засобу. Основні дослідження по цій тематиці проводились для автобусів, електробусів та трамваїв і приміських електричок у напрямку удосконалення роботи систем опалення, повітрообміну та кондиціонування. У роботі визначається сприйняття водієм теплового комфорту в салоні автобуса при компоновці, коли водій відділений перегородкою від всього салону. Було розраховано теоретичне значення метаболічної теплової енергії по кількості спожитого кисню з врахуванням метаболічних процесів в організмі людини. Згідно стандартів ASHRAE за допомогою онлайн програми CBE Thermal Comfort Tool було проведено розрахунки по PMV-методу, враховуючи основні параметри мікроклімату. Побудовано ряд діаграм, зокрема: психрометричні діаграми, діаграми залежності вологості та теплових втрат від температури.

Ключові слова: мікроклімат, тепловий комфорт, PMV, сприйняття тепла, теплові виділення, теплопередача.

Climate control systems (heating, air exchange and air conditioning) form a comfortable transport environment. They are important in terms of health and working conditions and are therefore a mandatory component of any modern vehicle. The main research on this subject has been carried out for buses, electric buses and trams and commuter trains on improvements to heating, air exchange and air conditioning systems. The work determines the driver's perception of thermal comfort in the bus cabin in a layout where the driver is separated by a partition from the rest of the cabin. A theoretical metabolic heat energy value was calculated from the amount of oxygen consumed, taking into account the metabolic processes in the human body. According to ASHRAE standards, a PMV calculation was made using the CBE Thermal Comfort Tool online software, taking into account the main microclimate parameters. A number of charts were created, including: psychrometric charts, humidity and heat loss vs. temperature charts.

Key words: microclimate, thermal comfort, PMV, thermal apprehension, thermal selection, thermal transfer.

Забезпечення комфортних умов перевезення є сьогодні важливим питанням, яке ставиться перед інженерами-конструкторами та науковцями. Одним із чинників, що формує комфортні перевезення є забезпечення сталої температури в салоні транспортного засобу [1]. На сьогодні єдиної нормативної документації по забезпеченню мікроклімату немає. До нормативних документів в різних країнах світу належать такі документи: DIN 1946-3, DIN ENISO 7730 1995, EN ISO 7730:2005, IDT, ASHRAE Standard 55, ГОСТ 30393-2015. Наявність такої значної кількості стандартів пояснюється тим, що в різних країнах клімат є різним.

При експлуатації транспортних засобів, особливо автобусів велику роль грає тепловий комфорт в салоні, основними показниками якого є температура, вологість, швидкість повітря та рівень токсичних речовин в салоні. Невідповідність їх рівня оптимальному впливає на пасажирів і призводить до швидкої стомлюваності водія, що негативно позначається на безпеці дорожнього руху. Підвищення або зниження температури погіршує самопочуття водія, знижує його працездатність. При високій температурі порушуються функції мислення, уваги, пам'яті і зменшується точність сенсомоторних реакцій. В стані спокою доросла людина споживає [1] 15 л/год кисню (з виділенням теплоти 88 Вт), при виконанні фізичної роботи ця цифра росте майже до 180 л/год (при цьому кількість теплоти може досягати 1060 Вт).

По кількості спожитого кисню метаболічна теплова енергія M , Вт/м², визначається по формулі:

$$M = 5,8V \frac{V_{O_2}}{F_d} = 5,8 \times 1 \times \frac{15}{1,9} = 45,7 \text{ Вт} / \text{м}^2, \quad (1)$$

де 5,8 – енергетичний еквівалент 1 л кисню при нульовій температурі і нормальному барометричному тиску; $V = 1 \text{ Вт} \cdot \text{год} \cdot \text{с} / \text{л}$; V – відношення кількості видихнутого вуглекислого газу і кисню, отриманого під час вдиху; V_{O_2} – споживання кисню в нормальних фізичних умовах, л/год; F_d – площа поверхні організму людини, м^2 :

$$F_d = 0,203G^{0,425}L^{0,725} = 0,203 \times 75^{0,425} \times 1,75^{0,725} = 1,9 \text{ м}^2, \quad (2)$$

де – $G = 75 \text{ кг}$, маса середньої людини; $L = 175 \text{ см}$, середній зріст людини.

За допомогою онлайн програми CBE Thermal Comfort Tool на сайті comfort.cbe.berkeley.edu було пораховано по PMV-методу та змодельовано деякі процеси враховуючи основні параметри мікроклімату згідно стандартів ASHRAE [2].

Для побудови графічних залежностей були використані наступні вихідні дані (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні параметри для моделювання

№	Найменування	Одиниця виміру	Значення	Примітка
1.	Температура повітря	$^{\circ}\text{C}$	22	
2.	Швидкість повітря	м/с	0,1	
3.	Вологість повітря	%	60	
4.	Рівень метаболізму	---	1,5	При водінні автобуса
5.	Коефіцієнт ізоляції одягу	---	0,61	Для літнього одягу

Задавши потрібні параметри, вказані в табл. 1 за допомогою вищенаведеної програми можна порахувати параметри комфортності. Деякі залежності, визначені за допомогою даної методики розрахунку є показані на рис. 1-2.

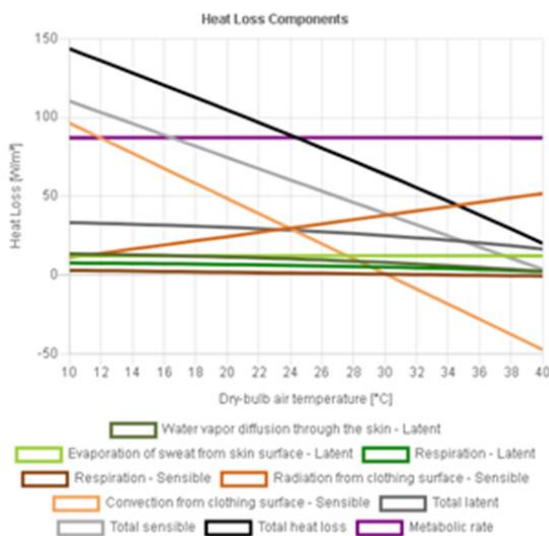


Рис. 1 – Графік залежності компонентів втрат тепла від температури, де:

1) Water vapor diffusion through the skin – дифузія водяної пари через шкіру; 2) Evaporation of sweat from skin surface – випаровування поту з поверхні шкіри; 3) Respiration – дихання; 4) Respiration – відчутне дихання; 5) Radiation from clothing surface – випромінювання від поверхні одягу; 6) Convection from clothing surface – конвекція від поверхні одягу; 7) Total latent – рівень прихованості; 8) Total sensible – рівень відчутності; 9) Total heat loss – загальні втрати тепла; 10) Metabolic rate – швидкість обміну речовин.

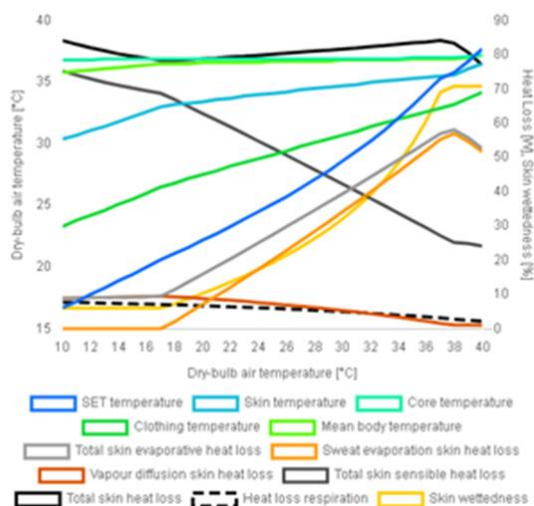


Рис. 2 – Залежність теплових втрат параметрів від температури, де:

1) SET temperature – встановлена температура; 2) Skin temperature – поверхнева температура; 3) Core temperature – температура ядра; 4) Clothing temperature – температура одягу; 5) Mean body temperature – середня температура тіла; 6) Total skin evaporative heatloss – загальна тепловтрата шкіри через випаровування; 7) Sweat evaporation skin heat loss – випаровування поту втрата тепла шкірою; 8) Vapour diffusion skin heat loss – втрата тепла шкіри дифузією парів; 9) Total skin sensible heat loss – загальна видима втрата тепла шкірою; 10) Total skin heat loss – повна втрата тепла шкірою; 11) Heat loss respiration – дихання з втратою тепла; 12) Skin wettedness – зволоження шкіри.

Проведені розрахунки в програмі CBE Thermal Comfort Tool можуть нам показати тепловий комфорт при заданих параметрах. Цей веб-інструмент дозволяє спрогнозувати тепловий комфорт водія автобуса відповідно до стандарту ASHRAE Standard 55 з візуалізацією меж комфорту на психрометричних або температурно-вологісних графіках. Використано модель розрахунку теплового комфорту для звичайних систем (PMV). Результати показали, що при визначенні теплового комфорту потрібно враховувати не тільки зовнішні параметри, а і характеристики одягу водія і пасажирів з врахуванням процесів обміну речовин в організмі, оскільки при різній діяльності коефіцієнт метаболізму людини є неоднаковий, що впливає на виділення теплоти організмом.

Також слід провести дослідження комфорту салону автобуса з використанням адаптивної моделі комфорту і з підвищеною швидкістю повітря.

1. K. Bux. (2006). Klima am Arbeitsplatz. Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse – Bedarfsanalyse für weitere Forschungen, 34 s.

2. ASHRAE Standard 55, Thermal environmental conditions for human occupancy, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta, GA, USA, (2004).

ВОЙЧИШИН Юрій Іванович, аспірант, кафедра автомобілебудування, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: Jurko-Q@ukr.net., ORCID 0000-0001-7004-0567.

РОМАН Дмитро Андрійович, студент, кафедра автомобілебудування, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: Dmytro.Roman.MB.2019@lpnu.ua.

Yurii VOICHYSHYN, postgraduate, Department of Automotive Engineering, Lviv Polytechnic National University e-mail: Jurko-Q@ukr.net., ORCID 0000-0001-7004-0567.

Dmytro ROMAN, grad student, Department of Automotive Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: Dmytro.Roman.MB.2019@lpnu.ua.

В.П. Волков, І.В. Грицук, Т.В. Волкова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

АНАЛІЗ І СУЧАСНИЙ СТАН ВТІЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕХНІЧНУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВТОМОБІЛІВ

Розглянуто стан і основні системні проблеми автомобільного транспорту в Україні на сучасному етапі. Показано особливості застосування стратегій і тактик сучасної системи ТЕА на автомобільному транспорті загального користування. Викладено основні принципи адаптивної системи ТО і Р рухомого складу автомобільного транспорту. На прикладі існуючих систем на транспорті запропоновано нові технології створення інформаційних систем організаційно-функціональної підтримки процесів технічної експлуатації автомобілів на стадіях життєвого циклу.

Ключові слова: автомобільний транспорт, технічна експлуатація автомобілів, інформаційні системи і технології.

The state and main system problems of motor transport in Ukraine are considered at the present stage. The peculiarities of application of strategies and tactics of the modern TEC system on the motor transport of general use are shown. The basic principles of the adaptive system of MOT and R of the rolling stock of motor transport are described. On the example of existing systems on transport, new technologies for the creation of information systems for organizational and functional support of the processes of technical operation of cars at the stages of the life cycle are proposed.

Key words: automobile transport, technical operation of cars, maintenance and repair, adaptive system, individual maintenance, information systems.

В даний час автомобільний парк України нараховує понад 14 млн. одиниць автомобілів, структура яких виглядає наступним чином [1]: вантажних автомобілів - 15,5%, автобусів - 2,6%, легкових автомобілів - 81,9%. Автомобільний транспорт (АТ) належить до галузей, з яких почалася широкомасштабна приватизація в Україні. У зв'язку з цим на ринку автотранспортних послуг з'явилася велика кількість перевізників різних форм власності, які не мали досвіду організації перевезень, необхідних професійних знань, відповідної технічної бази, а їхні транспортні засоби не відповідали вимогам безпеки перевезень.

Державне регулювання ринку транспортних послуг здійснюється шляхом ліцензування автотранспортної діяльності. До теперішнього часу кількість ліцензій, отримане юридичними і фізичними особами України становить приблизно 140 тис., а кількість використовуваних ними транспортних засобів (ТЗ) - до 400 тис. од. [1]. За даними Головної держінспекції на АТ, частка перевізників, що мають в експлуатації тільки один транспортний засіб становить 61%, до трьох - ТС - 22,4%, до п'яти - ТС - 7%, до десяти - 5,4, більше 10 ТС - 4,3%.

Технічна експлуатація автомобілів (ТЕА), за визначенням [3 - 5] є однією з найважливіших підсистем АТ, яка, в свою чергу, являє підсистему транспорту в структурі досить складною транспортно-комунікаційної програми держави. Основною метою ТЕА як підсистеми АТ, є забезпечення необхідного рівня технічного стану рухомого складу (РС). В цілому до 50% собівартості перевезень прямо або побічно залежить від якості і ефективності ТЕА. Важливість ТЕА підтверджується тим, що наприклад на підтримку автомобілів в працездатному стані в США витрачається приблизно 30 млрд. доларів на рік, а в усьому світі на ТЕА в рік витрачається приблизно 100 млрд. доларів. У США на експлуатацію одного автомобіля на рік витрати становлять 1800-1900 доларів [6].

Найважливішим ланкою ТЕА є вибір системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) РС, яка регулюється комплексом взаємопов'язаних положень і норм, що визначають порядок, організацію, зміст і нормативи проведення робіт із забезпечення працездатності парку автомобілів.

Основна особливість сучасної системи ТЕА на автомобільному транспорті загального користування (АТЗК) пострадянських країн [2, 3] це:

- відсутність нормативної бази щодо обов'язковості кожним власником РС, проводити певний комплекс технічних впливів, які забезпечують його працездатність і безпеку, результатом чого є втрата на АТЗК механізму управління рівнем технічного стану автомобільного парку через гнучку

систему ТО і Р;

- відсутність необхідної інформаційної бази галузі у вигляді мережі опорних підприємств, що дозволяло АТЗК раніше, по-перше, контролювати реалізовані показники якості і надійності РС в експлуатації і, по-друге, пред'являти обґрунтовані вимоги до заводів-виробникам автомобілів;

- неефективність, запропонованої державою, системи сертифікації послуг ТО і Р.

В результаті АТЗК і, перш за все, мали підприємства автомобільного транспорту (МПАТ) галузі, виявилися в складних умовах, тому що вони [2, 3]:

- зобов'язані забезпечити технічний стан РС згідно з державними вимогами безпеки руху та екологічної безпеки транспорту;

- не мають умов (бази, обладнання, персоналу) для підтримки працездатності і необхідного технічного стану РС;

- не мають чітко узаконених зобов'язань застосовувати систему ТО і Р і виконувати такий мінімальний обсяг робіт ТО і Р, який може забезпечити необхідну працездатність і безпеку РС.

Створений організаційний і технологічний вакуум привів до практично неконтрольованої експлуатації автомобілів в більшості МПАТ, що призвело до різкого погіршення технічного стану автомобільного парку, збільшило кількість ДТП, викликаних несправністю автомобілів і забруднення навколишнього середовища [2, 3].

Відомо, що найважливішим ланкою ТЕА є вибір системи ТО і Р РС, яка регулюється комплексом взаємопов'язаних положень і норм, що визначають порядок, організацію, зміст і нормативи проведення робіт із забезпечення працездатності парку автомобілів [3 - 6].

У нас в країні була прийнята планово-попереджувальна система ТО і Р автомобілів. Принципові основи даної системи підтримки автомобілів в технічно справному стані практично сформувалися в 1929-1933 рр. у вигляді розробки та реалізації системи планово-попереджувальних ремонтів на АТ, що передбачають чотири види обслуговування і попереджувальний ремонт. З 1936 року почала діяти планово-попереджувальна система з примусовим оглядом (інспекцією) автомобілів і виконанням ремонтів за потребою. У 1943 р побачило світ «Положення про профілактичне обслуговування автомобілів», яке набуло вигляду принципів профілактичної системи ТО і Р автомобілів, що передбачає проведення ЕО, ТО-1, ТО-2, поточний, середній, і капітальний ремонти. Далі з'явився нормативний документ «Положення про профілактичне обслуговування автомобілів», який коректувався в 1947, 1949, 1954, 1963, 1974, 1984 - 1994, 1998 роках з урахуванням досвіду його застосування, зміни умов експлуатації, вдосконалення конструкції автомобіля і проводяться науково-дослідних робіт.

Сутність цієї системи полягає в тому, що технічне обслуговування носить профілактичний характер і здійснюється за планом, а ремонт - за потребою.

С 1998 року по 2013 рік «Положення ...» [7], доповнювалося і змінювалося правилами і наказами Міністерства інфраструктури, постановами КМУ та законами України зберігаючи в основному принципи планово-попереджувальної системи ТО і Р автомобілів.

У 2013 наказом №550 Міністерства інфраструктури були введені «Правила експлуатації колісних транспортних засобів» [8], які зберегли базові принципи «Положення ...» [7]. Ці «Правила ...» визначають механізм організації безпечного утримання колісних транспортних засобів протягом експлуатаційного життєвого циклу (ЖЦ) перевізником і застосування підприємствами автомобільного сервісу. Там же зазначено, що після гарантійного періоду на РС, перевізник забезпечує функціонування системи ТО і Р РС в повному обсязі або отримує відповідні послуги.

Діюча система ТО і Р ґрунтується на нормах [7, 8] і реалізується технічним відділом перевізника, який має більше 15 од. РС, які дислокуються в одному населеному пункті в підприємстві, що має окрему територію. Перевізник, який має менше 15 од. РС вирішує відповідні питання без створення технічного відділу, а самозайнятий автомобільний перевізник замовляє послуги на станціях технічного обслуговування або виконує такі роботи самостійно.

Для контролю та забезпечення технічного стану РС дотримуються планового ТО відповідно нормами і нормативами його виготовлювача, встановленими для нормальних умов експлуатації, з урахуванням інформації системи OBD, зокрема інформації, отриманої скануванням пам'яті бортового комп'ютера РС спеціальними технологічними засобами [8].

Слід зазначити, що сучасна структура АТЗК - це сукупність окремих перевізників і автопідприємств у вигляді МПАТ, які є новими утвореннями для галузі, де діють три групи способів ТЕА [9].

Перша група - ТЕА власними силами. Для того щоб організувати окремий структурний

підрозділ, що займається виключно ТЕА необхідно зробити значні початкові вкладення, підтримувати штат кваліфікованих фахівців і мати добре організоване складське господарство. Для більшості сучасних МПАТ (90%), існуючих в Україні, такі витрати є нераціональними.

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

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

Існуюча система ТО і ремонту сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури: автомобіль в основному працює з прив'язкою до власного підприємству. При цьому вся обслуговуюча і ремонтна база була зосереджена в рамках конкретного ПАТ і всі види технічних впливів здійснювалися їм самим. У існуючій системі ТО і ремонту негнучкість в частині забезпечення безвідмовної роботи автомобіля на лінії проявляється в одноманітності підходу до автомобілів різного віку: перелік операцій і періодичність ТО ідентичні і для нового автомобіля, і для автомобіля перед його капітальним ремонтом і списанням.

Поступовий розвиток нових видів перевезень призводило до збільшення часу перебування рухомого складу далеко від основної виробничої бази, і, внаслідок цього, підвищувалася роль профілактичного ТО автомобілів. Тому створення гнучкої "адаптивної" системи контролю та управління технічним станом автомобіля з елементами індивідуального підходу до кожного конкретного автомобіля стало першочерговим завданням [9, 10].

Під адаптивною системою ТО і Р автомобілів розуміється система, яка завдяки зміні своєї структури і значень параметрів, може пристосовуватися до зміни внутрішніх і зовнішніх умов. Рівень, якого досягла сучасна технічна діагностика (ТД), дозволяє при технічній експлуатації автомобілів реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобілів. Так, наприклад, адаптивна система, яка запропонована в роботі [10], передбачає необхідність проведення ТО і Р за індивідуальною програмою. Таке ТО і Р умовно називають індивідуальним технічним обслуговуванням (ІТО). Вид робіт в цьому випадку призначають на основі індивідуальних діагностичних даних.

У зв'язку з застосуванням на автомобілях складних високоефективних електронних систем управління, вбудованої бортової діагностики, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних технологій з'явилася можливість не тільки контролювати географічне положення РС і здійснювати зв'язок з диспетчером ПАТ, але і здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану автомобіля, що цілком дозволяє реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобіля.

Наявна система ТО і ремонту сформувалася на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури:

Це в свою чергу дозволить перейти до індивідуальної (адаптивної) системі ТО і Р автомобілів. Базовими принципами ІТО є [9, 10]:

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

У зв'язку з цим весь процес розвитку систем ТО і Р слід визнати як процес адаптації систем до їх зовнішньому середовищі, а безпосередній процес функціонування самої системи - це також процес адаптації вже об'єкта підлеглого системи до умов його існування. Тому в цілому, всі системи ТО і Р доцільно віднести до адаптивних систем [10]. Основу таких систем сьогодні складають автоматизовані системи управління (АСУ) на основі інформаційних технологій ТД [9]. Ці системи забезпечують індивідуальний підхід до оцінки технічного стану кожного конкретного автомобіля.

Четвертий принцип - цей один з основних положень функціонування АСУ технічним станом автомобіля і один з основних резервів підвищення ефективності і подальшого вдосконалення. Сьогодні цьому заважає лише недостатня точність сучасних методів прогнозування.

В адаптивній системі прогнозування може проводитися на підставі результатів обробки діагностичної інформації відповідно до схеми прогнозування та управлінням технічним станом автомобіля із застосуванням АСУ [9, 10].

В даному випадку інформацією про зміну технічного стану автомобіля є значення параметрів, які використовуються для прогнозування. Це календарні дати і значення напрацювання автомобіля, які відповідають зафіксованим значенням параметрів, а також інша інформація, яка знаходиться в центрі діагностування і отримана на основі комп'ютеризованих засобів діагностики. Вся ця інформація передається АСУ для обробки і це є основою формування масиву нормативно-довідкової і діагностичної інформації, необхідної для організації процесу прогнозування. І тому застосовують

Одним з найважливіших питань при створенні АСУ ТО і Р є вибір оптимального складу засобів технічної діагностики. Для невеликих підприємств автомобільного транспорту рішення даної задачі дозволяє кожному підприємству визначити своє науково обгрунтований напрямок розвитку адаптивних систем ТО і Р в умовах обмежених фінансових можливостей і наявного широкого спектру пропозицій, які постійно пропонуються фахівцями з організації адаптивних систем ТО і Р.

На АТ для забезпечення працездатності автомобіля традиційно застосовувати три стратегії, характеристики яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Стратегії забезпечення працездатності

№		Вид робіт
I	Підтримує заданий рівень працездатності	Технічне обслуговування
II	Відновлення втраченої працездатності	Ремонт
III	Комбінація I та II стратегій	ТО і Р

На АТ існує, відповідно до класифікації [3, 4], три основних види систем ТО і Р (тактики) транспортних машин (рис. 1):

- за напрацювання;
- за станом;
- змішані.

Ідеологія системи з напрацювання полягає в тому, що технічні впливи виконується для виробів - автомобіля, через певний пробіг (час), незалежно від його технічного стану. В результаті значна частина ресурсу РС не використовується, тому така модель системи ТО і Р має значну вартість і в практиці може застосовуватися тільки для спеціальних автомобілів. Наприклад, на АТ ця система використовується для тих вузлів і деталей автомобіля, від яких залежить безпека його руху [4].

Суть системи станом полягає в тому, що технічні впливи проводиться для виробів лише при досягненні ним контрольованих параметрів свого критичного рівня, тобто гранично допустимого стану. На практиці для реалізації такої системи ТО і Р необхідно спеціальне контрольно-діагностичне обладнання і в цілому вміння фахівців автоматизовані системи управління автоматизовані системи управління інженерно-технічної служби, вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри виробів. Сьогодні такі системи, внаслідок глобалізації ТД і неруйнівного контролю, успішно впроваджуються в світі техніки багатьма зарубіжними фірмами. Там вони отримали назву «*Condition Monitoring*» [4], а в сучасній термінології ТЕА - це «індивідуальні» системи ТО і Р або «адаптивні» [10 - 12].



Рис. 1 - Схема організації ТО і Р транспортних машин

Новим прийомом для АТЗК в сфері технічного контролю стану РС є створення інформаційних систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації РС, за допомогою інформаційної інтеграції: по-перше, стадій життєвого циклу (ЖЦ) РС, по-друге систем його технічного контролю (контролю і діагностики стану РС).

Прикладом може бути програма Torque, як основа «автомобільної» концепція *FADEC*, що представляє собою перший крок до системи *FRACAS* і, відповідно ПІВ / CALS / PLM-технологій, які призначені для отримання і відображення діагностичної інформації бортової системи самодіагностики. Сьогодні вона вже «вміє» відображати поточні параметри роботи двигуна, інших систем, вузлів і агрегатів, відображати і розшифровувати «коди помилок», «стирати помилки» з електронного блоку управління (ЕБУ), автоматично відправляти значення величин параметрів, що контролюються датчиком (логи), в інтегроване електронне інформаційне метaproстранство, де протягом півроку можна подивитися не тільки поточні значення контрольованих величин в різний час, але і побачити на карті весь маршрут РС за цей період [12].

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

- GPS-Trace Orange, що надає на базі комерційної системи моніторингу транспорту «Wialon» послуги супутникового спостереження і контролю через Web-інтерфейс за РС, оснащеним трекером або будь-якими іншими комунікаторами з модулем GSM [9];

- M2M (машинно-машинне взаємодія або англ. Machine-to-Machine, Mobile-to-Machine, Machine-to-Mobile), що створює технології, які дозволяють досить просто, надійно і вигідно забезпечити передачу даних між «розумними» пристроями (smart devices) [9];

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

- Teletrack, що представляє спеціалізований програмно-апаратний комплекс для супутникового моніторингу, який складається з бортового сканер - комунікатора (контролер - комунікатор, різні датчики, що забезпечують відкриту архітектуру, масштабованість, гнучкість системи моніторингу), ПЗ (серверного, диспетчерського «Track Control») і що дозволяє інтегрувати дані рішення для моніторингу транспорту вирішуючи складні і нестандартні задачі [9];

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

Сукупність на АТЗК традиційних підприємств і абсолютно нових утворень (наприклад, GPS-Trace Orange, M2M, СКВП і ін.), що представляють електронні інформаційні системи і технології, формують на АТЗК і АТ в цілому абсолютно нові принципи ТЕА РС. Під одним з таких принципів

розуміється адаптивна система підтримки технічного стану РС [9, 10], ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від РС і її обробку, а також вироблення коригувальних впливів.

У зв'язку з проведенням аналізом стратегій і тактик ТО і Р РС можливо зробити висновок, що традиційна, сформована на АТЗК протягом багатьох років система ТО і Р, вже не відповідає в цілому сучасним вимогам ТЕА. Її основною перевагою є лише можливість спрогнозувати витрати запасних частин і матеріалів при відсутності сучасних діагностичних систем, а основним недоліком – прийняття рішення про проведення робіт ТО і Р на підставі інформації про пробіг РС.

Новим прийомом для АТЗК в сфері технічного контролю стану РС є створення інформаційних систем організаційно-функціональної підтримки процесів експлуатації РС. Впровадження в ТЕА нових базових принципів "адаптивної" системи управління технічним станом автомобіля, ключовим моментом якої, є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від РС і її обробку, а також вироблення коригувальних впливів.

1. Транспорт і зв'язок України за 2014 рік. – К.: Консультант, 2015. – 222 с.
2. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 400 с.
3. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Т.3. – 2001. – 455 с.
4. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Говорущенко Н.Я. – Х.: Вища школа, 1984. – 312 с.
5. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Кузнецов Е.С. – М.: Транспорт, 1982. – 224 с.
6. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей в США / Е.С. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1978. – 168 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Міністерство транспорту України, 1998. – 16 с. (Нормативний документ Мінтранспорту України. Положення).
8. Правила експлуатації колісних транспортних засобів. Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів. Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 № 550. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z1453-13>.
9. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. / В.П. Волков, В.П. Матейчик [и др.]; Под редакцией Волкова В.П. – Донецк: Изд-во "Ноулидж", 2013. – 398 с.
10. Зубрицкас И.И. Адаптивная система управления техническим состоянием автомобилей / Монография. Деп. ВИНТИ, № 555 – В2004.05.04.2004 г. – 136 с.

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

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

ВОЛКОВА Тетяна Вікторівна - к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: wolf949@ukr.net

Vladimir VOLKOV - Dr. tech. Sciences, Professor, Head of the. technical operation and service of cars, Kharkov National Automobile and Highway University

Igor GRITSUK - Dr. tech. Sciences, Professor, Department of Operation of Ship Power Systems, Kherson State Maritime Academy

Tetiana VOLKOVA - Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of Department Transport Technology, Kharkov National Automobile and Highway University

ВИРОБНИЧІ НЕБЕЗПЕКИ ТА ШКІДЛИВОСТІ НА АВТОТРАНСПОРТІ: ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ

Робота з керування автомобілем відноситься до розряду, найбільш напружених та стомлюючих форм трудової діяльності. Робота на автотранспорті протікає в умовах постійної та значної нервово-емоційної напруги, поглиблюється свідомістю відповідальності за життя людей та матеріальних цінностей. Швидкість реакції та точність робочих рухів водія сучасного автомобіля є найважливішими факторами забезпечення безпеки руху. Ці якості значною мірою залежать від зручності робочого місця водія, яке має створювати сприятливі умови праці та унеможличувати виникнення аварій, викликаних перенапругою при роботі водія. Тому організаційні аспекти небезпек і шкідливостей на автотранспорті потребують ретельного дослідження та вдосконалення постійно.

Ключові слова: автотранспорт, небезпеки, напруження, робоче місце, умови праці, водій.

The work of driving a car belongs to the category of the most intense and tedious forms of labor activity. Work on vehicles takes place in conditions of constant and significant neuro-emotional stress, deepened by the awareness of responsibility for the lives of people and material values. The speed of reaction and the accuracy of the working movements of the driver of a modern car are the most important factors in ensuring traffic safety. These qualities largely depend on the convenience of the driver's workplace, which should create favorable working conditions and exclude the possibility of accidents caused by overvoltage during work of driver. Therefore, the organizational aspects of hazards and harm in motor vehicles need to be carefully studied and improved constantly.

Key words: motor transport, dangers, stress, workplace, working conditions, driver.

Професія водія є однією з найпоширеніших у нашій країні. І разом з тим, ця професія є однією з найбільш небезпечних та шкідливих. Кожна спеціалізація (водій легкового автомобіля, водій автобуса, водій вантажного автомобіля, водій спецтранспорту) має особливості, тому в роботі подано узагальнену характеристику умов праці на робочому місці водія.

Для дослідження, щоб розробити та впровадити заходи і засоби для поліпшення умов праці на автотранспорті та підприємствах даної галузі, спочатку потрібно виявити та проаналізувати потенційні (можливі) небезпеки на робочих місцях.

Виконання робіт підвищеної небезпеки та експлуатації обладнання підвищеної небезпеки потребує додержання вимог з максимальною відповідальністю. При цьому необхідно відмітити важливу роль працівника у формуванні небезпечних ситуацій на робочих місцях.

До джерел можливих виробничих небезпек на автотранспорті слід віднести:

- працівників, які можуть здійснювати небезпечні дії;
- автомобілі, обладнання, устаткування, механізми, пристрої, за яких створюються небезпечні умови;
- виробниче середовище, в якому виконуються роботи працівниками за допомогою машин і механізмів.

Враховуючи такі небезпеки потрібно аналізувати ймовірний перебіг подій для можливої небезпеки до наслідку (хвороби чи травмування).

Під час роботи працівник може опинитися в небезпечній зоні через відсутність захисних споруд, попереджувальних знаків та написів або сигнальних пристроїв. Дію, яка спричиняє те, що людина може потрапити до небезпечної зони, потрібно кваліфікувати як небезпечну.

Небезпечні дії працівників і небезпечні умови виробничого середовища виникають під час функціонування системи людина-машина-виробниче середовище, а тому і джерелами небезпек є: людина, машина та виробниче середовище.

Вчинок працівника під час виконання роботи, що суперечить встановленим нормам професійної поведінки називають небезпечною дією. Такі дії зумовлюють порушення працівником вимог охорони праці. Внаслідок небезпечної дії працівник може опинитися у небезпечній зоні та зазнати дію шкідливих чинників.

Небезпечні умови виникають через конструкційні та експлуатаційні недоліки автотранспорту, технологічного обладнання, незадовільного рівня організації виробництва. Небезпечні умови виникають від експлуатації автомобілів:

- через їх зношення під час тривалої експлуатації;
- внаслідок порушення регулювання окремих елементів в процесі роботи;
- внаслідок тривалої роботи автомобілів з конструкційними дефектами тощо.

До небезпечних умов виробничого середовища на автотранспорті належать: незадовільний стан доріг та нераціональних маршрутів руху транспорту; неправильне організації вантажних робіт та облаштування робочих зон; складні та непередбачувані погодні дорожні умови тощо.

Небезпека, що може виникнути за певних умов, а потім викликати наслідки такі як травми або інші несприятливі хвороби для людини називають потенційними небезпеками. Небезпечні умови та дії, що відносяться до випадкових подій, можуть поєднатися та створити небезпечну ситуацію, наслідком якої може бути травма чи дорожньо-транспортна пригода (залежно від характеру та джерела небезпеки, поведінки людини, стану виробничого середовища тощо).

На виробництві також існують і інші небезпеки такі як професійні хвороби. Показники умов праці, які визначаються під час атестації робочих місць, встановлюють рівень небезпеки, яка може загрожувати працівнику розвитком професійної хвороби. Щоб проаналізувати потенційні небезпеки, необхідно:

- визначити потенційні небезпечні чинники та джерела небезпек під час експлуатації автотранспорту, роботи обладнання та устаткування чи перебігу певного процесу;
- встановити, за яких умов джерела небезпеки та небезпечні чинники можуть впливати на працівників: несправні чи відсутні огорожувальні пристрої, технічні несправності автомобілів, недоліки конструкції та інше.

Аналізу виробничих потенційних небезпек на автотранспорті можна представити наступними послідовними пунктами:

1. Визначення джерела виробничих небезпек (транспортні засоби, механізми, устаткування тощо), окремі елементи виробничого середовища, на які спрямовано дію джерел виробничих небезпек та потенційно небезпечні дії працівників.
2. Визначення видів небезпечних і шкідливих виробничих чинників, та, якщо це можливо, встановлюється їх значущість.
3. Визначення умов, за яких небезпечні та шкідливі чинники можуть діяти на працівника. За наявності таких умов на виробництві існує реальна можливість травмування чи захворювання працівника.
4. Розроблення комплексу заходів та засобів, що дозволяють усунути умови виникнення небезпек, ще на стадії проектування.

Для створення гідних та безпечних умов праці потрібно організувати проведення лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацію робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, визначені законодавством, та за їх підсумками вживати заходи для усунення небезпечних та шкідливих для здоров'я виробничих факторів.

1. Войналович О.В., Марчишина Є.І. Охорона праці на автотранспорті АПК. – К. : Основа, 2014. – 442 с.

2. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці на автомобільному транспорті. Навчальний посібник. – Суми : Університетська книга, 2005. – 374 с.

ВИШТАК Інна Вікторівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету

ФЕДОТОВА Вікторія Володимирівна – студентка 2 курсу медичного факультету №1 Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.

Inna VISHTAK – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University

Viktoriia FEDOTOVA – 2nd year student of the Medical Faculty №1, Vinnytsia National Medical University named by M. I. Pirogov

Гандзюк М.О.

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЛАНОК МАЛОТОННАЖНОГО АВТОПОЇЗДИ ПРИ РОЗГОНІ

Використання легкових автомобілів в якості тягача у складі автопоїзда, при всіх своїх позитивних ефектах, пов'язане з низкою технічних труднощів, пов'язаних, здебільшого, з властивими малотоннажним поїздам особливостями.

Малотоннажні автопоїзди фактично випали з поля зору вчених, особливо у нашій країні. Роботи в цій галузі нечисленні та спрямовані на вивчення та вдосконалення конкретних експлуатаційних властивостей, не торкаючись при цьому питання динамічної взаємодії ланок малотоннажних автопоїздів на всьому спектрі режимів руху та вибору параметрів зчіпних пристроїв. За кордоном накопичено певний досвід у проектуванні та виробництві причепів для легкових автомобілів, однак даних по методиці вибору параметрів, якими користуються іноземні виробники при проектуванні зчіпних пристроїв, у відкритому доступі не зустрічається. У зв'язку з чим, доцільно досліджувати вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів зчіпного пристрою на динамічну взаємодію ланок малотоннажного автопоїзда на різних режимах руху.

Найбільш характерним, з погляду динамічної взаємодії ланок, є режими гальмування, розгону та руху по нерівній дорозі.

Моделюванню динамічної взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда при гальмуванні присвячена робота [10]. Тому ми більш детально зупинимося на моделюванні взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда при розгоні.

Малотоннажний автопоїзд являє собою складну механічну систему, що складається з великої кількості елементів, з'єднаних різного роду зв'язками. Дослідження руху автопоїзда з урахуванням усіх зв'язків неможливо, тому в роботі реальний автопоїзд замінений на розрахункову модель.

Ключові слова: малотоннажний автопоїзд, причинна ланка, конструктивні параметри, експлуатаційні параметри, режим розгону, підресорені частини, непідресорені частини, жорсткість, динамічна взаємодія.

M. Handziuk. Features of modeling the interaction of low-level links road trains during acceleration.

The use of cars as a tractor in a train, for all its positive effects, is associated with a number of technical difficulties, mostly related to the peculiarities of light trains.

Low-tonnage trains have actually fallen out of sight of scientists, especially in our country. Work in this area is small and aimed at studying and improving specific performance properties, without touching on the issue of dynamic interaction of low-tonnage trains on the full range of modes of operation and the choice of parameters of couplings. Some experience in the design and manufacture of trailers for passenger cars has been gained abroad, but data on the method of selecting parameters used by foreign manufacturers in the design of couplings are not publicly available. In this regard, it is advisable to study the influence of design and operational parameters of the coupling device on the dynamic interaction of the links of the low-tonnage train in different modes of movement.

The most characteristic, in terms of dynamic interaction of the links, are the modes of braking, acceleration and movement on rough roads.

The work [10] is devoted to modeling the dynamic interaction of low-tonnage train units during braking. Therefore, we will focus in more detail on modeling the interaction of the links of low-tonnage trains during acceleration.

Low-capacity road train is a complex mechanical system consisting of a large number of elements connected by various connections. It is impossible to study the movement of a road train taking into account all the connections, so the real road train is replaced by a calculation model.

Key words: low-capacity road train, trailer link, design parameters, operational parameters, acceleration mode, sprung parts, unsprung parts, rigidity, dynamic interaction.

Як відомо динамічна взаємодія ланок автопоїзда найбільш виразно проявляється на неусталених режимах руху, таких як розгін, включаючи рушення з місця, та гальмування, а також під час руху автопоїзда по нерівностях дороги [1]. Нижче більше детально зупинимося на моделюванні режиму розгону.

У роботі [2] було досліджено робочі процеси в зчепних пристроях при наявності в гальмівній системі автомобіля-тягача антиблокувальної системи, так само було досліджено вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на гальмівну динаміку та стійкість малотоннажного автопоїзда.

Розглядаючи вплив конструктивних факторів, автор виділяє силове передавальне число інерційно-гідравлічної гальмівної системи i_n та поздовжню жорсткість зчпного пристрою C_{cx} як найбільш значущі параметри. При дослідженні впливу експлуатаційних факторів, найбільш значущими прийняті коефіцієнт зчеплення поверхні дороги ϕ_0 і зазор у зчпному пристрої ξ_x .

Загальна методика проведення дослідження ґрунтувалася на дослідженні впливу конструктивних та експлуатаційних факторів на показники якості процесу гальмування малотоннажного автопоїзда. За показники якості процесу гальмування у роботі було прийнято: гальмівний шлях S_t , критерій стійкості η_a , математичне очікування величини зусилля в зчпці та коефіцієнт її варіації ν_u .

У роботі [3] досліджувався вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на роботу рекуперативної антиблокувальної системи на колесах причепа малотоннажного автопоїзда. Була розроблена програма формування оптимального алгоритму управління для рекуперативних антиблокувальних систем причіпних ланок малотоннажного автопоїзда і виявлені конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на показники якості гальмування з рекуперативною антиблокувальною системою та створений алгоритм керування.

У роботі [4] були досліджені гальмівні властивості малотоннажного автопоїзда та можливі методи їх покращення. Встановлені закономірності регулювання гальмівної сили на осі причепа, досліджено вплив зміни масово-геометричних параметрів тягача та причепа на процес гальмування автопоїзда при різному розподілі гальмівних сил між його осями. Оцінено вплив ступеня використання зчпної ваги задньої осі тягача малотоннажного автопоїзда на його стійкість при гальмуванні та можливість зниження нерівності гальмівних сил на осях автопоїзда.

В результаті дослідження, проведеного з використанням математичного моделювання та методів планування експерименту, була розроблена методика регулювання гальмівних сил на осях малотоннажного автопоїзда: на задній осі тягача в залежності від вертикального навантаження на зчпний пристрій; на причепі в залежності від навантаження на його вісь з урахуванням реального розподілу гальмівних сил між осями тягача.

У роботі [5] вперше вивчені специфічні явища, що виникають у зчпному пристрої та інерційному гальмівному приводі причепа, внаслідок циклічної зміни гальмівних моментів на осях тягача, обладнаного антиблокувальною системою, та встановлено їх вплив на гальмівні властивості автопоїзда.

Сформульовані теоретичні основи вибору допустимої маси одновісних причепів та оптимізації параметрів інерційної гальмівної системи. Розроблено теорію розподілу та регулювання гальмівних сил на осях малотоннажного автопоїзда, включаючи методики вибору параметрів регулюючих пристроїв. Розроблено теоретичні основи розрахунку та проектування інерційних гальмівних систем з електромагнітним керуванням.

Метою даної роботи є встановлення закономірностей зміни показників динамічної взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда у складі двовісного автомобіля-тягача та одновісного причепа, обладнаного гальмівною системою, при розгоні.

Наявність у тягово-зчпному пристрої автопоїзда пружних, демпфуючих елементів і зазорів обумовлює появу в процесі руху відносних поздовжніх і поперечних коливань ланок, головним чином в горизонтальній площині. Поперечні коливання негативно впливають на стійкість автопоїзда, але практично не впливають на знос і деформацію деталей зчпного пристрою [1]. Поздовжні ж коливання ланок не тільки значно збільшують навантаження на зчпний пристрій та агрегати ходової частини автомобіля, але й шкідливо впливають на людський організм.

Автопоїзд являє собою складну механічну систему, що складається з великої кількості елементів, з'єднаних різного роду зв'язками. Дослідження руху автопоїзда з урахуванням усіх зв'язків неможливо, тому реальний автопоїзд замінюється на розрахункову модель. Складність моделі

визначається завданнями дослідження та можливістю визначення кількісних показників, що адекватно відтворюють реальний процес. У той же час модель повинна бути достатньо простою і доступною для дослідження, що передбачає прийняття деяких припущень.

Розглянемо процес розгону малотоннажного автопоїзда у складі двовісного автомобіля-тягача та одновісного причепа, обладнаного гальмівною системою. Надалі, причіп, до коліс якого прикладаються гальмівні або тягові зусилля, називатимемо «активним», в іншому випадку - «пасивним».

Розрахункова схема автопоїзда показана на рисунку 1.

Прийнемо такі припущення:

- рух автопоїзда відбувається по рівній горизонтальній поверхні;
- відриви коліс від дорожньої поверхні відсутні;
- зчіпні властивості дорожньої поверхні постійні по довжині дороги;
- підресорені маси ланок автопоїзда - тверді тіла, що мають поздовжню площину симетрії;
- непідресорені маси тягача і причепа рухаються в площині поздовжньої симетрії відповідних ланок автопоїзда;
- у системі діють сили опору, пропорційні першій похідній від відповідних переміщень;
- кутові переміщення підресорених мас ланок автопоїзда відбуваються відносно відповідних центрів мас;
- колеса однієї осі мають однакові радіуси та моменти інерції.

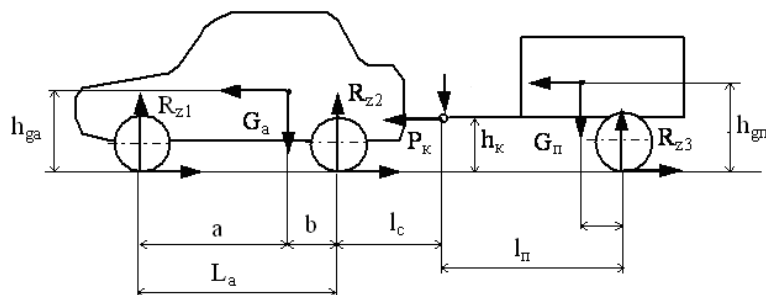


Рисунок 1 - Розрахункова схема малотоннажного автопоїзда для аналізу поздовжньої взаємодії його ланок при гальмуванні

Замінімо зв'язок між ланками автопоїзда дією відповідних реакцій зв'язку. Тоді розрахункові схеми автомобіля-тягача та причепа можна подати у вигляді рисунка 2.

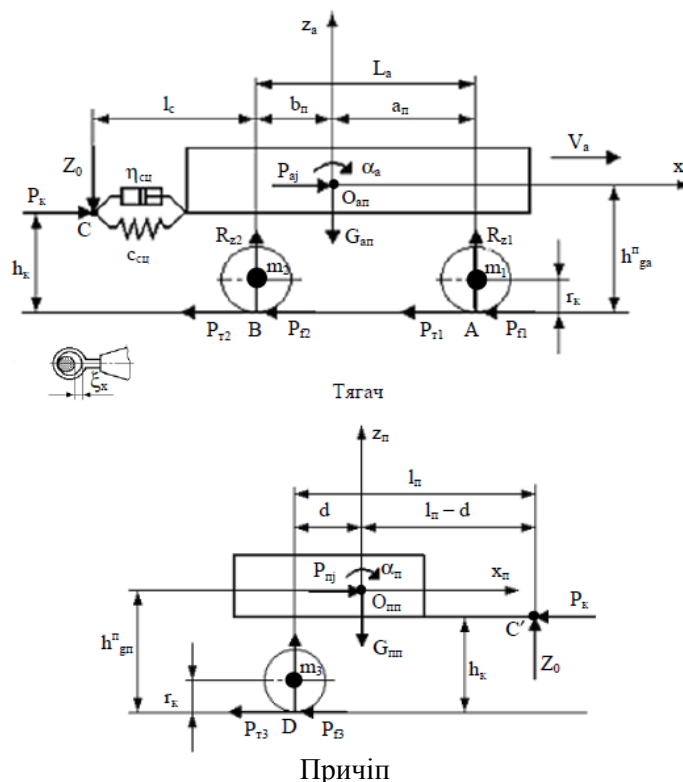


Рисунок 2 - Розрахункові схеми коливальної моделі ланок автопоїзда

Перейдемо до гальмівних сил на колесах причепа.

Як уже зазначалося раніше, на одноосьових причепах до легкових та малотоннажних вантажних автомобілів найбільше застосування отримала інерційна гальмівна система, принцип дії якої заснований на перетворенні зусилля нахату причепа на тягач в гальмівні сили на колесах причепа. Інерційна гальмівна система включає три групи пристроїв: пристрій управління, гальмівний привод та колісні гальма. З огляду на те, що на причепах застосовуються стандартні гальмівні механізми, робота яких описується тими самими рівняннями, що й у тягача, докладніше зупинимось лише на моделюванні роботи двох перших пристроїв.

Пристрій управління служить для передачі зусилля нахату від зчіпного пристрою на привод гальмівної системи причепа. Він включає в себе порогові і демпфуючі пристрої. Пороговий пристрій призначений для запобігання мимовільним спрацюванням інерційної гальмівної системи при русі автопоїзда по нерівних дорогах, а демпфуючий - для гасіння коливань у пристрої керування та гальмівному приводі причепа. В даний час застосовується декілька типів порогових пристроїв, що відрізняються конструктивно та мають різні вихідні характеристики. На рисунку 3 показана розрахункова схема пристрою управління, яка дозволяє, за рахунок зміни розмірних та силових параметрів елементів схеми, моделювати роботу порогових пристроїв різного типу [7].

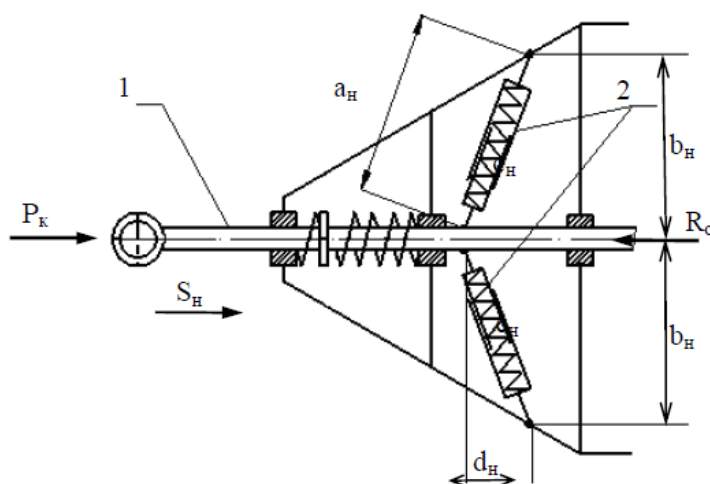


Рисунок 3 - Розрахункова схема пристрою управління інерційною гальмівною системою
1 - рухомий шток; 2 - пороговий пристрій

При моделюванні динамічної взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда в режимі розгону за основу було прийнято математичну модель автопоїзда при гальмуванні [10]. Зміни торкнулися задання сил тяги P_{Ti} , на колесах ведучих осей тягача, визначення вертикальної складової Z_0 зусилля в зчіпці, а також урахування напрямку дії сил.

Як приклад розглянемо випадок рушання автопоїзда з місця на рівній горизонтальній ділянці дороги. Прийmemo, що у початковому положенні відстань між центрами мас ланок $l_0 = b + l_c + l_n - d$, а зазор у зчіпці $\xi_x = \xi_{max}$.

Нехай у певний момент часу до ведучих коліс тягача прикладається тягове зусилля, величину якого з достатньою для практичних розрахунків точністю можна визначити за формулою

$$P_{Ti} = \frac{M_c i_{ki} i_0 \eta_{mp}}{r_k}, \quad (1)$$

де M_c - крутний момент, що передається зчепленням до трансмісії тягача;

i_{ki} - передавальне число коробки передач на i -ій передачі (для легкових автомобілів та автопоїздів $i_{ki} = i_{k1}$);

i_0 - передавальне число головної передачі;

η_{mp} - ККД трансмісії;

r_k – радіус ведучих коліс тягача.

Момент

$$M_c = \frac{k_o M_{e\max}}{\tau} \cdot t, \quad (2)$$

де $M_{e\max}$ – максимальний крутний момент двигуна;

k_o – коефіцієнт динамічності;

τ – час зростання моменту зчеплення від нуля до $M_{c\max}$.

При різкому вмиканні зчеплення пікова величина моменту M_c може перевищити момент $M_{e\max}$ у 1,2 – 3 рази, залежно від потужності двигуна та конструкції трансмісії. При плавному вмиканні зчеплення, що переважає під час експлуатації, динамічні навантаження невеликі і не надають помітного впливу на силу тяги, максимальна величина якої обмежена силою зчеплення ведучих коліс тягача з дорогою.

Введемо позначення:

$$n_p = \frac{k_o M_{e\max} i_{ki} i_0 \eta_{mp}}{\tau \cdot r_k}, \quad (3)$$

де n_p – приведений темп наростання сили тяги.

Тоді

$$P_{Ti} = n_p \cdot t, \quad (4)$$

З урахуванням буксування зчеплення процес рушання автопоїзда з місця можна умовно розбити на декілька етапів.

Перший етап від моменту включення зчеплення ($t = 0$) до моменту рушання тягача. На цьому етапі тягач нерухомий, а робота двигуна повністю витрачається на буксування зчеплення. Момент рушання тягача відповідає умові:

$$P_{Ti} = P_{\psi a},$$

де $P_{\psi a} = (G_a + Z_{CT})\psi$ – сила опору руху тягача;

ψ – коефіцієнт опору руху при рушанні (для горизонтальної асфальтової дороги $\psi = 0,015 \div 0,02 = 0,015 - 0,020$ [8]);

G_a – вага тягача.

На другому етапі відбувається розгін тягача в межах вибору зазору ξ_x в зчіпці. Поки зазор не вибрано зусилля $P_k = 0$, причіп нерухомий, а рух тягача описується рівнянням

$$M_a \delta_{o61} \ddot{S}_a = (k_{e1} P_{T1} + k_{e2} P_{T2}) - P_{\psi a}, \quad (5)$$

де δ_{o61} – коефіцієнт врахування обертових мас на першій передачі;

$k_{e1,2}$ – коефіцієнти, що враховують колеса якої осі тягача є ведучими ($k_{e1,2} = 0,1$).

На третьому етапі між ланками автопоїзда встановлюється контакт і починається деформація $S_x = S_a - S_n - l_0 - \xi_x$ пружного елемента зчіпки із швидкістю $\dot{S}_x = \dot{S}_a - \dot{S}_n$, а зусилля P_k змінюється відповідно до виразу (20) [10]. При цьому причіп залишається нерухомим доти, доки зусилля в зчіпці

не стане рівним опорю руху його під час рушання, тобто

$$P_k = P_{\psi n},$$

де $P_{\psi n} = R_{z3}\psi$.

Рух тягача на цьому етапі описується рівнянням

$$M_a \delta_{об1} \ddot{S}_a = \Sigma P_{Ti} k_{ei} - P_{\psi a} - P_k, \quad (6)$$

де $\Sigma P_{Ti} k_{ei} = k_{e1} P_{T1} + k_{e2} P_{T2}$.

Зусилля P_k досягає максимального значення P_{km} на момент рушання причепа.

Якщо опір $P_{\psi n}$ буде досить великий, більше P_{km} , то тягач може зупинитися, але якщо тягові можливості тягача не обмежені ні потужністю двигуна, ні зчепленням ведучих коліс з дорогою, то при $P_k > P_{\psi n}$ починається розгін причепа. Цей момент відповідає початку четвертого етапу, на якому рух ланок автопоїзда описується рівняннями

$$\begin{aligned} M_a \delta_{об1} \ddot{S}_a &= \Sigma P_{Ti} k_{ei} - P_{\psi a} - P_k; \\ M_n \ddot{S}_n &= P_k - P_{\psi n}. \end{aligned} \quad (7)$$

Якщо автопоїзд обладнаний жорстким безззорним зчіпним пристроєм, наприклад, «кульового типу», кількість етапів скорочується до двох.

На першому етапі, від моменту включення зчеплення до моменту рушання автопоїзда, він нерухомий, а робота двигуна витрачається на буксування зчеплення. Момент рушання відповідає умові:

$$P_{Ti} = P_{\psi an},$$

де $P_{\psi an} = (G_a + G_n)\psi$ – сила опорю руху автопоїзда під час рушання з місця.

На другому етапі відбувається спільний розгін ланок автопоїзда, рух яких описується рівняннями (7) з урахуванням виразу (20) [10]. Крім того, враховуючи, що рушання автопоїзда з місця найчастіше утруднене внаслідок буксування ведучих коліс, максимальну величину сили тяги можна визначити з умови зчеплення ведучих коліс з дорогою, тобто $P_{Ti} = R_{zi} \varphi_x$.

Як оціночні показники динамічної взаємодії ланок автопоїзда при рушанні з місця доцільно прийняти ті ж показники, що і при гальмуванні: $\bar{P}_k, P_{km}, \sigma_p, S_{xm}, N_y$ [10].

Розгін є одним із основних розрахункових режимів при визначенні параметрів зчіпного пристрою малотоннажного автопоїзда у складі двовісного автомобіля-тягача та одновісного причепа.

З метою оцінки впливу деяких конструктивних та експлуатаційних факторів на величину навантажень у зчіпному пристрої малотоннажного автопоїзда встановлено закономірності зміни показників динамічної взаємодії його ланок у цьому режимі руху.

Це дозволяє проводити перевірку вибору етапу розгону і, в залежності від цього, визначати значення силових та кінематичних параметрів процесу розгону автопоїзда та його ланок.

Досліджено вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів зчіпного пристрою на динамічну взаємодію ланок при розгоні малотоннажного автопоїзда у складі двовісного автомобіля-тягача та одновісного причепа, обладнаного гальмівною системою.

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що питання динамічної взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда вивчено недостатньо повно, а існуючі методики вибору параметрів зчіпних пристроїв розроблялися для вантажних автопоїздів, з коефіцієнтом навантаження $\Gamma_{ап} = 1,6 \div 1,8$ (для малотоннажних автопоїздів $\Gamma_{ап} = 1,2 \div 1,35$). Разом з тим існуючі методики не враховують особливості, властиві малотоннажним автопоїздам, а також можливість пробою зчіпки (обмеження максимальної деформації пружного елемента).

Опис процесу руху малотоннажного автопоїзда при розгоні дозволяє проводити дослідження

експлуатаційних властивостей автопоїзда у зазначеному режимі руху та оцінити вплив деяких конструктивних та експлуатаційних факторів на величину навантажень у зчепному пристрої малотоннажного автопоїзда і встановити закономірності зміни показників динамічної взаємодії його ланок.

1. Закин, Я.Х. Конструкция и расчет автомобильных поездов / Я.Х. Закин, М.М. Щукин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1968. – 329с.
2. Ревин, А.А. Исследование динамики торможения автомобиля с антиблокировочной системой: дис. ... канд. тех. наук : 05.05.03 / А.А. Ревин. – Волгоград, 1973. - 167 с.
3. Аль-Дахмаши, Абдуль-Нассер. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на работу рекуперативной АБС на колесах прицепа малотоннажного автопоезда: дис. ... канд. тех. наук : 05.05.03 / Аль-Дахмаши Абдуль-Нассер. – Волгоград, 2003. – 134 с.
4. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. В 5 томах / Б.В. Кисуленко, И.А. Венгеров, Ю.В. Дементьев. – М.: ИПЦ Финпол 2004. – 667 с.
5. Железнов, Е.И. Повышение активной безопасности малотоннажных автопоездов при торможении: дис. ... докт. тех. наук: 05.05.03 / Е.И. Железнов. – Волгоград, 2001. – 415 с.
6. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля : монография / Р.В. Ротенберг. - изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение. - 1972. - 392 с.
7. Железнов, Е.И. Повышение тормозных свойств малотоннажных автопоездов / Е.И. Железнов. – Волгоград, изд-во РПК «Политехник», 2000. – 144 с.
8. Оsepчугoв, В.В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: учебник для студентов вузов / В.В. Оsepчугoв, А.К. Фумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
9. Проскурин А.Н. Исследование тягово-сцепного устройства с нелинейной упругой характеристикой: дис. ... канд. тех. наук : 05.05.03 / А. Н. Проскурин. – Днепропетровск, 1970. – 164 с.
10. Гандзюк, М.О. Моделювання динамічної взаємодії ланок малотоннажного автопоїзда при гальмуванні / М.О. Гандзюк, В.І. Бодак // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк. Луцький НТУ, 2022. – №1 (18).

ГАНДЗЮК Микола Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, e-mail: Gandzyuk64.MG@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-3552-4256>.

Mykola HANDZIUK, Ph.D in Engineering, associate professor of automobiles and transport technologies department, Lutsk National Technical University, e-mail: Gandzyuk64.MG@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-3552-4256>.

РЕМЕНІ БЕЗПЕКИ

Застосування ременя безпеки запобігає переміщенню пасажирів по інерції, і, відповідно, можливим його зіткненням з деталями інтер'єру транспортного засобу або з іншими пасажирів, а також гарантує, що пасажир перебуватиме в положенні, що забезпечує безпечне розкриття подушок безпеки. При аварії ремені децю розтягуються, тим самим поглинаючи кінетичну енергію пасажирів і додатково гальмуючи його рух, і розподіляють зусилля гальмування на велику поверхню. Розтягування ременів безпеки здійснюється за допомогою пристроїв подовження і амортизації, забезпечених енергопоглинальними засобами. Можливе також використання в ременях безпеки автоматичних пристроїв створення натягу.

В роботі проведено аналіз систем пасивної безпеки, а саме ременів, з метою вжиття заходів для підвищення безпеки водіїв, пасажирів та інших учасників дорожнього руху. Були розглянуті різні елементи пасивної системи безпеки автомобіля, які призначені підвищити безпеку людей як в транспортному засобі, так і зовні.

Ключові слова: ремені безпеки, інерція, зусилля, гальмування, розривне навантаження, пасивна безпека..

The use of seat belts prevents the passenger from moving by inertia and, consequently, its possible collision with the interior of the vehicle or with other passengers, and ensures that the passenger is in a position that ensures safe opening of airbags. In the event of an accident, the belts are slightly stretched, thereby absorbing the kinetic energy of the passenger and further inhibiting his movement, and distribute the braking force over a large area. The seat belts are stretched by means of elongation and damping devices equipped with energy-absorbing means. It is also possible to use automatic tensioning devices in seat belts.

The paper analyzes passive safety systems, namely seat belts, in order to take measures to improve the safety of drivers, passengers and other road users. Various elements of the passive car safety system were considered, which are designed to increase the safety of people both in the vehicle and outside.

Key words: seat belts, inertia, force, braking, breaking load, passive safety.

Згідно зі статистикою, близько 85 % всіх дорожньо-транспортних пригод припадає на автомобілі. Отже, приділення ретельної уваги до безпеки автомобіля не можна переоцінити тому, що від безпеки окремо взятого автомобіля безпосередньо залежить і загальна безпека всіх учасників дорожнього руху. Системи безпеки для автомобілів поділяють на активну і пасивну [1-3].

Сукупність конструктивних елементів транспортного засобу, що використовуються для захисту пасажирів від травм при аварії, складає систему пасивної безпеки, яка повинна забезпечувати захист не лише пасажирів і конкретного автомобіля, але й інших учасників дорожнього руху.

У пасивну систему безпеки транспортного засобу можуть входити: подушки безпеки; легкозминальні або м'які елементи передньої панелі; кермова колонка, що зминається при ударі; травмобезпечний педальний вузол — при зіткненні педалі відокремлюються від місць кріплення і зменшують ризик пошкодження ніг водія; інерційні ремені безпеки та попередньо натягуювальні пристрої до них; дитячі системи безпеки — кріплення, крісла, ремені безпеки; зони деформації — енергопоглинальні елементи передньої та задньої частин автомобіля, що зминаються при ударі — бампери, елементи шасі тощо;

При швидкості руху 60 км/год при лобовому зіткненні водій, який важить 75 кілограмів, піддається навантаженню, що дорівнює близько трьом тон. При збільшенні швидкості до 80 км/год навантаження буде становити вже дев'ять тон. І це реальна небезпека. Ремені безпеки істотно скорочують навантаження, що виникає в результаті зіткнення.

Пасок (ремінь) безпеки (англ. seat belt) — засіб пасивної безпеки, що призначений для утримання пасажирів (водіїв) автомобіля (чи іншого транспортного засобу) на місці у випадку аварії або раптової зупинки. [1-3].

Застосування ременя безпеки запобігає переміщенню пасажирів по інерції, і, відповідно, можливим його зіткненням з деталями інтер'єру транспортного засобу або з іншими пасажирів (так звані вторинні удари), а також гарантує, що пасажир перебуватиме в положенні, що забезпечує безпечне розкриття подушок безпеки. Крім цього, ремені безпеки при аварії дещо розтягуються, тим самим поглинаючи кінетичну енергію пасажирів і додатково гальмуючи його рух, і розподіляють зусилля гальмування на велику поверхню. Розтягування ременів безпеки здійснюється за допомогою пристроїв подовження і амортизації, забезпечених енергопоглинальними засобами. Можливе також використання в ременях безпеки автоматичних пристроїв створення натягу.

В Україні згідно з Правилами дорожнього руху використання ременів безпеки є обов'язковим для водія і всіх пасажирів, Близько 70 % спасінь в критичних аваріях забезпечують саме ремені безпеки.

При користуванні ременями безпеки ризик загибелі водія зменшується в 5 разів.

Основним недоліком використання ременів безпеки є ймовірність отримання травми грудної клітки при ударах великої інтенсивності або при порушенні правил їх використання.

У даному випадку виникає проблема застосування в ременях безпеки ефективніших технологій захисту людини від лобових зіткнень і багаторазових перекидань. Перевантаження, що при цьому виникають необхідно зменшити багаторазово з використанням новітніх технологій. Ці технології можуть бути реалізовані пристроями подовження і амортизації або комбінованими технологіями безпеки.

Амортизація ременя безпеки здійснюється за допомогою пружних елементів, розміщених в пристрої фіксації, що дозволяє захистити людину і апаратуру від тривалих ударних і вібраційних навантажень незначної амплітуди. Це можуть бути пристрої, виконані у вигляді пружин або еластичного фрагмента стрічки ременя безпеки однієї частиною з'єднаний з стрічкою ременя безпеки, а другою своєю частиною — з пристроєм фіксації у вигляді засувки.

Ремені безпеки обов'язково проходять дослідження на розривне навантаження, яке проводять на розривних машинах з постійно зростаючим навантаженням при швидкості розходження затискувачів приблизно до 100 мм в хвилину. Навантаження збільшується поки ремінь не розірветься. При проведенні чисельних досліджень різними лабораторіями встановлено, що мінімальне розривне навантаження повинно бути більше 15 кН. Причому, стрічка, яка використовується в ремені може бути різного асортименту, але відповідати вимогам ДСТУ ISO 3776-3:2013 РЕМЕНІ БЕЗПЕКИ.

У тезах розглянуто основні елементи активної і пасивної безпеки автомобіля, а також їх вплив на наслідки дорожньо-транспортних пригод, проведено аналіз систем пасивної безпеки, а саме ременів, з метою вжиття заходів для підвищення безпеки водія, пасажирів та інших учасників дорожнього руху. Були розглянуті різні елементи пасивної системи безпеки автомобіля, які призначені підвищити безпеку людей як в транспортному засобі, так і зовні.

1. Коростельов М. В.1, Гнатов А. В.1. ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ/Харківський національний автомобільно-дорожній університет/ Автомобільний транспорт, вип. 46, 2020.- С. 40-46.

2. Тарасова Е. В., Дорохин С. В. Активная и пассивная безопасность автотранспортных средств. Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. №. 2. С. 713-718.

3. https://studwood.net/2571172/bzhd/sistemi_pasivnoyi_bezpeki_avtomobilya.

ЗАЩЕПКИНА *Наталія Миколаївна* – д.т.н., професор, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

ГАВРИЛЮК *Юрій Олександрович* – студент група ПН-301 Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ZASHEPKINA *Natalia Mykolayivna* - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Measurement Technologies of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky".

GAVERYLYUK *Yuriy Oleksandrovych* - student group PN-z01 of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky".

А.А. Кашканов, О.В. Пальчевський
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

ПРИНЦИПИ ТА ПІДХОДИ У ФОРМУВАННІ КОМПЛЕКСУ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Прийняті принципи та підходи в оцінюванні ефективності функціонування транспортної системи міста закладають якісну основу забезпечення надання транспортних послуг та безпеки руху транспортних засобів. Оцінка ефективності функціонування та формування транспортної системи представляє собою складну багатокритеріальну задачу, в якій фігурують суперечливі групи показників. В роботі виконано аналіз різних груп показників ефективності з метою виявлення можливих шляхів покращення управління сучасними транспортними системами.

Ключові слова: транспортна система міста, транспортні послуги, ефективність функціонування, безпека дорожнього руху, принципи формування комплексів показників.

The adopted principles and approaches in assessing the effectiveness of the city's transport system lay a qualitative basis for ensuring the provision of transport services and traffic safety. Assessing the effectiveness of the functioning and formation of the transport system is a complex multi-criteria task, which includes conflicting groups of indicators. The analysis of different groups of efficiency indicators is performed in order to identify possible ways to improve the management of modern transport systems.

Key words: city transport system, transport services, efficiency of functioning, road safety, principles of formation of sets of indicators.

Щороку навантаження на транспортну систему міст зростає. Така тенденція підштовхує до розширення та ускладнення цієї системи, проте ефективність реалізації цих заходів не є значною без наявності необхідних даних та розуміння кінцевого результату.

Роботу транспортної системи, незалежно від її масштабу, неможливо спланувати та оцінити без комплексу показників, що допомагають вимірювати її обсяг і якість. Загалом, на сьогодні ще не визначено групи кількісних та змістовних показників, які належним чином характеризували би роботу самої транспортної системи, а не її складових.

Для правильної оцінки важливим є розуміння того, що зміни, які відбуваються під час функціонування транспортної системи, окрім якісного, мають і кількісне вираження. Таким чином, вони можуть оцінюватись за допомогою ряду кількісних показників. Але якщо на даний момент певним змінам всередині транспортної системи дати кількісне вираження неможливо, то це тільки свідчить про недостатній обсяг знань стосовно цієї зміни. Оцінка ефективності функціонування та формування транспортної системи представляє собою складну багатокритеріальну задачу, в якій фігурують суперечливі групи показників. З одного боку це економічні показники її функціонування, з іншого - показники, що характеризують рівень її якісної реалізації. Така неоднозначність привела до появи досить великої кількості підходів до оцінки ефективності її функціонування.

Власне, певний перелік показників діяльності транспортних систем сформовано органами офіційної статистики України. Цей перелік містить у собі 26 позицій [1, 2], які обрані у відповідності до потреб даних органів, що значно знижує можливість його ефективного застосування іншими дослідниками. Саме ця специфіка застосування такого комплексу показників і змушує їх шукати або ж розробляти власний набір показників для вирішення завдань аналізу, оцінки, порівняння, прогнозування і планування в транспортних системах. Для даних потреб можуть застосовуватись різноманітні показники, які поділяються на такі групи [3, 4]:

- показники потужності оснащення;
- показники транспортної роботи;
- техніко-експлуатаційні показники;
- економічні показники;
- показники, що характеризують якість надаваних транспортних послуг.

Певні дослідники [5] відносять економічний ефект до найбільш узагальнюючого показника функціонування транспортної системи, який прямим чином виражає зміни у функціонуванні і ефективності засобів її діяльності, та опосередковано торкається і соціально-економічних змін.

Інші, серед яких [6, 7], вважають, що показники ефективності повинні бути безпосередньо

пов'язані з очікуваннями від транспортної системи з точки зору вартості перевезень, безпеки руху, завантаженості транспортної мережі, оскільки транспортування передбачає похідний попит. Більшість транспортних цінностей за своєю природою негативні. Наприклад, учасники дорожнього руху хочуть мінімізувати час у дорозі та мінімізувати ризик травм.

Зростання ефективності функціонування транспортної системи можливе при збільшенні ефекту при незмінних витратах, зменшенні витрат при досягненні того ж ефекту, збільшенні ефекту при більш повільних темпах росту витрат. У випадку коли кінцевий результат і витрати на функціонування транспортної системи змінюються в одному напрямку і з однаковими темпами, то рівень ефективності такої системи залишається незмінним.

Аналіз літературних джерел [2-8] свідчить про те, що показники ефективності є важливою частиною в управлінні сучасної транспортної системи. Основне обґрунтування наявності вимірюваних показників ефективності полягає в тому, що обмежена можливість розвитку та розширення транспортної системи вимагає якомога ефективнішого розподілення цих ресурсів, за рахунок яких можна впливати на показники безпеки, місткості, зручності експлуатації, функціональності, довговічності та ін.

Під час формування комплексу показників ефективності діяльності транспортної системи, потрібно дотримуватися деякого переліку умов. До них належить:

- забезпечення повноцінного взаємозв'язку критерію та системи фактичних показників ефективності функціонування;
- відображення показниками ефективності застосування всіх видів використаних ресурсів;
- можливості застосування показників ефективності до управління різними ланками організації діяльності системи;
- спонукання основними показниками до ефективного функціонування системи.

Система показників ефективності функціонування транспортної системи, яка будується на підставі визначених умов, має поділятися на декілька підгруп:

- узагальнюючі показники ефективності функціонування;
- показники ефективності використання транспортної системи користувачами;
- показники ефективності використання дорожніх фондів;
- показники ефективності використання коштів та інвестицій.

Такий підхід насправді важливий для оцінки поточного та майбутнього стану транспортної мережі, а також ефективності агенцій/інституцій у наданні послуг та безпеки користувачам, продуктивності, економічної ефективності, захисту навколишнього середовища, збереження інвестицій та інших функцій.

Не менш важливим при оцінці транспортної системи є і міра її стійкості до впливу зовнішніх чинників. Кількісне вираження показників стійкості є обов'язковою умовою при формалізації та моделюванні стану транспортної системи.

Спираючись на те, що сталий розвиток складових транспортної системи слід оцінювати з огляду на збалансованість економічної, екологічної та соціальної підсистем, саме за ними доцільно розподіляти показники.

Економічна складова означає оптимальне використання фінансових ресурсів та перехід на відновні джерела енергії, переробку відходів, зниження витрат та впровадження інноваційних технологій, залучення державно-приватного партнерства у інфраструктурних проектах транспортної системи. Екологічна складова передбачає зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, проведення кількісної оцінки, моніторинг та обмеження показників забруднюючих викидів у біосферу, підвищення відповідальності за недотримання цих вимог, проведення профілактичних заходів, впровадження екологічно чистих видів транспорту. Соціальна складова полягає в орієнтації транспортної системи на потреби людини, а також передбачає, що людина повинна брати участь у процесах, які формують сферу її життєдіяльності, сприяти прийняттю і реалізації рішень, а також контролювати їх виконання. Комплексне застосування підходу забезпечить стійкий розвиток не лише транспортної системи, а й добробуту міста загалом [9].

Проведений аналіз існуючих показників оцінки ефективності функціонування транспортної системи показав, що нині вона оцінюється як малою кількістю показників, так і за більш ніж п'ятдесятьма показниками, які доволі часто розподіляють за чотирма основними групами: економічні, технічні, соціальні та екологічні.

Кожна зацікавлена сторона має власне розуміння даного терміну. Наприклад, для адміністративних органів це виражається у відсутності зауважень та прохань з боку населення; для транспортних організацій це максимізація економічної вигоди від здійснення їх діяльності; а у випадку із звичайним користувачем, виділення основного індикатора не є можливим, принаймні, через те, що існує різниця у потребах і мотивації до користування кожного з них.

Саме тому, при формуванні комплексу показників ефективності транспортної мережі, потрібно враховувати власні цілі дослідження, орієнтуючись на принципи та підходи до їх формування, які були згадані в даній роботі.

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua
2. Заблодська І.В., Бузько І.Р., Зеленко О.О., Хорошилова І.О. Інфраструктурне забезпечення розвитку транспортної системи регіону: колективна монографія. Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. 193 с.
3. Meyer, M.D., Miller E.J. Transportation Planning, A Decision - Oriented Approach, 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 2006. 270 p.
4. Vuchic V.R. Urban Transit Systems and Technology. New Jersey, 2007. 602 p.
5. Козак Л.С., Федорук О.В. Особливості формування ефективної моделі інноваційного розвитку транспортно-дорожнього комплексу України. Економіка та держава, № 3, 2020. С. 53-60.
6. R. Haas, G. Felio, Z. Lounis and L. Cowe Falls, "Measurable performance indicators for roads: Canadian and International Practice," in Annual Conference of Transportation Association of Canada Best Practices in Urban Transportation Planning: Measuring Change, Vancouver, Canada, 2009, pp. 1-22.
7. Вдовиченко В.О., Нагорний Є.В. Формування методологічних рівнів оцінки системної ефективності міського громадського пасажирського транспорту. Східно-Європейський журнал передових технологій, №3(81), 2016. С. 44-51.
8. Аулін, В.В., Голуб, Д.В., Біліченко, В.В., Замуренко, А.С. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. Вісник машинобудування та транспорту, №1(11), 2020. С. 4-10.
9. Аверкина М. Ф., Артюх О. М. Оцінювання стійкості транспортної системи міста. Ефективна економіка. 2018. № 12. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6756>

КАШКАНОВ Андрій Альбертович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

ПАЛЬЧЕВСЬКИЙ Олег Вадимович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Andrii KASHKANOV, Doctor of Science in Engineering, Professor, Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University

Oleh PALCHEVSKYI, postgraduate student of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University

ГАБАРИТНО-ВАГОВИЙ КОНТРОЛЬ В РУСІ ТА ПЕРЕВІРКА НА ДОРОГАХ

Недотримання перевізниками габаритно-вагових норм стало основною причиною запровадження габаритно-вагового контролю, оскільки подібні порушення негативно впливають на стан дорожнього покриття та ускладнюють рух автошляхами.

Впровадження автоматичної системи зважування в русі з комплексами Weigh-in-Motion сприятиме здійсненню ефективного цілодобового габаритно-вагового контролю на українських дорогах. Одночасно з метою дотримання автомобільними перевізниками вимог законодавства було запроваджене таке поняття, як «рейдова перевірка (перевірка на дорозі)», у тому числі, у зонах габаритно-вагового контролю.

Ключові слова: великоваговий та великогабаритний транспортний засіб, габаритно-ваговий контроль, автоматична система зважування, комплекс Weigh-in-Motion, рейдова перевірка.

Non-compliance by carriers with weight and size standards has become the main reason for the introduction of weight and size control, since such violations adversely affect the condition of the road surface and make it difficult to move on the roads.

The introduction of an automatic weighing system in motion with Weigh-in-Motion complexes will contribute to the implementation of effective round-the-clock dimensional and weight control on Ukrainian roads. At the same time, in order to comply with the requirements of the legislation by road carriers, such a concept as «road check (check on the road)» was introduced, including in the areas of weight control.

Key words: heavy and oversized vehicle, dimensional and weight control, automatic weighing system, Weigh-in-Motion complex, raid inspection.

В Україні з 03. 05. 2022 року поновили контроль за дотриманням габаритно-вагових норм на дорогах, а вже з 23 травня на порушників згідно чинного законодавства почали накладати штрафи, про що повідомила Укртрансбезпека [1]. Як було зазначено, закриття морських портів суттєво збільшило навантаження на автошляхи південних регіонів, зокрема, Одеської області. Моніторинг транспортних засобів у квітні виявив системне недотримання перевізниками габаритно-вагових норм. Це стало основною причиною відновлення контролю, оскільки подібна ситуація негативно впливає на стан дорожнього покриття та ускладнює рух автошляхами.

Габаритно-ваговий контроль (ГВК) – це контроль за проїздом великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, що включає перевірку на відповідність встановленим законодавством нормативам вагових або габаритних параметрів таких транспортних засобів, наявності дозволу на рух за визначеними маршрутами, а також дотримання визначених у дозволі умов та режиму руху транспортних засобів. Закономірно, що зона ГВК оснащена відповідними дорожніми знаками ділянка автомобільної дороги, на якій розташовані автоматичні, стаціонарні або пересувні пункти габаритно-вагового контролю.

Великовагові та великогабаритні транспортні засоби – це транспортні засоби, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні навантаження на вісь (осі) та загальна маса або габарити яких перевищують один з параметрів зазначених у Правил дорожнього руху. З метою забезпечення безпеки руху, а також у зв'язку з необхідністю збереження дорожніх покриттів у пункті 22.5 Правил викладені обмеження на вагу автотранспортних засобів та осеві навантаження для звичайних і встановлених маршрутів [2].

Разом з тим, у лютому 2022 року Кабінет міністрів України підтримав постанову Мінінфраструктури про лібералізацію перевезень великогабаритних і великовагових вантажів, якою запроваджуються європейські стандарти щодо габаритно-вагових обмежень. В ухваленому документі деталізовано й уточнено максимально допустимі навантаження на вісь залежно від кількості осей і міжосьової відстані.

Для звичайних вантажівок максимальні значення фактичної маси на державних дорогах передбачають: 18 тонн – для 2-вісних автомобілів; 25 тонн – для 3-вісних автомобілів; 32 тонни – для 4-вісних автомобілів; 38 тонн – для 4-вісних автомобілів (з двома кермовими осями, ведучими осями та оснащених спареними колесами) (див. рис. 1) [3].

Також встановлено норми для тягачів із напівпричепами. Для вантажівок, з'єднаних з причепом або напівприцепом (комбінованих), максимальні значення фактичної маси на державних дорогах передбачають: 36 тонн – для 2-вісних тягачів із 2-вісним напівприцепом; 40 тонн – для 2-вісних тягачів із 3-вісним напівприцепом; 40 тонн – для 3-вісних тягачів із 2-осним, або 3-вісним напівприцепом; 42 тонни – для 2-вісних тягачів із 3-вісним напівприцепом, що здійснюють перевезення одного або більше контейнерів або змішаних кузовів, максимальною довжиною 13,716 м (контейнеровози); 44 тонни – для 3-вісних тягачів із 2-вісним, або 3-вісним напівприцепом, які здійснюють перевезення одного або більше контейнерів або змішаних кузовів, максимальною довжиною 13,716 м (контейнеровози) (див. рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Оновлені максимальні значення фактичної маси транспортних засобів [3]

Як наголосили у Міністерстві інфраструктури України, перехід на європейські норми став можливим завдяки технічним характеристикам нових українських автошляхів.

Разом з тим, постановою Кабінету міністрів дозволено обласним державним адміністраціям встановлювати параметри фактичної маси та навантаження на вісь вантажівки залежно від допустимого навантаження на дорожнє покриття при русі великоваговим транспортом дорогами місцевого значення.

У 2020 році в Україні була започаткована реформа Держслужби з питань безпеки на транспорті, головним компонентом якої стало впровадження системи автоматичного габаритно-вагового контролю на українських дорогах із комплексами Weigh-in-Motion (WiM) – у перекладі «Зважування у русі».

Метою впровадження системи зважування в русі є збір даних про масу і осьові навантаження транспортних засобів у реальному часі. Ці дані можуть використовуватися для контролю за перевищенням нормативних габаритно-вагових параметрів, а також іншими інтелектуальними транспортними системами (ІТС) для моніторингу дорожнього руху, проектування доріг, планування технічного обслуговування доріг чи організації дорожнього руху.

Комплекс WiM, у першу чергу, призначений для попереднього відбору з метою притягнення до відповідальності за перевищення норм ваги перевантажених транспортних засобів. У Міністерстві інфраструктури переконані, що подібне рішення сприятиме здійсненню ефективного цілодобового габаритно-вагового контролю на дорогах з метою убезпечення їх від руйнування. Разом з тим, комплекс може також використовуватися для більш обґрунтованого і раціонального планування ремонту і реконструкцій мережі доріг на основі фактичних даних про транспортне навантаження та інтенсивність руху.

У комплекс Weigh-in-Motion входять майданчики зважування в русі на високій швидкості (див. рис.2), робочі місця інспекторів на існуючих пересувних і стаціонарних пунктах вагового контролю, допоміжний офіс системи динамічного зважування, включаючи робочі місця адміністраторів і диспетчерів, а також різні системи передачі даних [4].

Кожен майданчик комплексу для динамічного зважування WiM складається з безлічі датчиків, які фіксують загальну масу транспортного засобу та його навантаження на вісь (див. рис. 2). На додаток встановлюються камери та лазерні сканери з метою визначенні його габаритів. Для того щоб інтелектуальна транспортна система змогла правильно рахувати показники, автомобіль не повинен рухатися швидше за 120 км/год, інакше комплекс все одно зафіксує перевищення швидкісного режиму. Робоча температура WiM становить від -30°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Завдяки сучасним технологіям та надточним датчикам система WiM, яка встановлюється на дорозі, дає можливість у

повністю автоматичному режимі відстежувати швидкість руху та габаритно-вагові параметри автомобіля.

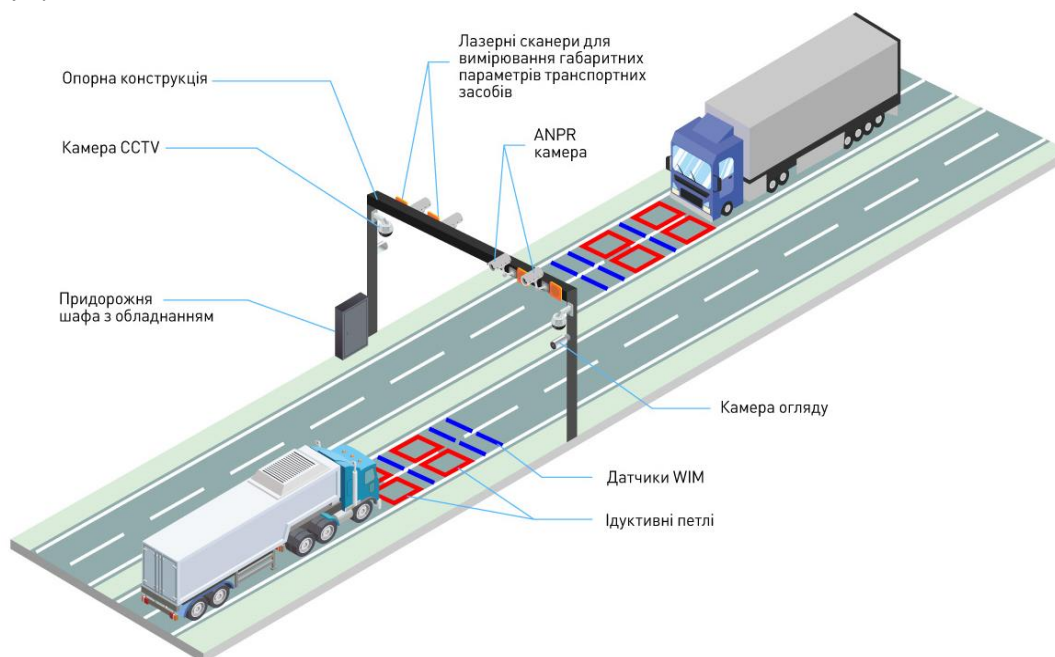


Рисунок 2 – Майданчик для динамічного зважування Weigh-in-Motion [4]

Паралельно з цим, у співпраці з Укртрансбезпекою та Галузевим центром цифровізації і кібербезпеки, Міністерство інфраструктури займається впровадженням єдиної системи контролю зважування – Weigh Control System (укр. «система контролю ваги»). Вона передбачає автоматичну фіксацію перевантажених транспортних засобів, притягнення до відповідальності у разі перевищення габаритно-вагових норм, а також планування ремонту та реконструкції дорожньої мережі на основі, як вже зазначалося, фактичних даних про транспортне навантаження та інтенсивність руху [5].

Система об'єднує в собі Центр обробки даних (ЦОД ГВК), системи отримання інформації з WiM комплексів Укртрансбезпеки, Укравтодору та інших утримувачів доріг, з мобільних та стаціонарних пунктів зважування автотранспорту, з вагових комплексів портів та стивідорних компаній – портових операторів. Додатково планується включити у дане рішення системи відеофіксації та метеостанції для повного контролю.

З 1 жовтня 2021 року набули також чинності зміни до законодавства, які дозволили почати повноцінну роботу WiM-комплексів. Автоматична система зважування великовантажного транспорту, яка здійснює нарахування штрафів за порушення норм габаритно-вагового контролю водія вантажного транспорту запрацювала. Це означає, що за порушення габаритно-вагових норм, зафіксованих в автоматичному режимі учасники ринку отримують реальні штрафи. Так, у статті 60 Закону України «Про автомобільний транспорт» зазначено, що:

- перевищення встановлених законодавством габаритно-вагових норм від 5% до 10% включно при перевезенні неподільного вантажу без відповідного дозволу або подільного вантажу – штраф у розмірі 500 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян;
- перевищення встановлених законодавством габаритно-вагових норм понад 10%, але не більше 20% при перевезенні неподільного вантажу без відповідного дозволу або подільного вантажу – штраф у розмірі однієї тисячі неоподатковуваних мінімумів доходів громадян;
- перевищення встановлених законодавством габаритно-вагових норм понад 20%, але не більше 30% при перевезенні неподільного вантажу без відповідного дозволу або подільного вантажу – штраф у розмірі двох тисяч неоподатковуваних мінімумів доходів громадян;
- перевищення встановлених законодавством габаритно-вагових норм понад 30% при перевезенні неподільного вантажу без відповідного дозволу або подільного вантажу – штраф у розмірі трьох тисяч неоподатковуваних мінімумів доходів громадян [6].

Разом з тим, відповідно до Порядку здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування, у разі виявлення факту перевищення вагових та/або габаритних параметрів транспортного засобу під час руху без дозволу на рух або у разі здійснення руху з порушенням умов, визначених у дозволі на рух, подальший рух

такого транспортного засобу забороняється до усунення порушення шляхом отримання дозволу на рух за пройденою частиною маршруту або повного (часткового) перевантаження вантажу, що перевозиться в інший транспортний засіб, з подальшим підтвердженням дотримання вагових та/або габаритних параметрів, установлених законодавством, або отримання дозволу на рух на весь маршрут.

Документи для отримання дозволу на участь у дорожньому русі транспортних засобів, вагові або габаритні параметри яких перевищують нормативні, можна отримати в Центрах надання адміністративних послуг, або відділах безпеки дорожнього руху управлінь Патрульної поліції, представництвах Укравтодору.

Одночасно з метою дотримання автомобільними перевізниками вимог законодавства Законом України «Про автомобільний транспорт» було запроваджене таке поняття, як «рейдова перевірка (перевірка на дорозі)», у тому числі, у зонах габаритно-вагового контролю.

Рейдова перевірка може проводитися однією посадовою особою Укртрансбезпеки. Натомість, габаритно-ваговий контроль проводиться двома посадовими особами Укртрансбезпеки або однією посадовою особою Укртрансбезпеки із залученням посадових осіб відповідного підрозділу Національної поліції, Укравтодору, власника (балансоутримувача) пункту габаритно-вагового контролю.

Під час рейдової перевірки (перевірки на дорозі) посадові особи Укртрансбезпеки мають право:

- використовувати спеціалізовані автомобілі;
- супроводжувати транспортний засіб, який має ознаки порушення нормативів вагових або габаритних параметрів, до найближчого місця зважування (на відстань не більше 50 км) для здійснення габаритно-вагового контролю, а також забороняти подальший рух такого транспортного засобу;
- здійснювати габаритно-ваговий контроль транспортних засобів;
- використовувати стаціонарні або пересувні пункти габаритно-вагового контролю;
- використовувати засоби фото- і відеофіксації процесу перевірки, у тому числі в автоматичному режимі;
- у випадку виявлення порушень законодавства відносно габаритно-вагового контролю під час рейдової перевірки (перевірки на дорозі) копіювати, сканувати документи, які пред'являють водії транспортних засобів, і використовувати їх як доказ під час розгляду справ про порушення норм законодавства тощо

Всього до кінця 2021 року Мінінфраструктури у співпраці з Укравтодором та Укрінфрапроектом встановили понад 100 WiM-комплексів. Усі вони були підключені до Центру обробки даних ГВК Weight Control System, яка забезпечує автоматичний збір даних з WiM, портів та стаціонарних габаритно-вагових комплексів, фотофіксацію відмови та розподіл надходжень від штрафів. Слід також зазначити, що з моменту встановлення системи Weight-in-Motion кількість порушень норм габаритно-вагового контролю зменшилась у 30 разів.

1. В Україні поновили контроль за дотриманням габаритно-ваговий контроль на дорогах. URL: <https://www.growhow.in.ua/v-ukraini-vidnovyly-habarytno-vahovyy-kontrol-na-dorohakh/>.
2. Правила дорожнього руху: відповідає офіційному тексту. – К.: УКРСПЕЦВИДАВ, 2017. – 64 с. :іл.
3. В Україні запровадили нові вагові обмеження для вантажівок. URL: <https://zaxid.net/v-ukrayini-zaprovadili-novi-vagovi-obmezhennya-dlya-vantazhivok-n1536233>.
4. WiM – системи динамічного зважування транспорту. URL: <https://www.sea.com.ua/ua/weight-in-motion/>.
5. Владислав Криклій. Нові WiM комплекси вводяться в експлуатацію. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/novi-wim-kompleksi-vvodyatsya-v-ekspluatatsiyu-vladislav-kriklij>.
6. Закон України «Про автомобільний транспорт».

КИЩУН Володимир Андрійович – к. е. н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету;

Volodymyr KYSHCHUN – PhD. in Economic, Associate Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Проведено дослідження обсягів транспортування сільськогосподарської продукції за видами транспорту. Встановлено сутність та доцільність визначення ефективності організації транспортного процесу. Досліджено основні проблеми, що впливають на зниження ефективності процесу доставки сільськогосподарської продукції. На основі концепції «Сільське господарство 4.0» сформульовано основні напрями для підвищення ефективності організації транспортного процесу доставки сільськогосподарської продукції.

Ключові слова: транспортний процес, ефективність транспортного процесу, сільськогосподарська продукція.

The transportation volume of agricultural products by transport mode are studied. The essence and expediency of determining the efficiency of the transport process are established. The main problems that reduce the efficiency of the process of delivery of agricultural products are studied. Based on the concept of "Agriculture 4.0" the main directions for improving the efficiency of the transport process of delivery of agricultural products are formulated.

Key words: transport process, efficiency of transport process, agricultural products.

Підвищення попиту на сільськогосподарську продукцію у світі сприяє розвитку аграрної галузі України. Перед суб'єктами ринку сільськогосподарської продукції постає проблема підвищення ефективності доставки вантажів, як на етапі перевезення «поле – склад/елеватор», так і «елеватор – підприємство-виробник готової продукції».

Метою дослідження є формування основних напрямів підвищення ефективності організації транспортного процесу доставки сільськогосподарської продукції на основі вітчизняних та зарубіжних досліджень.

Проведений аналіз на основі офіційної статистичної інформації [1] обсягів перевезення сільськогосподарських вантажів за 2017-2021 роки дозволив встановити, що найбільші обсяги вантажу транспортуються залізничним транспортом. При цьому автомобільний транспорт посідає друге місце у структурі та із Рисунку 1 бачимо тенденцію до зростання обсягів перевезення саме цим видом транспорту.

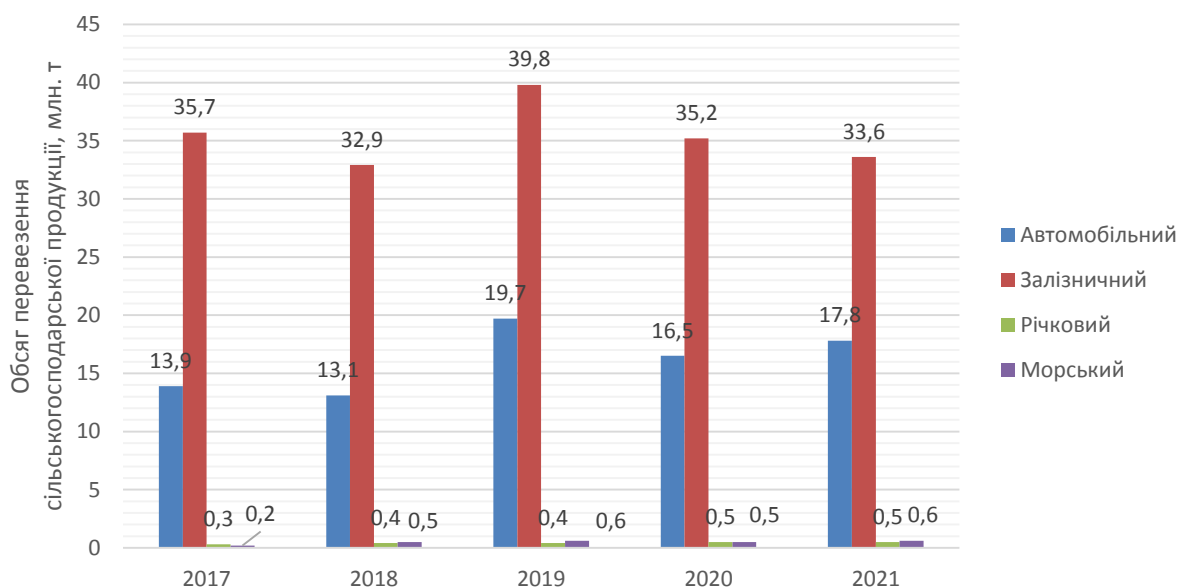


Рис. 1. Обсяг перевезення сільськогосподарської продукції (за видами транспорту)

Ефективність трактують як соціально-економічну категорію, яка характеризує об'єктивні причинно-наслідкові зв'язки або кількісні співвідношення між витратами і результатами. Для оцінки ефективності організації транспортного процесу, як правило, застосовують такі показники, як прибуток, рентабельність, продуктивність рухомого складу в тоннах і тонно-кілометрах, питома продуктивність, рухомого складу, собівартість перевезень. Проте такий підхід є дещо узагальнений та не завжди дозволяє виявити вузькі місця у процесі транспортування через складність знаходження форми взаємопов'язаного підсумовування кількісного та якісного функціонування окремих ланок і компонентів транспортного комплексу [2].

Для забезпечення підвищення ефективності транспортування сільськогосподарської продукції, насамперед, потрібно визначити існуючі проблеми організації перевезень. Так, у роботі [3] автори виокремлюють наступні проблеми транспортного процесу : нерационально сформовані транспортно-технологічні схеми доставки, давно існуючі ланцюги постачання на підприємстві не враховують особливості організації взаємодії видів транспорту, здійснено нерациональний вибір технологічних параметрів при організації, а також не взято до уваги інтереси постачальника та замовника.

Дослідники [4] вважають, що при виборі рациональної транспортно-технологічної схеми перевезення зернових культур, передусім, необхідно враховувати та прогнозувати обсяги виробництва для сільськогосподарської продукції в регіоні. При цьому для ефективної організації транспортного процесу варто зважати на тарифну політику транспортних послуг, рівень розвитку конкуренції між транспортними підприємствами на ринку, розміри та інфраструктуру аграрних підприємств.

На сьогоднішній день транспортний процес доставки сільськогосподарської продукції розглядають з точки зору концепції «Сільське господарство 4.0», яке є найбільш ефективне та забезпечує високу конкурентну спроможність на ринку [5].

Базуючись на вищезгаданій концепції, можна сформулювати наступні напрями підвищення ефективності транспортного процесу доставки сільськогосподарської продукції:

1. Підвищення продуктивності праці: передбачає прийняття рішень суб'єктами господарювання з рациональним підходом до формування транспортно-технологічних схем доставки сільськогосподарських вантажів, мінімізації логістичних витрат підприємства, залучення транспортних засобів та людських ресурсів у процесі транспортування вантажів.

2. Рациональний розподіл ресурсів забезпечується через моніторинг енергоефективності транспортного процесу, тривалості включення у процес людських ресурсів, понаднормових простоїв транспортних засобів, врахування вимог замовника та одержувача [6] та оптимізацію запасів сільськогосподарської продукції.

3. Зниження негативного впливу на довкілля: передбачає формування транспортного процесу з метою мінімізації не тільки витрат на транспортування, а й викидів CO₂. Існуючі моделі, які забезпечують формування маршруту на основі типу доріг та ТЗ дозволяють отримати мінімальну кількість викидів CO₂ та мінімальні витрати [7].

4. Уникнення втрат сільськогосподарської продукції є можливим через рациональне використання збирально-транспортного комплексу, контроль за погодно-кліматичними умовами, вологості та дозрівання сільськогосподарської продукції, не врахування яких може спричинити значні втрати урожаю. Також аналіз якості продукції перед та після її транспортування дозволяє унеможливити додаткові витрати через повернення вантажу.

Отже, запропонований підхід до формування напрямів підвищення ефективності транспортного процесу доставки сільськогосподарської продукції дозволяє оцінити процес транспортування комплексно та отримати синергетичний ефект для суб'єктів аграрного ринку України.

1. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Транспорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm
2. Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Ефективність транспортних процесів» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.0701011 – Транспортні технології (за видами транспорту) / Ю. О. Давідіч, Г. І. Фалецька ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. –36 с.
3. Шраменко Н. Аналіз процесу організації руху вантажопотоків в ланцюгах постачання / Н. Шраменко, В. Шраменко // Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання: тези

доповідей IV Всеукраїнської науково-теоретичної конференції. – Львів : НУ «ЛП», 2021.— С.57-58.

4. Музильов Д. О., Стебаков О. Є. Щодо питання побудови раціональної технології при перевезенні зернових культур. – ВНТУ, 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/12360/33> - Музильов Д.О. Стебаков О.Є..pdf
5. Zhai, Z.; Martínez, J.F.; Beltran, V.; Martínez, N.L. Decision Support Systems for Agriculture 4.0: Survey and Challenges. Comput.Electron. Agric. 2020, 170, 105256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>.
6. Lamsal, Kamal & Jones, Philip & Thomas, Barrett. (2015). Harvest Logistics in Agricultural Systems with Multiple, Independent Producers and No On-Farm Storage. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5061.3606>
7. M. Soysal, J.M. Bloemhof-Ruwaard, J.G.A.J. van der Vorst, Modelling food logistics networks with emission considerations: The case of an international beef supply chain, International Journal of Production Economics, Volume 152, 2014, Pages 57-70, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.12.012>.

КОТЕНКО Вікторія Ігорівна – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mialkovska.viktoria@gmail.com

KOTENKO Viktoria I. – Postgraduate Student of Automobiles and Transport Management Department, Vinnytsya National Technical University e-mail: mialkovska.viktoria@gmail.com.

ЦИФРОВА СИСТЕМА КОРЕГУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЗА ВИТРАТОЮ ПАЛИВА

Недоліком діючої в Україні системи технічного обслуговування і ремонту машин є відсутність механізму коригування періодичності технічного обслуговування в залежності від умов експлуатації, але існує методика нормування витрати палива, де умови експлуатації враховані. Метою дослідження є побудова алгоритму корегування періодичністю проведення технічного обслуговування за зміною витрати палива. За математичної моделлю можливо розрахувати пробіг до капітального ремонту від витрати палива. Відхилення фактичних витрат палива від нормативного значення може бути отримано експериментальним шляхом. На прикладі автомобіля КамАЗ-54115 були проведені розрахунки ресурсу та витрати палива для п'яти категорії доріг. Зроблено пропозицію про доцільність створення комп'ютерного програмного забезпечення, яке автоматизує процес збору та обробку всієї інформації. Ця програма інтегрується у маршрутний комп'ютер та дає вказівки водієві щодо проведення чергового технічного обслуговування.

Ключові слова: ресурс; ремонт; технічне обслуговування; витрати палива; умови експлуатації; автомобіль; нормування; коригування періодичності; швидкісні властивості.

The disadvantage of the current system of maintenance and repair of machines in Ukraine is the lack of a mechanism for adjusting the frequency of maintenance depending on operating conditions, but there is a method of normalizing fuel consumption, where operating conditions are taken into account. The purpose of the study is to build an algorithm for adjusting the frequency of maintenance to change fuel consumption. According to the mathematical model, you can calculate the mileage before overhaul due to fuel consumption. Deviation of actual fuel consumption from the normative value can be obtained experimentally. On the example of the car KrAZ-6322, calculations of resource and fuel consumption for the five categories of roads were performed. A proposal was made to create computer software that automates the process of collecting and processing all information. This program is integrated into the trip computer and instructs the driver on the next maintenance.

Key words: life cycle; repair; maintenance; fuel consumption; operating conditions; car; normalization; periodicity adjustment; speed properties.

Автомобіль відноситься до об'єкта, що відновлюється [1], тобто втрачену його працездатність можна повернути, проводячи поточний або капітальний ремонт. Для попередження відмов у процесі експлуатації періодично проводяться технічні обслуговування автомобіля. Для дорожньо-транспортних засобів прийнято періодичність обслуговування та ресурс визначати через пробіг у кілометрах.

Чисельні значення періодичності технічного обслуговування в Україні встановлені у Положенні [2]. Однак коректування періодичності технічного обслуговування від режиму роботи та умов експлуатації не передбачено.

Існують методики [3, 4] в яких періодичність технічного обслуговування коригується від категорії умов експлуатації, що визначається поєднанням наступних факторів: типом рельєфу місцевості, станом дорожнього покриття, умовами руху (місто, приміська зона, за межами міста), а також природнокліматичними умовами.

У методиці [5] коригування періодичності технічного обслуговування і ресурсу запропоновано провадити від режиму руху, якій визначається через середню технічну швидкості автомобіля. Використання методики [5] на практиці обмежує той факт, що в законодавстві України відсутня обов'язкова вимога щодо встановлення на всіх автомобілях тахографа – приладу для реєстрації швидкості [6], або системи GPS моніторингу [7], що дозволяє отримувати миттєву швидкість автомобіля.

В роботі [8] доведено, що між ресурсом машини і сумарною витратою палива існує стійка кореляція. Складні умови експлуатації призводять до більшого навантаження, як наслідок, збільшується знос деталей та зростає витрата палива. Ця особливість закладено у методику [5] нормування періодичності технічного обслуговування за фактичним станом.

Нормативне значення витрати палива в Україні встановлено за методикою [9]. В залежності від умов експлуатації тут запропоновано проводити корегування за 15 умов, коли збільшується витрата палива, і три умови, коли витрата палива зменшується.

Метою роботи є розробка алгоритму корегування пробігу між технічними обслуговуваннями за витратою палива, яка враховує реальні умови експлуатації.

Визначати витрату палива та ресурс можливо експериментальним [10] або аналітичним шляхом [11]. Найбільш поширеною методикою є розрахункова модель проф. Говорущенко Н.Я. [8].

За методикою [8] витрата палива залежить від швидкості руху так

$$Q = \frac{K_1}{V} + K_2 \cdot V^2$$

а ресурс автомобіля (пробіг до капітального ремонту) так

$$L_{кр} = \frac{a}{b + c \cdot \left(\frac{d}{V} + e \cdot V^2 \right)},$$

де K_1 , K_2 , a , b , c , d , e - коефіцієнти, які залежать від конструкції автомобіля.

Спільне рішення двох рівнянь відносно швидкості (V) дозволяє отримати залежність ресурсу від витрати палива.

У табл. 1 наведені розрахункові значення швидкості, витрати палива та ресурсу автомобіля КамАЗ-54115, які розраховані для доріг з різними категоріями умов експлуатації (КУЕ).

Таблиця 1. Результати розрахунку витрати палива та ресурсу для різних категорій доріг

Категорія умов експлуатації	Середня швидкість руху, км/год.	Розрахункові значення		Коефіцієнт корегування ресурсу
		витрати палива Q , л/100 км	ресурсу $L_{кр}$, тис. км	
1	54	29.8	364.8	1,00
2	43	31.3	347.3	0,95
3	34	35.6	305.4	0,84
4	29	40.0	271.8	0,75
5	25	45.2	240.4	0,66

Періодичність технічного обслуговування пов'язана з тривалістю циклу вищого порядку. Пробіг між ТО-1 та ТО-2 потрібно змінювати пропорційно ресурсу. Це дозволить переходити від методики нормування витрати палива [9] к методики коректування періодичності технічного обслуговування транспортних машин.

Ведемо два коефіцієнта: зміни ресурсу (k_L) та зміни витрати палива (k_Q) відносно нормативного значення відповідного показника. Тобто

$$k_L = \frac{L_k}{L_n}, \quad k_Q = \frac{Q_k}{Q_n},$$

де L_k і L_n - відповідно дійсне та нормативне значення пробігу автомобіля, км; Q_k і Q_n - відповідно фактичне та нормативне значення витрати палива автомобіля, л/100 км.

Нормативне значення з витрати палива можливо взяти з методики [9], а ресурс - з технічних даних заводу-виробника [12]. Також нормативне значення може бути прийняте, як витрата і ресурс першої категорії дороги (см. табл. 1).

На рис. 1 зображено графічний взаємозв'язок коефіцієнтів зміни ресурсу (k_L) та зміни витрати палива (k_Q) для автомобіля КрАЗ-6322.

Графічну залежність (см. рис. 1) можливо обробити методом регресійного аналізу та отримати коефіцієнти для полінома третього ступеня у вигляді:

$$K_L = A \cdot K_Q^3 + B \cdot K_Q^2 + C \cdot K_Q + D.$$

Значення коефіцієнтів A , B , C і D повинні бути отримані для всіх марок автомобілів, для яких застосовується алгоритм корегування періодичності технічного обслуговування за витратою палива.

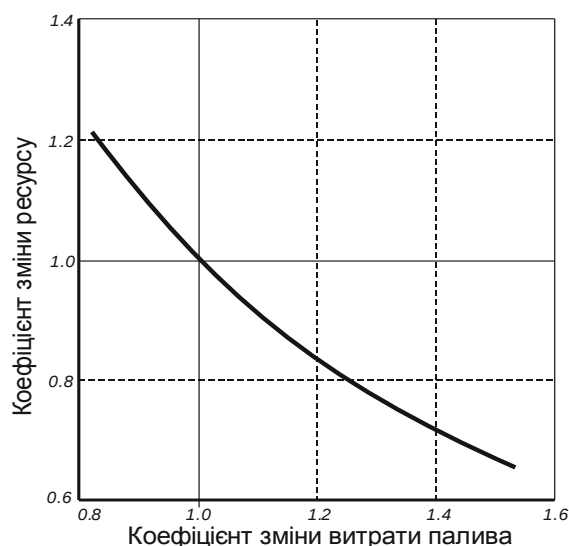


Рис. 1. Взаємозв'язок зміни ресурсу від зміни витрати палива

Коректування пробігу між технічними обслуговуваннями від умов експлуатації можливо виконувати в ручному або автоматичному режимі під час обробки первинної шляхової документації.

Пропонуємо визначати пробіг до наступного технічного обслуговування безпосередньо на транспортному засобі. Це дозволить постійно корегувати пробіг з урахуванням реальних умов експлуатації через поточний контроль витрати палива та інформувати водія щодо остаточного пробігу до наступного технічного обслуговування.

Інформацію о пройденій відстані та витраченому паливі необхідно отримати з CAN шини.

Контролер маршрутного комп'ютера взаємодіє з шиною CAN [13] через трансівер, якій на фізичному рівні реалізує з'єднання з проводами CAN-High і CAN-Low та організує двосторонній обмін сигналами і захист даних, та контролер шини, якій забезпечує комунікацію шини з комп'ютером за певним протоколом (I²C, UART, SPI).

Маршрутний комп'ютер може бути реалізований через контролер (Atmel, STM, PIC) або одноплатковий комп'ютер, наприклад, Raspberry Pi - побудований на базі ARM.

Функція комп'ютера – отримувати данні з шини CAN, обробляти і виводити результат на монітор. Деякі контролери серії STM32 має вбудовану апаратну підтримку CAN шини.

На рис. 2 показаний схема підключення маршрутного комп'ютера до CAN шини.

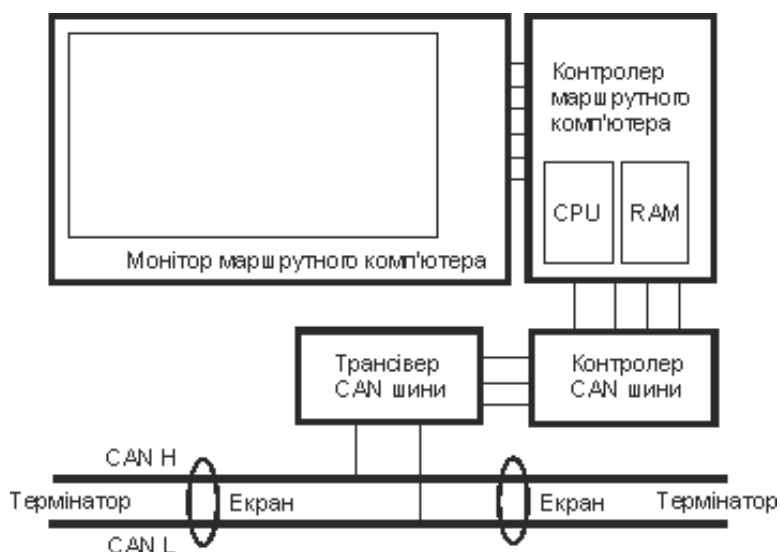


Рис. 2. Схема підключення маршрутного комп'ютера до шини даних CAN

Програмне забезпечення маршрутного комп'ютера повинно розраховувати періодичність технічного обслуговування не тільки за відстанню, а також вносити поправки в пробіг залежно від

витрати палива, що враховує умови експлуатації.

На рис. 3 показаний алгоритм програмного забезпечення мікроконтролера бортового комп'ютера.

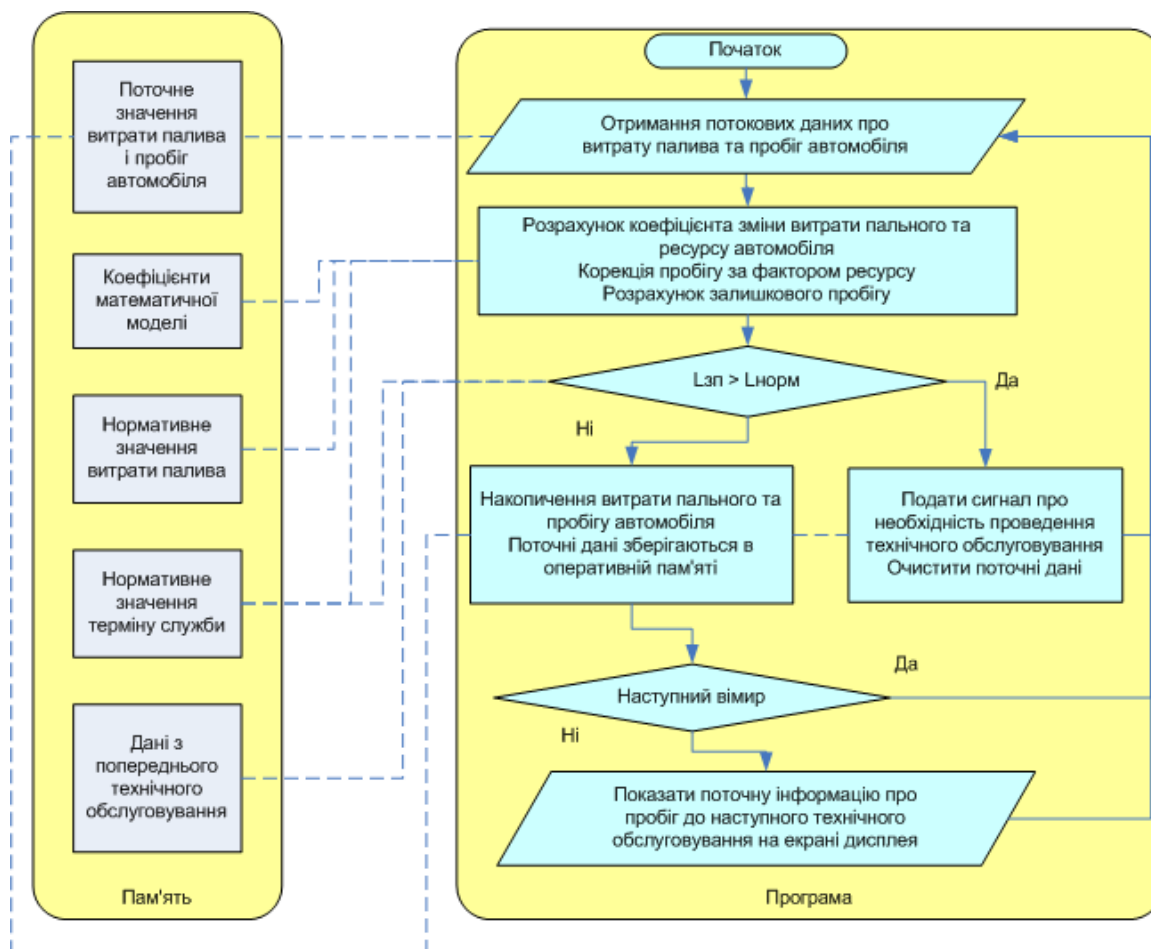


Рис. 3. Алгоритм роботи вбудованого програмного забезпечення

Наступні дані записуються в енергонезалежну пам'ять мікроконтролера (EEPROM):

- нормативні значення витрати палива (для першої категорії дороги);
- нормативні значення ресурсу транспортних засобів (для першої категорії дороги);
- дані спідометра після останнього технічного обслуговування автомобіля;
- поточна витрата палива та пробіг автомобіля.

Флеш-пам'ять програми містить поліноміальні коефіцієнти, які використовуються для обчислення коефіцієнта зміни ресурсу (см. рис. 1). Розрахунки за спрощеною поліноміальною моделлю витрачає менше ресурсів процесора.

У налаштуваннях розділу програма ініціалізує необхідні параметри. Програма зчитує дані про споживання палива та пробіг автомобіля, після базової ініціалізації.

Основна програма виконується у нескінченному циклі. Підпрограма виконується через певний проміжок часу (Δt). Часу повинно бути достатньо, щоб не навантажувати процесор і мати можливість накопичувати дані вимірювання для розрахунку.

Програма отримує поточні дані про витрату палива (Q_i) і пройденої відстань (L_i). Розраховується різниця споживання палива ($\Delta Q = Q_{i-1} - Q_i$) і пробігу ($\Delta L = L_{i-1} - L_i$) поточного та попереднього циклів. За формулою розраховується коефіцієнти споживання (K_Q) і ресурсу (K_L).

Пробіг автомобіля коригується коефіцієнтом пробігу, тобто.

$$L_{i+1} = L_i + \Delta L / K_L$$

Споживання палива ($Q_{i-1} = Q_i$) і ресурс ($L_{i-1} = L_i$) зберігаються у пам'яті комп'ютера.

Часовий інтервал перевіряється для відображення даних на екрані бортового комп'ютера. Підпрограма передає управління головній програмі, а цикл повторюється.

Додатково перевіряється подія досягнення пробігу нормативного значення, коли потрібно проводити поточне технічне обслуговування. Тоді відповідне повідомлення надсилається на екран комп'ютера, а дані очищаються для нового циклу.

Також можливо використовувати програму для настільного ПК. У цьому випадку всі дані передаються на ПК через USB, де дані обробляються в автономному режимі. Комп'ютерна програма буде інтегрована в технологічний процес обробки транспортних документів. В автоматичному режимі є можливість прогнозувати пробіг до технічного обслуговування автомобіля.

Достовірність розрахунків за математичної моделлю може бути покращена за рахунок більш точного визначення значень емпіричних коефіцієнтів, наприклад, методом машинного навчання [14].

Використання цього підходу дозволить більш точно оцінювати фактичну зміну технічного стану рухомого складу, скорегувати періодичність технічного обслуговування з урахуванням реальних умов експлуатації, що сприяє підвищенню експлуатаційної надійності машин.

1. Kumar U. Maintenance performance metrics: A state-of-the-art review / U. Kumar, D. Galar, P. Aditya and others // *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. – № 19. – 2013. – pp. 233-277.

2. Про затвердження "Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту" : Наказ Міністерство транспорту України N 102 від 30.03.98. // *Законодавство України*. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98>. (дата звернення: 10.05.2022)

3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Министерство автомобильного транспорта РСФСР, 1984. – 73 с.

4. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей [текст] / Е.С. Кузнецов – М.: Наука, 2001. – 534 с.

5. Положение о профилактическом обслуживании и ремонте транспортных машин (Методические рекомендации). – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 39 с.

6. Evaluation of traffic speed control devices and its applications : Diss. ... doctor of philosophy / Shefang Wang. – Iowa State University Capstones, 2018. - 88 p.

7. Devikiruba B. Vehicle Speed Control System Using GSM/GPRS. / B. Devikiruba // *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. – Vol. 4 (6). – 2013. – pp. 983-987.

8. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований) : монография / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: ХНАДУ, 2011. - 297 с.

9. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – 3-я ред., доп. та переробл. / Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012. – 120 с.

10. TieQiao T. Vehicle's fuel consumption of car-following models / T. TieQiao, L. JinGang, W. YunPeng, Y. GuiZhen // *Science China Technological Sciences*. – 2013/05. – Vol. 56, Iss. 5. – pp. 1307-1312.

11. Ben-Chaim M. Analytic modeling of vehicle fuel consumption / M. Ben-Chaim, E. Shmerling, A. Kuperman // *Energies*. – 6 (1). – 2013. – pp. 117-127.

12. Автомобили КрАЗ-6322-02, КрАЗ-63221-02, КрАЗ-6446-02. Руководство по эксплуатации 6322-02-3902010 РЭ. – Кременчуг: Холдинговая компания «АвтоКрАЗ»; URL: <http://krazrus.ru/docs/rukovodstvo-po-ekspluatatsii-kraz-6322-02-63221-02-6446-02.pdf> (дата звернення 10.05.2022)

13. ISO 11898:1993. Road vehicles — Interchange of digital information — Controller area network (CAN) for high-speed communication

14. Mohssen M. Machine Learning: Algorithms and Applications. / M. Mohssen, B. Muhammad, B. Eihab. – Taylor & Francis Group LLC, 2017. – 224 p.

КРИВОШАПОВ Сергій Іванович – к.т.н., доцент, доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Sergey KRIVOSHAPOV - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of "Technical Operation and Service of Cars named after Professor N.Ya. Govorushchenko" Kharkov National Automobile and Highway University. URL: <https://www.iso.org/standard/20380.html> (дата звернення 10.05.2022)

В.В. Кулешов, О.В. Мартич, Є.С. Шашко

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків, Україна

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ПРИКОРДОННОГО ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

В розвитку прикордонних транспортних вузлів України виявилися несприятливі тенденції. Технологія роботи станцій транспортних вузлів не є раціональною. Потребує подальшого удосконалення система управління місцевою роботою, регулювання навантаження на адресу прикордонних переходів за рахунок створення мережі логістичних центрів транспортних вузлів.

Ключові слова: автоматизована система керування, логістичний центр, прикордонний перехід, транспортний вузол.

Adverse trends have now emerged in the development of Ukraine's border transport hubs. The technology of operation of railway stations from transport hubs is not rational. Therefore, it is necessary to further improve the management system of local work of transport nodes, regulation of the load at the address of border crossings by creating a network of logistics centers of transport nodes.

Keywords: automated control system, logistics center, border crossing, transport hub.

АТ «Укрзалізниця» у 2021 році перевезла 314,3 млн т вантажів. Це на 2,9% більше, ніж у 2020 році, коли перевезли 305,5 млн т. Та на 0,4% більше, ніж у «доковідному» 2019 році. Коли магістралями України було перевезено 312,9 млн т вантажів. УЗ за підсумками 2021 року вийшла на показник середньодобового навантаження у 727,6 тис. т, що на 2,1% більше, ніж за 2020 рік. Це також на 1,4% більше «доковідного» 2019 року. У грудні 2021 р. середньодобове навантаження становило 730,7 тис. т, що на 6% більше, ніж в останній місяць 2020 року. У 2021 р. перевезення у внутрішньому сполученні становили 149,8 млн т, на експорт — 112,4 млн т, імпорт — 40,6 млн т, транзит — 11,5 млн т. Лідерами за обсягами перевезень за цей період стали: залізна та марганцева руда — 77,6 млн т, мінбудматеріали — 65,7 млн т, кам'яне вугілля — 50,2 млн т, зернові вантажі — 33,7 млн т.

У січні 2022 р. УЗ перевезено 26,1 млн т вантажів, а вантажообіг за звітний період склав 15,8 млрд т-км. Ці показники стали рекордними за останні чотири роки. Показник перевезень вантажів за січень 2022 р. на 18,2% більше січня 2021 року, на 9,2% більше січня 2020 року та на 6,4% більше січня 2019 року. Січневий вантажообіг поточного року більше січня 2021 року на 31,8%, січня 2020 року — на 21,7%, січня 2019 року — на 6,1%. Крім того, ще одним рекордним показником за останні п'ять років стало січневє середньодобове навантаження вантажів, що склало 694 тис. тонн. Цей показник на 15% більше січня 2021 року, на 5% більше січня 2020 року, на 6% більше січня 2019 року та незначно більше показника січня 2018 року.

Прикордонна передавальна станція є одним із підрозділів, які створюють умови обслуговування вантажовласників залізницею. При виконанні передавальних операцій, контрольних функцій знижується переробна спроможність станцій і одночасно зростають вимоги до їх технічного оснащення. При реформуванні залізничної мережі України та держав ЄС організація обліку передачі вагонів, контейнерів повинна враховувати технологію митного та інших видів державного контролю. Завдання практичного використання — забезпечити відповідність вимог контролю технічному оснащенню станцій прикордонних переходів транспортних вузлів.

Відбувається розосередження засобів механізації та складських потужностей на багатьох станціях і вантажних пунктах. Технологія роботи станцій транспортних вузлів не є раціональною, обмежує переробну спроможність і заважає подальшому розвитку транспортних об'єктів. Відставання стало наслідком зниження інвестицій в розвиток транспорту. Незважаючи на те, що обсяги капітальних вкладень, що спрямовуються в розвиток транспорту, збільшувалися, значна частина цього приросту витрачалася на компенсацію подорожчання транспортного будівництва та рухомого складу.

Потребує подальшого удосконалення система управління місцевою роботою, регулювання навантаження на адресу прикордонних переходів за рахунок створення логістичного центру транспортного вузла (ЛЦТВ).

Автоматизовані системи керування (АСК) оперативних працівників **ЛЦТВ** призначені для: автоматизації технологічних процесів роботи станції; надання оперативної інформації з метою прийняття управлінських рішень персоналом станції; підвищення рівня достовірності вхідної інформації, станційних звітів, оперативної довідкової інформації, переданої у системи верхнього рівня, за рахунок комплексного логічного контролю.

До комплексу автоматизованих робочих місць відносяться АРМ керування станційними процесами переробки вагонів оперативних, інженерно-технічних, інженерно-економічних працівників прикордонної станції, працівників інших підприємств залізничного вузла і користувачів залізничних послуг.

До інформаційного забезпечення процесів оперативного управління рухом місцевих поїздів і місцевою роботою на прикордонній станції в умовах **ЛЦТВ** пред'являються наступні вимоги:

- своєчасне забезпечення змінно-добового і поточного планування достовірними вихідними даними;
- забезпечення роботи диспетчерського персоналу вихідними даними логістичного центру в діалоговому режимі;
- автоматичне формування вихідних даних і розподіл інформації диспетчерському персоналу відповідно до їх посадових обов'язків;
- забезпечення диспетчерського персоналу даними для оперативного контролю перевізного процесу і автоматизованого аналізу.

Інформаційне забезпечення диспетчерського персоналу **ЛЦТВ** має розв'язати задачі:

- поточного планування розвезення місцевого вантажу по станціях;
- поточного контролю руху поїздів з місцевим вантажем на адресу станцій дирекцій залізниці, відображення інформації про наявність і просування поїздів, вагонів, вантажів;
- поточного контролю вантажної роботи на станціях, у дирекціях залізниці і пунктах навантаження і вивантаження вагонів (загального користування і на під'їзних коліях);
- формування і організацію передавання місцевого вантажу по станціях дирекції залізниці;
- контроль простою вагонів під операціями (згідно умовам договорів на подавання-забирання вагонів, експлуатацію під'їзних колій або єдиних технологічних процесів зі станціями примикання);
- оперативного аналізу місцевої роботи за підсумками зміни і доби, формування облікової і звітної документації.

Інформаційне забезпечення роботи кожної станції, яка входить до **ЛЦТВ** передбачає функціонування АРМ, об'єднаних в єдиний комплекс автоматизованої системи управління станцією, і передбачає розв'язання задач:

- прогноз прибуття поїздів і вагонів з місцевим вантажем;
- планування часу подавання вагонів на пункти навантаження, забирання вагонів і вивантаження вагонів;
- планування поїздуотворення на станції;
- розподіл маневрової роботи між локомотивами сортувального і вантажного комплексів станції;
- облік витрат електроенергії і дизельного пального на маневрову роботу;
- облік часу знаходження вагонів державного і власного парку на залізничних коліях загального та незагального користування, що обслуговуються **ЛЦТВ**;
- розрахунок норм тривалості і контроль простою вагонів в пунктах навантаження і вивантаження вагонів, а також в парках станції;
- контроль за відправленням поїздів по графіку руху поїздів;
- формування паперових та електронних документів на поїзд або групу вагонів, що відправляється;
- облік середньої ваги поїзда в наскрізному, передавальному і вивізному русі;
- ведення встановлених форм обліку і звітності про роботу станції.

ЛЦТВ оснащується за допомогою програмно-технічного комплексу АРМ, що обслуговується діючими інформаційно-керуючими системами Укрзалізниці.

Діалоговий режим оперативного планування та прогнозування за допомогою математичних методів надає можливості оцінювання умов роботи транспортних вузлів, залізничних станцій (ДС), прилеглих дільниць, напрямків, виробничих підрозділів дирекцій залізничних перевезень (ДН), регіональних філій-залізниць (Н), департаменту перевезень – (ЦД), департамент комерційної роботи (ЦМ), центру транспортної логістики (ЦТЛ) та філій Укрзалізниці. Однак, він ще не забезпечує

попереджувальних заходів щодо безперешкодного приймання поїздів, розформування-формування составів, накопичення, подавання-забирання вагонів, відправлення поїздів. Тому ще не розвантажує диспетчерський апарат від багатьох рутинних функцій.



Рисунок - Функціональна структура управління логістикою перевезень на мережі залізниць України

Моделювання формування, простою, руху поїздів і розрахунку показників ресурсозбереження на базі економічних еквівалентів при добовому плануванні перевезень має ґрунтуватися на виборі прямування і розкладу маршруту із ниток графіку різних ділянок та їх тарифної оцінки з метою оптимального забезпечення потреб у перевезенні.

Удосконалення інформаційної технології керування станційними процесами на мережі залізниць України можливе в умовах функціонування логістичного центру транспортного вузла.

Удосконалення моделі логістики перевезень у оператора перевезень-власника рухомого складу можливе при використанні сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

1. Транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 12.05.2022).

2. Альошинський Є.С., Пестременко-Скрипка О.С., Таратушка К.В. Розробка математичної моделі процесу раціоналізації роботи прикордонних передавальних станцій при застосуванні системи управління ризиками. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*, 2015. Вип. 156. С. 13-18.

3. Данько М.І., Кулешов В.В., Ломотько Д.В. Удосконалення організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, 2012. Вип. 129. С. 5-12.

4. Кулешов В.В., Пестременко-Скрипка О.С., Муригіна Т.В. До питання удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій України. *Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця»*. Харків: 2020. № 4/5(82/83). С. 17-20.

5. Sathaporn Opasanon, Songyot Kitthamkesorn Border crossing design in light of the ASEAN Economic Community: Simulation based approach. *Transport Policy*. Vol. 48, 2016. P. 1-12.

6. Thijs Dewilde, Peter Sels, Dirk Cattrysse, Pieter Vansteenwegen Robust railway station planning: An interaction between routing, timetabling and platforming. *Journal of Rail Transport Planning & Management*. Vol. 3, 2013. P. 68-77.

КУЛЕШОВ Валерій Вячеславович – к.т.н., доцент, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту, e-mail: kuleshov@kart.edu.ua.

МАРТИЧ Олександр Вікторович – студент групи 214-МКТ-Д21, Українського державного університету залізничного транспорту.

ШАШКО Єлизавета Сергіївна – студентка групи 214-МКТ-Д21, Українського державного університету залізничного транспорту.

Valerii KULESHOV – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Railway Stations and Nodes, Ukrainian State University of Railway Transport.

Alexander MARTICH – student of the 214-MKT-D21 group, Ukrainian State University of Railway Transport.

Elizabeth SHASHKO - student of 214-MKT-D21 group, Ukrainian State University of Railway Transport.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ І ПАРАМЕТРІВ МОНІТОРИНГУ КАДРОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПОСЛУГ АВТОСЕРВІСУ

На основі теоретичних досліджень протікання і здійснення виробничих процесів технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів на підприємствах автосервісу розроблено вимоги та модель моніторингу оцінки стану та організації використання трудового потенціалу. Представлено умови використання моделі, наведено статистичні показники ефективності організації робіт. Наведено рекомендації по організації моніторингу.

Ключові слова: транспорт, підприємства, трудовий потенціал, оцінка, ефективність організації.

Based on theoretical studies of the course and implementation of production processes of maintenance and repair of vehicles at car service enterprises, requirements and a model for monitoring the assessment of the state and organization of the use of labor potential have been developed. The conditions of use of the model are presented, statistical indicators of efficiency of the organization of works are resulted. Recommendations on the organization of monitoring are resulted.

Key words: transport, enterprises, labor potential, assessment, efficiency of the organization.

Відповідно до Закону України «Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [1] визначаються вимоги до оцінки відповідності продукції та послуг, вимоги до виконавців робіт.

До підприємств, які проводять технічне обслуговування (ТО) і ремонту колісних транспортних засобів (ТЗ) висуваються вимоги щодо підготовленості, рівня професійної кваліфікації працівників, взагалі до кадрового забезпечення виробничого процесу підприємства.

Виробнику послуг автосервісу необхідно постійно оцінювати їх якість і відповідність очікуванням споживачів та вимогам Технічного регламенту тобто вести постійний моніторинг виробничого процесу обслуговування та ремонту автомобілів.

Моніторинг і оцінка професійного рівня, організації роботи і мотивації робітників підприємства дає можливість провести корегування процесів кадрового забезпечення і взагалі протікання виробничого процесу, що повинно підвищити техніко-економічні показники функціонування підприємства.

Моніторинг і оцінка виробничих кадрів – це система виявлення певних характеристик робітників, які необхідні для прийняття подальших управлінських рішень, спрямованих на збільшення результативності робітників при виробництві [2, 3].

Ефективність моніторингу кадрового забезпечення необхідно оцінювати системою показників, яка повинна відповідати наступним вимогам [3, 4]:

показники кадрового забезпечення, що використовуються при моніторингу, повинні відображати як досягнутий рівень використання, так і динаміку їх зміни;

відповідати меті підприємства;

показники повинні бути вірогідними і повно відображати процес;

мати кількісну і якісну характеристику;

показувати складові процесу, на які управлінські рішення впливають.

Оцінка кадрового забезпечення повинна здійснюватися і регулярно через якийсь термін, так і одноразово при необхідності. Вона проводиться за трьома напрямками [5, 6]:

оцінка рівня забезпеченості виробничого процесу працівниками;

оцінка кваліфікації робітника;

аналіз результатів роботи виконаної робітником;

оцінка співробітника як особистості.

Метою досліджень є підвищення якості та ефективності виробництва послуг створенням механізму моніторингу протікання виробничих процесів технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів.

Для досягнення мети необхідно провести аналіз та розробити методології використання теоретичних положень і моделей моніторингу кадрового забезпечення виробництва послуг автосервісу.

Першою задачею моніторингу кадрового забезпечення виробництва ТО і ремонту транспортних засобів є оцінка трудового потенціалу, його відповідність виробничій програмі підприємства: чисельний та якісний склад, показники професійного зростання, показники рівня мотивації за схемою (рис. 1).



Рис. 1. Показники оцінки трудового потенціалу обслуговування та ремонту ТЗ

Показники оцінки професійного рівня основних робітників при виробництві послуг

Якість послуг з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів залежить від професійного рівня робітників які виконують роботи. Підвищення їх професійного рівня це підвищення потенціалу якості і ефективності виробництва, тому моніторинг кадрового забезпечення є важливою задачею підприємства.

Показники оцінки системи підвищення професійного рівня працівників підприємства

Якість послуг автосервісу залежить від рівня культури праці. Культура праці поділяється на духовну та матеріальну. Духовна визначається освітою, вихованням, моральністю. Тому на підприємстві необхідно постійно приділяти увагу підвищенню рівня кваліфікації, продовженню освіти працівників в навчальних закладах. Це впливає також на підвищення моральних якостей персоналу. А в цілому підвищує професійний кадровий потенціал підприємства і, як результат, якість послуг, що надаються.

Для оцінки ефективності кадрового забезпечення підприємства, що здійснює ТО і ремонт транспортних засобів доцільно використовувати статистичні показники за напрямками, представленими в табл. 1.

Рівень функціонування системи мотивації і підвищення кваліфікації на підприємстві $X_{Пк}$ можна охарактеризувати такою залежністю:

$$X_{Пк} = \frac{P_{нз} + P_{пр} + P_{пнз} + P_{нпр}}{P}, \quad (1)$$

де $P_{нз}$ – чисельність працівників, які в поточному році закінчили навчання в вищому або середньому технічному навчальному закладі;

$P_{пр}$ – чисельність робітників підприємства, які в поточному році підвищили свій професійний рівень;

$P_{пнз}$ – чисельність працівників, які продовжують навчання в вищому або середньо-технічному навчальному закладі;

$P_{нпр}$ – чисельність працівників на підприємстві, які в поточному році підвищують кваліфікацію;

P – загальна чисельність працівників на підприємстві.

Таблиця 1 - Статистичні показники ефективності організації робіт

Напрямок аналізу		Показники
Показники економічної ефективності	Продуктивність праці	Обсяг робіт з ТО і Р на одного виробничого робітника за певний період (місяць, квартал, рік)
		Обсяг доходів на одного виробничого робітника за певний період (місяць, квартал, рік)
	Поліпшення якості продукції, послуг	Кількість рекламаций на послуги з ТО і ремонту за певний період (місяць, квартал, рік)
		Питома вага трудомісткості ТО і ремонту по виправленню неякісних послуг
	Ефективність використання робочого часу	Число втрачених робочих годин за певний період (місяць, квартал, рік), витрачених на ТО і ремонт ТЗ
		Оперативний час при виробництві послуг
	Структура трудових ресурсів	Чисельність виробничих робітників і їх відношення до чисельності працівників
		Розподіл виробничих робітників по кваліфікаційним рівням
		Середній тарифний розряд виробничих робітників
	Витрати на робітників	Загальні витрати підприємства на робітників за певний період
Частка витрат на робітників в загальному обсязі витрат на кадрове забезпечення і у виробництві одиниці трудомісткості ТО і ремонту		
Витрати на одного робітника		
Показники соціальної ефективності	Соціально-психологічний клімат у колективі	Взаємини в структурних підрозділах працівників між собою при виконанні функцій
		Взаємини працівників з керівництвом
		Взаємини працівників зі споживачами послуг автосервісу при виробництві
		Рівень конфліктності в колективі
	Рівень задоволеності робітників	Коефіцієнт плинності працівників, зайнятих у виробничому процесі підприємства

де $P_{нз}$ – чисельність працівників, які в поточному році закінчили навчання в вищому або середньому технічному навчальному закладі;

$P_{пр}$ – чисельність робітників, які в поточному році підвищили свій розряд;

$P_{пнз}$ – чисельність працівників, які продовжують навчання в вищому або середньо-технічному навчальному закладі;

$P_{нпр}$ – чисельність працівників, які в поточному році підвищують кваліфікацію;

P – загальна чисельність працівників на підприємстві.

Оцінювати рівень функціонування системи мотивації і підвищення кваліфікації доцільно, порівнюючи показники підприємства з середніми по галузі або по групі підприємств:

$$X_{пк}^Г = \frac{N \cdot X_{пк}}{\sum_{j=1}^N X_{пкj}}, \quad (2)$$

де N – кількість підприємств, показники яких порівнюються;

$\sum_{j=1}^N X_{пкj}$ – сума показників рівня функціонування системи мотивації і підвищення кваліфікації по N підприємствам.

На підприємстві необхідно обраховувати втрачений при виробництві ТО і ремонту ТЗ час. Для цього доцільно використовувати кваліметричний модуль та коефіцієнт якості та абсолютні показники витрат часу [7, 8]:

$$K_{кор} = 1 - \frac{t_{зап}}{T_{ф}}, \quad (3)$$

де 1 – стандарт (норма) корисності праці або витрат робочого часу робітником;

T_{ϕ} – весь відпрацьований робітником час;

$t_{\text{зап}}$ – час запізнення з виконанням робіт по відношенню до встановленого раніше.

Відношення $t_{\text{зап}} / T_{\phi}$ характеризує долю втраченого часу в загальному обсязі часу.

Абсолютний показник корисності витрат часу визначається за формулою:

$$O_{\text{кор}} = K_{\text{кор}} * T_{\phi}. \quad (4)$$

Результативність праці робітника на підприємстві характеризується абсолютним показником корисності і якості витрат праці $O_{\text{кор+як}}$:

$$O_{\text{кор+як}} = K_{\text{кор}} * K_{\text{як}} * T_{\phi}. \quad (5)$$

При низькій результативності необхідно провести аналіз і виявити та усунути основні причини втрат відпрацьованого часу робітниками, якими можуть бути відсутність запасних частин або матеріалів, відволікання робітників для виконання інших робіт, відсутність необхідних відповідно до технології робіт приладів, пристосувань, інструментів тощо.

Новітні технології підготовки працівників та організації їх роботи повинні базуватися на особистісно-орієнтованому підході, який передбачає не лише урахування індивідуальних особливостей працівників, а диференційований підхід до організації виробничих процесів на підприємствах автосервісу та підвищення кваліфікації.

На підприємстві для мотивації доцільно використовувати: економічні підходи та методи; управління процесами за цілями; збагачення праці (пропонування більш змістовної праці; система заохочення бізнесом).

Запропонований методичний підхід до оцінки ефективності організації робіт дозволяє проводити моніторинг якості організації праці при технічному обслуговуванні та ремонті транспортних засобів на підприємствах автосервісу, визначати показники якості використання трудового потенціалу.

1. Закон України [№ 3164-IV від 01.12.2005](#), із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ [№ 161 від 22.03.2017](#).

2. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; монографія за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.

3. Всеобщее Управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

4. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. – К.: Вища школа, 1991 – Кн. 2. Организация, планирование и управление /В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. – 406 с.

5. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. /Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

6. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барілович Л.П. и др. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. - К.: Логос, 1996.- 348 с.

7. Дмитренко Г.А. Стратегический менеджмент: целевое управление персоналом организаций: Учеб.пособие. – 2-е изд., испр. – К.: МАУП, 2002. – 192 с.

8. Курніков І. П. Управління запасами в автосервісі в умовах невизначеності попиту // Автошляховик України. – 2002. - №1. С. 15-17.

МАСТЕПАН Сергій Миколайович – к.т.н., доцент кафедри автосервісу і технічної експлуатації автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього технічного університету

Serhiy MASTEPAN - Ph.D., Associate Professor, of the Department of Car Service and Technical Operation of Cars of Kharkiv National Automobile and Road Technical University

Мастепан С.М., Мастепан О.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній технічний університет, Харків, Україна

Пономаренко В.М.,

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Івано-Франківськ, Україна

РОЗРОБКА МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ МАТЕРІАЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Матеріальні та енергетичні ресурси потрібного асортименту та якості є основою і необхідною умовою виконання програми виробництва і реалізації якісних послуг, зниження собівартості. Зазначене є запорукою конкурентоспроможності підприємства. На основі теоретичних досліджень протікання і здійснення виробничих процесів розроблено вимоги та модель моніторингу та організації використання матеріальних ресурсів. Наведено умови використання моделі.

Ключові слова: підприємство, автомобілі, матеріальні ресурси, потоки, нормування, випадкові величини, моделювання

Material and energy resources of the required range and quality are the basis and necessary condition for the implementation of the program of production and implementation of quality services, cost reduction. This is the key to the competitiveness of the enterprise. Based on theoretical studies of the course and implementation of production processes, requirements and a model for monitoring and organizing the use of material resources have been developed. The conditions of use of the model are given.

Keywords: enterprise, cars, material resources, flows, rationing, random variables, modeling

В ринкових умовах функціонування підприємств проблема використання матеріальних ресурсів на підприємствах автомобільного транспорту стає особливо актуальною. Для вирішення її необхідно впроваджувати моделі нормування витрат ресурсів, які б змогли пов'язати споживання матеріальних та фінансових ресурсів із стохастичним характером роботи рухомого складу при перевезеннях. Такими є моделі управління матеріальними ресурсами, які враховують стан ринку послуг, положення на ринку ресурсів в країні та умови доступу до нього.

Враховуючи випадковий характер функціонування рухомого складу підприємства в роботі запропоновано прогнозування необхідних обсягів матеріальних ресурсів за методом статистичного моделювання.

У віковій структурі автомобільного парку спостерігається тенденція „старіння” автомобілів. Відповідно автомобільний парк України потребує для експлуатації та підтримки працездатності завищених об'ємів матеріальних ресурсів.

Для забезпечення належного технічного стану автомобіля на підприємствах автомобільного транспорту та економного використання матеріальних ресурсів необхідно вивчити та вирішити такі задачі [1, 2, 3]:

- вивчення в регіоні розташування підприємства та врахування умов експлуатації транспортних засобів при організації транспортної роботи та при обслуговуванні;
- покращати матеріальне забезпечення виробничих процесів транспортного комплексу;
- провести наукове та інформаційне забезпечення ефективного розвитку транспортних систем, автотранспорту та процесів обслуговування та ремонту транспортних засобів;
- впровадити нові транспортні, сервісні технології, методи управління підприємствами, ресурсами та інше.

Для вирішення зазначених задач необхідно впроваджувати нові логістичні системи на автомобільному транспорті, які будуть забезпечувати ефективність функціонування підприємств і враховувати крім економічних також соціальні фактори.

Логістичні підходи на підприємствах автомобільного транспорту України почали використовувати не так давно: після переходу економіки країни на ринкові умови господарювання. Це привело до ситуації, коли підприємства почали працювати за схемою: акцент на споживача, прагнучі максимально задовольнити його очікування та попит [4]:.

В умовах розвитку ринкової економіки логістика надає нові можливості для нормування та більш економного використання матеріальних ресурсів у виробничих процесах підприємств

автомобільного транспорту, раціонального їх планування, організації, контролю постачання, зберігання та розподілу при виробництві.

На підприємствах впроваджуються технічні, технологічні, організаційні, економічні методи та заходи економії палива, мастильних та інших матеріальних ресурсів [3, 5].

Технічні дії пов'язані з забезпеченням процесів технічними засобами вимірювань, регулювань, обслуговувань, удосконалюванням режимів та методів технічного обслуговування і ремонту.

Технологічні напрямки передбачають розвиток технологій: забезпечення своєчасності обслуговування та ремонту транспортних засобів, поліпшення процесів перевірки якості матеріальних ресурсів тощо.

До організаційних методів та заходів відносяться: раціоналізація організації перевезень, удосконалювання методів нормування, організація аналізу витрат матеріалів тощо.

Економічні методи економії матеріальних ресурсів в основному пов'язані з системами мотивації економії матеріалів, впроваджених на підприємствах автомобільного транспорту.

Метою досліджень є підвищення ефективності функціонування підприємств автомобільного транспорту розробкою логістичної моделі нормування та використання матеріальних ресурсів.

Для досягнення мети необхідно провести аналіз виробничих процесів підприємств дослідити умови функціонування автомобільного транспорту, проаналізувати системи управління і нормування витрат матеріальних ресурсів, розробити модель нормування витрат матеріалів з урахуванням експлуатаційних та транспортних умов.

В основі розробки моделей нормування та використання матеріальних ресурсів у виробничих процесах перевезень та обслуговування автомобілів повинна розглядатись система.

Під системою слід мати на увазі об'єкт, який об'єднує множину різних компонентів, що знаходяться у взаємодії, функціонують в якості єдиного цілого, об'єднаного інформаційним процесом, і служить для досягнення поставленої мети [6].

Системи бувають технічні, людино-машинні, виробничо-економічні, соціальні та інші [6, 7]. За ступенем складності системи класифікуються на прості, складні і дуже складні. Ознаками складності є рівень ієрархічності системи, тобто наявність в структурі визначеної кількості рівнів і існування в системі елементів різного походження (наприклад, технічних, економічних, соціальних) [7].

Виконані раніше дослідження [3, 7, 8] свідчать, що на досягнення кінцевої мети впливає сукупність факторів: соціальні, економічні, природно-кліматичні, транспортні, дорожні та інші. Всі ці фактори можна поділити на повністю керовані, частково керовані та не керовані. В загальному вигляді систему можна представити моделлю (рис. 1).

В кожній системі буває один або декілька виходів. Всі виходи необхідно відслідковувати, визначати показники вихідних параметрів, оцінювати за критеріями продуктивності та ефективності. Така оцінка дозволяє оцінювати якість нормування та використання матеріальних ресурсів, протікання загального виробничого процесу підприємства автомобільного транспорту і здійснювати його корекцію, тобто мати зворотній зв'язок.



Рис. 1 - Система забезпечення методів нормування та використання матеріальних ресурсів

Об'єктами досліджень в управлінні нормуванням та використанням матеріальних ресурсів на підприємствах автомобільного транспорту є вплив на процеси факторів. Система факторів поділяється з точки зору кібернетики на керовані, частково керовані і не керовані [4].

Керована група факторів (кваліфікація водія, умови зберігання ресурсів) при нормуванні та використанні матеріальних ресурсів потребує засобів, дій, які забезпечують ефективність виробничих процесів.

Частково керована група (надійність транспортних засобів, вартість матеріальних ресурсів) потребує врахування їх впливу на виробничі процеси при нормуванні і управлінні використанням.

Не керовані підприємством фактори (природно-кліматичні умови, стан дорожнього полотна) потребують запобіжників і врахування їх впливу при управлінні матеріальними ресурсами.

Система нормування та використання матеріальних ресурсів має бути динамічною, тобто потребує безперервного розвитку, удосконалювання, оптимізації, раціоналізації. Вона повинна відповідати рівню сучасних технологічних процесів, стимулювати і забезпечувати свій поступальний розвиток.

Система управління нормуванням та використанням матеріальних ресурсів для забезпечення виробничого процесу підприємства автомобільного транспорту є складною виробничо-економічною, системою. Моделювання процесів в таких системах найчастіше здійснюється методами дослідження операцій [6, 8, 9].

Такий підхід дозволяє вибрати у якості об'єкта дослідження систему нормування витрат матеріалів, яка включає планування, прогнозування запасних частин та матеріалів. А у якості предмета досліджень - модель управління ресурсами, тобто раціональне їх використання.

Відомі два підходи до опису реальної системи будь-якого ступеня складності та природи: детерміністський та ймовірнісний. Різниця між моделями, що побудовані на основі детерміністського підходу та на основі статистичних методів суттєва.

При вирішенні виробничої проблеми детерміністським методом, як правило, виключають якомога більше факторів, що впливають на процес або властивість, які вивчаються і досліджують найбільш впливові фактори відповідно до процесу. Часто визначають залежність процесу від одного фактору. При детерміністському підході важливо знайти рівняння, яке пов'язує вибрані для вивчення фактори і властивості виробничої системи. Отримане рівняння при відомих методах його рішення розглядають у якості моделі системи, яка вивчається.

Для нормування витрат матеріальних ресурсів детерміністський опис процесів не враховує стохастичний характер роботи рухомого складу, тому для вирішення таких задач доцільно використовувати ймовірнісний підхід і нормування та використання матеріальних ресурсів розглядати як ймовірнісну систему.

Процес нормування та використання матеріальних ресурсів необхідно розглядати як єдине ціле, в якому підприємство функціонує в певних умовах та змінюється під дією зовнішніх та внутрішніх факторів стосовно підприємства.

З урахуванням зазначеного для вивчення та моделювання процесів нормування і використання матеріальних ресурсів доцільно прийняти статистичний підхід, у якому результати спостережень, вимірювань, статистичний матеріал будуть основою для моделі, завдяки якій ми зможемо спрогнозувати потребу підприємства у необхідних матеріальних ресурсах та розробити процедури, шляхи, підходи раціонального їх використання.

Моніторинг нормативного забезпечення процесів технічного обслуговування та ремонту повинен включати контроль стану, своєчасне оновлення і поповнення таких масивів стандартів та норм:

- законодавчі та нормативно-правові акти про діяльність з надання послуг з ТО і ремонту транспортних засобів;

- міжнародні та державні стандарти, що визначають умови функціонування транспортних засобів і виробничих процесів підприємств автомобільного транспорту, обмеження їх негативного впливу на навколишнє середовище;

- нормативна база умов використання, постачання, нормування і витрат фінансових, трудових, матеріальних, енергетичних ресурсів;

- нормативна база виконання і контролю якості технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів;

- нормативна база параметрів та нормативів технічного стану транспортних засобів;

- нормативна база організації профілактики і ремонту, параметрів та нормативів технічного стану технологічного устаткування і споруд для ТО і ремонту транспортних засобів;

- нормативна база організації виробничих процесів на підприємстві.

Рівень забезпеченості потреби в матеріальних ресурсах договорами на їх постачання

оцінюється за допомогою наступних коефіцієнтів [10]:

коефіцієнта забезпеченості за планом:

$$K_3 = \frac{\text{Вартість матеріальних ресурсів за складеними договорами}}{\text{Планова потреба}}, \quad (1)$$

коефіцієнта фактичного забезпечення:

$$K_3 = \frac{\text{Вартість фактично отриманих матеріальних ресурсів}}{\text{Планова потреба}}, \quad (2)$$

Перевіряється також якість отриманих від постачальників матеріалів, відповідність їх стандартам та технічним умовам, умовам договору.

Запропонований методичний підхід до оцінки ефективності організації робіт дозволяє проводити моніторинг якості організації праці при технічному обслуговуванні та ремонті транспортних засобів на підприємствах автосервісу, визначати показники якості використання трудового потенціалу.

1. Горбачев П.Ф. Основы теории транспортных систем : монография / П.Ф. Горбачев, И.А. Дмитриев. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2020. – 232 с.

R. Vuchic. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. – 624 p.

3. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. – К.: Вища школа, 1991 – Кн. 2. Организация, планирование и управление /В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. – 406 с.

4. Всеобщее Управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

5. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; монографія за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.

6. Лукинский В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В., Цвирицько И.А. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели: М.: Финансы и статистика, 2002. – 280 с.

7. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. /Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

8. Канарчук В.С., Лудченко О.А., Барилевич Л.П. и др. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. - К.: Логос, 1996.- 348 с.

9. Марков О.Д.: Автосервис: Рынок, автомобиль, клиент. – М.: Транспорт, 1999 – 270 с.

10. Курніков І. П. Управління запасами в автосервісі в умовах невизначеності попиту // Автошляховик України. – 2002. - №1. С. 15-17.

МАСТЕПАН Сергій Миколайович – к.т.н., доцент кафедри автосервісу і технічної експлуатації автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього технічного університету

МАСТЕПАН Олена Анатоліївна – аспірантка Харківського національного автомобільно-дорожнього технічного університету

ПОНОМАРЕНКО Вадим Миколайович – студент групи ЗААГ-51 м/2 Донбаської національної академії будівництва і архітектури

Serhiy MASTEPAN - Ph.D., Associate Professor, of the Department of Car Service and Technical Operation of Cars of Kharkiv National Automobile and Road Technical University

Olena MASTEPAN - graduate student of Kharkiv National Automobile and Road Technical University

Vadym PONOMARENKO - student of ZAAG-51m group of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture

Мастепан М.А., Кузьміна В.П. Пономаренко В.М.,
Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Івано-Франківськ, Україна

СИСТЕМА ОЦІНКИ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТРАНСПОРТНИХ ТА СЕРВІСНИХ ПОСЛУГ

При виробництві транспортних послуг та обслуговуванні і ремонті автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту витрачаються матеріальні та енергетичні ресурси: запасні частини, паливно-мастильні матеріали та інші експлуатаційні матеріали потрібного асортименту та якості. Важливими питаннями є нормування та оцінка ефективності використання їх. Це є основою конкурентоспроможності підприємства. Розроблено систему оцінки рівня використання матеріальних ресурсів.

Ключові слова: транспорт, матеріальні ресурси, нормування, оцінка, ефективність використання.

In the production of transport services and maintenance and repair of cars at road transport enterprises are spent material and energy resources: spare parts, fuels and lubricants and other consumables of the required range and quality. Important issues are rationing and evaluation of their effectiveness. This is the basis of enterprise competitiveness. A system for assessing the level of use of material resources has been developed.

Key words: transport, material resources, rationing, evaluation, efficiency of use.

В управлінні виробничими процесами на підприємствах автомобільного транспорту важливим питанням є оцінка ефективності використання матеріальних ресурсів. У процесі споживання матеріальних та енергетичних ресурсів при виробництві послуг з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів відбувається їх трансформація в матеріальні витрати виробництва.

Для оцінки ефективності та якості протікання процесу забезпечення виробництва транспортних і сервісних послуг підприємства матеріальними ресурсами використовується система загальних і часткових показників (табл. 1) [1, 2].

Застосування узагальнюючих показників при техніко-економічному аналізі дозволяє отримати загальне уявлення про рівень ефективності використання матеріальних ресурсів і резерви її підвищення.

Часткові показники використовуються для характеристики ефективності споживання окремих елементів матеріальних ресурсів (основних, допоміжних матеріалів, палива, енергії, запасних частин тощо).

Результати аналізу матеріальних витрат використовуються при нормуванні витрат на виробництво послуг, а також при визначенні загальної потреби в матеріальних ресурсах на виконання виробничої програми.

Оцінка ефективності використання матеріальних ресурсів та забезпеченості підприємства запасними частинами і матеріалами є важливим завданням логістики по управлінню постачанням, обсягами зберігання запасів, визначення оптимальної партії постачання та зберігання ресурсів, що поставляються на підприємство.

Аналіз матеріальних витрат виробництва послуг автосервісу забезпечує інформацією процес нормування витрат на виробництво послуг. Визначається загальна потреба в матеріальних ресурсах на виконання виробничої програми.

Рішення завдань з оцінки ефективності використання матеріальних ресурсів та забезпеченості підприємства ресурсами і матеріалами є завданням логістики, зокрема щодо складання заявок, вибору постачальників, управлінню запасами, визначення оптимальної партії та термінів постачання ресурсів.

За результатами аналізу використання матеріальних ресурсів необхідно розробити заходи щодо підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів. Такими заходами можуть бути підвищення техніко-технологічного рівня виробництва, механізація та автоматизація виробничих процесів на підприємстві тощо.

Таблиця 1 – Показники ефективності використання матеріальних ресурсів

Показники	Формула розрахунку	Економічна інтерпретація показника
1. Загальні показники		
Матеріаломісткість послуг	$MM = \frac{\text{Сума матеріальних витрат}}{\text{Вартість послуг}}$	Показує величину матеріальних витрат, що припадає на 1 грн. вироблених послуг
Матеріаловіддача послуг	$MB = \frac{\text{Вартість послуг}}{\text{Сума матеріальних витрат}}$	Характеризує вихід послуг з кожної гривні спожитих матеріальних ресурсів
Питома вага матеріальних витрат у собівартості послуг	$P_m = \frac{\text{Сума матеріальних витрат}}{\text{Повна собівартість послуг}}$	Показує рівень та структуру використання матеріальних ресурсів
Коефіцієнт використання матеріалів	$K_m = \frac{\text{Сума фактичних матеріальних витрат}}{\text{Сума матеріальних витрат за планом}}$	Показує рівень ефективності використання матеріалів, дотримання норм їх витрачання
2. Часткові показники		
Енергоємність послуг	$K_e = \frac{\text{Сума фактичних енергетичних витрат}}{\text{Сума енергетичних витрат за планом}}$	Показники відображають ефективність споживання окремих елементів матеріальних ресурсів на 1 грн. вироблених послуг
Питома матеріаломісткість одиниці послуги	$K_{mn} = \frac{\text{Сума матеріальних витрат на 1 н- год}}{\text{Вартість нормогодини послуги}}$	Характеризує величину матеріальних витрат, витрачених на одну нормо-годину послуги

Економія матеріальних ресурсів при виробництві від зазначених заходів може бути визначена за формулою [3]:

$$E = (M_{1i} - M_{2i}) \cdot C_{mi} \cdot V_p - Z_i, \quad (1)$$

де M_{1i}, M_{2i} – норми витрат i -х матеріалів та ресурсів, відповідно, до і після впровадження заходів;

C_{mi} – ціна i -х матеріалів, ресурсів;

V_p – виробництво послуг та продукції в натуральному виразі за рік;

Z_i – витрати, пов'язані з впровадженням заходів.

Матеріальні та енергетичні ресурси в транспортному процесі та при виробництві послуг автосервісу переходять в матеріальні витрати на виробництво. У загальній сукупності витрат на виробництво послуг з ТО і ремонту транспортних засобів на автотранспортних підприємствах вони складають від 35 до 40%, що є свідченням достатньо високої матеріаломісткості послуг.

Зниження матеріаломісткості обслуговування та ремонту транспортних засобів на підприємствах є найважливішим напрямком покращення роботи, так як економне витрачання всіх видів ресурсів забезпечує зростання виробництва і зниження собівартості виробництва послуг.

Завданнями аналізу рівня та ефективності використання матеріальних ресурсів на підприємствах автомобільного транспорту є [2, 3, 4]:

визначення рівня забезпеченості підприємства необхідними матеріальними ресурсами за видами, марками, якістю і термінами постачання;

аналіз рівня матеріаломісткості послуг в динаміці розвитку виробничого процесу;

вивчення впливу та дії окремих зовнішніх та внутрішніх факторів на зміну рівня матеріаломісткості послуг;

розробка механізмів виявлення втрат виробництва внаслідок простою обладнання і робітників через відсутність матеріальних та енергетичних ресурсів;

оцінка впливу організації матеріально-технічного постачання і використання матеріальних ресурсів на обсяг випуску і собівартість продукції;

виявлення невикористаних можливостей (внутрішньогосподарських резервів) зниження матеріальних витрат та їх вплив на обсяг виробництва.

Метою аналізу організації використання енергетичних та матеріальних ресурсів є підвищення ефективності виробництва за рахунок забезпечення раціонального використання ресурсів.

Зростання обсягів послуг V_p і поліпшення їх якості в значній мірі залежать від забезпеченості підприємства якісними матеріальними ресурсами та ефективності їх використання.

Своєчасне надходження та ефективне використання матеріальних ресурсів забезпечує безперебійну, ритмічну роботу, виконання плану робіт і збільшення прибутку. Необґрунтований надлишок може призводити до уповільнення оборотності обігових коштів, що погіршує фінансовий стан підприємства.

Аналіз використання матеріалів у виробництві є найважливішим напрямком аналітичної роботи, так як в ході аналізу можна визначити кількісний вплив різних факторів використання матеріалів на зміну обсягів виробництва послуг.

Насамперед необхідно виявити: які види матеріалів є якісними, як виконано план постачання тих чи інших ресурсів, як дотримувалися норми їх витрат при виробництві.

Загальними показниками ефективності використання матеріальних ресурсів є: матеріаловіддача, матеріаломісткість, питома вага матеріальних витрат у собівартості продукції, коефіцієнт використання матеріалів, прибуток на гривню матеріальних витрат.

Частковими показниками матеріаломісткості, що розраховуються за окремими видами матеріальних ресурсів: матеріаломісткість, енергоємність, ємність покупних запасних частин, частин комплектування тощо.

Матеріаловіддача (M_w) характеризує вихід продукції на одну грошову одиницю матеріальних витрат (M_{cw}), тобто скільки вироблено продукції з кожної гривні спожитих матеріальних ресурсів:

$$M_w = \frac{Q_p}{M_{cw}}, \quad (2)$$

де Q_p – обсяг вироблених послуг та продукції, грн.

Матеріаломісткість (M_c) - показник, зворотний матеріаловіддачі. Він характеризує величину матеріальних витрат, що припадають на один карбованець виробленої продукції:

$$M_w = \frac{M_{cw}}{Q_p}, \quad (3)$$

Динаміка показника характеризує зміну матеріаломісткості продукції.

Коефіцієнт матеріальних витрат являє собою відношення фактичної суми матеріальних витрат до планової, перерахованої на фактичний обсяг вироблених послуг. Даний показник характеризує, наскільки економне використання матеріалів у виробництві, чи немає перевитрати в порівнянні з встановленими нормами.

На рис. 1 представлена загальна схема методики моделювання процесів нормування та використання матеріальних ресурсів на підприємствах автомобільного транспорту.

На першому етапі вибирається об'єкт нормування. Основними вихідними даними вибраних об'єктів можуть бути: експлуатаційні і технічні характеристики транспортних засобів; дані типової технології обслуговування та ремонту транспортних засобів; технічні характеристики та параметри технологічного устаткування виробничої бази; результати вимірювання витрат матеріальних ресурсів шляхом спостереження за операціями ТО і ремонту транспортних засобів.

При аналізі нормативів, які діють на підприємстві слід мати на увазі, що з них при проектуванні нових нормативів можуть бути використані лише ті, в яких враховується можливість економії ресурсів в конкретних умовах виробництва.

На другому етапі встановлюються параметри технічного стану транспортних засобів та

виробничого процесу, які необхідно зібрати, і які будуть використовуватись в якості вихідних даних при моделюванні. За ними необхідно проводити спостереження в процесі проведення пасивного експерименту.

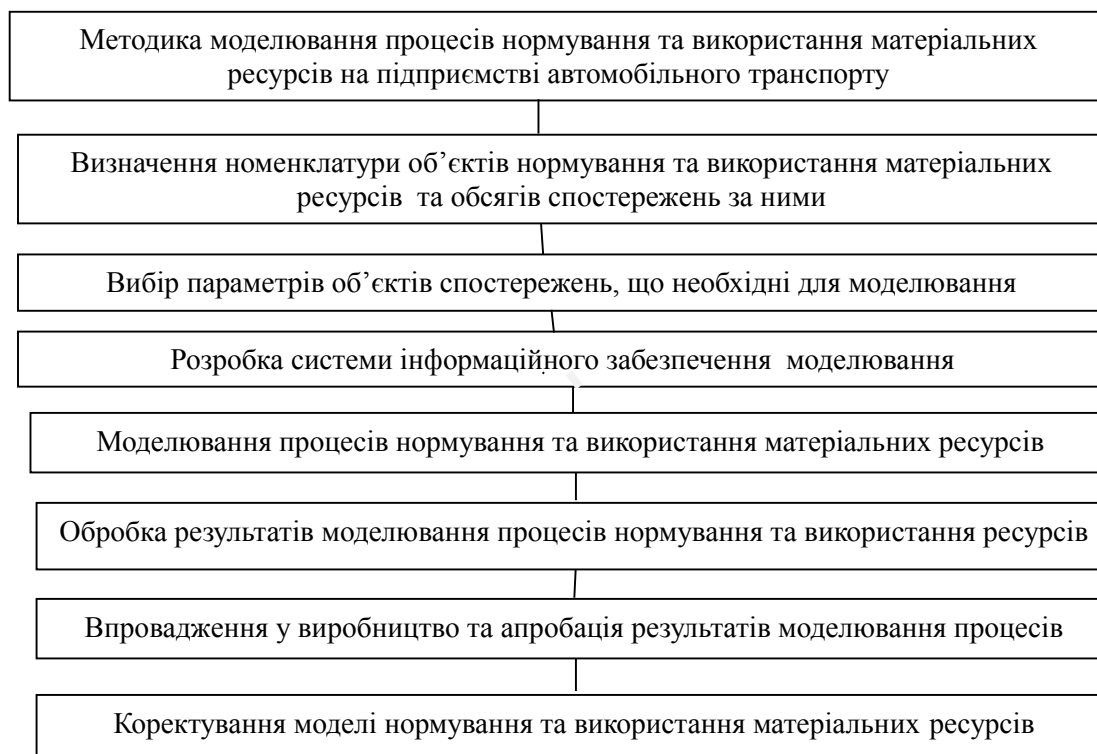


Рис. 1 - Схема моделювання процесів нормування та використання матеріальних ресурсів

Важливим питанням є також визначення факторів, що впливають на зміну технічного стану транспортних засобів та на протікання виробничого процесу. Якість нормативів після моделювання залежить від повноти обліку факторів, що впливають на характеристики процесу, та їх моніторингу.

. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя (на примере ЗИЛ-130): Дис... канд. техн. наук: 05.22.10. – ХНАДУ, 1983. – 182 с.

2. Курніков І. П. Управління запасами в автосервісі в умовах невизначеності попиту // Автошляховик України. – 2002. - №1. С. 15-17.

3. Джон Шоттміллер. Витрати на якість стимулюють процеси безперервного вдосконалення // Методи менеджменту якості. - 2003. - № 2. - С. 62-65.

. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. – К.: Вища школа, 1991 – Кн. 2. Организация, планирование и управление /В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. – 406 с.

МАСТЕПАН Микола Антонович – к.т.н., завідувач кафедри автомобільного транспорту Донбаської національної академії будівництва і архітектури

КУЗЬМІНА Вікторія Павлівна – старша викладачка кафедри автомобільного транспорту Донбаської національної академії будівництва і архітектури

ПОНОМАРЕНКО Вадим Миколайович – студент групи ЗААГ-51 м/2 Донбаської національної академії будівництва і архітектури

Mykola MASTEPAN - Ph.D., Head of the Department of Road Transport of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Victoria KUZMINA - Senior Lecturer, Department of Road Transport, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Vadym PONOMARENKO - student of ZAAG-51m group of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture

АНАЛІЗ ДТП НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ: ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ

Дорожньо-транспортна пригода (ДТП) — подія, що сталася під час руху транспортного засобу, внаслідок якої загинули, (автокатастрофа) або поранені люди чи, завдані матеріальні збитки. Дорожньо-транспортна пригода розглядається як найважча відмова системи «людина-автомобіль-середовище». Система «людина-автомобіль-середовище» це складна система в сенсі взаємодії технічних, біологічних чинників та проявів інтелектуальних якостей людини. Спробуємо проаналізувати ДТП на автомобільному транспорті, з'ясувати причини та знайти шляхи підвищення безпеки руху.

Ключові слова: *дорожньо-транспортна пригода, інфраструктура, транспорт, безпека.*

Road accident (accident) - an event that occurred during the movement of the vehicle, which resulted in death (car accident) or injured people or caused material damage. A traffic accident is considered to be the most serious failure of the "man-car-environment" system. The system "man-car-environment" is a complex system in the sense of the interaction of technical, biological factors and manifestations of human intellectual qualities. Let's try to analyze road accidents, find out the causes and find ways to improve traffic safety.

Key words: *road accident, infrastructure, transport, safety.*

Відповідно до Конституції України, людина та її життя і здоров'я визначаються найвищою соціальною цінністю. Забезпечення безпеки на автомобільних дорогах є головною проблемою сьогодення. Щороку на дорогах світу гинуть 1,25 мільйон людей, а 50 мільйонів людей дістають травми.

З кожним роком кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з тяжкими наслідками зростає. Причини є різні і їх безліч. Масштаби смертності на дорогах у всьому світі та в Україні є вкрай високими, а дорожньо-транспортний травматизм, за даними Міжнародного конгресу з питань реформування системи управління безпеки дорожнього руху, знаходиться на восьмому місці серед основних причин смертності і є головною причиною смертності серед молоді віком 15-29 років [1].

Підвищення безпеки дорожнього руху потрібно розглядати як загальнонаціональний пріоритет, спрямований на зниження темпів зростання аварійності порівняно з темпами збільшення автомобільного парку, зменшення тяжкості ДТП і кількості загиблих на дорогах.

Кількість ДТП в нашій країні, що мають смертельні наслідки вчетверо більше ніж в країнах Європейського Союзу. Щодня в Україні внаслідок ДТП потерпає більше 100 осіб, а більше ніж 10 – гине. Правила дорожнього руху та Кодекс цивільного захисту України дають наступне тлумачення терміну: «Дорожньо-транспортна пригода: це подія, що сталася під час руху дорожнього транспортного засобу, внаслідок якої загинули або зазнали травм люди чи заподіяна шкода майну».

Зменшення рівня аварійності та кількості жертв ДТП – головне завдання дорожніх структур, яке потрібно вирішити. Саме тому, повна і достовірна інформація про причини скоєння ДТП дає можливість планувати заходи для підвищення безпеки дорожнього руху та збереження найголовнішого – людського життя.

Серед головних причин нещасних випадків на транспорті можна виділити наступні групи:

1. Незадовільний стан доріг та дорожньої інфраструктури;
2. Порушення правил дорожнього руху та перевезень пасажирів;
3. Порушення режиму праці та відпочинку;
4. Нехтування правилами та вимогами безпеки;
5. Технічна несправність транспортних засобів, їх зношення;
6. Управління транспортом у стані алкогольного сп'яніння.

Статистичні дослідження показали, що в основному ДТП стаються через те, що водії, пасажирів, велосипедисти, пішоходи порушують правила дорожнього руху, працівники автотранспортних підприємств – правила технічної експлуатації транспортних засобів, а також через

поганий контроль за станом доріг та організацією регулюванню вуличного руху.

60 % ДТП стається з вини водіїв:

- керування транспортом у стані алкогольного сп'яніння;
- недотримання черговості проїзду, перехресть, дистанції;
- перевищення швидкості;
- порушення правил обгону і виїзду на зустрічну смугу;
- експлуатація технічно несправних транспортних засобів;

25 % ДТП стаються з вини інших учасників дорожнього руху – пішоходів;

- перехід у недозволеному місці;
- раптовий вихід на проїжджу частину.

Одним з важливих показників, що впливає на оцінку збитків від ДТП, є середнє значення вартості людського життя, яке залежить від рівня економічного розвитку країни, соціальних стандартів та інших показників.

У публікаціях науковців Інституту економіки та прогнозування НАН України здійснено дослідження щодо середньої вартості людського життя. Відповідно, вартість середньостатистичного людського життя розраховується за таким алгоритмом:

$$\text{ЕЕВЛЖ} = (\text{НЧЛК} + \text{ПВЛК}) / \text{Чпнс} * \text{ОТЖ},$$

де ЕЕВЛЖ – економічний еквівалент вартості людського життя; НЧЛК – нагромаджена частка людського капіталу; ПВЛК – поточні витрати на людський капітал; Чпнс – середньорічна чисельність постійного населення; ОТЖ – очікувана тривалість життя при народженні.

Середня вартість людського життя становить:

- у Великобританії – 1,2 мільйонів євро;
- у Нідерландах – 4 мільйони євро;
- у США – від 3 до 5 мільйонів доларів;
- у Фінляндії – 2,2 мільйонів євро;
- в Україні – 454 тисяч доларів.

Згідно статистичних даних Міністерства внутрішніх справ України в середньому кожні три хвилини трапляється ДТП, кожні 15 хвилин травмується одна людина, кожні три години одна людина гине. Загалом за рік кількість аварій на українських дорогах зростає майже на 20%.

Проведено аналіз ДТП за сім з половиною років: скільки сталося ДТП в країні, скільки людей травмувалися і загинули (Рисунок 1).

За даними аналітичного порталу «Слово і діло»[2]:

- у 2014 році на українських дорогах сталося 153 тисячі 205 ДТП, з них 26 тисяч 194 з потерпілими. Травмувалися у результаті 32 тисячі 395 осіб, загинули – 4 тисячі 483. Крім того, загинули 1 тисяча 873 пішоходи;

- у 2015-му кількість аварій знизилася до 134 тисяч 193, з постраждалими – до 25 тисяч 365. В результаті травмувалися 31 тисяча 467 осіб, загинули – 3 тисячі 970. Також за рік загинули 1 тисяча 631 пішохід;

- у 2016 році сталося 158 тисяч 776 ДТП, в 26 тисячах 782 випадках постраждали люди. За рік в результаті аварій загинули 3 тисячі 410 осіб, а травмувалися – 33 тисячі 613. Кількість загиблих перехідів склало 1 тисячу 467 осіб;

- у 2017 році відбулося 162 тисячі 526 ДТП (27 тисяч 220 з потерпілими),

- у 2018-му – 150 тисяч 120 ДТП (24 тисячі 294 з потерпілими),

- у 2019-му – 160 тисяч 675 ДТП (26 тисяч 52 з постраждалими),

- у 2020-му загинули 1 тисяча 198 пішоходів;

- за шість місяців 2021 року сталося 86 тисяч 459 ДТП: загинули – 1 тисяча 281 осіб, постраждали – 12 тисяч 753.

В Україні від 2018 року працює програма безпеки дорожнього руху, мета якої знизити рівень смертності і травматизму на дорогах. Щорічно з бюджету на програму належить виділяти 5% з доходів Дорожнього фонду, який наповнюється за рахунок надходжень від акцизних податків з пального і транспортних засобів, ввізного мита на нафтопродукти і транспортні засоби, а також штрафів за недотримання габаритно-вагових норм (Рисунок 2).

СМЕРТНІСТЬ НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ У 2014-2021 РР.

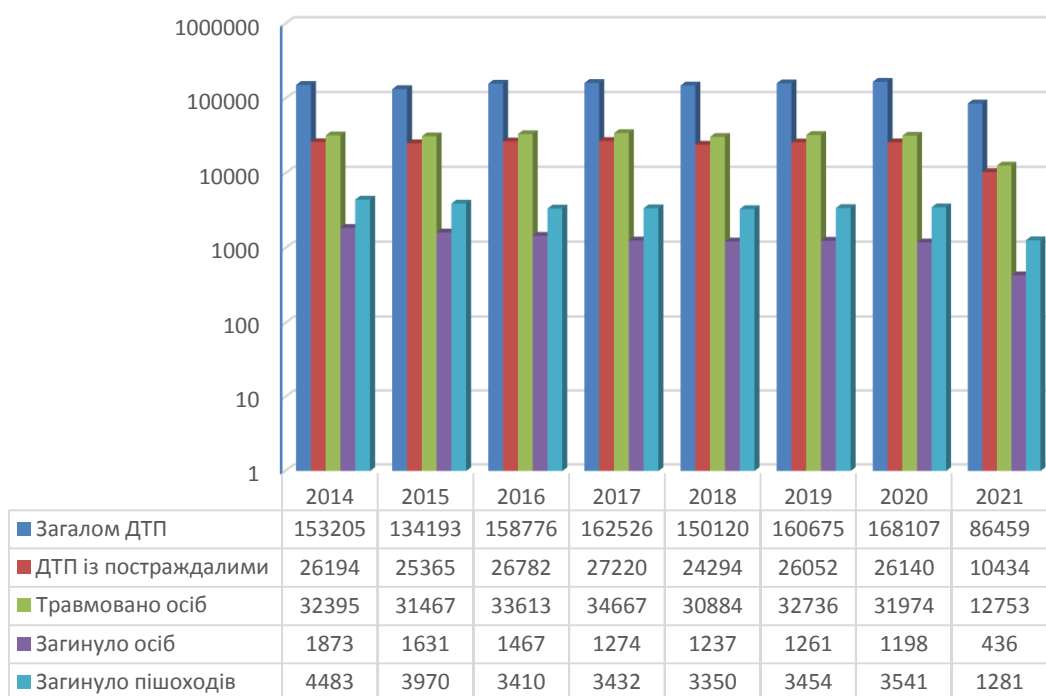


Рисунок 1. Смертність на дорогах України у 2014-2021 рр.

ПРОГРАМИ КМУ З БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ У 2018-2023 РР.

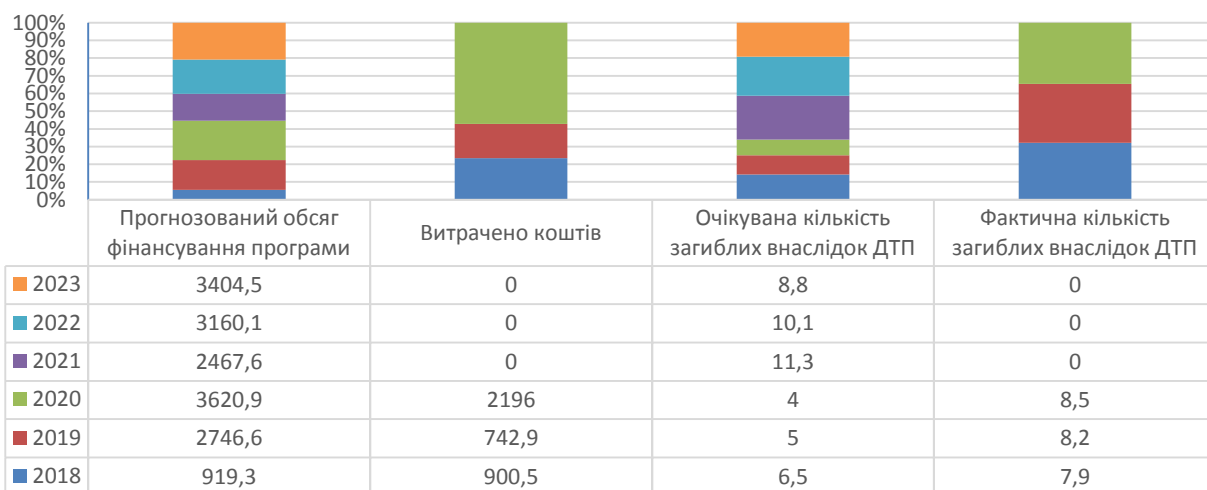


Рисунок 2. Програми КМУ з безпеки дорожнього руху у 2018-2023 рр.

Програма безпеки дорожнього руху передбачала очікуваний ефект з щорічним зменшенням кількості загиблих: в 2018 році буде не більше 6,5 смертей на 100 тисяч осіб населення, в 2019 – 5, а в 2020 – лише 4.

Проте, якщо враховувати дані Нацполіції, щорічне збільшення кількості загиблих унаслідок ДТП: 7,9 – в 2018, 8,2 – в 2019, 8,5 – в 2020.

За даними Міністерства інфраструктури у 2018 і 2019 роках програма належно не виконувалась. Програма почала виконуватися тільки в 2020 році. Дійсно, в 2018-му в держбюджеті на програму виділили 2,6 млрд грн (витратили 900,5 млн), у 2019 му – 2,1 млрд (витратили 742,9 млн).

Наприкінці 2020 року затверджено програму безпеки дорожнього руху на наступні три роки. Однак тепер прогнозні показники смертності ще вище: прогнозують, що в 2021-му гинутиме 11,3 людини на 100 тисяч, у 2022-му – 10,1, в 2023 році – 8,8.

За даними Національної поліції України реальна статистика смертельних випадків на дорогах ще страшніше: у 2017 році внаслідок ДТП загинули 5316 людей (а не 3432), в 2018 році – 5201 людина (а не 3350), в 2019 році – 5418 людей (а не 3454).

Тривожна статистика пов'язана також зі збільшенням транспортних засобів на дорогах. Найпродуктивніший період виконання програми безпеки припав на кінець 2020 року, а в місцях, де встановили відеокамери спостереження, кількість ДТП зменшилася втричі.

Профілактика ДТП:

- регулювання руху транспорту й пішоходів;
- виявлення й припинення порушень Правил дорожнього руху;
- контроль за змістом дорожньої мережі;
- нагляд за технічним станом транспорту;
- реєстрація та облік автотранспортних засобів;
- облік і аналіз ДТП і причин і умов їхнього виникнення, а також вживання заходів до їхнього

усунення;

- застосування до порушників установлених законом заходів впливу;
- організація й проведення агітаційно-пропагандистської роботи.

Специфічною формою виховно-профілактичного впливу на учасників дорожнього руху (водіїв, пасажирів, пішоходів) є огляди по безпеці дорожнього руху, операції, рейди, тематичні конкурси й кінофестивалі. Більше уваги необхідно приділяти людському чиннику. У цілому ж усі заходи профілактики важливі й потрібні [3-6]. Серед них – культура дорожнього руху та безпеки праці, соціальна реклама, ефективне навчання й перевірка знань з питань охорони праці, проведення інструктажів і медичного обстеження, створення безпечних умов праці та використання технічно справних транспортних засобів.

Велика кількість дорожньо-транспортних пригод та постраждалих від них також впливає на економіку та сферу охорони здоров'я України. За розрахунками експертів Світового банку, соціально-економічні втрати України від дорожньо-транспортного травматизму оцінюються в 68,6 млрд. гривень на рік, що становить близько 1,91 % валового внутрішнього продукту (у розрахунках 2019 року), включаючи матеріальні витрати, пов'язані з пошкодженням майна та зниженням продуктивності праці, та людські втрати через серйозні травми або смерть внаслідок дорожньо-транспортних пригод.

У 2020 році КМ України було схвалено Стратегію підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. Метою цієї Стратегії є зниження рівня смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод щонайменше на 30 % до 2024 року, зниження ступеня тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод для учасників дорожнього руху та зменшення соціально-економічних втрат від дорожньо-транспортного травматизму, а також запровадження ефективної системи управління безпекою дорожнього руху для забезпечення захисту життя та здоров'я населення. Ця Стратегія спрямована на визначення пріоритетів у сфері безпеки дорожнього руху, формування напрямів і способів їх досягнення, а також формування в усіх учасників правовідносин у сфері безпеки дорожнього руху розуміння важливості проблеми смертності внаслідок дорожньо-транспортних пригод, перспектив і орієнтирів для забезпечення належного стану безпеки дорожнього руху в Україні.

У 2021 році Україна приєдналася до 6-го Глобального Тижня безпеки дорожнього руху, який проходив у всьому світі. Тиждень відкрив Друге Десятиліття дій по забезпеченню безпеки дорожнього руху на 2021-2030 рр., схвалене резолюцією Генеральної Асамблеї ООН 74/299 на 74-й сесії в серпні минулого року, з метою скорочення кількості смертей та травм у результаті дорожньо-транспортних пригод на 50% до 2030 року. Світовим співтовариством розпочато низку заходів, спрямованих на якісне поліпшення ситуації з проблемою дорожньо-транспортної аварійності.

В Україні під час проведення тижня проведено різноманітні заходи, серед яких прес-конференції, онлайн-форуми з безпеки дорожнього руху, тематичні семінари-практикуми, єдиний національний онлайн-урок з безпеки дорожнього руху у загальноосвітніх навчальних закладах, всеукраїнський конкурс фото- та відеоробіт серед дітей та молоді «Безпечна країна», загальнонаціональна благодійна акція зі здачі крові для постраждалих в ДТП «Здай кров – врятуй життя» та багато іншого.

Взявши до уваги та проаналізувавши вище перераховані фактори, які призводять виникнення ДТП, а також спланувавши заходи для їх ліквідації, можна стверджувати, що ефективність від впровадження цих заходів забезпечить оптимальні умови для мінімізації виникнення ДТП.

1. Перший міжнародний конгрес з питань реформування системи управління безпеки дорожнього руху, м. Київ. Підсумкова резолюція.
2. Аналітичний портал «Слово і діло».
3. Гаркуль В.В. Причини дорожньо-транспортних пригод в Україні, шляхи їх попередження і профілактики. 2019.
4. Шевцов С. О., Дубонос К. В. Дорожньо-транспортні пригоди. Критерії оцінки дій водія. Х. : Факт, 2004.
5. Статистичні дані ДТП центру безпеки дорожнього руху та автоматизованих систем при МВС України.
6. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року. Розпорядження КМ України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р, Київ.

МУЗИКІН Михайло Ігорович – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики Університету митної справи та фінансів

НЕСТЕРЕНКО Галина Іванівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету науки і технологій

ВАЩЕНКО Аlesia Володимирівна – студентка групи Т19-1, Університету митної справи та фінансів

MUZYKIN Mykhailo Ihorovych – PhD, Associate Professor of the Department of Transport Technologies and International Logistics, University of Customs and Finance

NESTERENKO Halyna Ivanivna - PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management of Operational Work, Ukrainian State University of Science and Technology

VASHCHENKO Alesya Volodymyrivna - student of T-19 group, University of Customs and Finance

РОЗВИТОК РИНКУ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

Розвиток світової економіки сприяє підвищенню ролі логістики. Особливого значення набуває логістика в воєнний час. У роботі проаналізовано основні тенденції розвитку логістики на підприємствах та переорієнтації їх роботи на потреби війни, обґрунтовано проблемні аспекти формування та функціонування ринку логістичних послуг та визначено ключові напрями розвитку ринку логістичних послуг, а також основні критерії стійкості логістичного бізнесу.

Ключові слова: механізм надання логістичних послуг, стійкість логістичної системи, оптимізація логістики, систематизація логістики, цифровізація логістики.

The development of the world economy contributes to the role of logistics. Logistics in wartime is especially important. The main trends of logistics development at enterprises and reorientation of their work to the needs of the war are analyzed, the problematic aspects of formation and functioning of the logistics services market are substantiated and key directions of logistics services market development are identified, as well as the main criteria of logistics business sustainability.

Key words: mechanism of providing logistics services, stability of logistics system, optimization of logistics, systematization of logistics, digitalization of logistics.

В останні роки роль логістики в сучасній економіці постійно підвищувалася, що пов'язано з такими тенденціями, як: поділ праці на світовому ринку та подальша спеціалізація країн та регіонів на певних видах продукції; розвиток міжнародних економічних відносин та міжнародної торгівлі; процеси урбанізації та концентрації населення у великих містах, які стали центрами торгівлі та споживання; необхідність ефективного використання обмежених матеріальних ресурсів та зростання продуктивності роботи персоналу; проникнення сучасних інформаційних технологій як у сферу виробництва, так і у сферу розподілу, обміну та споживання. З метою забезпечення ефективної взаємодії зі споживачами слід дотримуватись принципово нової схеми співпраці з використанням гнучких методів управління; імплементації чат-ботів для швидкої клієнтської підтримки; орієнтації наявної бізнес-моделі на споживача та забезпечення мультиканальності в комунікаціях.

З-поміж сотні видів послуг, що нині налічуються, особливу увагу та об'єкт дослідження складають логістичні послуги, що включають в себе різні види економічної діяльності (транспортування, складування, експедирування вантажів та їх інформаційне супроводження тощо), де головним чинником ефективності є мінімізація логістичних витрат (Рис.1).



Рис. 1. Структура світового ринку логістичних послуг

Згідно із статистичними дослідженнями світового ринку логістичних послуг ключовими сферами, з якими логістичні провайдери здійснюють співпрацю є: автомобільна промисловість; споживчі товари; їжа та продукти; охорона здоров'я; промисловість; роздрібна торгівля; технології; інші, а лівовою частиною логістичною послугою – внутрішні перевезення.

Початок військових дій в Україні став серйозним викликом, який потребує загальної консолідації й оптимізації всіх суспільних процесів. І один з найважливіших моментів, на який треба звернути увагу, – переформатування логістики.

Військові дії на території країни різко змінила галузі виробництва і економіку. Так у березні 2022 р. бойові дії велися на території 10 областей та м. Київ, що зумовило падіння економічної активності, розрив ланцюгів постачання та переміщення окремих видів бізнесу в західні регіони країни. На звільнених територіях (на сьогодні бойові дії ведуться в 6 областях) протягом трьох місяців бізнес поступово адаптується. Відновлено роботу сільськогосподарських підприємств, роботу транспорту та переробної промисловості. Деяко складніша ситуація спостерігається в будівництві та добувній промисловості. В результаті вдалося поліпшити запас міцності через послаблення впливу ведення бойових дій; знизити ризик нестачі ресурсів.

В той же час через блокування портів, якими рухалося 65% експорту, Україна залишилася без морської логістики. Авіап перевезення теж не працюють. Залізничні шляхи не можуть повноцінно забрати на себе всі товаропотоки. Автомобільна логістика, в основному, працює для забезпечення перевезення гуманітарних вантажів. Це все зумовило переорієнтацію промислових підприємств. Так, гірничо-металургійна та добувна промисловість частково законсервована. Через ускладнену логістику та збут більшість підприємств працюють лише на 40-50% потужностей, частину ресурсів переорієнтовано на потреби сектору оборони. Сектор машинобудування зазнав численних втрат на півдні та сході України (зруйновані або зупинені заводи). Деокупація півночі, релокація потужностей на захід, а також збільшення потреб оборонного сектору сприяли пожвавленню легкої промисловості. Виробництво та споживання електроенергії, незважаючи на руйнування інфраструктури, працює стабільно.

То ж запорукою забезпечення ефективного логістичного сервісу є комплексне застосування методів управління організаційного, економічного, соціально-психологічного характеру в комплексі з впровадженням інформаційних систем та цифрових технологій та врахування важливих критеріїв стійкості логістичного бізнесу, а саме:

1. Людський фактор. В умовах воєнного часу більшість клієнтів та працівників підприємств змушені були мігрувати по країні чи в країни Європи. Надання логістичних послуг для населення з повсякденного переміщення відправлень в перші дні війни повністю зупинилися. Аналогічна ситуація склалася і в транспортній логістиці, що стало першим викликом для логістичних підприємств. Проте адаптувавшись до нових умов, люди посади пересилати речі на нові місця, компанії відновили транспортування товарів, гуманітарної допомоги, зокрема в постраждалі регіони, ЗСУ і внутрішньо переміщеним особам.

2. Інфраструктура. Після людського фактору найбільшчим для країни є знищення і пошкодження інфраструктури та інфраструктурних взаємозв'язків. Знищені і пошкоджені житлові будинки, промислові приміщення, зруйновані дороги і транспортна інфраструктура, власне і самі транспортні засоби, у тому числі важкоавтомобілі, вантажівки, якими здійснювалися перевезення.

3. Нагальною потребою є фактична фіксація пошкоджень і руйнувань, по-перше - для розуміння самими логістичними компаніями рівня своїх втрат, по-друге – для розуміння ступеню можливості переміщення вантажів по території України і нових правил транспортування.

4. Безпека. Для підприємств доцільно відслідковувати ситуацію у небезпечних регіонах і одними із перших розпочати відновлення роботи компанії, зафіксувати свою присутність на відвоєнованих територіях. При цьому внутрішні служби безпеки, охорона та щільна співпраця з органами правопорядку, ЗСУ та суміжними військовими підрозділами є обов'язковим атрибутом як стаціонарної роботи компанії, так і супроводження вантажів під час транспортування територією України.

Кожна з цих площин має зовнішній вплив і внутрішні процеси, які тісно переплітаються між собою та потребують нових підходів до удосконалення та розвитку логістики (Рис. 2).

Оптимізація логістики передбачає взяття на облік великих вантажоперевізників, систематизацію маршрутів та руху вантажів, залучення до роботи фахівців, які мають досвід роботи в організації вантажних перевезень. Систематизація та цифровізація логістичних послуг забезпечить підвищення рівня результативності економіки через динаміку переміщення товарних запасів, витрат палива, репутацію перевізників, проблеми в організації вантажно-розвантажувальних робіт у тих чи інших місцях із подальшим усуненням. Комунікаційні зв'язки, конкуренція та гнучкість полегшують переміщення вантажів. В умовах сьогодення важливу роль відіграє волонтерський рух, який об'єднує

навколо себе громаду, засоби масової інформації, органи місцевого самоврядування. Вони консолідують досвід логістичних підприємств та формують нові механізми зворотного зв'язку.

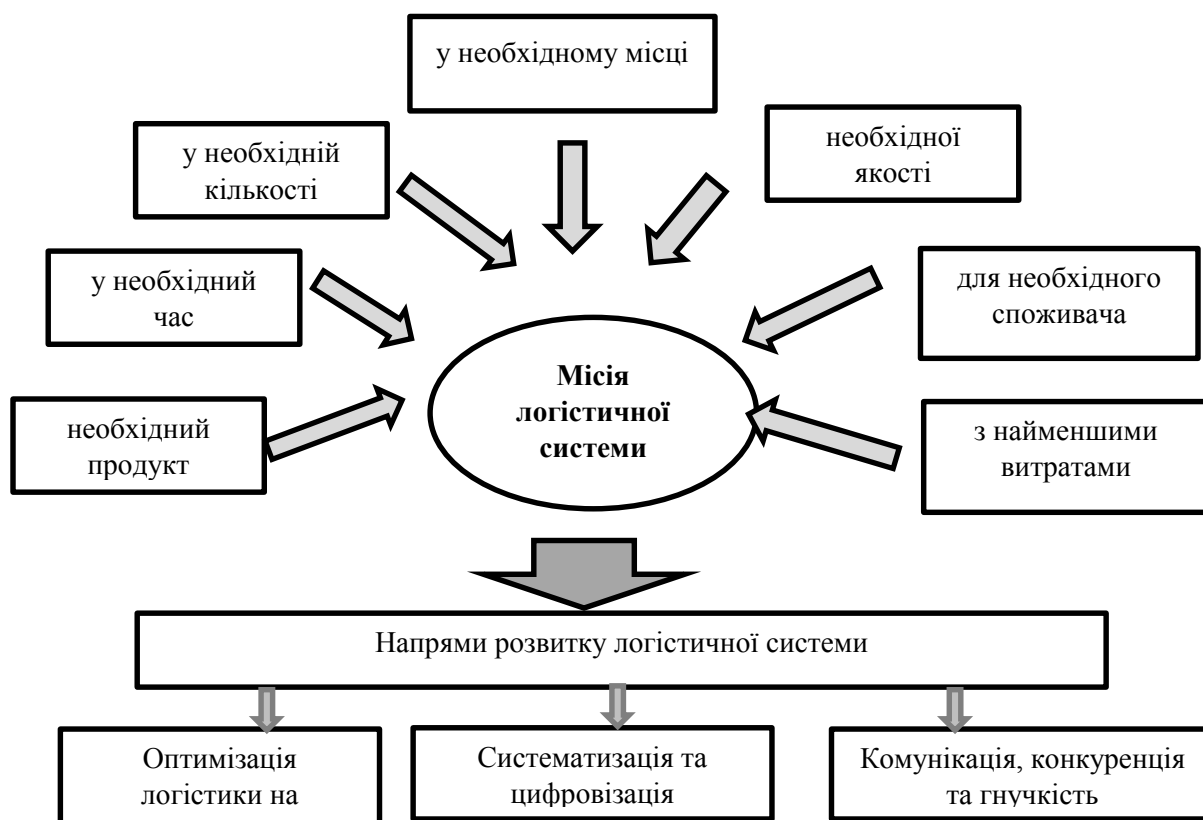


Рис. 2. Напрями розвитку логістичної системи

Незважаючи на важкі часи в Україні ринок логістичних послуг частково відновив свою роботу та спромігся адаптуватися до умов воєнного часу. Соціальні, гуманітарні та економічні кризові явища мають не тільки негативні наслідки для логістичної системи. Вони дали поштовх до створення нових логістичних центрів та електронних сервісів, які можуть бути корисними для перевізників, волонтерів, біженців та органів влади.

1. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія / М.Ю. Григорак. - К.: Сік Груп Україна, 2017.
2. Лиса С.С. Ринок логістичних послуг в Україні: динаміка, структура перспективи. URL : [http://tr.knteu.kiev.ua/files/2017/24\(tom2\)/6.pdf](http://tr.knteu.kiev.ua/files/2017/24(tom2)/6.pdf) (дата звернення: 05.05.2022).
3. Стратегія сталої логістики та План дій для України. Проект для розгляду. URL : <https://mtu.gov.ua/files/Logistics.pdf> (дата звернення: 04.05.2022)
4. Щомісячний макроекономічний та монетарний огляд за травень 2022. URL : https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/MM_2022-05.pdf?v=4 (дата звернення: 10.05.2022).

НИКОНЧУК Вікторія Миколаївна – д.е.н., доцентка, професорка кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства і природокористування

ПАШКЕВИЧ Світлана Миколаївна – старший викладач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування

Viktoriia NYKONCHUK - D.Sc. (Economics), Professor, of the Department of Transport Technologies and Technical Service of National University of Water and Environmental Engineering

Svitlana PASHKEVYCH - Senior Lecturer, of the Department of Transport Technologies and Technical Service of National University of Water and Environmental Engineering

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ХОЛОДНОГО ЛАНЦЮГА У МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ КВІТКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Холодний ланцюг є одним із найважливіших логістичних ланцюгів поставок у сфері міжнародних перевезень. В дослідженні розглянуто систему холодного ланцюга поставок квіткової продукції. Прийнято, що основною задачею такого ланцюга доставки є збереження температурного режиму. Додатковим завданням при доставці квітів є збереження якісного зовнішнього вигляду. Розглянуто етапи холодного ланцюга поставок квітів, показано структуру ланцюга. Розроблено підходи до підвищення ефективності системи ланцюга на кожному етапі за допомогою модуля температурного моніторингу на транспортному засобі.

Ключові слова: міжнародні перевезення, ланцюг холодних поставок, температурні режими перевезення вантажів, квіткова продукція, система моніторингу.

The cold chain is one of the most important logistics supply chains in the field of international transport. The study considers the system of cold supply chain of flower products. It is accepted that the main task of such a supply chain is to maintain the temperature regime. An additional task in the delivery of flowers is to maintain a high-quality appearance. The stages of the cold chain of flower deliveries are considered, the structure of the chain is shown. Approaches to increase the efficiency of the chain system at each stage with the help of modular temperature monitoring on the vehicle have been developed.

Key words: international transportations, cold supply chain, temperature modes of cargo transportation, flower products, monitoring system.

Живі квіти – надзвичайно популярний товар на споживчому ринку. Завдячуючи глобалізації економічних зв'язків відзначається великий інтерес до унікальності, асортименту квітів з різних континентів, зі свіжим looking та довгим терміном життя. Для того, щоб доставити до споживача таку тендітну продукцію як квіти, необхідно строго контролювати вологість, температуру та якість повітря. Тому, доставка та продаж якісної квіткової продукції неможлива без налагодженого «холодового ланцюга».

Холодний ланцюг поставок полягає в утриманні продуктів при потрібній температурі і підтримці цієї температури протягом усього ланцюга холодних поставок до тих пір, доки вони не досягнуть споживача [1]. Правильно організований холодний ланцюг значно покращує якість продукції. Особливо це стосується швидкопсувних продуктів (ШПП). Проте, у системі холодного ланцюга поставки свіжих квітів, на відміну від інших швидкопсувних продуктів, необхідно врахувати набагато більше факторів, ніж просто температурний режим. До таких логістичних умов треба віднести температуру та чистоту повітря, тиск та вологість в приміщенні, рівень освітлення, що позитивно впливає на тривалість життя квітки, але прискорює ріст бактерій. Оскільки кожен вид квітів потребує різних умов зберігання, то велика частина логістичного процесу обробляється вручну.

Система холодного ланцюга поставок повинна підтримуватись вздовж усього логістичного ланцюга обробки квітів [2]: на попередньому етапі, що стосується сектора садівництва – збір врожаю; на проміжному етапі, де проводиться обробка квіткової продукції, разом з компаніями, які виробляють пакувальні матеріали, та на завершальному етапі, де працюють компанії, які займаються продажем – оптові компанії, дистриб'ютори та компанії роздрібною торгівлі. На рисунку 1 показано етапи, які зазвичай присутні в логістиці холодного ланцюга квіткової продукції.

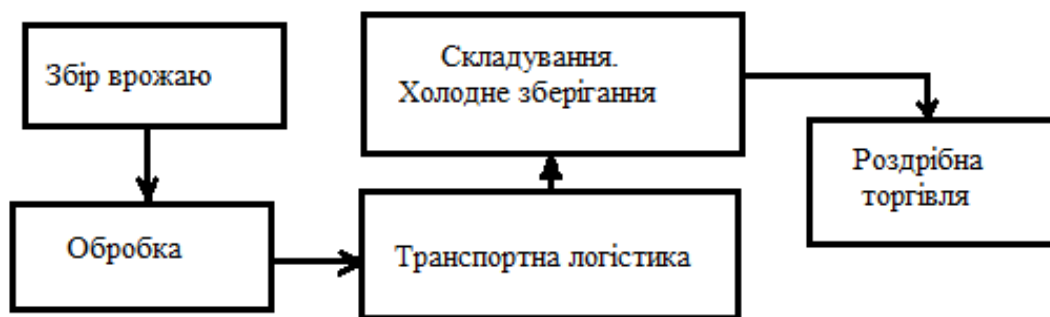


Рисунок 1 – Етапи холодного ланцюга квіткової продукції

Україна забезпечує себе квітковою продукцією тільки на 25 %, а 75 % квітів постачається з-за кордону. На український ринок квіти найчастіше потрапляють через польських посередників, або прямими закупок з Нідерландів. На їх частку припадає більше 50 % світової частки ринку квіткової торгівлі (рис. 2.).

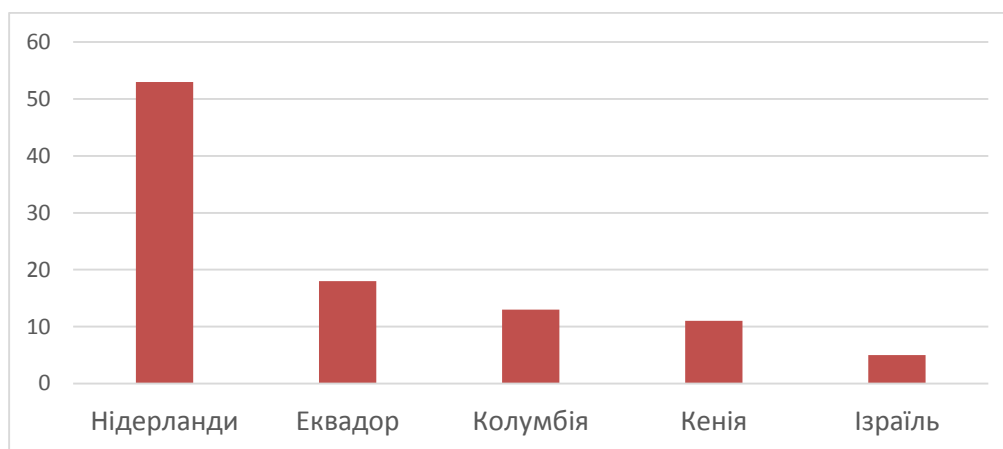


Рисунок 2 – Доля основних країн світового виробництва квітів (%)

Понад 80 % квітів, що продаються у Нідерландах, проходять через аукціон FloraHolland у місті Алсмеер, поблизу Амстердама. Площа самої будівлі аукціону 100га, половина території якої займає логістика – розвантаження, сортування, комплектація, завантаження. Квіти при цьому постійно перебувають в морозильних камерах, не порушуючи системи холодного ланцюга. Навіть під час торгів квіти дистриб'юторам показують на моніторах, хоча в минулому їх розкладали перед учасниками торгів для того, щоб їх можна було побачити наяву. Після аукціону квіти готують до транспортування – надають товарного вигляду, пересаджують у пластикові горщики, пакують у контейнери, які розроблені спеціально для транспортування зрізаних квітів по усьому логістичному ланцюжку. Розміри контейнера відповідають розмірам європалета, за рахунок чого з декількох об'єднаних контейнерів створюють унімодальну транспорту одиницю для перевезення в автомобільних причепах.

Квіти, що імпортуються з-за кордону, в силу того, що вони довгий час перебувають в дорозі, проходять процедуру прекулінгу. Прекулінг являє собою спеціальну процедуру обробки квітів. Їх зрізають на плантаціях, після чого переводять в стан сплячки. Для цього використовують холодне повітря. В «сплячці» квіти зберігають життєздатність, а їх біологічне життя подовжується. Перший раз прекулінг проводиться перед завантаженням на борт літака (Еквадор, Кенія, Колумбія, Ізраїль), а другий раз виконується в Голландії перед завантаженням квітів в автомобіль. Доставка квітів з Голландії до України здійснюється протягом двох днів. Важливою особливістю є те, що кожен наступний день, у випадку, якщо товар не доставлений до клієнта, зменшує споживчу вартість квітки на 15%. Тому, важливим фактором у «квітковому ланцюгу» є швидкість [3].

Ланцюг доставки починається з виробників на попередньому етапі (рис.1), які

використовують ізольовані фургони для транспортування квітів з поля в прохолодну кімнату. При організації транспортування до оптового продавця або експортера транспортний засіб має бути утепленим або охолодженим. Те саме стосується випадків, коли оптовики доставляють квіти у роздрібну торгівлю. Для перевезення квіткової продукції застосовуються рефрижератори, оснащені дупель-штоками (в перекладі з німецької «другий поверх»). За допомогою рефрижераторів рослини швидко доставляються у будь-яку точку як Нідерландів, так і в інші країни Європи. В інші точки світу транспортування здійснюється літаком [4].

Температура у вантажному відсіку підбирається в залежності від виду і сорту рослини. Важливим фактором є вологість повітря в вантажному відсіку.

Таблиця 1 - Температурний режим, необхідний для перевезення рослин різних видів.

Вид продукції	Температурний режим	Рівень вологості
Зрізані квіти	+2... + 8	80-90%
Орхідеї	+13... +16	80-90%
Цибулини квітів	+3...+10	65-75%
Кімнатні рослини	+1...+3	65-75%

Найменші порушення температурного режиму та вологості ведуть до зміни первісного вигляду квітки.

На всіх етапах доставки квітів очікується необхідна якість та свіжість, які можна отримати лише завдяки підтримці температурного режиму протягом усього холодного ланцюга постачання. Кожна частина ланцюга повинна виконувати свою роботу. Відправною точкою має бути зберігання квітів при температурі +2 °С. Підтримка прохолодної температури повинна супроводжуватися очищенням від етилену. Це особливо важливо у випадку, коли квіти, чутливі до етилену, транспортуються з іншими товарами, такими як фрукти та овочі. Усі ланки ланцюга поставок повинні нести відповідальність за свій товар, щоб в результаті кінцевий клієнт отримав товар високої якості.

Враховуючи те, що забезпечення температурного режиму є одним з ключових завдань під час транспортування квітів, найбільші вимоги ставляться до транспортної логістики, яка відповідає за правильний вибір кузова автомобіля (фургона-рефрижератора), холодильної установки, за дотримання правил розміщення вантажу в кузові та організацію системи моніторингу температурного режиму вздовж усього холодного ланцюга. В останній час спостерігається застосування учасниками холодних поставок системи моніторингу температурного режиму. Зокрема, відомий виробник молочної продукції «Данон Україна» співпрацює з транспортними компаніями, які застосовують сучасні системи моніторингу температури. Система передбачає встановлення модуля Xsense ізраїльської компанії «StePac» на транспортному засобі. Така система моніторингу дає можливість контролювати показники температури і відносної вологості відразу в декількох точках кузова протягом усього холодного ланцюга доставки (див. рис.1). У разі порушення показників замовник отримує SMS-повідомлення. Система працює навіть після прибуття вантажу на склад, після чого приймається рішення про подальше скерування вантажу, завдяки чому можна зменшити частку утилізованого товару під час транспортування та короткочасного зберігання [2].

Висновки. В результаті проведених досліджень було з'ясовано, що успішний холодний ланцюг доставки забезпечує якість та свіжість кінцевої продукції. Основним завданням системи холодного ланцюга є дотримання температурних умов під час переміщення вантажу від первинного постачальника до кінцевого клієнта. Перевезення квітів ускладняється ще й тим, що потрібно не тільки чітко дотримуватись температурного режиму, а й зберегти зовнішній вигляд такого тендітного товару. Транспортна логістика, яка відповідає за вибір транспортного засобу, холодильної установки тощо, грає одну з ключових ролей протягом усього холодного ланцюга. Можливість використання інноваційних технологій в системах холодної логістики дозволить мінімізувати витрати та зменшити брак продукції.

1. А. БАБАЛОЛА, Б. СУНДАРАКАНІ. ЛОГІСТИКА ХОЛОДНОГО ЛАНЦЮГА В КВІТКОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ /АДЕОЛА ОЛУБУКОЛА БАБАЛОЛА, БАЛАН СУНДАРАКАНІ // – МІЖНАРОДНИЙ ЖУРНАЛ УПРАВЛІННЯ КОРПОРАТИВНОЮ МЕРЕЖЕЮ. ТОМ 4, ВИП. 4. – 2011 – С.400-413.
2. Крикавський Є. В., Наконечна Т. В. Від холодної логістики до ланцюгів холодних поставок. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: krykavskyyynakonechbat.pdf
3. Д.Ворст, Ж. Блумхоф-Руваард, М.де Кейзер. Інноваційні логістичні концепції в секторі квітникарства /Джек Ворст, Жаклін Блумхоф-Руваард, Марліс де Кейзер // - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [\[PDF\] Інноваційні логістичні концепції в секторі квітникарства \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/312222222)
4. Ширяєва С.В., Конрад Т.І. Аналіз сучасного стану автомобільних і залізничних перевезень швидкопсувних вантажів в Україні. / С. В. Ширяєва, Т. І. Конрад // [Управління проектами, системний аналіз і логістика](#). – 2014. – Вип.13(1). – С.212-220.
5. Бутко М. П. Становлення вітчизняного ринку флористичної продукції в умовах євроінтеграції: монографія / М. П. Бутко, І. В. Соломаха. – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – 294 с.

ПАВЛОВА Ірина Олексіївна – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету.

ДУБИЦЬКИЙ Олександр Сергійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету.

Irina PAVLOVA - Ph.D., Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University.

Alexander DUBITSKY - Ph.D., Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ ЗА ВИДАМИ РОБІТ

Ефективне використання виробничо-технічної бази для технічного обслуговування і ремонту рухомого складу та виробничого персоналу підприємства автомобільного транспорту може здійснюватися на основі визначення їх параметрів технологічним розрахунком з врахуванням уточнених нормативів трудомісткості за видами робіт. Що є актуальним через постійне поповнення і оновлення автомобільного парку підприємств більш новими транспортними засобами.

Ключові слова: автомобіль, транспортний засіб, трудомісткість, технічне обслуговування, поточний ремонт.

Effective use of production and technical base for maintenance and repair of rolling stock and production staff of the automobile transport enterprise can be carried out on the basis of determining their parameters by technological calculation taking into account the specified standards of labor intensity by type of work. What is relevant due to the constant replenishment and renewal of the car fleet of enterprises with newer vehicles.

Key words: car, vehicle, labor intensity, maintenance, current repair.

Структура підприємств автомобільного транспорту країн радянського простору зазнала докорінних перетворень з переходом до ринкової економіки. Великі централізовані автопарки та автоколони замінені парками з невеликою кількістю одиниць рухомого складу, що належать приватним підприємцям. Автомобілі дев'яностих років випуску майже повністю витіснені більш новими, технічно досконалішими транспортними засобами, які потребують якісного обслуговування висококваліфікованим персоналом з врахуванням перерозподілу видів робіт.

Під час технологічного проектування виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту рухомого складу підприємств автомобільного транспорту доводиться посилатися на дані в існуючій нормативній базі, які часто є застарілими [1-3]. Подекуди, на практиці, доводиться їх застосовувати у допустимих межах лише за умови відповідного обґрунтування, а інколи використовувати вказані їх граничні значення взагалі не раціонально. Деякі з них потребують перегляду, чи як мінімум оновлення, оскільки не відповідають сучасним умовам.

Різноманіття парку транспортних засобів, що експлуатуються у нашій країні і недостатність на них технічної інформації для організації технічних служб та розробки технологічних проектів вказують на потребу проведення досліджень щодо відповідності існуючих нормативів трудомісткостей за видами робіт для подальшого визначення чисельності виробничого персоналу відповідної кваліфікації задіяного у процесі технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

Метою дослідження проведеного у роботі є аналіз розподілу трудомісткостей технічного обслуговування та ремонту автомобілів за видами робіт для уточнення нормативів, що використовуються для технологічного розрахунку автотранспортного підприємства. Для цього розглядається можливість обґрунтування величини трудомісткостей технічного обслуговування та ремонту автомобілів за видами робіт на основі даних технічної документації більш сучасних транспортних засобів існуючого автопарку.

За даними статистики зібраної фахівцями німецького автомобільного клубу ADAC, за результатами звернень власників транспортних засобів у сервісну службу, проаналізовано структуру несправностей автомобілів, що виникають на дорозі. Більша половина з них припадає на електронне та електричне обладнання автомобілів, зокрема на акумуляторну батарею (близько 40%) [4]. Варто зазначити те, що сама частота виникнення несправностей прямо не визначає трудомісткість проведення ремонту, отже прийняті для розрахунків величини потребують відповідного обґрунтування.

Перелік робіт регламентного технічного обслуговування [5] і їх частка за видами для сучасних автомобілів відрізняються від нормативів встановлених для автомобілів 70-90-х років випуску. Так, зокрема, розподіл трудомісткостей між діагностичними, кріпильними і регульовальними роботами. Крім того наявність окремих елементів у структурі робіт, наприклад

повноцінні ковальсько-ресорні чи мідницькі роботи для легкових автомобілів, чи відсутність актуальних професій, на зразок – слюсар-мехатронік, викликає сумнів щодо актуальності наведених значень нормативів.

Аналізуючи методику визначення кількості робітників за трудомісткістю робіт на основі вимог щодо норм та кваліфікації виробничого персоналу задіяного у процесі технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автотранспортного підприємства запропоновано алгоритм уточнення нормативів розподілу трудомісткостей. За переліком робіт, кількістю впливів і нормами трудомісткості можна отримати об'єми робіт та визначити чисельність та розподіл виробничого персоналу (рис. 1).

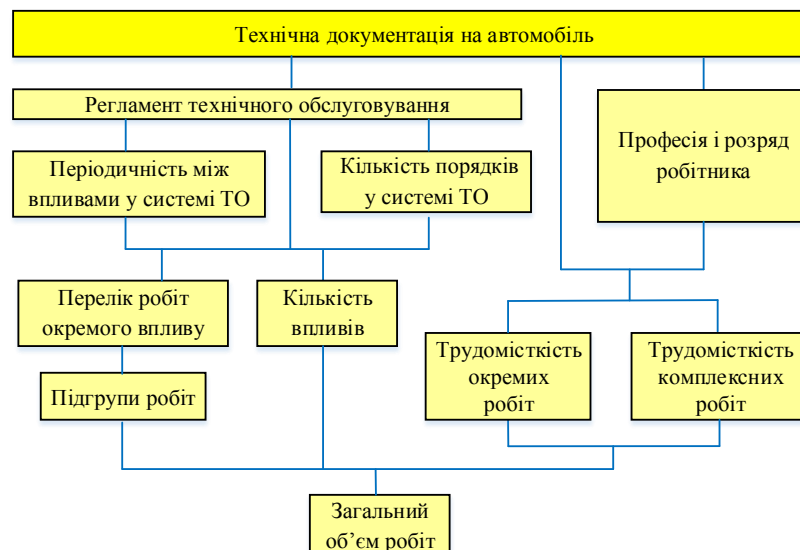


Рисунок 1 – Схема до визначення об'єму робіт технічного обслуговування автомобіля за переліком робіт та нормативами на їх виконання

У подальшому слід удосконалити методику визначення трудомісткостей технічного обслуговування та ремонту автомобілів за видами робіт та переглянути існуючу їх структуру на основі відповідного аналітичного обґрунтування.

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП – 01-091. Минавтотранс РСФСР, 1991. 129с.
2. Сборник норм времени на техническое обслуживание и ремонт легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Том 1. РД 03112178-1023-99. М.: 2005.
3. Нормативы численности рабочих, занятых техническим обслуживанием и текущим ремонтом подвижного состава автомобильного транспорта. М.: ЭКОНОМИКА, 1988. – 208 с.
4. ADAC: Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. URL: <https://www.adac.de/>.
5. Ремонт и эксплуатация: ЛАДА. Онлайн. URL: <https://лада.онлайн/do-my-self/repair/>

ПАВЛЮК Василь Іванович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

ДЕМБИЦЬКИЙ Валерій Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету

ПИЛИПЧУК Роман Русланович – магістр автомобільного транспорту, Луцький національний технічний університет

ТРОХИМЧУК Андрій Степанович – студент групи АТмз-11, Луцького національного технічного університету

PAVLIUK Vasyl – Ph.D., Associate Professor, Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

DEMBITSKYI Valerii – Ph.D., Associate Professor, Department of Automobiles and Transport Technologies, Lutsk National Technical University

PYLYPCHUK Roman – Master of [automobile transport](#), Lutsk National Technical University

TROKHYMCHUK Andrii – student of ATmz-11 group, Lutsk National Technical University

Р.М. Пастернак

Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

НЕОЧЕВИДНІ ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Питання професійної компетентності готового фахівця є ключовим для початку його успішної кар'єри. Хороша базова і глибока спеціалізована підготовка часто не бувають достатніми, коли людина стикається з питаннями, які через незначимість обходились стороною в процесі навчання, або вважались очевидно зрозумілими, а при практичному контакті заганяють молодого спеціаліста в ступор, бо без їх рішення неможливо продовжувати процес. Такі неочевидні питання будуть нами розглянуті і проаналізовано можливість їх вирішення.

Ключові слова: навчання, фахівець, компетентність, неочевидна проблема

The issue of professional competence of a ready specialist is the key to starting his successful career. Good basic and deep specialized training is often not enough when a person is faced with issues that due to insignificance were ignored in the learning process, or considered obvious, and in practical contact drive a young specialist into a stupor, because without their solution it is impossible to continue the process. Such non-obvious issues will be considered and the possibility of their solution will be analyzed.

Key words: training, specialist, competence, non-obvious problem

Будь-яка реальна задача – це задача обмежених ресурсів. Процес навчання не є винятком, і обмежений ресурс тут – час, який людина може виділити на навчання. Звісно, вчитись треба постійно, але це стосується підвищення кваліфікації, а не навчання задля отримання професії – тут час навчання обмежений. І чим жорсткіші ці обмеження, тим швидше можна дати людині професію. Питання тільки чим пожертвувати. Яку інформацію вважати життєво необхідною, а яку можна отримати і при подальшому підвищенні кваліфікації. Але є ще один клас знань, про який як правило не згадують – неочевидна інформація.

Досвідчений спеціаліст і новачок по-різному підходять до оцінки значимості інформації, яку потрібно засвоїти в процесі навчання. Справа навіть не в оцінці першочерговості і необхідності інформації для того, щоб почати роботу. Є ряд питань, які для досвідченої людини вирішує «на автоматі», навіть не задумуючись, а новачок просто навіть не здогадується, що таке питання може виникнути. Як наслідок, він буде безрезультатно мучити техніку, навіть не здогадуючись про існування перешкоди, яка для людини з досвідом і перешкодою не є, а чимось не вартим уваги (вважаючи, що з цим може справитись кожен, і про це навіть не варто згадувати при навчанні щоб не витратити дорогий час).

Проаналізуємо найпростіші неочевидні для досвідченого автомобіліста питання, які для новачка є серйозною перешкодою.

Вивчивши правила дорожнього руху, здавши іспит, молода людина отримує посвідчення водія і купує першу машину. Добре, коли в сім'ї вже буда машина, а якщо ні? Тоді й виникає ряд неочевидних питань. Мова йде не про купівлю і реєстрацію авто – там є кому підказати. При першій самостійній поїздки може статись те, про що не розказували в автошколі.

Протирати запотівше скло на швидкості – річ небезпечна. А про перемикання режимів потоку повітря в автошколі не розказували, а якщо й розказували, то на першому практичному занятті, що й успішно забулося. Можна звернутись в автосервіс, але для них теж неочевидно, що проблема не технічного характеру. Так можна довго їздити, поки розуміння не прийде випадково. А для людей, які змалку їздили з батьками машиною, це не є достойна уваги тема.

Мащину треба заправляти. Добре коли продавець покаже де важіль лючка бензобаку.

При русі потрібно слідкувати за станом індикаторів. Про це в автошколі згадують і навіть наголошують, але на практичних заняттях вся увага інструктора на іншому – як би чого не вийшло. Тому й цінність цього знання не сприймається великою. Але рано чи пізно виникає технічна несправність, яка не зразу є помітною. Перегорівша лампочка фари, сигналу повороту, габаритів – це серйозно. Але водій може про це не здогадуватись тільки тому, що на важливості цього не наголошували. Чи часто Ви дивитесь на індикатор температури охолоджуючої рідини? А навіщо?

Головне за дорогою слідкувати – так нас вчили.

Мало уваги приділяється аварійним ситуаціям. Початкова програма навчання водіїв була складена тоді, коли машин на дорозі було мало. З тих пір багато змінилося, практична частина навчання успішно справилась з питанням руху в щільному потоці, але питання ДТП залишилося на рівні його уникання. А що робити коли все вже сталося? Нехай з чужої вини (нас же вчили їздити акуратно), без серйозних наслідків, але все-таки витрати на ремонт будуть. Як бути? Надіятись що страхова компанія сама оформить всі документи і покриє повну вартість ремонту? Чи самому взяти все в свої руки? Рішення треба приймати терміново, поки інша сторона не прийняла рішення все переграти і вивернути факти іншим боком. А нас не вчили. Нас вчили, що коли дотримуватись правил, такого не станеться, забуваючи уточнити, що тут достатньо одного винуватця, який, можливо, теж старався дотримуватись правил.

Ці та інші питання рідко виникають у спеціалістів, які змалку мають справу з технікою і успішно вчать інших людей безпечно експлуатувати техніку, але вони часто навіть не здогадуються, які виклики ставить ця техніка перед молодим спеціалістом, якого навчили всьому, що (на думку вчителя) є необхідним і достатнім для роботи з технікою. Просто тому, що для досвідченої людини це само собою і інакше не може бути, а для новачка це китайська грамота, де навіть перебравши сотні варіантів, залишаються тисячі, перевіряти які вже немає сил.

Ось чому зворотний зв'язок в навчанні є ключовим і навіть більш важливим, ніж сума інформації, вмінь і навичок, яку заплановано засвоїти в процесі навчання.

ПАСТЕРНАК Роман Михайлович – к.ф.-м.н., доцент кафедри фізики та вищої математики Луцького національного технічного університету

Roman PASTERNAK – Ph.D., Associate Professor of the Department of physics and higher mathematics, Lutsk National Technical University

М. А. Подригало, Ю. В. Тарасов, В. С. Шеїн, О. В. Касьяненко
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ

На сьогоднішній день весь світ зіштовхнувся із проблемою зниження витрати палива на автомобільному транспорті. Одним із напрямків зменшення витрати палива є раціональне зниження максимальної потужності двигуна на етапі проектування автомобіля. Оскільки енергоефективність автомобілів визначається їх аеродинамічними характеристиками, то вдосконалення та уточнення розрахунку останніх має супроводжуватися зміною методів і методик визначення залежності енергетичної ефективності від швидкості автомобіля.

Ключові слова: енергетична ефективність, аеродинамічний опір, енергонавантаженість, питома потужність автомобіля, показники енергоефективності.

To date, the whole world has faced the problem of reducing fuel consumption in road transport. One of the ways to reduce fuel consumption is to rationally reduce the maximum engine power at the design stage of the car. Since the energy efficiency of cars is determined by their aerodynamic characteristics, the improvement and refinement of the calculation of the latter should be accompanied by a change in methods and techniques for determining the dependence of energy efficiency on vehicle speed.

Key words: energy efficiency, aerodynamic drag, energy load, specific power of the car, energy efficiency indicators.

Енергоефективність – це експлуатаційна властивість, що характеризує раціональне використання енергії двигуна (або іншого джерела механічної енергії) у процесі виконання автомобілем транспортної роботи.

Існує велике число показників і критеріїв енергоефективності автомобіля. У даній роботі використовується показник – рівень енергетичної ефективності, що представляє собою відношення кінетичної енергії, накопиченої автомобілем при усталеному русі до ефективної потужності двигуна, що витрачається на вказаний рух. При використанні удосконаленої моделі аеродинамічного опору руху отримані залежності енергетичної ефективності від швидкості автомобіля. Це дозволило проводити порівняльний аналіз різних моделей автомобілів за параметрами їх аеродинамічних характеристик.

Аналізу впливу аеродинаміки на енергоефективність автомобілів присвячені роботи авторів [1, 2]. Показано, що аеродинамічні характеристики найбільш істотно впливають на витрату палива, тобто на енергетичну ефективність автомобілів.

Тривалий час основним показником, що визначав енергетичну навантаженість та енергетичну ефективність автомобілів, була питома потужність автомобіля, що представляла собою відношення максимальної ефективної потужності двигуна N_{max} до повної маси автомобіля $m_{\text{л}}$.

Автори досліджень [3, 4] розрізняють постійне зростання показника N_{nut} , що пояснюється прагненням виробників покращувати тягово-швидкісні властивості автомобілів, які виробляються. У дослідженнях [4, 5] запропоновано в якості показника енергонавантаженості використовувати рівень енергонавантаженості автомобіля

В якості показника енергоефективності у роботах [4, 5] запропоновано використовувати величину E_w , що є зворотною величиною U_w .

Автором роботи [4] (на підставі аналізу статичних даних) доведено, що показник E_w має менше розсіювання, ніж N_{nut} і не залежить від часу створення, виду та класу автомобіля. Це дозволило автору роботи [5] використовувати показник E_w в якості константи при виборі параметрів автомобіля на етапі проектування.

Таким чином, автори відомих досліджень розглядали показник рівня енергоефективності автомобілів при реалізації їх граничних швидкісних можливостей. Проте більшу частину свого часу роботи автомобілі працюють не на граничних режимах, що потребує оцінки їх енергоефективності на будь-якій можливій швидкості руху, що не перевищує V_{max} .

Виходячи зі сказаного, метою дослідження є підвищення енергоефективності автомобілів при всіх швидкостях руху за рахунок розробки рекомендацій щодо раціонального вибору параметрів

аеродинамічного опору. Для досягнення поставленої мети необхідно розробити показник енергоефективності на будь-якій швидкості руху, оцінити динаміку його зміни при зміні швидкості руху й надати рекомендації щодо раціонального вибору параметрів аеродинамічного опору.

Якщо при визначенні E_w замість $V_{\max}$ підставити поточне значення швидкості V_a , а також підставити поточне значення ефективної потужності N_e , що необхідне для здійснення усталеного руху автомобіля із вказаною швидкістю V_a , то в цьому випадку показник $E_w = E_{wv}$, буде характеризувати енергоефективність машини за вказаною швидкістю.

У роботі [6] запропоновано розглядати опір коченню коліс як внутрішні витрати енергії у трансмісії автомобіля та вираховувати за допомогою ККД колісного рушія.

Визначення показника E_{wv} з урахуванням усіх параметрів показує, що із зростанням величини m , η_{mp}^{mit} , η_k^{mit} , λ_{np} і зниженням значень параметрів A_w , ρ , F відбувається збільшення показника E_{wv} енергоефективності автомобіля. Вплив швидкості залежить від значення параметра n . При $n > 1$ із зростанням швидкості відбувається збільшення E_{wv} , а при $n < 1$ – навпаки, зменшення. При $n = 1$ показник енергоефективності E_{wv} не залежить від швидкості й має постійне значення у всьому швидкісному діапазоні від $V_a = 0$ до $V_a = V_{\max}$.

У роботі [5] за результатами проведення методом вибігу дорожніх випробувань отримані для дев'яти моделей легкових автомобілів значення параметрів A_w та n (див. табл. 1).

При аналізі значень параметрів A_w та n , наведених у [5], було виявлено, що показник ступеня n змінюється у відносно невеликих межах $[0,808; 1,298]$ для розглянутих моделей автомобілів. Діапазон зміни параметра A_w значно ширший. Значення вказаного параметра змінюються від $A_{w\min} = 1,822 \text{ (м/с)}^n$ до $A_{w\max} = 11,41 \text{ (м/с)}^n$.

Якщо розглянути величини $(A_w)^{1/n}$, то діапазон зміни цієї величини буде складати від $(\sqrt[n]{A_w})_{\min} = 2,094 \text{ м/с}$ до $(\sqrt[n]{A_w})_{\max} = 6,519 \text{ м/с}$. В останньому випадку цей діапазон вужчий.

У роботі [8] досліджувався вплив параметрів A_w та n на пристосованість автомобілів до підвищення потужності двигунів при модернізації. Використовувався критерій E_w . Визначено, що найкращим чином до модернізації пристосовані автомобілі, що мають $n > 1$.

Величина E_{wv} відповідає рівню енергоефективності автомобіля при $n = 1$, тобто раціональному варіанту, при якому показник, що розглядається не залежить від швидкості руху. До такого варіанту необхідно прагнути при проектуванні автомобіля. Значення x_1 для дев'яти, наведених у таблиці 1 автомобілів, наведено у таблиці 2. При розрахунку показника x_1 приймалися наступні розрахункові параметри: $m = m_{II}$; $\eta_{mp}^{mit} = 0,8$; $\eta_k^{mit} = 0,8$; $\lambda_{np} = 1,0$; $\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$.

Аналіз результатів розрахунку параметра x_1 , наведених у таблиці 1, показує наступне:

– найбільше значення параметра x_1 (а отже найбільшу енергоефективність) із розглянутих має Daewoo Lanos – $x_1 = 237,682 \text{ м}^{1-n} \cdot \text{с}^n$;

– найменше значення параметра x_1 має автомобіль ВАЗ-2111, в якого $x_1 = 35,676 \text{ м}^{1-n} \cdot \text{с}^n$.

Показник x_2 характеризує стабільність рівня енергоефективності автомобіля. Аналіз залежностей $x_2(V_a)$ при різних значеннях показника n , показав, що показник x_2 , а, отже, й енергетична ефективність автомобіля зростає із зростанням показника n . При $n > 1$ відбувається значне зростання показника у всьому діапазоні швидкостей руху автомобіля. При $n < 1$ спостерігається різка зміна показника x_2 при $V_a < 10 \text{ м/с}$ (36 км/ч), що свідчить про нестабільність енергоефективності автомобілів у цьому діапазоні швидкостей.

Таблиця 1 – Розрахунок параметра x_1 для дев'яти моделей легкових автомобілів

Модель автомобіля	A_w , (м/с) ⁿ	Показник ступеня n	F , м ²	Маса m_{II} , кг	x_1 , м ¹⁻ⁿ ·с ⁿ
ВАЗ-2170	3,60484	0,977252	1,929	1578	118,456
ВАЗ-2110	2,697116	0,877632	1,931	1525	152,848
ВАЗ-2111	11,41	1,298592	1,962	1530	35,676
ВАЗ-2115	8,000009	1,124172	1,874	1450	50,487
ВАЗ-2121	5,401333	0,947272	2,204	1550	67,965
ЗАЗ-1103	3,837434	1,151153	1,753	1190	92,341
Toyota Corolla	2,385834	0,903548	1,953	1625	182,046
Daewoo Lanos	1,822555	0,808	1,922	1595	237,682
ВАЗ-2107	1,897	0,866	1,885	1430	208,751

Проведемо оцінку стабільності рівня енергетичної ефективності автомобілів при русі із

різними швидкостями. Для цього використовуємо положення теорії чутливості [9] та введемо функцію $F_q = \frac{\Delta x_2}{\Delta V_a}$, яку назвемо функцією чутливості енергоефективності автомобіля.

У таблиці 2 для розглянутих дев'яти моделей легкових автомобілів наведені результати розрахунку значень F_q на різних швидкостях руху.

Таблиця 2 – Розрахунок значень функції чутливості

№ з/п	Модель автомобіля	Δn	$F_q = \frac{\Delta x_2}{\Delta V_a}$, (м/с) ⁿ⁻² , при V_a , м/с				
			10	20	30	40	50
	BA3-2170	-0,0227	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021
	BA3-2110	-0,1224	-0,092	-0,084	-0,080	-0,078	-0,076
	BA3-2111	0,2986	0,594	0,730	0,824	0,898	0,960
	BA3-2115	0,1242	0,247	0,304	0,343	0,374	0,399
	BA3-2121	-0,0527	-0,046	-0,045	-0,044	-0,043	-0,043
	3A3-1103	0,1511	0,214	0,238	0,253	0,264	0,273
	Toyota Corolla	-0,0964	-0,077	-0,072	-0,069	-0,067	-0,066
	Daewoo Lanos	-0,1920	-0,123	-0,108	-0,100	-0,095	-0,091
	BA3-2107	-0,1340	-0,098	-0,090	-0,085	-0,081	-0,079

Чим вищим є значення показника ступеня n , тим чутливішим є рівень енергоефективності до зміни швидкості руху автомобіля. При $n < 1$ коефіцієнт $\frac{\Delta x_2}{\Delta V_a} < 0$. При $1 < n < 2$ із збільшенням

швидкості V_a коефіцієнт чутливості зменшується. При $n > 2$ із збільшенням швидкості V_a коефіцієнт чутливості збільшується. Таким чином, при проектуванні кузовів автомобілів необхідно прагнути до того, щоб отримати коефіцієнт n , що дорівнює або наближений до одиниці. Аналіз значень параметра n , наведених у таблицях 1, 2 для дев'яти розглянутих моделей автомобілів, показує, що найбільш близькі до одиниці значення мають: BA3-2170 «Пріора», BA3-2121, Toyota Corolla E110. Ці моделі мають найбільш стабільні значення показника E_{wv} при зміні швидкості руху автомобіля.

Автомобілі BA3-2170 «Пріора» та Toyota Corolla E110 мають гарну аеродинаміку, що забезпечує високий та стабільний рівень E_{wv} енергоефективності, оскільки поряд із високим значенням x_1 мають високе та стабільне значення x_2 .

З таблиці 3 видно, що чим вище значення Δn , тим більше значення приймає функція чутливості $F_q = \frac{\Delta x_2}{\Delta V_a}$. Найбільше значення вказаної функції має автомобіль BA3-2111, а найменше

BA3-2170 «Пріора». При чому у BA3-2170 «Пріора» вплив швидкості на вказаний показник практично не відбувається, що свідчить про стабільність рівня енергетичної ефективності.

При $\Delta n > 0$ спостерігається зростання показника F_q із збільшенням швидкості, а при $\Delta n < 0$, навпаки, зменшення. Слід зазначити, що $\Delta n < 0$ показник F_q змінюється в менших межах, аніж при $\Delta n > 0$. Чим вищою є абсолютна величина Δn , тим у більших межах змінюється F_q при зміні швидкості автомобіля.

Автомобіль BA3-2121 при високій стабільності показника x_2 ($n=0,903548$) має погану енергоефективність за рахунок низького значення показника $x_1=67,965 \text{ м}^{1-n} \cdot \text{с}^n$.

Запропонований показник-рівень енергетичної ефективності при поточному значенні швидкості руху автомобіля дозволяє проводити оцінку впливу аеродинамічних характеристик на енергоефективність вказаних машин. Для кваліметричної оцінки стабільності показників енергоефективності запропоновано використовувати коефіцієнт чутливості, що представляє собою похідну вказаного показника x_2 за швидкістю руху автомобіля. Найкращим з позиції стабільності E_{wv} є значення $n = 1$, що забезпечує постійність значення енергоефективності автомобіля при всіх швидкостях руху.

Проведений на прикладі дев'яти легкових автомобілів порівняльний аналіз показників енергетичної ефективності показав наступне:

– найбільш близькі до одиниці значення n мають автомобілі BA3-2170 «Пріора», BA3-2121, Toyota Corolla E110, що забезпечує високу стабільність їх показника енергоефективності;

– автомобілі ВАЗ-2170 «Пріора» та Toyota Corolla E110 мають гарну аеродинаміку, що забезпечує високий та стабільний рівень енергоефективності, оскільки поряд із високим значенням x_1 мають високе і стабільне значення x_2 ;

– автомобіль ВАЗ-2121 при високій стабільності x_2 ($n=0,903548$) має погану енергоефективність за рахунок низького значення показника $x_1=67,965 \text{ м}^{1-n} \cdot \text{с}^n$;

– автомобіль Daewoo Lanos має найкраще значення параметра x_1 , що характеризує рівень енергоефективності при $V_a = 1 \text{ м/с}$, але найгірший показник стабільності E_{wv} через низьке значення показника ступеня n ;

– автомобіль ВАЗ-2111 має найгірший показник рівня енергоефективності та його стабільності через найнижче значення $x_1=35,676 \text{ м}^{1-n} \cdot \text{с}^n$ і показника $n = 1,298$.

1. Гашук П. Н. Энергетическая эффективность автомобиля. Львов : СВІТ, 1992. 208 с.

2. Мацкерло Ю. Современный экономичный автомобиль / пер. с чешского В. Б. Ивакова. Москва : Машиностроение, 1987. 320 с.

3. Динамічні властивості і стабільність функціонування автотранспортних засобів / Абрамов Д. В., Подригало Н. М. та ін. ; под ред. проф. М. А. Подригало и проф. О. С. Полянського. Харків : ХНАДУ, 2014. 204 с.

4. Мазін О. С. Підвищення енергоефективності автомобілів при маневруванні зниженням непродуктивних витрат енергії : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.20. Харків, 2020. 20 с.

5. Тарасов Ю. В. Наукові основи забезпечення технічного рівня автотранспортних засобів при проектуванні та модернізації : автореф. дис. ... д-ра. техн. наук : спец. 05.22.02. Харків, 2021. 40 с.

6. Asis Abdulgazis, Mikhail Podrigalo. A new approach to assessment of vehicles traction dynamics. Conf. Series : Materials Science and Engineering. YCMTMTE 2020. P. 1-7. DOI : 10.1088/1757-899X/971/5/052100

7. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин / Н. П. Артёмов, А. Т. Лебедев, М. А. Подригало и др. ; под ред. М. А. Подригало. Харків : Міськдрук, 2012. 220 с.

8. Оцінка пристосованості легкових автомобілів за аеродинамічними характеристиками до підвищення потужності двигунів при модернізації / М. А. Подригало, Д. В. Абрамов, Є. О. Дубінін та ін. // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків, 2021. №24. С 8-16.

9. Томович Р., Вукобратович М. Общая теория чувствительности ; пер. с сербск. и англ., под ред. Я. З. Цыпкина. Москва : Советское радио, 1972. 240 с.

ПОДРИГАЛО Михайло Абович – д. т. н., професор, завідувач кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, e-mail: pmikhab@gmail.com.

ТАРАСОВ Юрій Володимирович – д. т. н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, e-mail: yuriy.ledd@gmail.com.

ШЕІН Віталій Сергійович – к. т. н., доцент, доцент, доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, e-mail: sheinvalis@gmail.com.

КАСЬЯНЕНКО Олексій Віталійович – магістрант, студент групи ТПТм-51 Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, e-mail: akasjan47@gmail.com.

Mykhailo PODRYHALO – Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Mechanical Engineering and Machine Repair Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University

Yurii TARASOV – Doctor of Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Machine Repair Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University

Vitalii Shein – Ph. D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering and Machine Repair Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University

Oleksii KASIANENKO – master's student, student of the TPTm-51 group, Kharkiv National Automobile and Highway University

ПРИНЦИП ДІЇ ІНЕРЦОЇДІВ НЕ ПРОТИРІЧАЄ ЗАКОНАМ КЛАСИЧНОЇ МЕХАНІКИ

Розглянуто теоретичні засади руху інерцоїдів, які не суперечать законам класичної механіки. Заперечено тези відносно принципів дії інерцоїдів, які ґрунтуються на псевдонаукових теоріях. Визначено, що рух інерцоїдів не є безопорним, а рушійна (тягова) сила створюється тиском на вісь неврівноваженого тіла, що обертається.

Ключові слова: інерцоїд, рушійна сила, закони класичної механіки, сили інерції, активна сила, реактивна сила, кривошип.

Theoretical principles of motion of inertoids, which do not contradict the laws of classical mechanics, are considered. Theses on the principles of action of inertoids, which are based on pseudo-scientific theories, are denied. It is determined that the motion of inertoids is not unsupported, and the driving force is created by the pressure on the axis of the unbalanced rotating body.

Key words: inertoid, driving force, laws of classical mechanics, inertial forces, active force, reactive force, crank.

Дискусія, яка ведеться навколо інерцоїдів викликана підозрою, що принцип їхньої дії протирічить законам класичної механіки. Створено багато теорій, включно псевдонаучні, про вплив торсійних полів та теорії ефіру.

Насправді, рух інерцоїда, представленого на рис. 1, є не безопорним (опора в точці А), а рушійна (тягова) сила P_0 створюється тиском на вісь неврівноваженого тіла, що обертається. Тому твердження творця першого інерцоїда Толчина В.М. про те, що сили інерції є джерелом поступального руху, є неправомірним, що суперечить законам класичної механіки.

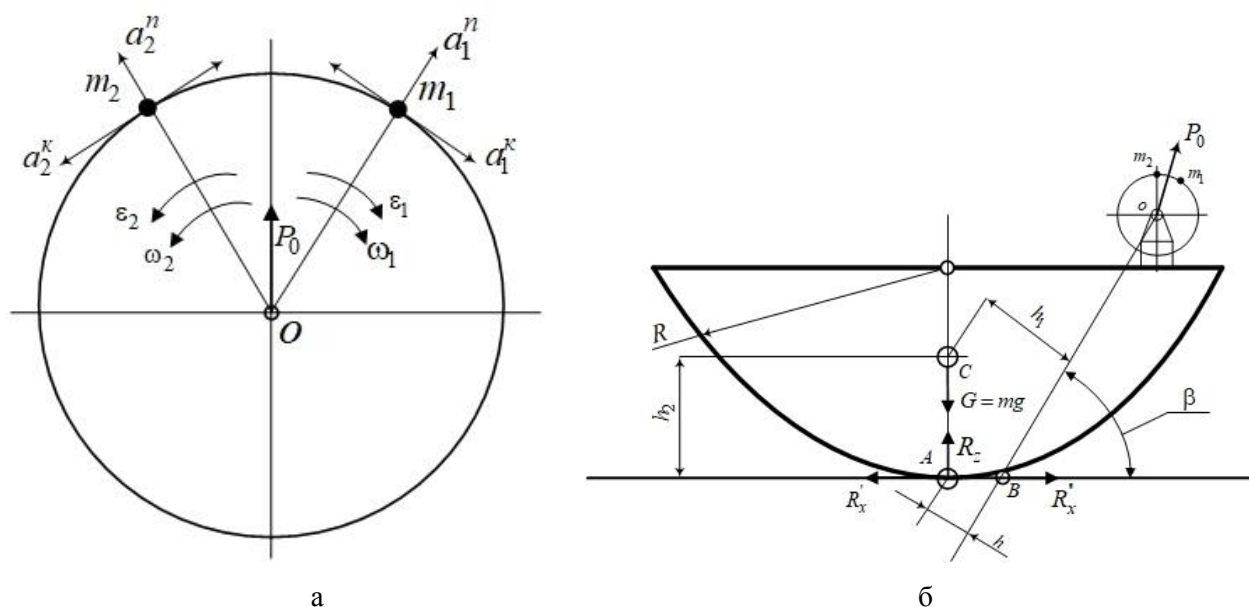


Рис. 1. Картина лінійних прискорень та схема сил, що діють на інерцоїд: а – схема утворення рушійної сили P_0 ; б – дія сили P_0 на інерцоїд

Рушійною силою є сила P_0 що створюється тиском на вісь неврівноваженими тілами масами m_1 і m_2 . У разі $m_1 = m_2$ і обертання неврівноважених мас відбувається у протилежні боки. Це дозволяє забезпечувати створення сили P_0 лінія дії якої постійно спрямована під кутом β до опорної поверхні. Крім того, це дозволяє розвантажити двигун від моменту опору, викликаного дисбалансом частин, що обертаються.

Сила P_0 не є силою інерції, оскільки відповідає класичному визначенню сили як заходи

взаємодії тіл. Зазначена сила виникає в результаті взаємодії кривошипа деталі, що обертається, з валом. Це справжня активна, а чи не фіктивна реактивна сила інерції.

За наявності прискорення (ε_1 і ε_2 рис. 1а) сила P_0 визначається наступною залежністю

$$P_0 = 2 \cdot m_1 \cdot r \cdot \omega_1^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{\varepsilon_1^2}{\omega_1^4}} \cdot \sin(\omega_1 t), \quad (1)$$

де r – радіус обертання невідновжених мас;

ω_1 ; ε_1 – кутова швидкість та кутове прискорення невідновжених мас;

t – час.

При рівномірному обертанні вантажів $\varepsilon_1 = 0$ та рівняння (1) набуде вигляду

$$P_0 = 2 \cdot m_1 \cdot r \cdot \omega_1^2 \cdot \sin(\omega_1 t). \quad (2)$$

Використовуючи залежність (1) багато авторів конструкцій інерційних керуючих кутовими швидкостями ω_1 ; ω_2 та кутовими прискореннями ε_1 ; ε_2 прагнуть забезпечення позитивного спрямування сили P_0 .

ПОДРИГАЛО Михайло Абович – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

ХОЛОДОВ Михайло Павлович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

БАЙЦУР Максим В'ячеславович – к.т.н., доцент, доцент кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

АБРАМОВ Дмитрій Володимирович – д.т.н., професор, професор кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Mykhailo PODRYHALO - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Mechanical Engineering and Machines Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University

Mykhailo KHOLODOV - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles, Kharkiv National Automobile and Highway University

Maksym BAYTSUR - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Mechanical Engineering and Machines Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University

Dmytrii ABRAMOV - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technology of Mechanical Engineering and Machines Repair, Kharkiv National Automobile and Highway University

А.П. Полив'янчук, С.В. Цимбал, О.П. Антонюк, А.В. Дмитрієва
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ КОМПАКТНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДИЗЕЛІВ – МІНІ- ТА МІКРОТУНЕЛІВ

Проаналізовано вимоги нормативних документів щодо умов використання еталонних повнопотокових і компактних частковопотокових систем екологічної діагностики автомобільних дизелів, світовий та вітчизняний досвід їх експлуатації. Розроблено математичні моделі для визначення температури проби в цих системах та результуючої похибки вимірювань нормованого показника - масового викиду твердих частинок з відпрацьованими газами дизеля. За результатами випробувань дизелів 1Ч12/14 і 4ЧН12/14 за автомобільним циклом ESC доведено доцільність регулювання температури проби в найбільш компактній вимірювальній системі – мікротунелі.

Ключові слова: *автомобільний дизель, екологічна діагностика, відпрацьовані гази, тверді частинки, розбавляючий тунель.*

The requirements of normative documents on the conditions of use of reference - full-flow and compact partial-flow systems of ecological diagnostics of automobile diesels, world and domestic experience of their operation are analyzed. Mathematical models have been developed to determine the sample temperature in these systems and the resulting measurement error of the normalized indicator - mass emission of particulate matter with diesel exhaust gases. According to the results of tests of diesels 1Ch12/14 and 4ChN12/14 on the automobile cycle of ESC the expediency of regulation of temperature of test in the most compact measuring system - microtunnels is proved.

Key words: *automotive diesel, environmental diagnostics, exhaust gases, particulate matter, diluent tunnel.*

Проблематика досліджень. При використанні компактних систем екологічної діагностики автомобільних дизелів – міні- та мікротунелів слід виконувати вимогу щодо забезпечення їх точності: відносні відхилення результатів вимірювань нормованого показника РМ – масового викиду твердих частинок з відпрацьованими газами (ВГ), визначені компактною (частковопотоковою) та еталонною (повнопотоковою) системами не повинні перевищувати $\pm 5\%$ [1, 2]. При використанні компактних тунелів при вимірюванні показника РМ виникає методична похибка вимірювань цієї величини – $\delta \text{РМ}_i$, обумовлена зміною температури розбавлених ВГ у тунелі, від якої залежить маса розчинної органічної фракції (РОФ) у складі ТЧ [3-5]. Похибка $\delta \text{РМ}_i$ може бути усунена за рахунок використання в компактних системах регуляторів температури проби, які забезпечують відповідні еталонній системі умови розбавлення ВГ. Оскільки такі регулятори є вартісними, високотехнологічними пристроями, встановлення яких ускладнює та здорожує вимірювальні системи, доцільність їх використання повинна бути досліджена.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відповідності до вимог нормативних документів – Правил ЄЕК ООН R-49, міжнародного стандарту ISO 8178 та ін. вимірювання масових викидів ТЧ від автомобільних дизелів можуть здійснюватися з використанням різних вимірювальних систем [1]: еталонних повнопотокових тунелів з 1 та 2-кратним розбавленням ВГ чистим повітрям та компактних частковопотокових тунелів, які поділяються на мінітунелі (мають діаметр 7,5...12 см і довжину 75...120 см) та мікротунелі (мають діаметр 2,5...4 см і довжину 25...40 см). До найбільш відомих частковопотокових тунелів відносяться: мінітунель з ізокінетичним пробовідбірником МТ 474 (AVL), мінітунель багатотрубного типу (Mitsubishi), мікротунелі з диференційним способом визначення масової витрати ВГ – SPC 472 (AVL), РТР 2000 (Pirburg) та ін. [6-9].

Для визначення нормованого екологічного показника РМ – середньоексплуатаційного масового викиду ТЧ з ВГ проводяться стендові випробування автомобільних дизелів за регламентованими випробувальними циклами, які складаються з нормованих режимів роботи двигуна з заданими значеннями числа обертів колінчастого валу – n , навантаження на вал двигуна – L , вагового фактору – WF , який враховує відносний час роботи дизеля на режимі в процесі експлуатації, та тривалості режиму випробувань – τ . При цьому в тунелях можуть використовуватись різні режими розбавлення ВГ повітрям: D_1 – режим з постійною масовою витратою розбавлених ВГ або CVS-режим; D_2 – CVS-режим з зовнішнім повітряним охолодженням тунелю; D_3 – режим з постійним коефіцієнтом

розбавлення ВГ; D₄ – режим з постійним коефіцієнтом розбавлення ВГ та зовнішнім повітряним охолодженням тунелю.

Ступінь впливу температури проби в тунелі на контрольований масовий викид ТЧ може бути оцінено за результатами експериментальних досліджень зарубіжних та вітчизняних авторів [7,9,10], які свідчать про наступне: 1) збільшення температури розбавлених ВГ перед фільтрами – t_f призводить до зменшення контрольованого за масою навішування ТЧ викиду ТЧ – m_f і навпаки; 2) вплив температури t_f на величину m_f може бути врахований за допомогою встановлених емпіричних лінійних залежностей [7, 10]; 3) значення коефіцієнту пропорційності цих залежностей залежить від режиму роботи двигуна: при збільшенні потужності дизеля їх величина зменшується.

Постановка завдання. Мета роботи полягала у оцінюванні доцільності регулювання температури проби в компактних системах – міні- та мікротунелях на основі досліджень їх точності з врахуванням методичної похибки вимірювань показника РМ. Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання: 1) аналіз літературних джерел за тематикою дослідження; 2) розробка математичних моделей для визначення температури проби розбавлених ВГ в тунелі та результуючої похибки вимірювань показника РМ – δPM_t ; 3) дослідження доцільності регулювання температури проби в міні- та мікротунелях.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В основі математичної моделі для визначення температури проби розбавлених ВГ в тунелі – t_f використано рівняння теплового балансу процесу теплообміну нагрітого газу в циліндричному трубопроводі з навколишнім повітрям [11]. В результаті перетворення цього рівняння отримано основну розрахункову формулу, для визначення температури газового потоку в кінці трубопроводів протікання розбавлених ВГ. Послідовне обчислення кінцевих температур газових потоків у всіх трубопроводах системи розбавлення ВГ дозволяє визначити температуру проби перед фільтром – t_f .

Математична модель для визначення результуючої похибки вимірювань показника РМ – δPM передбачає визначення цієї величини, як суми її інструментальної – δPM_{in} та методичної – δPM_t складових. Величина δPT_{in} визначається за допомогою залежності для обчислення похибки результату непрямих вимірювань [10]. Похибка δPM_t чисельно дорівнює відносному відхиленню контрольованого масового викиду ТЧ, визначеного при фактичних значеннях температур t_{fi} , від масового викиду ТЧ, визначеного при значеннях температур t_{foi} , прийнятих за базові і відповідних розбавленню ВГ у еталонній системі при $t_{dil} = 20^\circ C$, $t_{f(max)} = 52^\circ C$ [12].

Дослідження доцільності регулювання температури проби в міні- та мікротунелях проведені за критерієм відносного відхилення результатів вимірювань показника РМ часковопотоковою та еталонною системами – δPM^* . На основі результатів екологічних випробувань дизелів 1Ч12/14, оснащеного мінітунелем МТ-1, та 4ЧН12/14, оснащеного мікротунелем МКТ-2 [5, 10, 12] за 13-ступінчастим циклом ESC за допомогою наведених математичних моделей проведено розрахункові дослідження абсолютних відхилень температур проб в повнопотоковій системі з діаметром 46 см від аналогічних температур в мінітунелі з діаметром 10 см та мікротунелі з діаметром 3 см – Δt_f , а також виникаючих при цьому методичних похибок вимірювань масових викидів ТЧ – m_f (рис. 1).

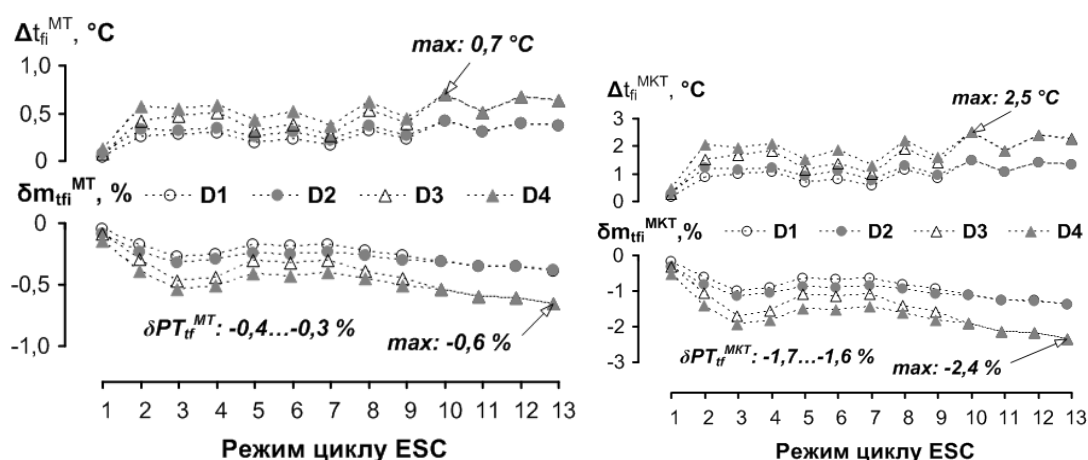


Рис. 1 – Результати експериментальних досліджень точності міні- та мікротунелів

Результати проведених досліджень свідчать про наступне: теплові умови розбавлення ВГ в

мінітунелі і еталонній системі є приблизно рівними: відхилення температур проби в цих системах є меншими 0,7 °С, виникаючі при цьому методичні похибки вимірювань показника РМ не перевищують 0,4 % і не впливають суттєво на результуючу похибку тунелю; теплові умови розбавлення ВГ в мікротунелі і еталонній системі мають суттєві відмінності: відхилення температур проби в цих системах досягають 2,5 °С, виникаючі при цьому методичні похибки вимірювань РМ складають 1,6 – 1,7 %, що призводить до збільшення результуючої похибки до $\pm 5,9\%$.

Таким чином регулювання температури проби в мінітунелях можна не застосовувати, а в мікротунелі воно є доцільним і дозволяє забезпечити потрібну точність вимірювань показника РМ.

Висновки досліджень

1. За результатами аналізу нормативних документів – Правил СЕК ООН R-49, R-96, міжнародного стандарту ISO 8178 та ін., світового та вітчизняного досвіду використання розбавляючих тунелів встановлено: технічні характеристики та умови експлуатації еталонних повнопотокових та частковопотокових тунелів, емпіричні залежності, що характеризують ступінь впливу температури проби в тунелі на точність вимірювань масових викидів ТЧ на різних режимах роботи дизеля.

2. Розроблено математичні моделі для визначення: температур проби розбавлених повітрям ВГ в тунелях різних типів, результуючої похибки визначення середньоексплуатаційного викиду ТЧ - показника РМ з врахуванням впливу температури проби в тунелі на точність вимірювань РМ.

3. На основі результатів випробувань дизелів 1Ч12/14 та 4ЧН12/14 за циклом ESC та розроблених математичних моделей проведено розрахункові дослідження з оцінювання впливу на точність мінітунелю та мікротунелю з діаметрами 10 см і 3 см, відповідно, температурних режимів пробопідготовки, які порівнювались з еталонною системою з діаметром 46 см. Результати досліджень довели доцільність регулювання температури проби в мікротунелі для усунення суттєвих методичних похибок вимірювань показника РМ, які складають -1,6 ... -1,7 %. В мінітунелі відповідні похибки є не суттєвими: -0,3 ... -0,4 %, тому потреби в регулюванні температури проби в цій системі немає.

1. Regulation № 49-06. Uniform Provisions Concerning the Measures to be Taken Against the Emission of Gaseous and Particulate Pollutants from Compression-ignition Engines and Positive-ignition Engines for Use in Vehicles. E/ECE/TRANS/505, 2013. – 541 p.

2. Lianga Z. Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS / Z. Lianga, J. Tiana, S. Zeraati Rezaeia, Y. Zhanga et al. // School of Mechanical Engineering, University of Birmingham, UK, 2015. – 31 p.

3. Foote E. Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement / E. Foote, M. Maricq, M. Sherman, D. Carpenter et al. // SAE Technical Paper № 2013-01-1567, 2013. – 10 p.

4. Клименко О.А. Дослідження та створення перспективної системи для визначення масових викидів забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигунів / О.А. Клименко, А.М. Редзюк, О.В. Кудренко, С.О. Ричок // Автошляховик України, 2012. – № 5 (229) – С. 2–8.

5. Polivyanchuk A.P. Mathematical modeling of diesel engine operation mode influence on mass emission of particulate matter with exhaust gases using microtunnel / A.P. Polivyanchuk, I.V. Gritsuk, E.A. Skuridina // Theoretical and practical aspects of the development of the European Research Area: monograph / edited by authors. – 4th ed. – Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2020. – P. 269-301.

6. Редзюк А.М. Щодо визначення масових викидів забруднюючих речовин двигунами колісних транспортних засобів / А.М. Редзюк, О.А. Клименко, О.В. Кудренко // Автошляховик України, 2012. – № 4 (228) – С. 2–7.

7. Alozie, N. Influence of Dilution Conditions on Diesel Exhaust Particle Measurement Using a Mixing Tube Diluter / N. Alozie, D. Peirce, A. Lindner, W. Winklmayr et al. // SAE Technical Paper № 2014-01-1568, 2014. – 14 p.

8. Smart Sampler PC SPC 472. PC program for SPC 472 control. – AVL, List GmbH Graz, Austria, 1993. – 76 p.

9. Russel R. Development of a Miniaturized, Dilution-Based Diesel Engine Particulate Sampling System for Gravimetric Measurement of Particulates / R. Russel // SAE Techn. Pap. Ser. №931190, 1993. – 12 p.

10. Polivyanchuk A.P. Features of Environmental Diagnostics of Heat Motors and Boiler Plants by Information Methods / A. Polivyanchuk, M. Ahieiev, A. Kagramanian, A. Baranovskis, O. Samarin // ICTE in Transportation and Logistics 2019. Series: Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham, 2020. – P. 360-367.

11. Болгарский А.В. Термодинамика и теплопередача / А.В. Болгарский, Г.А. Мухачев. – М.: Высшая школа, 1964. – 458 с.

12. Полив'янчук А.П. Підвищення ефективності систем контролю викидів твердих частинок з відпрацьованими газами дизелів: монографія / А.П. Полив'янчук. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 224 с.

ПОЛИВ'ЯНЧУК Андрій Павлович – д. т. н., проф., проф. кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, app.prosperity@gmail.com ;

POLYVIANCHUK Andrii Pavlovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Automobile and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University.

ЦИМБАЛ Сергій Володимирович, к. т. н., доцент, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, tsymbal_s_v@vntu.edu.ua ;

TSYMBAL Sergiy Volodymyrovych, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Automobile and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University;

АНТОНЮК Олег Павлович, к. т. н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, antonuk@vntu.edu.ua ;

ANTONUK Oleg Pavlovych, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Automobile and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University;

ДМИТРИЄВА Алла Володимирівна, інженер I категорії кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, dmitrieva1963@ukr.net ;

DMITRIEVA Alla Volodymyrivna, engineer of the I category of the Automobile and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University.

В.М. Поляков, Г.А. Філіпова, О.О. Разбойніков
Національний транспортний університет, Київ, Україна

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ПО НЕРІВНІЙ ДОРОЗІ

Проведено математичне моделювання руху автомобіля по нерівній дорозі. Досліджувалось долаання дорожньої нерівності гармонічного профілю колесами лівого борта автомобіля. Рух автомобіля розглядався на різних швидкостях, як при зафіксованому рульовому колесі, так і при вільному. Проведено порівняльний аналіз результатів математичного моделювання. Виявлено вплив зазначених умов руху автомобіля на його динаміку.

Ключові слова: математичне моделювання, динаміка автомобіля, нерівна дорога, шина, рульове керування, підвіска.

Mathematical modeling of movement of a car on uneven road, was done. Overcoming the road unevenness of the harmonic profile with the wheels of the left side of the car was studied. The movement of the car was considered at different speeds, both when the steering wheel is fixed and when it is free. Comparative analysis of the results of mathematical modeling was done. Impact influence of the specified vehicle driving conditions on its dynamics was Revealed.

Key words: mathematical modeling, vehicle dynamics, uneven road, tire, steering system, suspension system.

Безперечно рух автомобіля по рівній дорозі з високою якістю покриття є найбільш раціональним, з точки зору на будь-яку його експлуатаційну властивість. Проте, в реальних умовах дорожнє покриття з часом руйнується, а на деяких ділянках воно взагалі відсутнє. Разом з тим рух автомобіля по нерівній дорозі супроводжується динамічними навантаженнями, що діють в контакті автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги. При цьому еластична шина деформується в різних напрямках, що супроводжується силами і моментами, які через обід диск та маточину передаються на систему рульового керування автомобіля та його підвіску. Зазначені процеси можуть призвести не тільки до коливань підресореної та непідресорених мас автомобіля (вплив на плавність ходу, паливну економічність тощо), а й до зміни напрямку руху та виходу його габаритів за межі коридору безпеки (втрата курсової стійкості) [1]. Відповідно дорожні нерівності впливають негативно не тільки на плавність ходу автомобіля а й на динаміку його руху в цілому.

Вплив висоти та довжини дорожньої нерівності гармонічного профілю на вертикальну та горизонтальну проекції рівнодіючої сил в контакті шини з нерівною дорогою розглянуто відповідно в роботах [2] та [3]. Вплив швидкості руху автомобіля на зазначені параметри досліджувались в роботі [4]. Параметри роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні визначено в роботі [5]. Вплив швидкості руху автомобіля на зазначені параметри досліджувались в роботі [6]. Теоретичне дослідження руху автомобіля з вільним рульовим колесом по дорозі, що має нерівність на шляху коліс лівого борта автомобіля проведено в роботі [7]. Теоретичне дослідження руху автомобіля по дорозі, що має нерівність на шляху коліс обох бортів автомобіля проведено в роботі [8]. Проте не виявлено робіт в яких наведено результати теоретичних досліджень руху автомобіля, що долає дорожні нерівності на різних швидкостях, як колесами одного борта, так і двох, як з вільним рульовим колесом так і з зафіксованим.

Тому мета даної роботи полягає у виявленні впливу швидкості руху автомобіля з вільним та зафіксованим рульовим колесом по нерівній дорозі на його динаміку.

Теоретичні дослідження руху автомобіля в зазначених умовах проведено на математичній моделі запропонованій в роботі [1]. На початку моделювання автомобіль рухається рівномірно прямолінійно вздовж коридору безпеки, займаючи в поперечному січені останнього центральне положення. Параметри автомобіля, що використовувались при моделюванні наведено в роботі [1].

За результатами розрахунків руху автомобіля, що колесами лівого борту долає одиничну нерівність гармонічного профілю (висота нерівності обмежена амплітудою косинусоїди 0,075 м, а довжина – її періодом 1,00 м), побудовані графічні залежності зміни поперечного відхилення ΔY його центру мас (від заданої траєкторії), курсового кута ψ , середнього кута повороту керованих коліс θ ,

кутів крену φ і тангажу α від пройденого часу t_a (рис. 1, 2).

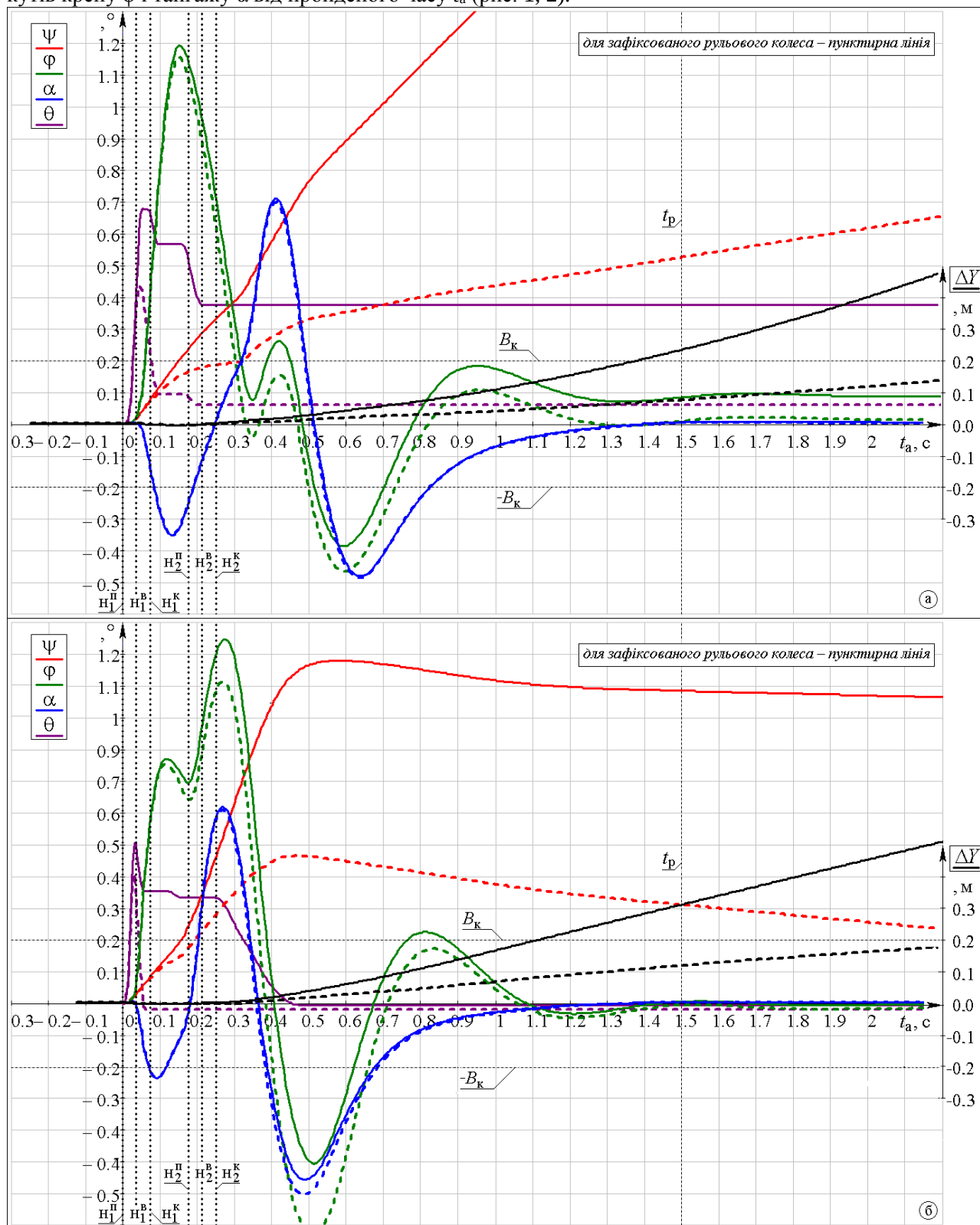


Рисунок 1 – Залежності зміни поперечного відхилення ΔY центру мас автомобіля, його курсового кута ψ , кутів крену φ і тангажу α , а також кута повороту керованих коліс θ , від пройденого часу руху t_a на швидкості: (а) 30 км/год; (б) 60 км/год

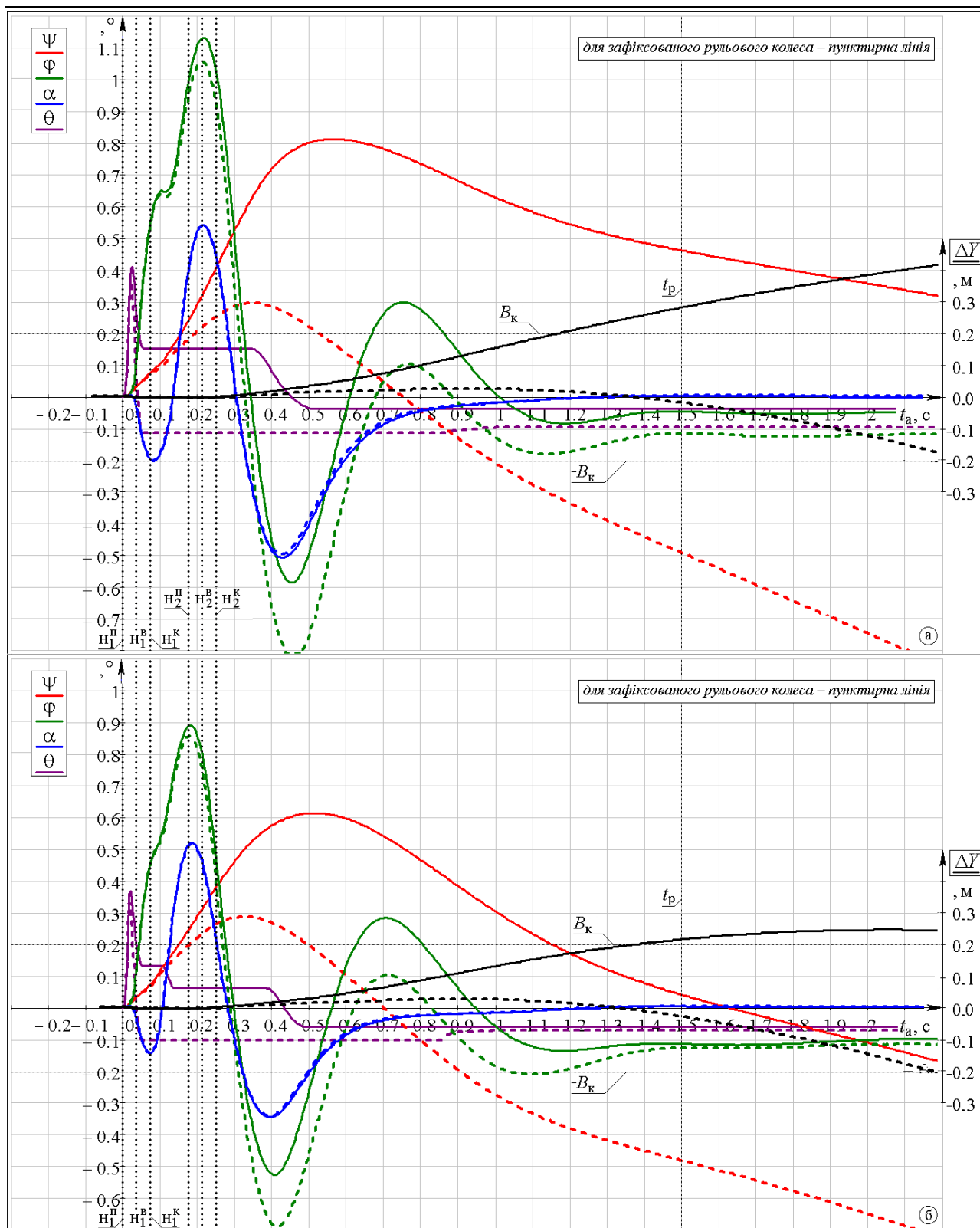


Рисунок 2 – Залежності зміни поперечного відхилення ΔY центру мас автомобіля, його курсового кута ψ , кутів крену ϕ і тангажу α , а також кута повороту керованих коліс θ , від пройденого часу руху t_a на швидкості: (а) 90 км/год; (б) 120 км/год

Для зручності аналізу отриманих результатів на поле графічних залежностей (рис. 1, 2) нанесено вертикальні прямі «н^п», «н^в» та «н^к», що відображають момент долання колесом автомобіля початку нерівності (н^п), її вершини (н^в) та кінця (н^к). Нижній індекс «1» – долання передніми колесами; «2» – задніми. Для попередньої оцінки курсової стійкості автомобіля пунктиром відображено горизонтальні прямі «В_к», що імітують приведені до центру мас автомобіля межі

коридору безпеки, а також вертикальну, що відображає час реакції водія t_p [1]. Криві, що характеризують рух автомобіля з зафіксованим рульовим колесом позначено пунктиром.

Аналіз графіків (рис. 1, 2) свідчить, що після наїзду автомобіля з зафіксованим рульовим колесом на дорожню нерівність відбувається короткочасна та незначна (в порівнянні з вільним рульовим колесом) зміна кута повороту його керованих коліс θ , та значно менша зміна курсового кута ψ , а також поперечне відхилення ΔY центру його мас від заданої траєкторії. В той час, як майже відсутня різниця між зміною кутів крену ϕ і тангажу α автомобілів з вільним та зафіксованим рульовим колесом. Видно, що максимальні амплітуди кутових коливань кузова автомобіля відносно його повздовжньої та поперечної осей спостерігаються на швидкостях 60 та 90 км/год. В той час як максимально швидка зміна курсового кута характерна для автомобіля, що долає дорожню нерівність з вільним рульовим колесом на швидкості 30 км/год. Проте, першим за межі коридору безпеки виходить автомобіль, що долає дорожню нерівність з вільним рульовим колесом на швидкості 60 км/год. Майже одночасно відбувся вихід (за межі коридору безпеки) автомобілів з вільним рульовим колесом, що рухаються на швидкостях 30 км/год та 120 км/год.

Виявлено вплив швидкості руху автомобіля з вільним та зафіксованим рульовим колесом по нерівній дорозі на його динаміку. Подальша робота буде присвячена аналізу параметрів роботи підвіски та рульового керування автомобіля в зазначених умовах.

1. Разбойніков О.О. Поліпшення курсової стійкості легкового автомобіля при русі по нерівній дорозі : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.02 / Нац. трансп. ун-т. Київ, 2021. 214 с.

2. Поляков В. М., Разбойніков О. О. Визначення рівнодіючої сил взаємодії автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2017. Вип. 1(37). С. 329-338.

3. Разбойніков О. О. Системний аналіз взаємодії автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Серія «Технічні науки»*. 2016. Вип. 17. Ч. 1. С. 80-88.

4. Поляков В. М., Разбойніков О. О. Визначення сил взаємодії колеса легкового автомобіля під час руху нерівною дорогою. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки*. 2016. №2(77). С. 215-223.

5. Поляков В. М., Разбойніков О. О. Визначення параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2017. Вип. 3(39). С. 117-126.

6. Разбойніков О. О. Вплив швидкості автомобіля на зміну сил, що діють в ходовій частині при русі по нерівній дорозі. *Rzeszow : Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, Monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy, Systemy i Srodki Transportu Samochodowego. Seria : Transport*. 2017. №10. Р. 87-94.

7. Поляков В. М., Разбойніков О. О. Теоретичне дослідження руху автомобіля по нерівній дорозі. *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки»*. 2018. Вип. 1(40). С. 252-261.

8. Jan Dizo, Miroslav Blatnický, Oleksandr Kravchenko, Peter Gasper. Vehicle passage over an uneven road. *Zilina: Zilinska univerzita, Strojnicka fakulta. Technolog*. 2022. Vol 14, No. 1. pp. 11-14.

ПОЛЯКОВ Віктор Михайлович – к.т.н., доцент, професор кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net.

ФІЛІПОВА Галина Андріївна – к.т.н., доцент, професор кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: galina_gaj@ukr.net.

РАЗБОЙНИКОВ Олександр Олександрович – к.т.н., асистент кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: razboyn1k@ukr.net.

Victor POLYAKOV – Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department of Automobiles, National Transport University.

Galina FILIPOVA – Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department of Automobiles, National Transport University

Oleksandr RAZBOINIKOV – Ph.D., Assistant of the Department of Automobiles, National Transport University

С.І. Пустюльга, В.П. Самчук, В.Р. Самостян, В.М. Придюк
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

ВПЛИВ КРИТЕРІЇВ РИЗИКІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ПРИ ВИБОРІ ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

У роботі запропоновано модель формування двох груп компонентів ризику транспортування небезпечних вантажів на окремих маршрутах перевезення, а саме: параметрів ризиків ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій та параметрів, що впливають на ризики складності ліквідації їх можливих наслідків. Це відкрило можливості для коректного вибору множини найбільш значущих критеріїв при формуванні багатокритеріальної оптимізаційної задачі перевезення НВ. Розроблено уніфікований математичний апарат комплексного розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі маршрутизації перевезення небезпечних вантажів в умовах невизначеності ризиків та втрат.

Ключові слова: небезпечні вантажі, багатокритеріальна оптимізаційна задача, параметри ризиків, надзвичайні ситуації, критерії аварійності.

The model of definition of two groups of components of risk of transportation of dangerous cargoes on separate routes is developed, namely: parameters of risks of probability of occurrence of emergencies and the parameters influencing risks of complexity of liquidation of their possible consequences. This opened up opportunities for the correct choice of criteria in the formation of a multi-criteria optimization problem of transportation. A unified mathematical apparatus for the complex solution of the multicriteria optimization problem of routing the transport of dangerous goods in conditions of uncertainty of risks and losses has been developed.

Keywords: dangerous goods, multicriteria optimization problem, risk parameters, emergencies, accident criteria

При формуванні критеріїв оптимізаційної задачі із перевезення небезпечних вантажів, окрім класичних параметрів вибору оптимального маршруту, пов'язаних із відстанню, часом транспортування, вартістю перевезень, чимале значення мають і критерії та параметри безпеки перевезення, що зводять до мінімуму ризику як транспортування, так і ліквідації, у разі надзвичайних ситуацій, наслідків дорожньо-транспортних пригод (ДТП) [4].

Першою групою компонентів ризику є параметри, що впливають на ймовірність виникнення небезпечних ситуацій при перевезенні НВ. До основних параметрів, що впливають на безпеку перевезення по маршруту, можна віднести: клас автомобільної дороги; інтенсивність руху на маршруті; геометричні параметри окремих ділянок автомобільної дороги; стан дорожнього покриття; швидкісний режим на ділянках; довжину криволінійних та прямолінійних ділянок; кількість світлофорів, другорядних перетинів, пішохідних переходів, залізничних переїздів на маршруті; видимість на окремих ділянках дороги; якість контролю допуску транспортних засобів до експлуатації; статистику ДТП та інші чинники.

Формалізацію ризиків виникнення надзвичайних ситуацій при перевезенні небезпечних вантажів на ділянках маршруту пропонується проводити за допомогою методу підсумкових критеріїв аварійності. Відповідно до цього методу, ступінь безпеки окремих ділянок маршруту характеризується підсумковим критерієм аварійності:

$$K_{\text{авар.}} = \sum_{i=1}^N \varphi_i K_i, \quad (1)$$

де K_i – вибраний критерій аварійності на характерній ділянці; φ_i – процентний вплив ділянки на значення підсумкового критерію маршруту.

Відповідно до [1, 2] кожен обраний критерій аварійності на ділянці маршруту являє собою відношення кількості зареєстрованих «нештатних подій» до кількості ДТП на еталонній ділянці. Еталонною – вважається прямолінійна ділянка двох-смугової дороги без поздовжніх ухилів, із

твердими узбіччями, асфальтобетонним або цементобетонним покриттям і шириною проїзної частини $> 7,5$ м.

Кожен вибраний для оцінки ризиків критерій K_i повинен враховувати вплив на безпеку транспортування НВ: інтенсивність руху на ділянці та маршруті в цілому, ширину проїзної частини, ширину і тип узбіч, величину ухилів, склад транспортного потоку і т. і.

Метод критеріїв аварійності особливо зручний для прогнозування ризиків транспортування НВ на маршруті і дозволяє знаходити, із альтернативних схем, найбільш оптимальний варіант маршруту при плануванні перевезень.

Нехай, у загальній постановці задачі, задана схема транспортної мережі (рис. 1а) у вигляді графа (рис. 1б). Необхідно транспортувати небезпечний вантаж із точки 1 до точки N та вибрати оптимальний маршрут для перевезення, виходячи не тільки із економічних, але і з безпекових критеріїв.

Визначаємо декілька альтернативних маршрутів доставки НВ, де основними критеріями для їх вибору приймається середня відстань між пунктами «відправлення-доставки» і час транспортування. Для кожного із альтернативних маршрутів підбираємо набір критеріїв, за якими він буде аналізуватися.

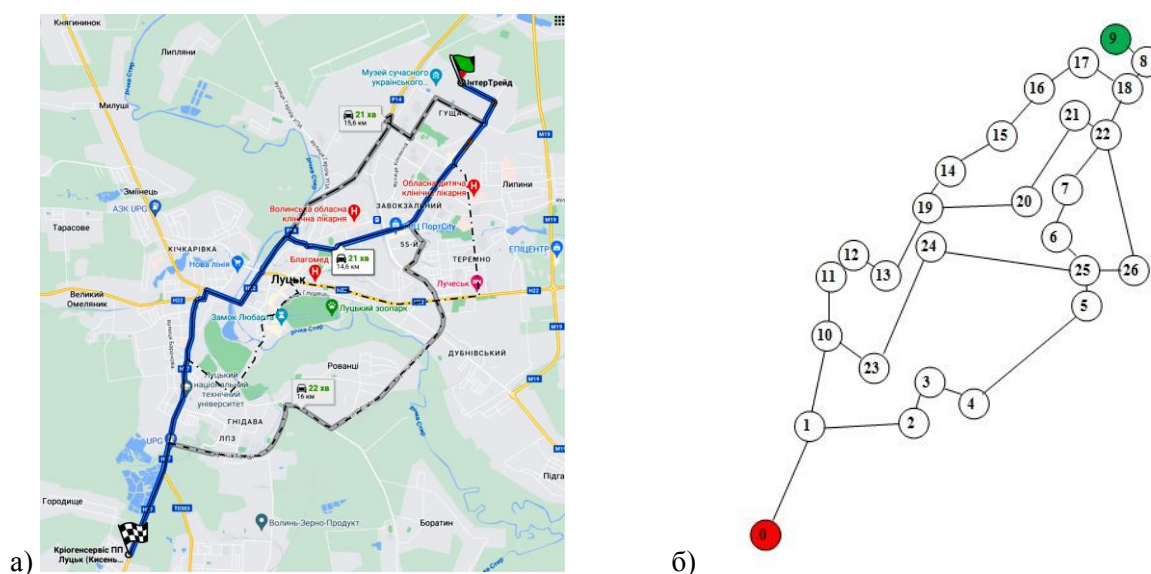


Рисунок 1 – Приклад схеми (а) та графа (б) альтернативних маршрутів перевезення НВ транспортною мережею міста

Наступним кроком – є визначення характерних ділянок маршруту за конкретним критерієм ризиків аварійності.

Вплив кожної ділянки на результуючий підсумковий критерій по маршруту в цілому підраховується із врахуванням відносної довжини ділянки в процентному відношенні.

Наприклад, критерій K_1 – інтенсивності руху на маршруті визначається:

$$K_1 = \alpha_1 \cdot K_{1_1} + \alpha_2 \cdot K_{1_2} + \dots + \alpha_n \cdot K_{1_n} \quad (2)$$

За такою ж методикою визначається вплив усіх критеріїв ризиків на маршруті.

Другою групою компонентів ризику – є ризики, пов'язані зі складністю ліквідації наслідків «виникнення надзвичайних ситуацій» при перевезенні небезпечних вантажів. Пропонується формалізувати значущість наслідків можливих аварій при транспортуванні НВ через їх вплив на навколишнє довкілля і населення. До основних із них можна віднести: параметри густоти забудови по маршруту, відстань від забудованої території до дороги; параметри просторового масштабу - площі ураження; параметри оцінки впливу наслідків аварії за часом; параметри інтенсивності впливу аварії; параметри якості дренажної системи на маршруті; параметри впливу зовнішнього середовища; параметри місцезнаходження підрозділів аварійно-рятувальної служби та інші.

При більшості оцінок надзвичайних ситуацій, що можуть виникати при транспортуванні НВ, важко визначити кількісне значення та швидкість розповсюдження негативних наслідків аварії для

соціальної сфери та екології. Пропонована нами методологія є «напів-кількісною» оцінкою, в основі якої лежить вираження у балах певних екологічних та соціальних змін довкілля при виникненні аварійних ситуацій на маршрутах.

Зіставлення значень міри дії по кожному параметру оцінюється по бальній системі за розробленими критеріями. Кожен критерій базується на практичному досвіді фахівців [3], отриманому при виконанні аналогічних досліджень та вимірів. При цьому, прийнята 4-х бальна система оцінки, оскільки за будь-якої діяльності із перевезення вантажів виявлятиметься певна негативна дія транспортних процесів на довкілля. Нульова дія буде тільки за повної відсутності перевезень, навіть безпечних вантажів.

Визначення параметрів просторового масштабу густоти забудови на ділянках маршруту здійснюється через спеціальні методику та алгоритми розрахунку фрактальної розмірності плану міської забудови по 50 м у кожен бік дороги на всіх ділянках маршрутів перевезення. Чим більші показники фрактальної розмірності такої ділянки, тим вищі ризики.

Параметри, що враховують активність населення на ділянці маршруту, а значить і ризики ураження людей при перевезенні небезпечних вантажів підраховуються експертами через середньодобовий показник кількості людей, віднесеної до еталонної площі 10 000 м² (100х100м).

$$K_{a.n.} = \frac{W_{\text{людей}}}{10000 \text{ м}^2}. \quad (3)$$

Наступним параметром для оцінки ризиків наслідків аварійної ситуації при транспортуванні НВ є інтенсивність впливу, тобто радіус розповсюдження характеристик руйнування довкілля та нанесення шкоди населенню. Цей параметр тісно пов'язаний із типом небезпечного вантажу та його кількістю.

Останнім, і вкрай важливим, параметром для оцінки ризиків наслідків аварії при перевезенні НВ є близькість розташування аварійних служб, їх кількість по відношенню до можливої зони ураження, а відтак швидкість реагування на позаштатну подію.

Результуючий підсумковий критерій по маршруту в цілому по кожній групі параметрів приймається найгіршим, який характеризує ризики наслідків аварії та складність її ліквідації при транспортуванні НВ по маршруту.

Висновок. У роботі було визначено множину критеріїв які і прямо, і опосередковано впливають на ризики перевезення небезпечних вантажів по тому чи іншому маршруту. Тобто, окрім базових показників для вантажних перевезень (вартості доставки і часу) на вибір оптимального маршруту суттєво впливають дві групи компонентів безпеки перевезення – ризики ймовірності виникнення аварійних ситуацій на маршруті та ризики, пов'язані із складнощами ліквідації їх наслідків. Такі оптимізаційні задачі відносяться до класу багатокритеріальних, а вибір найбільш раціонального маршруту за визначеними параметрами впливу базуються на методиці прийняття рішень в умовах невизначеності.

1. Bottelberghs P. Risk analysis and safety policy developments in the Netherlands. J. Hazard. Mater., 2000, 71(1): 59-84.

2. Гараган, С.А. Внимание – опасные грузы! [Текст] / С.А. Гараган, В.В. Комаров // Вестник Глонасс. – 2014. – № 2(18) – С. 42–53.

3. Кирсанов, А.А. Статистика автомобильных перевозок опасных грузов и происшествий. [Электронный ресурс] / А.А. Кирсанов, В.В. Сеницын, В.В. Татаринов, Ю.В. Прус // Технологии транспортной безопасности. – 2018. – № 4(80). – С.24–35.

4. Rao K.R., Rao S.V., Chary V. Estimation of risk indices of chemicals during transportation. Process Saf. Prog., 2004, 23 (2): 149-154.

ПУСТЮЛЬГА Сергій Іванович, доктор технічних наук, професор кафедри архітектури та дизайну Луцького національного технічного університету, e-mail: mbf.declutsk@gmail.com.

САМЧУК Володимир Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії Луцького національного технічного університету, e-mail: volsamchuk@ukr.net

САМОСТЯН Віктор Русланович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету e-mail: cvmbf@ukr.net.

ПРИДЮК Валентин Михайлович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і

транспортних технологій Луцького національного технічного університету, e-mail: pred.mbf@gmail.com.

Serhii PUSTIULHA, Doctor of Technical Sciences, Professor of Architecture and Design department, Lutsk National Technical University e-mail: mbf.declutsk@gmail.com.

Volodymyr SAMCHUK Ph.D in Engineering, associate professor ,Lutsk National Technical University, e-mail: volsamchuk@ukr.net.

Viktor SAMOSTIAN, Ph.D in Engineering, associate professor of automobiles and transport technologies department, Lutsk National Technical University e-mail: cvmbf@ukr.net.

Valentyn PRYDIUK, Ph.D in Engineering, associate professor of automobiles and transport technologies department, Lutsk National Technical University, e-mail: pred.mbf@gmail.com.

Е.Х. Рабінович, І.В. Грицук, В.О. Зуєв, М.Х. Буравцев
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

М.В. Володарець

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

В.Ю. Рижова

Міжнародний технологічний університет "Миколаївська політехніка", Миколаїв,
Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ УХИЛУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ МЕТОДОМ ТОЧОК ОДНАКОВИХ ШВИДКОСТЕЙ

Ухил дороги визначає швидкість руху транспорту, тривалість і вартість перевезень, а в умовах війни чи надзвичайних ситуацій - можливість вчасного прибуття машин до місця призначення, переважно незнайомими дорогами. Іноді для цього потрібно виміряти ухил дороги за допомогою бортових приладів автомобіля і, часом, смартфона. Запропонований тут метод: рух накатом відомого автомобіля вперед і-назад із записом швидкості від часу; пошук точок, де в обох напрямках швидкості однакові, і обчислення ухилу дороги, який створює різницю уповільнень в цих режимах. Вимірювання слід повторювати з різною швидкістю і в різних точках.

Ключові слова: ухил дороги, вимірювання, рух накатом, точка з однаковими швидкостями у двох напрямках, різниця уповільнень, обчислення ухилу.

The road slope determines the speed of vehicles, duration and cost of transportation, and in conditions of war or emergencies - the possibility for vehicles to timely arrive to their destination, mostly on unfamiliar roads. Sometimes this requires measuring the road grade with the car's on-board instruments and, at best, with a smartphone. The method proposed by the authors includes: coasting motion a well-known car back and forth with recording the speed vs time; finding a point where the speeds are the same in both directions, and calculating the road grade that creates the difference in deceleration in these modes. Measurements should be repeated at different speeds and at different points.

Key words: road grade, measurements, coasting in two directions, point with the same speeds in two modes, difference of decelerations, grade calculation.

Ухил дороги i – один із найсильніших факторів, що визначають досягну технічну швидкість руху транспорту, тривалість та собівартість перевезення вантажу або людей, а в критичних випадках – можливість своєчасного прибуття машин, зокрема спеціальних, до пункту призначення. Ці показники особливо важливі в умовах воєнних дій або надзвичайних ситуацій, коли часто припадає рухатися незнайомими, малопридатними дорогами, розвідувати їх, зокрема, на швидку вимірювати реальні ухили звичайними приладами автомобіля та, як пощастить, смартфоном.

Авторами запропоновано метод «точок з однаковою швидкістю» (ТОШ): проїзд накатом відомого автомобіля в прямому та зворотному напрямках із записом швидкості у функції часу, відшукування точки, де швидкості (отже, й опори коченню) в обох напрямках однакові, а за різницею уповільнень у двох напрямках обчислення скочувальної сили та ухилу, що її створює.

Розрахункові формули способу ТОШ виводяться зіставленням рівнянь руху автомобіля накатом у двох напрямках – на спуск і на підйом (рис. 1):

$$\begin{cases} +P_a - P_f - P_{xx} - P_{wdn} - \delta \cdot m \cdot j_{dn} = 0 \\ -P_a - P_f - P_{xx} - P_{wup} - \delta \cdot m \cdot j_{up} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Складові визначаються за звичайними формулами, крім двох. У різних заїздах вітер може відрізнятись і за швидкістю w , і за напрямком; крім того, доводиться урахувати нелінійну залежність показника степеня E від швидкості [1], тому опір повітря

$$P_w = kF \cdot (v \pm w)^E \quad (2)$$

Найменшу у цьому розрахунку складову – опір холостого ходу трансмісії – можна обчислювати за емпіричною формулою $P_{xx} \approx 9 + v$, де v , як і у всіх випадках – швидкість вітру, м/с.

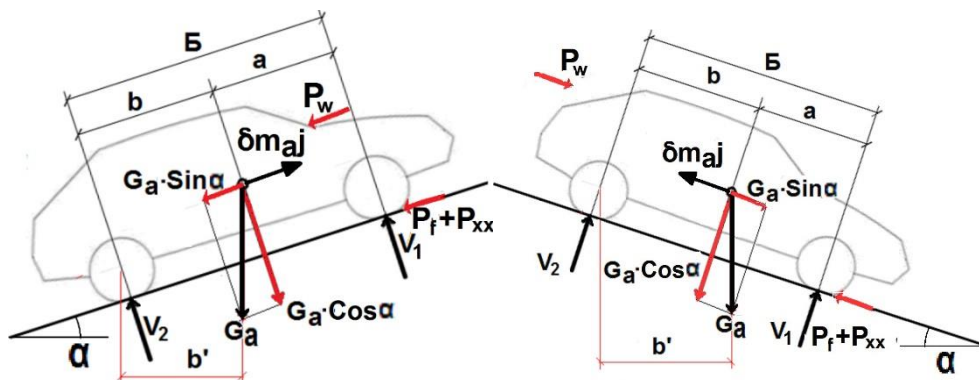


Рис. 1. Сили, що діють на автомобіль на спуску (ліворуч) та на підйомі

Віднімаючи друге рівняння системи (1) від першого, знаходимо після перетворень скочувальну силу, а через неї – ухил i .

$$i = \frac{kF[(v \pm w_{dn})^E - v \cdot m \cdot w_{up}^E] - \delta \cdot m \cdot (j_{up} - j_{dn})}{2mg}; \text{ при } (w_{dn} = w_{up} = w) \text{ та } E = 2, i = \frac{-kF \cdot 4v \cdot w - \delta \cdot m \cdot (j_{dn} - j_{up})}{2mg} \quad (3)$$

Якщо ж рівняння не віднімати, а складати, отримаємо формулу для коефіцієнта опору коченню:

$$f = \left\{ -(j_{dn} + j_{up}) \cdot \delta \cdot m_a / 2 - kF[(v + w)^2 + (v - w)^2] - P_{xx} \right\} / g \cdot m_a \quad (4)$$

Експериментальна перевірка в цілому підтвердила результативність такого підходу. Досліди були проведені на чотирьох автомобілях: DAEWOO Lanos (FSO, Польща), Hyundai i30 (2007), ZAZ Lanos та Samara2 VAZ-2115. Додатково використані дані незалежних тестів на автомобілі Renault Kangoo.

Обладнання: приймач сигналів GPS/ГЛОНАСС (навігатор) Garmin eTrex 30 з барометричним альтиметром, чашковий анемометр MC-13, фотокамери Canon PowerShot A700 і A2100 IS.

Режими: розгін на підйом з наступним вибігом до кінця мірної ділянки дороги, а після розвороту у зворотному напрямку, на спуск – повторення розгону з вибігом або вільне скочування; на IV передачі розганяли від 60 до 130 км/год, на III – від 50 до 110, на II – від 20 до 80-90, на I – від 0 до 40-50; розгони на II передачі удавалося повторити в одному напрямку за один заїзд два-три рази, на I до 7 разів.

Навігатор кожну секунду записував трек, тобто значення часу, широти, довготи та висоти. Деякі прийоми [2] дозволяли зчитувати значення показників з точністю до 10 знаків після коми.

Точки однакових швидкостей (ТОШ) знаходили у місцях перетину кривих вибігу автомобілів на підйомі (після розгону) з кривими скочування на спуску – рис. 2. Значення швидкості обчислювали діленням відстані між двома сусідніми точками ΔS на відповідне збільшення часу Δt з подальшим згладжуванням отриманого ряду точкових швидкостей методом ковзної середньої або поліномами.

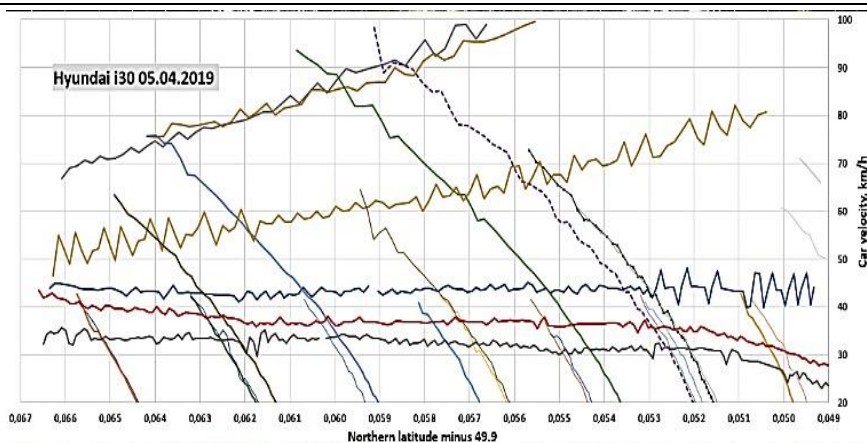


Рис. 2. Приклад діаграми пошуку ТОШ для автомобіля Hyundai i30; криві скочування (близькі до горизонталі) йдуть справаналіво, криві вибігу (крутіші) – зверху вниз

Результати розрахунку ухилу i мало залежать від швидкості вітру w та фактора обтічності kF – табл. 1, де i обчислені для прийнятих діапазонів можливих значень w і kF . За результатами наших вимірювань, найбільший розмах швидкості вітру у дозволеному стандартом [3] діапазоні (до 3 м/с на рівні до 1 м) становить 1,8 м/с (рис. 3)

Таблиця 1

Варіація розрахункового ухилу (промиле) у межах можливого діапазону швидкості вітру та фактора обтічності

Сх дорожній	kF	Швидкість вітру, м/с					Середн.
		1	1,5	2	2,5	3	
0,34	0,5458	7,93	7,71	7,85	7,98	8,10	7,92
0,36	0,5779	7,98	7,74	7,89	8,03	8,16	7,96
0,38	0,6100	8,02	7,77	7,93	8,07	8,21	8,00
0,40	0,6421	8,06	7,80	7,96	8,12	8,26	8,04

Отримані значення ухилів у різних точках дороги ми порівнювали з результатами вимірів за допомогою барометричного альтиметра (БА), які видаються нам більш точними – див. рис. 3.

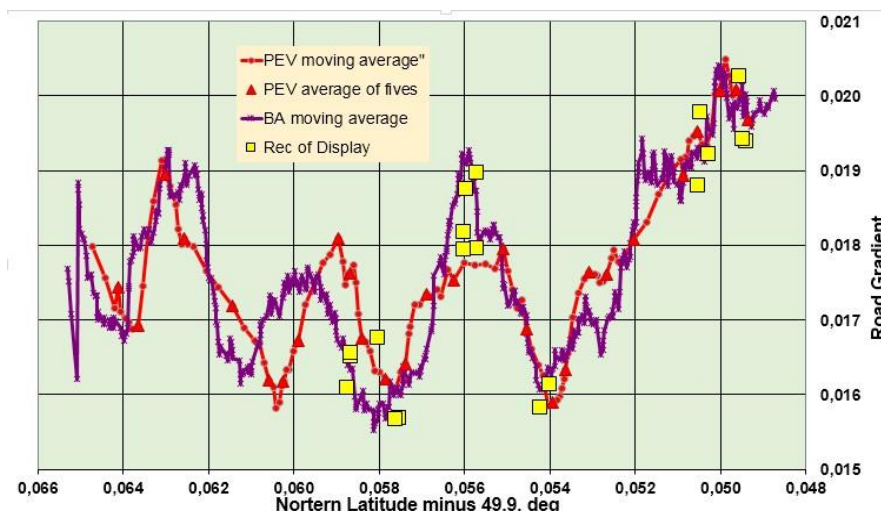


Рис. 3. Поздовжні профілі дороги, отримані методом ТОШ (червоний графік) і методом БА

Як видно з діаграми, розбіжність між ординатами БА і ТОШ найчастіше укладається в одну тисячну. Розбіжність абсцис не перевищує 0,001 градуса довготи, тобто до 72 м.

Більшість практичних завдань автотранспорту такі розбіжності допускає.

Одним із завдань дослідження була перевірка можливості використання грубіших вимірювальних засобів. Ми отримували розшифровані GPX-файли, що дають значення координат з 10 десятковими знаками [4]. Було перевірено вплив числа знаків на кінцевий результат. На рис. 4 показано два графіки ухилів на другій ділянці: червоний відповідає даним з GPX-файлу, а зелений отриманий після штучного огрублення даних заокругленням їх до п'яти знаків. Округлення помітно згладили профіль, він втратив більшість перегинів, хоча загальний характер кривої зберігся. У невідповідних випадках роботу з таким профілем можна вважати прийнятною.

На ранніх стадіях ми використовували тодішні, більш прості навігатори Magellan SportTrak та Triton 300 і фіксували їхні показання відеозаписом дисплею. На рис. 3 показано кілька точок таких записів – жовті квадратні маркери. Ті процеси не використовували метод ТОШ, точок перетину мало, але вони лежать досить близько до кривої БА.

Якщо немає супутникового сигналу, можна використовувати дані про швидкість, взяті з діагностичного роз'єму OBD II або відеозапису показань цифрового електронного спідометра. Але їх слід прив'язувати до місцевих орієнтирів.

ВИСНОВОК: за відсутності або непридатності більш точних засобів, метод ТОШ може бути використаний для оцінки фактичних ухилів дороги.

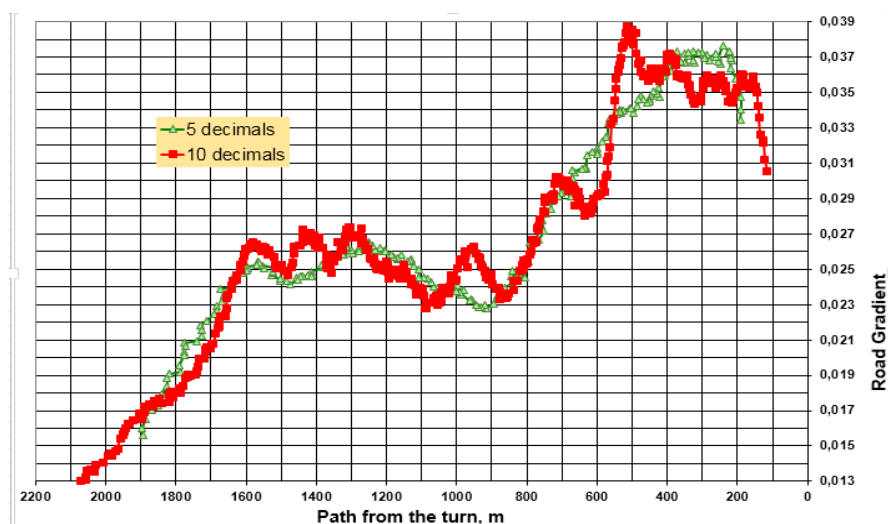


Рис. 4. Поздовжній профіль другої ділянки дороги

1. Сопротивление движению легкового автомобиля на скоростях 30...160 км/ч / Волков В.П., Рабинович Э.Х., Белогуров Е.А. и др. // Міжвузівський збірник (... «Машинобудування...»). Луцьк, РВВ Луцького НТУ, 2012. Вип.. 36, с. 46-51.
2. Рабинович Э.Х., Волков В.П., Белогуров Е.А. и др. Дорожное диагностирование легковых автомобилей. / Под ред. Рабиновича Э.Х. – Харьков: ФЛП Панов А.Н., 2018. – 255 с.
3. Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний. ГОСТ 22576-90 (СТ СЭВ6893-89). М., Госстандарт, 1990. – 14 с.
4. Компас и барометр в навигаторах Garmin. Обзор малоизвестных настроек. <https://www.garmin.ru/about/posts/kompas-i-barometr-v-navigatoriakh-garmin-obzor-maloizvestnykh-nastroyek/>

РАБІНОВИЧ Ернест Хаїмович – к.т.н., с.н.с., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів (ТЕСА) Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ)

ГРИЦУК Ігор Валерійович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації суднових силових установок Херсонської державної морської академії

ЗУСВ Володимир Олександрович – інженер, асистент кафедри ТЕСА ХНАДУ

БУРАВЦЕВ Михайл Хаїмович – інженер, інженер кафедри ТЕСА ХНАДУ

ВОЛОДАРЕЦЬ Микита Віталійович – к.т.н., доцент державного університету «Приазовський державний технічний університет»

РИЖОВА Вікторія Юріївна – старший викладач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство» Міжнародного технологічного університету "Миколаївська політехніка"

Ernest RABINOVICH – PhD (Engineering), Associate Professor of Automobile Maintenance & Service (AMS) Department; Kharkiv National Automobile and Road University (KhNARU); e-mail: ernest.rabinovich22@gmail.com

Ihor GRITSUK – Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor of Operation of Ship PowerPlants Department; Kherson State Maritime Academy; e-mail: gritsuk_iv@ukr.net.

Volodymyr ZUYEV – Assistant Professor of AMS Department; KhNARU; e-mail: Vlal.zuyev@gmail.com

Mikhail BURAVTSEV – Engineer of AMS Department; KhNARU; e-mail: mikhail.buravtsev@gmail.com

Nikita VOLODARETS – Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor; State University "Azov State Technical University", e-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

Viktoriia RYZHOVA – Assistant Professor, Head Tutor of Automobiles and Automobile Industry Department; International Technological University "Mykolayiv Polytechnic", e-mail: ryzhovavu@gmail.com

УДК 629.113

Р.М. Рогатинський¹, О.Л. Ляшук¹, Ів.Б. Гевко¹, Р.В. Хорошун¹, О.Б. Романюк²

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна;

²Тернопільський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Тернопіль, Україна

МОДЕЛЬ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ПЕРЕБУДОВІ СМУГАМИ

Розглядається питання забезпечення стійкості автомобіля при виборі траєкторії його руху по криволінійній трасі в горизонтальній площині із умовами мінімізації негативних динамічних впливів та при перебудові смугами. Досягнення курсової стійкості забезпечується встановленням закономірностей вибору швидкісного режиму руху та раціональної траєкторії руху автомобіля і, відповідно, закону зміни кута повороту коліс залежно від параметрів траси, зокрема її кривини.

Побудована модель перебудови руху автомобіля із однієї смуги на іншу за гладкою функцією переходу, що побудована на основі логістичної кривої, яка забезпечує безпечну перебудову по смугах без ривків. Встановлені особливості кінематичного та динамічного режиму руху за запропонованим переходом із вибором кривої переходу при перебудові смугами та встановленням безпечних керуючих впливів залежно від швидкісного режиму руху автомобіля при русі по прямолінійних та криволінійних трасах.

Ключові слова: модель, автомобіль, кут повороту коліс, курсова стійкість автомобіля, кривина траси.

The issue of ensuring the stability of the car when choosing the trajectory of its movement along a curvilinear route in a horizontal plane with the conditions of minimizing the negative dynamic effects and when rebuilding lanes. Achieving stability is ensured by establishing patterns of choice of speed and rational trajectory of the car and, accordingly, the law of change of the angle of rotation of the wheels depending on the parameters of the route, in particular its curvature.

Built model of restructuring the car from one lane to another on a smooth transition function, built on the basis of a logistic curve, which provides safe restructuring on lanes without jerks. Features of kinematic and dynamic mode of the proposed transition control effects depending on the speed of the car when driving on straight and curved roads.

Key words: model, car, wheel angle, car stability, track curvature.

Збереження курсової стійкості автомобіля забезпечується відповідністю режимів та вибраної траєкторії руху топології траси, стану дорожнього покриття, погодних умов тощо [1]. Поєднання цих факторів є важливим елементом розробки відповідних математичних моделей, потреба в яких з появою автоматизованих систем управління автомобілем суттєво зросла.

У відомих працях дослідження курсової стійкості проводиться, в основному, для прямолінійного та колового руху автомобіля, його входження в повороти. Проте низка питань, що стосуються раціонального вибору траєкторії маневрування автомобіля по трасі, вибору функціонального зв'язку зміни кута повороту коліс та параметрів траєкторії із режимами руху та параметрами розташування траси, зокрема при перебудові смугами, розкрито недостатньо.

А тому вибір оптимальної траєкторії руху автомобіля залежно від кривини траси, характеру переміщення та перебудови смугами із узгодженням швидкісного режиму його руху є актуальною задачею.

З метою забезпечення курсової стійкості автомобіля на етапі вибору траєкторії руху автомобіля із умови мінімізації негативних динамічних впливів необхідно встановити закономірності вибору швидкісного режиму руху, раціональної траєкторії руху автомобіля та зміни кута повороту коліс залежно від параметра кривини траси.

Для випадку площинного розміщення траси в базовій (нерухомій) системі координат ОХУ, що нерухомо зв'язана з трасою, рівняння траси в параметричному виді запишемо як функцію від параметру її довжини l по середній лінії: $X = X(l)$; $Y = Y(l)$.

Тоді керуючі впливи на автомобіль при його русі криволінійною трасою залежатимуть від зміни кривини траси $K(l) = |X_l'Y_{ll}'' - Y_l'X_{ll}''| / (X_l'^2 + Y_l'^2)^{(3/2)}$.

Згідно технічних вимог на будівництво траси її основні ділянки є: прямолінійні з нульовою

кривиною; колові постійної кривини; перехідні, по клотоїді із лінійною зміною кривини. В цьому випадку кривина i -ої ділянки траси довжиною $\Delta l_{i-1,i} = l_i - l_{i-1}$ буде $K_i(l) = a_i + b_i(l - l_{i-1})$, де для прямолінійних ділянок $a_i = 0$, $b_i = 0$; для колових - $b_i = 0$, для клотоїдних ділянок - $a_i \neq 0$, $b_i \neq 0$.

Закон зміни кривини по довжині синтезованої траси буде [2]:

$$K(l) = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \{1 + \text{sign}[(l - l_{i-1})(l_i - l)]\} / 2. \quad (1)$$

Кривина $K_u(l)$ смуги руху, середня лінія якої відстоїть від середньої лінії траси на величину u_Δ :

$$K_u(l) = K(l) / [1 - u_\Delta K(l)]. \quad (2)$$

Зміна кута повороту траси при проходженні автомобіля чергової $m+1$ -ої ділянки ($l_m \leq l < l_{m+1}$), визначатиметься як:

$$\xi(l) = \xi_0 + a_{m+1}(l - l_m) + b_{m+1}(l - l_m) / 2 + \sum_{i=1}^m [(a_i(l_i - l_{i-1}) + b_i(l_i - l_{i-1})) / 2]. \quad (3)$$

Відповідно, координати біжучої точки E траси залежно від довжини траси [2]:

$$X_E = X(l) = \int_0^l \cos[\xi(l)] dl; \quad Y_E = Y(l) = \int_0^l \sin[\xi(l)] dl. \quad (4)$$

Побудова траєкторії руху автомобіля по трасі проводилась за його велосипедною моделлю, в якій два передніх та два задніх коліс заміщені одним переднім та одним заднім уявними колесами, розміщеними на осі автомобіля. При слідуванні за трасою кут повороту θ керуючого уявного переднього колеса буде функцією часу $\theta_t = \theta(t)$.

Співвідношення між елементарними переміщеннями уявного заднього ds_2 та переднього ds_1 коліс із врахуванням кутів відведення, відповідно переднього δ_1 та заднього δ_2 коліс буде [2]:

$$ds_2 \cos \delta_2 = ds_1 \cos(\theta_t - \delta_1). \quad (5)$$

При елементарному переміщенні задньої осі на ds_2 , вісь $O_A x_A$ разом із корпусом автомобіля з колісною базою A повернеться на елементарний кут $d\varphi$, що рівний:

$$d\varphi = \frac{ds_1 \sin(\theta_t - \delta_1 + \delta_2)}{A \cos \delta_2} = \frac{ds_2 \sin(\theta_t - \delta_1 + \delta_2)}{A \cos(\theta - \delta_1)}. \quad (6)$$

Залежно від кута повороту θ кривина траєкторії руху переднього k_1 та заднього k_2 уявних коліс:

$$k_1 = \frac{\sin(\theta_t - \delta_1 + \delta_2)}{A \cos \delta_2}; \quad (7)$$

$$k_2 = \frac{\sin(\theta_t - \delta_1 + \delta_2)}{A \cos(\theta_t - \delta_1)}. \quad (8)$$

Відповідно, радіуси кривини траєкторії руху переднього k_1 та заднього k_2 уявних коліс будуть $R_1 = 1/k_1$, $R_2 = 1/k_2$, а траєкторій реальних коліс будуть зміщені на $\pm B/2$ порівняно з траєкторіями уявних, де B - ширина колії між колесами автомобіля.

Якщо переднє уявне колесо автомобіля завжди слідуватиме посередині своєї смуги, то її кривина відповідатиме кривині смуги руху $k_1 = K_u$. Відповідно кут повороту уявного переднього колеса для слідування серединою смуги має змінюватись за законом [1]:

$$\theta_t = \theta(l_1) = \arcsin(K_u A \cos \delta_2) + \delta_1 - \delta_2, \quad (9)$$

де $l_1 = \int_0^{t_1} v_1(t) dt$ - біжуча довжина шляху переднього уявного колеса по середині смуги руху автомобіля.

При перебудові автомобіля смугами важливо мінімізувати час переходу із однієї смуги на іншу при допустимому рівні динамічних навантажень без ривків. Останнє досягається, коли функція, що описує лінію руху автомобіля при переході на іншу смугу та її перша і друга похідні будуть гладкими. Для прямолінійної траси таким вимогам в повній мірі відповідає лінія, що визначається

логістичною функцією виду:

$$y(x) = \frac{u \cdot e^{\lambda(2x-Q)}}{1 + e^{\lambda(2x-Q)}}, \quad (10)$$

де u - віддаль між осьовими лініями сусідніх смуг (ширина смуги); λ - параметр згладжування кривої перебудови, що визначає її розтягнутість; Q - довжина ділянки на протязі якої проходить перебудова смуг руху автомобіля.

Вигляд лінії перебудови для різних значень параметру λ для смуг шириною $u = 3$ м на ділянці довжиною 40 м наведена на рис 1.

Зміна напрямку руху при перебудові смуг визначається функцією зміни кута розміщення автомобіля відносно траси φ :

$$\varphi = \arctg(dy/dx) = \arctg\{0,5\lambda u \operatorname{sech}^2[\lambda \cdot (x - Q/2)]\}, \quad (11)$$

який приймає максимальне значення в т. $x = Q/2$, де рівний $\varphi(Q/2) = \arctg(0,5\lambda \cdot u)$.

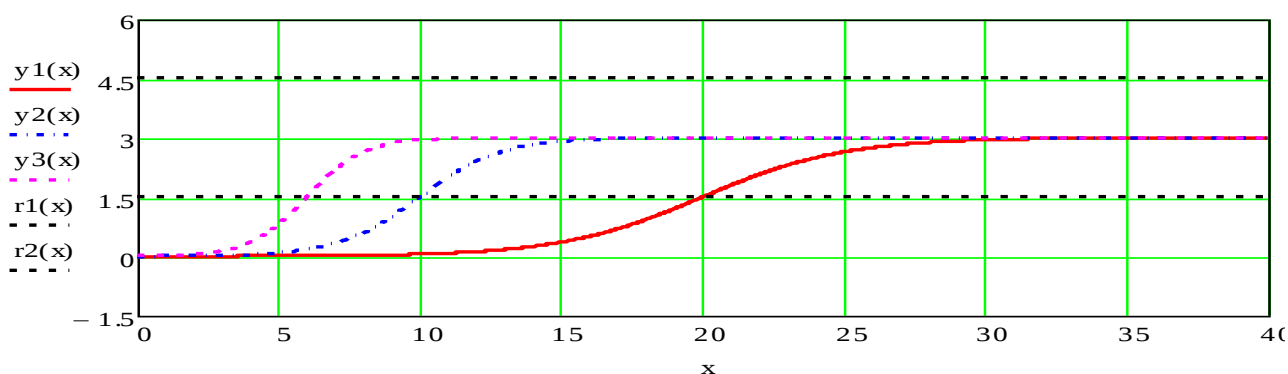


Рисунок 1. Траєкторії перебудови автомобіля із однієї смуги на іншу для різних значень параметру згладжування траєкторії руху по мірі зростання довжини x (м) перебудови: $\lambda = 0,5 \text{ м}^{-1}$; $\lambda = 0,35 \text{ м}^{-1}$; $\lambda = 0,2 \text{ м}^{-1}$.

Для некрутих ліній перебудови автомобіля по смугах зміна його кривина визначається за залежністю $K_x = -k_\Sigma \lambda^2 u$, де k_Σ - параметр моделі, $k_\Sigma = 0,37$.

Для забезпечення курсової стійкості автомобіля існують обмеження по допустимому відцентровому прискоренню, що для різних умов руху визначатиметься долею k_g від прискорення земного тяжіння g . Відповідно, залежно від швидкості v автомобіля, параметр згладжування λ при перебудові по смугах має бути не більше:

$$\lambda = \sqrt{\frac{k_g g}{k_\Sigma v^2 u}}. \quad (12)$$

За таких умов безпечна довжина шляху перебудови буде пропорційна швидкості автомобіля і становитиме:

$$Q = v \sqrt{\frac{k_\Sigma u}{k_g g}} \ln\left(\frac{u}{\varepsilon_Q}\right), \quad (13)$$

де ε_Q - параметр початку входження в перебудову смуги, приймають $\varepsilon_Q = 0,01$.

У випадку, коли перебудова на іншу смугу проводиться на криволінійній ділянці траси починаючи з l_{0n} , то розрахунок проводиться аналогічно, із врахуванням того, що розрахункова кривина K_p траєкторії руху автомобіля є алгебраїчною сумою кривин смуги $K_u(l)$ та логістичної кривої K_x , тобто $K_p = K_u(l) + K_x(x)$, де $x = l - l_{0n}$. Відповідно, для слідування передніх коліс по безпечній логістичній кривій закон зміни кута їх повороту має залежати від K_p , $\theta_t = \theta(l_1) = \arcsin(K_p A \cos \delta_2) + \delta_1 - \delta_2$.

Розроблена модель за відомими параметрами розміщення траси та законом побудови траєкторії руху автомобіля дозволяє визначити кінематичні та, відповідно, динамічні параметри його руху та встановити безпечні допустимі керуючі впливи при перебудові автомобіля із однієї смуги на іншу.

1. Макаров В.А. До питання вибору математичної моделі для дослідження курсової стійкості руху легкового автомобіля / В.А. Макаров, А.С. Волохов, А.В. Куплінов // Наукові нотатки : міжвузівський збірник. - Луцьк, 2010. - Вип. 28. - С. 311 - 316.

2. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

РОГАТИНСЬКИЙ Роман Михайлович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;

ЛЯШУК Олег Леонтійович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;

ГЕВКО Іван Богданович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;

ХОРОШУН Роман Васильович – аспірант кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;

РОМАНЮК Олександр Богданович – провідний спеціаліст сектору автотехнічних досліджень Тернопільського науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України.

Roman ROGATYNSKYI – Dr. Sci. (Tech.), Professor, Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University;

Oleg LYASHUK – Dr. Sci. (Tech.), Professor, Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University;

Ivan HEVKO – Dr. Sci. (Tech.), Professor, Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University;

Roman HOROSHYN – postgraduate Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University;

Oleksandr ROMANIUK – Leading Specialist of the Auto Engineering Research Sector of the Ternopil Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine.

Розум Р. І., Шевчук О.С., Буряк М.В., Прогній П. Б.
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ДВЗ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ

Екологічні проблеми сьогодення вимагають пошуку шляхів підвищення екологічності автомобільного транспорту. Спробуємо провести аналіз чинників які впливають на екологічні й економічні показники роботи автомобільних двигунів внутрішнього згорання, а також навести можливі шляхи оптимізації робочих процесів двигунів. Доведено, що деякі методи не вимагають вкладання додаткових коштів, а деякі вимагають втручання на державному рівні. Відображено перспективи подальшого використання автомобільних транспортних засобів із двигунами внутрішнього згорання.

Ключові слова: оптимізація, двигун внутрішнього згорання, вихлопні автомобільні гази, забруднюючі речовини, підвищення екологічності.

Today's environmental problems require finding ways to improve the environmental friendliness of road transport. We will try to analyze the factors that affect the environmental and economic performance of automotive internal combustion engines, as well as give possible ways to optimize the working processes of engines. It has been proven that some methods do not require additional investment, and some require intervention at the state level. Prospects for further use of motor vehicles with internal combustion engines are reflected.

Key words: optimization, internal combustion engine, exhaust gases, pollutants, environmental friendliness.

Людство вже давно ставить питання щодо екологізації автомобіля. Як можна відмітити, кожного року вимоги до вихлопних автомобільних газів постійно підвищуються. На сьогоднішній день майже всі автомобільні компанії у своєму модельному ряді мають повністю електричні чи гібридні автомобілі. Паралельно з тим багато автомобільних компаній декларують плани припинення виробництва автомобілів з двигунами внутрішнього згорання і перехід на екологічно чистий привід [1, 2].

Конкуренція щодо використання в автомобілебудуванні електромоторів чи двигунів внутрішнього згорання різко загострюється. Доля автомобілів, які використовують електропривід, постійно зростає.

Потреба у наближенні реальних експлуатаційних характеристик сучасних двигунів внутрішнього згорання до міжнародних норм токсичності вихлопних газів зобов'язує використання усіх можливих резервів підвищення їх екологічності. Останнє залежить не лише від певних конструктивних параметрів, а й від їх виробництва та подальшої експлуатації.

Досвід показує, що реально ефективними необхідно вважати наступні резерви екологізації:

- підвищення точності виготовлення;
- підтримку технічного рівня двигунів у процесі їх експлуатації, за рахунок своєчасного проходження технічного огляду та ремонту;
- оптимізація режимів роботи в процесі експлуатації.

Провівши аналіз ринку автомобілів можна сміливо стверджувати, що хоронити автомобілі обладнані двигунами внутрішнього згорання ще рано. Однак необхідно робити все можливе для зменшення екологічної шкоди від їх використання. Екологізацію двигунів внутрішнього згорання потрібно починати від їх конструювання та виробництва. Продовжувати протягом усього терміну служби, за рахунок своєчасних технічних оглядів та ремонтів, а також вибору оптимальних режимів роботи.

1. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohnii P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.

2. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2021. –

РОЗУМ Руслан Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

ШЕВЧУК Оксана Степанівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

БУРЯК Микола Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

ПРОГНІЙ Павло Богданович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

Ruslan ROZUM, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Oksana SHEVCHUK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Mykola BURIK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Pavlo PROHNII, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Senior Villager of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

ПРОЕКТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Сформовано основні етапи та процедури проекту інноваційного розвитку автотранспортного підприємства, виходячи з потреб та задач сьогодення.

Ключові слова: *проект, інновації, розвиток, автотранспортні підприємства, управління.*

The main stages and procedures of the project of innovative development of the motor transport enterprise are formed, proceeding from needs and tasks of the present

Key words: *project, innovation, development, trucking companies, management.*

Інновації відіграють вирішальну роль у збільшенні конкурентоспроможності підприємства, виходу його на нові ринки та збільшення прибутків [1]. На сьогоднішній день підприємствам автомобільного транспорту (АТП) для ефективної діяльності необхідно використовувати інноваційні розробки. Як правило, успішний розвиток суб'єкта господарської діяльності залежить від правильного вибору інновацій, які найкраще будуть підходити саме для нього при певних умовах. Основним результатом та документом будь-яких інноваційних розробок на підприємстві є інноваційний проект розвитку, в якому мають міститися визначені за ресурсами, виконавцями, строками комплекс заходів на досягнення поставлених цілей підприємства.

Формування інноваційного проекту являється початковою фазою вирішення поставлених завдань і першим кроком по реалізації інноваційних цілей підприємства.

При формуванні проекту інноваційного розвитку необхідно виконати наступні процедури [2]:

- розрахувати загальну вартість проекту і його основних етапів по вибраній стратегії інноваційного розвитку;
- визначити тривалість реалізації проекту і його основних етапів, де передбачається видача проміжних результатів;
- організувати виконавців (співвиконавців) усіх робіт, що входять у програму;
- розрахувати необхідні ресурси і їхній розподіл за окремими роботами (етапами).

Запропонуємо наступні етапи формування інноваційного проекту на АТП, наведенні на рис. 1.

Перший етап проекту передбачає визначення головних цілей підприємства. Цілі та задачі підприємства є вихідною базою для розробки проекту, формуванню пріоритетних напрямків подальшого розвитку підприємства, а сама проект являється засобом реалізації цілей підприємства.

Досягнення головної цілі підприємства реалізується за допомогою цілей різних рівнів. Значимість окремих цілей, безумовно, різна на окремих етапах розвитку АТП, і це слід враховувати при виборі шляхів їх реалізації. Реалізація окремих цілей можлива в один і той же час, наприклад, забезпечення фінансової стабільності автотранспортного підприємства прямо пов'язано зі збільшенням його прибутків. Однак часто покращення результатів діяльності по відношенню до однієї цілі може привести до погіршення результатів з позиції досягнення іншої. Так, наприклад, якщо ціллю автотранспортного підприємства є зниження собівартості перевезень, що є можливим при тимчасовому зниженні тарифу на ці послуги, то це приведе до зменшення прибутків. Тобто до тимчасового віддалення від іншої цілі.

Проміжні цілі, задачі формуються в процесі аналізу діяльності підприємства, при визначенні напрямків інноваційного розвитку на АТП. Цілі підприємства по мірі реалізації проекту можуть уточнюватись – це етап IV.

На II етапі розробки проекту потрібно визначити можливі інноваційні напрямки розвитку АТП, по яких підприємство з найменшими затратами часу та ресурсів може досягти поставленої мети.



Рисунок 1 – Основні етапи управління проєктом інноваційного розвитку АТП

III етап передбачає вибір та визначення конкретних інноваційних розробок. Тут визначається, наприклад, конкретна марка рухомого складу та кількість одиниць, тип обладнання та його техніко-економічні характеристики.

V етап – це розробка інноваційного проєкту. При розробці інноваційного проєкту необхідно, щоб всі розрахунки здійснювались на основі цільових техніко-економічних, фінансових та інших норм і нормативів. Ці розрахунки мають бути сучасними, технічно і економічно обґрунтованими, періодично коригуватися в залежності від стадій виконання програми та ситуацій, які складаються на підприємстві під час реалізації програми.

VII етап передбачає визначення ефективності розробленого проєкту та можливості реалізації його на підприємстві.

VII етап передбачає розробку графіка реалізації проєкту, його етапів та виконавців.

Успіх проєкту по впровадженню інноваційної діяльності залежить від багатьох чинників, основні з яких – розуміння керівництва підприємства у необхідності інноваційного розвитку та впровадження інновацій у всі сфери діяльності підприємства.

1. Экономика автомобильного транспорта / А. Г Будрин, Е. В. Будрина, М. Г. Григорян [и др.]; под. ред. Г. А. Кононова. – [3-е изд.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.

2. Верба В.А. Передумови успішної реалізації проєктів розвитку / В.А. Верба // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. – 2009. - № 3 (19). – С. 34-39.

РОМАНЮК Світлана Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету

ОРЛЮК Володимир Вікторович – студентка групи 1АТ-20мс, Вінницького національного технічного університету

Svitlana ROMANYUK - Ph.D., Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport management, Vinnitsya National Technical University, e-mail: romchuk.s85@gmail.com

Volodymyr ORLYUK – student of the 1AT-20m group, Vinnitsya National Technical University.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ АВАРІЙНОСТІ ТА СМЕРТНОСТІ В ДТП В МІСТІ ХАРКОВІ ПІСЛЯ ЗНИЖЕННЯ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Швидкість руху транспортних засобів значно впливає на ймовірність та ступінь тяжкості наслідків ДТП. З 2018 року в населених пунктах України було знижено максимальну дозволenu швидкість руху транспортних засобів з 60 до 50 км/год, що дозволяє оцінити вплив даного фактору на показники безпеки дорожнього руху. За статистичними даними, отриманими від Патрульної поліції, для міста Харкова за період з 2016 по 2021 роки було проведено аналіз зміни кількості ДТП, кількості загиблих та поранених, коефіцієнтів тяжкості та показника соціального ризику.

Ключові слова: безпека дорожнього руху, дорожньо-транспортна пригода, показники аварійності, обмеження швидкості.

The speed of vehicles has a significant impact on the probability and the severity of the consequences of an accident. Since 2018, the maximum posted speed of vehicles in urban areas of Ukraine has been reduced from 60 to 50 km/h, which allows to assess the impact of this factor on road safety indicators. According to the statistics obtained from the Patrol Police, an analysis of changes in the number of accidents, number of fatalities and injuries, severity ratios and social risk indicator was conducted for the city of Kharkiv for the period from 2016 to 2021.

Key words: road safety, traffic accidents, accident rates, speed limit.

Обмеження максимальної швидкості руху транспортних засобів в населених пунктах є одним із головних напрямів організації дорожнього руху та основним інструментом забезпечення безпеки дорожнього руху. Конкретне значення встановленого загального обмеження швидкості в містах має відповідати як вимогам забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху, так і вимогам до зменшення часу сполучення транспортних засобів на міських маршрутах. Для переважної більшості міст Європи таке обмеження становить 50 км/год. Додаткові обмеження також часто використовується у якості заходу для підвищення безпеки руху на окремих частинах вулично-дорожньої мережі міст.

Загальна зміна значення обмеження швидкості для великого регіону чи країни є рідкісною подією і тому становить особливий інтерес для дослідників, оскільки величина зміни показників безпеки дорожнього руху внаслідок таких нововведень можуть стати вагомим підтвердженням вірності чи помилковості прийнятої концепції управління швидкісним режимом. Для дослідженні проблеми впливу встановлених обмежень швидкості на безпеку дорожнього руху дуже цінним є досвід України як останньої з великих європейських країн, де було впроваджено такі зміни. В населених пунктах України обмеження максимальної швидкості було зменшене з 60 до 50 км/год з 2018 року, таким чином нові умови діють вже протягом 4 років, що дає змогу дослідити тренд зміни показників аварійності та смертності на дорогах країни. Такі дослідження можуть стати вагомим підтвердженням вірності концепції зниження обмежень швидкості для підвищення безпеки дорожнього руху, однак наукові публікації з даної проблеми з аналізом досвіду України майже відсутні. В той же час, відомі результати багатьох досліджень щодо зміни статистики ДТП для країн, де було змінено швидкісні обмеження.

Для дослідження питання впливу встановлених обмежень швидкості на безпеку дорожнього руху значного поширення набула методика, яка полягає у порівнянні статистичних даних щодо ДТП за періоди часу до та після введення нових обмежень швидкості. У звіті Європейської ради з транспортної безпеки [1] наведено дані такого аналізу для країн, де в період з 1985 по 1989 рік було змінено встановлені обмеження швидкості. В результаті зменшення величини обмеження швидкості в усіх випадках спостерігалось зменшення кількості загиблих та поранених внаслідок ДТП, але в різній мірі.

Зниження ймовірності потрапляння автомобіля в ДТП та тяжкості наслідків доводяться численними дослідженнями. Зокрема, у класичних роботах з даної проблеми [2,3] вказується, що, в зоні обмеження швидкості 60 км/год ризик потрапляння в ДТП із постраждалими подвоюється зі

збільшенням швидкості на кожні 5 км/год. Велика кількість досліджень присвячена аналізу тяжкості наслідків ДТП для окремих категорій учасників руху, насамперед пішоходів. Зростання ймовірності травмування або смерті потерпілого у ДТП зі збільшенням швидкості руху автомобіля є загальновизнаним фактом. У низці досліджень безпосередньо встановлювався вплив на безпеку дорожнього руху зменшення дозволеної швидкості з 60 до 50 км/год [4,5,6]. В таблиці 1 в стислому вигляді наведені висновки з досліджень окремих авторів, що займалися зазначеною проблемою.

Таблиця 1 – Аналіз основних результатів досліджень впливу швидкісного режиму на безпеку дорожнього руху

Автори дослідження	Рік публікації	Основні висновки
Kloeden CN, McLean AJ, Moore VM, Ponte G.	1997	Ризик ДТП зростає зі збільшенням швидкості руху автомобіля за експонентним законом.
L. Aarts	2006	
Ali J. Ghandour, Huda Hammoud, Samar Al-Hajj	2020	
D. C. Richards	2010	При збільшенні швидкості руху транспортних засобів з 30 до 40 миль/год ризик загибелі пішоходів зростає щонайменше в 3,5 рази.
Fieldwick, R. and Brown R.J.	1987	У зоні обмеження швидкості 60 км/год ризик потрапляння в ДТП із жертвами подвоюється зі збільшенням швидкості на кожні 5 км/год
Levinson King R.	2015	Значне зниження кількості людей, які отримали травми у ДТП, після зниження обмеження швидкості з 40 км/год до 30 км/год. Зниження тяжкості травм у ДТП.
Anderson RW, McLean AJ, Farmer MJ, Lee BH, Brooks CG	2016	Зниження дозволеної швидкості з 60 до 50 км/год призводить до зменшення частки аварій зі смертельними наслідками на 13%.
A. Pettit, M. A. Haynes, S. Choy	1992	Зниження обмеження швидкості з 60 до 50 км/год спричинило зниження кількості смертельних ДТП з пішоходами на 20%.
D. Mohan.	2016	Країни, де обмеження швидкості у містах становить 60 км/год, можуть знизити кількість жертв у ДТП на 25% після зниження обмежень до 50 км/год.
Hussain Q, Feng H, Grzebieta R, Brijs T, Olivier J.	2019	Збільшення швидкості транспортного засобу на 1 км/год підвищує ризик загибелі пішохода в середньому на 11%.

Таким чином, результати досліджень різних авторів показують значне зменшення показників аварійності та смертності на дорогах внаслідок зниження величини обмеження швидкості.

Є очевидним, що зміна обмежень швидкості може різною мірою впливати на фактичний швидкісний режим руху автомобілів для різних країн та регіонів через те, що встановлені обмеження швидкості можуть в різній мірі дотримуватися водіями. На це можуть впливати такі фактори, як національні особливості та традиції, загальний рівень культури водіїв в регіоні, наявність та ефективність засобів поліцейського контролю за дотриманням швидкісного режиму, розмір покарання за перевищення швидкості та інше. Тому представляє інтерес дослідження зміни показників безпеки дорожнього руху для великого українського міста.

Приймаючи рішення щодо зниження обмежень швидкості для населених пунктів з 650 до 50 км/год влада України спиралася як на міжнародний досвід, так і на дані національної статистики про причини ДТП. За даними офіційного сайту Патрульної поліції України [7] серед причин ДТП на першому місці знаходиться перевищення безпечної швидкості. За 2021 рік перевищення безпечної швидкості було встановлене серед інших причин більше як для 30 % подій, тоді як перевищення встановленої швидкості лише для 3 %.

Слід зазначити, що в Харкові, як і в інших великих містах України, не застосовується

зональний принцип обмеження швидкостей, тобто відсутні як магістральні вулиці з підвищеним обмеженням швидкості, так і зони зі зниженим швидкісним режимом. Обмеження 40 км/год встановлюються лише для окремих ділянок доріг. У зв'язку з цим можна вважати, що до 2017 р. всі ДТП у місті відбувалися в умовах дії обмеження швидкості 60 км/год, а починаючи з 2018 р. - 50 км/год. З 2021 року на вулично-дорожній мережі Харкова почала функціонувати система автоматичного контролю швидкості руху транспортних засобів, також патрульна поліція практично проводила роботу з переродження перевищення водіями встановленого обмеження швидкості.

Оскільки до проведення в Україні поліцейської реформи, збором статистики ДТП займалися підрозділи Державної автомобільної інспекції Міністерства внутрішніх справ, у авторів відсутні статистичні дані за періоди до 2016 року. Тому аналіз зміни показників безпеки дорожнього руху було проведено за період з 2016 по 2021 рік.

Спочатку розглянемо зміну абсолютних показників аварійності та смертності в ДТП в місті Харкові, таких, як загальна кількість ДТП, кількість ДТП з постраждалими, кількість загиблих та поранених. Відповідні графіки приведені на рисунку 1.

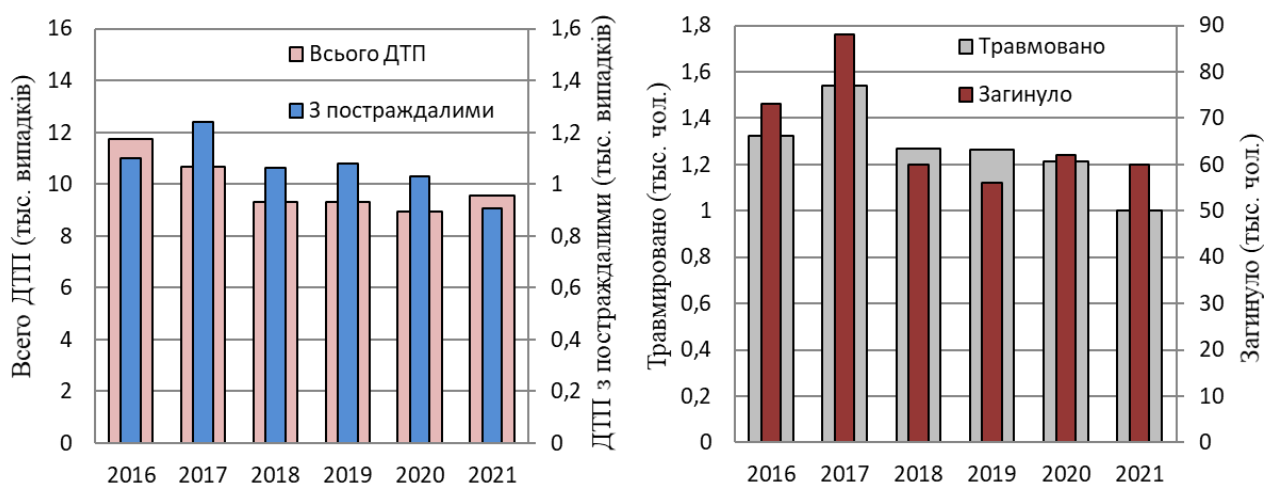


Рисунок 1 - Зміна абсолютних показників аварійності та смертності внаслідок ДТП в м. Харкові

Якщо оцінювати загальні тренди, можна побачити, що у відносному вираженні протягом останніх шести років спостерігається тенденція до зменшення загальної кількості ДТП та кількості ДТП з постраждалими. Більш значним є зменшення кількості загиблих та поранених в ДТП, особливо порівняно з 2017 роком.

В таблиці 2 наведено результати порівняння усереднених значень абсолютних показників аварійності за період дії обмеження 60 км/год та період дії обмеження 50 км/год.

Таблиця 2 – Значення абсолютних показників аварійності та смертності

Показники	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Сер. 2016-2017	Сер. 2018-2021	Різниця	Відсотки
Всього ДТП	11730	10656	9296	9316	8921	9572	11193	9276	-1917	-17,1
ДТП з потерпілими	1099	1239	1062	1079	1031	906	1169	1020	-150	-12,8
Загинуло, тис. чол.	73	88	60	56	62	60	81	60	-21	-26,1
Травмовано, тис. чол.	1324	1541	1267	1265	1211	1002	1433	1186	-246	-17,2

В цілому для міста Харкова можна відзначити суттєве відносне зниження абсолютних показників аварійності та смертності в ДТП за період після зменшення обмеження швидкості. Особливо це стосується кількості загиблих, яка в середньому за період 2018-2021 р. порівняно з 2016-

2017 р. зменшилася на 26,1 %.

Наступним етапом був аналіз зміни відносних показників аварійності в місті Харкові, таких як коефіцієнти тяжкості наслідків K_{T1}, K_{T2}, K_{T3} та соціальний ризик загибелі в ДТП R_C . Їх числові значення розраховувалися наступним чином:

$$K_{T1} = \frac{3}{C_{\text{заг}}} \cdot 100 \quad (1)$$

$$K_{T2} = \frac{3 + \Pi}{C_{\text{заг}}} \cdot 100 \quad (2)$$

$$K_{T3} = \frac{3}{3 + \Pi} \quad (3)$$

$$R_C = \frac{3}{N_{\text{нас}}} \cdot 10^5 \quad (4)$$

де $3, \Pi$ - кількість відповідно загиблих та поранених внаслідок ДТП;

$C_{\text{заг}}$ - загальна кількість ДТП за звітний період;

$N_{\text{нас}}$ - середня чисельність населення міста у звітному періоді.

Таким чином, коефіцієнти K_{T1} та K_{T2} відображають відповідно усереднену кількість загиблих та постраждалих на 100 випадків ДТП. Коефіцієнт K_{T3} характеризує відносну смертність серед постраждалих в ДТП. Величина соціального ризику показує усереднену кількість загиблих в ДТП на кожні 100 тисяч жителів міста.

Графіки зміни зазначених показників наведені на рисунку 2, а в таблиці 3 представлено результати порівняння їх усереднених значень за період дії обмеження 60 км/год та період дії обмеження 50 км/год.

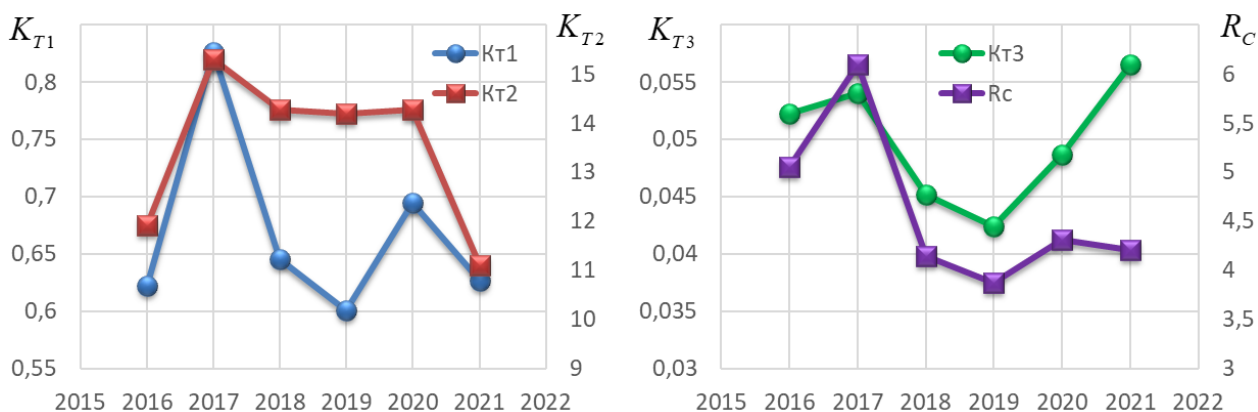


Рисунок 2 – Графіки зміни відносних показників аварійності та смертності внаслідок ДТП в м. Харкові

Таблиця 3 – Значення абсолютних показників аварійності та смертності

Показники	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Сер. 2016-2017	Сер. 2018-2021	Різниця	Відсотки
K_{T1}	0,62	0,83	0,65	0,60	0,69	0,63	0,72	0,65	-0,08	-10,62
K_{T2}	11,91	15,29	14,27	14,18	14,27	11,09	13,60	14,24	0,64	4,73
K_{T3}	0,052	0,054	0,045	0,042	0,049	0,056	0,053	0,045	-0,008	-14,49
R_C	5,06	6,09	4,14	3,87	4,31	4,21	5,57	4,11	-1,47	-26,29

Дивлячись на значення коефіцієнтів K_{T1} та K_{T2} , можна побачити відсутність стійкого тренду до зниження відносної тяжкості ДТП. Відносна кількість загиблих в ДТП зменшилась лише на 10,6 %, тоді як відносна кількість потерпілих зросла майже на 5 %. Це говорить про те, що зменшення абсолютної кількості загиблих та поранених в ДТП за період після зниження обмеження швидкості відбувалося в основному за рахунок зменшення загальної кількості подій, а не їх тяжкості. Зменшення на 14,5 % коефіцієнту K_{T3} говорить про збільшення ймовірності виживання серед потерпілих, що може бути слідством як загального зниження швидкісного режиму в місті так і підвищення ефективності надання потерпілим в ДТП медичної допомоги. Найбільш значним виявилось зменшення величини соціального ризику загибелі в ДТП, що обумовлено зменшенням абсолютної кількості загиблих при майже незмінній кількості населення міста.

За результатами проведених досліджень, в цілому можна відзначити відносно покращення показників безпеки дорожнього руху в місті Харкові після 2018 року порівняно із попереднім періодом. З високою ймовірністю можна припустити вплив на цей факт фактору зниження обмеження швидкості руху транспортних засобів з 60 до 50 км/год, тому зазначений захід для міста Харкова можна вважати ефективним.

В подальшому доцільним є дослідження інших факторів, що можуть впливати на статистику аварійності та смертності в ДТП в місті, зокрема підвищення ефективності поліцейського контролю за дотриманням швидкісного режиму на ділянках вулично-дорожньої мережі. Також актуальним є проведення аналогічних досліджень для інших міст та регіонів України для підсумовування досвіду нашої країни у впровадженні європейських стандартів управління швидкістю руху транспортних засобів.

1. Reducing Speeding in Europe. European Transport Safety Council, 2019. URL: <https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe-pin-flash-36/> (дата звернення: 08.06.2022).
: <https://etsc.eu/reducing-speeding-in-europe-pin-flash-36/>

2. Driving speed and the risk of road crashes: a review. L. Aarts, Ingrid van Schagen Published / Accident Analysis and Prevention, Accid Anal Prev. 2006 Mar;38(2):215-24. doi: 10.1016/j.aap.2005.07.004. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16256932/> (дата звернення: 08.06.2022).

3. Travelling speed and risk of crash involvement on rural roads. CN Kloeden, G Ponte, J McLean. Australian Transport Safety Bureau, 2001. <http://casr.adelaide.edu.au/ruralspeed/RURALSPEED.PDF>

4. Fieldwick, R. and Brown R.J. (1987). The effect of speed limits on road casualties. Traffic Engineering and Control, Vol. 28. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-EFFECT-OF-SPEED-LIMITS-ON-ROAD-CASUALTIES-Fieldwick-Brown/939fc9113a4e40745ca72f3f2e398cf4749ccea6> (дата звернення: 09.06.2022).

5. Reducing speed, improving safety: Case Study. URL: <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/resources/impact-case-studies/reducing-speed-improving-safety#block-views-block-file-attachments-content-block-1> (дата звернення: 09.06.2022).

6. Levinson King R. Speed limits on Toronto streets reduced starting today. Toronto Star [Internet]. 2015. URL: <https://www.thestar.com/news/gta/2015/09/14/speed-limits-on-toronto-streets-reduced-starting-today.html> (дата звернення: 09.06.2022).

7. Патрульна поліція України. Офіційний сайт. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 11.02.2022).

РЯБУШЕНКО Олександр Васильович – к.т.н., доцент, доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

ШЕВЦОВ Дмитро Сергійович – студент групи ТД-51-21 Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Oleksandr RYABUSHENKO - Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Traffic Management and Safety, Kharkiv National Automobile and Highway University

Dmytro SHEVTSOV – student of the TD-51-21 group, Kharkiv National Automobile and Highway University

Савенок Д.В., Кузьмін В.С. Пономаренко В.М.,
Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Івано-Франківськ, Україна

СИСТЕМА НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА ПРИ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Транспортні перевезення потребують значних матеріальних витрат. При перевезеннях на транспортні засоби впливає ціла гамма різнопланових факторів, які формують експлуатаційні, транспортні умови експлуатації. Розроблено модель нормування витрат палива для підприємства, яка базується на статистичному підході та на моделюванні методом Монте-Карло витрат з урахуванням конкретних умов перевезень. Моделювання нормативів буде основою конкурентоспроможності підприємства.

Ключові слова: транспорт, паливо, нормування, оцінка, ефективність експлуатації.

Transportation requires significant material costs. During transportation, vehicles are affected by a whole range of diverse factors that shape the operational and transport conditions of operation. A model of fuel consumption rationing for the enterprise has been developed, which is based on a statistical approach and on modeling by the Monte Carlo method of costs taking into account specific conditions of transportation. Modeling standards will be the basis of enterprise competitiveness.

Key words: transport, fuel, rationing, evaluation, operational efficiency.

Ефективність функціонування підприємств автомобільного транспорту залежить від обґрунтованих нормування, процесів планування, а також раціонального використання матеріальних ресурсів.

Важливою складовою використання матеріальних ресурсів є нормування витрат палива. В загальній собівартості перевезень витрати на паливо-мастильні матеріали складають більше 35%.

Удосконалення нормування являє собою систематичну роботу з підвищення обґрунтованості норм з метою точного вираження в них сучасного рівня організації транспортних процесів, умов роботи, постачання матеріалів на підприємство та інших факторів.

Вдосконалення процесів нормування та використання матеріальних ресурсів, в тому числі і паливно-мастильних, включає [1, 2]:

перегляд, уточнення та корекцію окремих норм;

формування окремих масивів норм і нормативного забезпечення процесу виробництва в цілому;

доповнення окремих складових загального масиву норм.

Змінюються конструкції транспортних засобів, оновлюються технологічні процеси їх обслуговування та ремонту, розвиваються організаційно-технічні умови виробництва і функціонування підприємства в цілому. Зазначене потребує перегляду норм забезпечення процесів матеріальними ресурсами.

Підставою для вдосконалення нормативного забезпечення постачання та використання матеріальних ресурсів є розвиток техніки і технологій, зміни організації праці та виробництва і неточність, недостатня обґрунтованість норм та нормативів, невідповідність норм умовам експлуатації тощо.

На підприємствах автомобільного транспорту важливо розробляти комплексно економічні, технічні і організаційні заходи економії паливних матеріалів. Серед організаційних заходів важливим є впровадження індивідуальних, маршрутних та групових норм витрат палива.

На автомобільному транспорті діють базові лінійні та питомі нормативи витрат палива ("Норми витрати пального та мастильного матеріалів на автомобільному транспорті", засновані наказом Міністерства транспорту України от 10. 02. 98 р. № 43.).

Удосконалення норм здійснюється в повній відповідності з основами нормування витрат матеріалів, технічних параметрів та показників при дотриманні наведених нижче умов.

У процесі моніторингу і вдосконалення нормування та використання матеріальних ресурсів необхідно використовувати такі основні методичні підходи [3, 4]:

критичне використання практичних даних;

єдність організаційно-технічних умов роботи рухомого складу і норм;
використання взаємозв'язків між факторами, які впливають на виробничий процес;
апробація норм у виробничих умовах.

Єдність організаційно-технічних умов і норм означає, що всяку принципову зміну технологічних, організаційно-технічних умов вимагає корекції або заміни норми новою, яка встановлена відповідно до умов, що склалися.

При аналізі та дослідженні нормативного забезпечення необхідно застосовувати в них такі методичні основи, як обґрунтований вибір об'єкта дослідження, вибірковий характер досліджень, елементне нормування, правильний вибір середніх величин, відхилень при обробці результатів дослідження.

При моделюванні витрат палива необхідно враховувати наступні вимоги:

1. Модель нормування витрат палива повинна бути адекватною умовам функціонування транспортного засобу тобто повинна враховувати конкретні умови експлуатації: дорожні, кліматичні, організаційні та враховувати ймовірнісний характер роботи рухомого складу.

2. Вихідні дані, які потрібні і використовуються при моделюванні витрат палива повинні бути на кожному автотранспортному підприємстві, бути легко доступними.

3. Модель повинна мати можливість використання на кожному підприємстві: не залежно від чисельності рухомого складу.

Моделювання необхідної кількості палива проводиться згідно алгоритму (рис. 1).

При моделюванні норм витрат палива числові характеристики випадкових величин доцільно моделювати за методом статистичних випробувань (методом Монте — Карло) [6].

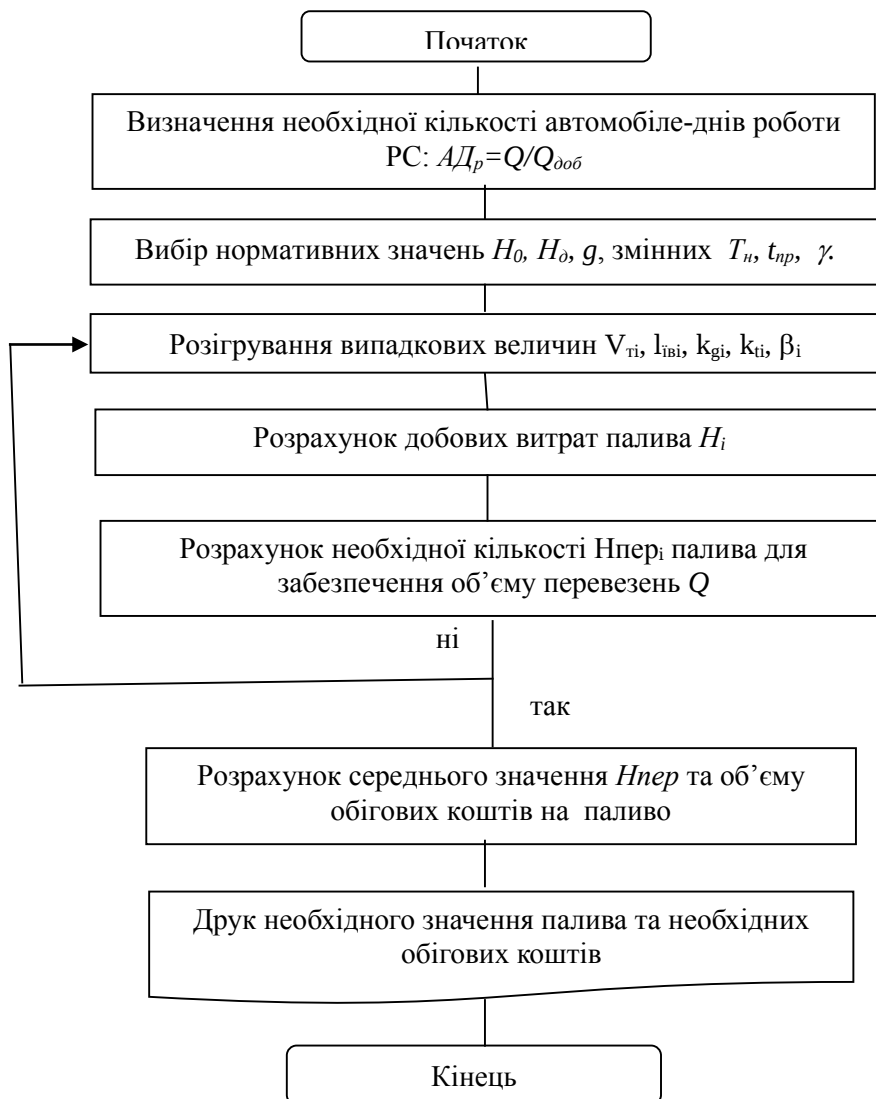


Рис. 1 - Блок-схема моделювання необхідної кількості палива

Основу метода Монте – Карло складає відтворення будь-якої кількості випадкових величин за відомим законом розподілу.

Метод оснований на тому, що приходить багато разів отримувати випадкові величини, рівномірно розподілені в інтервалі від 0 до 1. Такі випадкові величини називають псевдовипадковими [6].

Визначення можна виконувати, використовуючи функцію [6]:

$$\text{rnorm}(\text{SSize}, \mu, s), \quad (1)$$

де SSize – кількість раз програвання;

μ - математичне очікування випадкових величин;

s – середнє квадратичне відхилення.

Для реалізації моделювання необхідно визначити кількість автомобіле-днів експлуатації автомобілів в залежності від запланованих обсягів перевезень.

Витрати палива з урахуванням експлуатаційних та транспортних показників можна визначити за формулою [7, 8]:

$$H = \frac{0.01 \cdot k_g \cdot k_t \cdot T_n \cdot V_m \cdot l_{\text{ів}} \cdot (H_o + H_d \cdot g \cdot \gamma \cdot \beta)}{l_{\text{ів}} + V_m \cdot \beta \cdot t_{\text{нр}}}, \quad (2)$$

Нормативні значення витрат палива H_o , H_d , вантажності g вибираються з відповідних документів [2, 5]. Змінні, що залежать від організації робіт на даному підприємстві час в наряді T_n , час навантаження розвантаження $t_{\text{нр}}$, коефіцієнт використання вантажності γ , середня технічна швидкість V_m , довжина їздки з вантажем $l_{\text{ів}}$, коефіцієнт використання пробігу β , коефіцієнти, які враховують дорожні умови та температуру повітря $k_g \cdot k_t$ вибираються зі звітів даного підприємства.

Отримана залежність може бути використана для нормування витрат палива і планування обігових коштів на паливо.

Шляхом спостережень та досліджень маршрутів перевезень на підприємстві повинні бути створені інформаційні масиви (табл. 1).

Для забезпечення нормування витрат палива на підприємстві автомобільного транспорту необхідно визначити закони розподілу випадкових змінних показників і мати їх статистичні характеристики.

Таблиця 1. – Характеристики перевізних процесів підприємства

Вид вантажу	Коефіцієнт використання пробігу, β		Середня технічна швидкість, V_T		Відстань перевезень, $l_{\text{ів}}$		Дорожні умови, kg	
	Середнє значення, β	Середнє квадрат. відхил., σ	Середнє значення, V_T	Середнє квадрат. відхил., σ	Середнє значення, $l_{\text{ів}}$	Середнє квадрат. відхил., σ	Середнє значення, kg	Середнє квадрат. відхил., σ
Щебінь	...	...	...	...	...	...	...	...
Бетон								
Промтова ри								
Ліс	...	...	...	...	...	...	...	...
Пісок	...	...	...	...	...	...	...	...

Кожне підприємство має характерний транспортний процес: змінність роботи, види та класи вантажів, види та відстань перевезень, умови навантаження-розвантаження, довжина маршруту, коефіцієнт використання вантажності, доступна середня технічна швидкість, дорожні умови, інтенсивність руху тощо.

Для отримання достовірних даних при моделюванні витрат палива при перевезеннях необхідно налагодити систему збирання та обробки статистичної інформації про роботу підприємства та рухомого складу.

Для збирання інформації, яка буде формувати вихідні дані при моделюванні необхідно використовувати контрольні вимірювання параметрів технічного стану транспортних засобів та характеристики перевізних процесів, карти обліку рухомого складу, ремонтні аркуші, накладні та інші документи системи інформаційного забезпечення.

Відповідно до карт обліку рухомого складу, діагностичним карткам, ремонтним аркушам, накладним на рух матеріальних ресурсів, іншим поточним та звітним документам необхідно створювати інформаційну базу.

Для кожного автомобіля необхідно отримувати такі дані: час у наряді, вид вантажу, вантажність автомобіля та коефіцієнт використання вантажності, час простою під навантаженням-розвантаженням, середньодобовий пробіг автомобіля.

Із звітних документів підприємства вибираються дані про рух, зберігання та використання у виробничому процесі матеріальних ресурсів.

Розіграні значення випадкових величин необхідно підставити у формулу (2), в результаті чого визначається необхідна добова кількість палива H .

Знаючи кількість автомобіле-днів роботи рухомого складу на підприємстві та добову кількість витрат палива можна розрахувати об'єм палива $H_{\text{пер}}$, яке необхідне для забезпечення об'єму перевезень Q .

1. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. /Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

2. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті /Мінтранс України. – К., 1998. – 80 с.

3. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барілович Л.П. и др. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах. - К.: Логос, 1996.- 348 с.

4. Курніков І. П. Управління запасами в автосервісі в умовах невизначеності попиту // Автошляховик України. – 2002. - №1. С. 15-17.

5. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. – К.: Вища школа, 1991 – Кн. 2. Организация, планирование и управление /В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. – 406 с.

. Численные методы Монте-Карло. И.М. Соболев. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва “Наука”, 1973.

7. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.

. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. /Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.

САВЕНОК Дмитро Валерійович – к.т.н., доцент кафедри автомобільного транспорту Донбаської національної академії будівництва і архітектури

КУЗЬМІН Віктор Степанович – старший викладач кафедри автомобільного транспорту Донбаської національної академії будівництва і архітектури

ПОНОМАРЕНКО Вадим Миколайович – студент групи ЗААГ-51 м/2 Донбаської національної академії будівництва і архітектури

Dmytro SAVENOK - Ph.D., Associate Professor of the Department of Road Transport of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Victor KUZMIN - Senior Lecturer, Department of Road Transport, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Vadym PONOMARENKO - student of ZAAG-51m group of Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture

ВПЛИВ СЕРЕДНЬОЇ ТЕХНІЧНОЇ ШВИДКОСТІ ТА ЧАСУ НАВАНТАЖЕННЯ-РОЗВАНТАЖЕННЯ НА ВИКОНАННЯ ПЛАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

В роботі розрахована залежність продуктивності перевезення вантажів в тонах та тонно-кілометрах при одночасній зміні середньої технічної швидкості V_t та часу на розвантаження-завантаження $t_{пв}$. У розрахунках використовуємо модель не великої автотранспортної системи, наприклад перевезення вантажів лікєро-горілочної продукції у Луцькому районі.

Ключові слова: лікєро-горілочна продукція, середня швидкість, транспортна система, завантаження-розвантаження, середня швидкість.

The article calculates the dependence of the productivity of cargo transportation in tons and tonne-kilometers while changing the average technical speed V_t and time for unloading-loading tpv . In the calculations we use the model of a small motor transport system, such as the transportation of alcoholic beverages in the Lutsk region.

Key words: alcoholic beverages, average speed, transport system, loading and unloading, average speed.

Практика роботи автотранспортних засобів у містах здійснюється не просто на маршрутах, а в безлічі автотранспортних систем перевезень вантажів. Роботу одного транспортного засобу на маятниковому маршруті зі зворотним не навантаженим пробігом можна віднести до функціонування мікро автотранспортної ситеми перевезення вантажів, а робота одного транспортного засобу на інших маятникових та кільцевих маршрутах – до функціонування особливо малої такої системи. Огляд теорії вантажних автомобільних Perezень показав відсутність методик, що дозволяють визначати здійсненність плану перевезень вантажів, розрахованого за середніми техніко-експлуатаційними показами, в мікро та особливо малих автотранспортних ситемах. Для його виконання перевізник або завищує необхідний час і (або) занижує плановий виробіток транспортного засобу, що призводить до збільшення потрібної кількості транспортних засобів, часу та витрат на перевезення вантажу.

В роботах [1, 2] встановлені дискретні залежності впливу техніко-експлуатаційних показників на ефективність функціонування автотранспортних систем перевезення вантажів, розроблені моделі та описана методика планування та аналізу, алгоритми визначення потреб в кількості транспортних засобів, які маю бути використані при перевезенні вантажів в не великих автотранспортних системах. В даних роботах науковці використовували формулювання – дослідження продуктивності при збільшенні чи зменшенні якогось одного техніко-економічного показника. Застосування даного формулювання неможливе, оскільки необхідно знати, яка продуктивність в діапазоні можливих значень одночасно змінних декількох техніко-експлуатаційних показників. Тому в даній роботі запропоновано використовувати формулювання – розрахунок виробітку транспортного засобу при одночасній зміні техніко-експлуатаційних показників.

Метою даної статті є знаходження залежності та покращення продуктивності перевезення вантажів ЛГП за рахунок одночасної зміни деяких техніко-експлуатаційних показників транспортних засобів.

Існуючі наукові уявлення про роздільний вплив V_t і $t_{пв}$ на продуктивність транспортних засобів у тонах та тонно-кілометрах відображають рисунки 1 та 2.

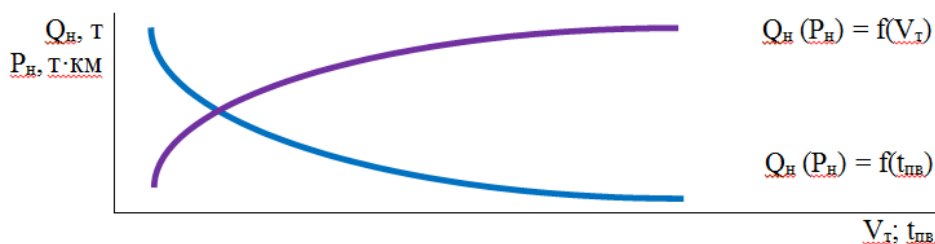


Рисунок 1 – Залежність продуктивності у тонах і тонно-кілометрах зі збільшенням V_t чи зниженні $t_{пв}$ [3].

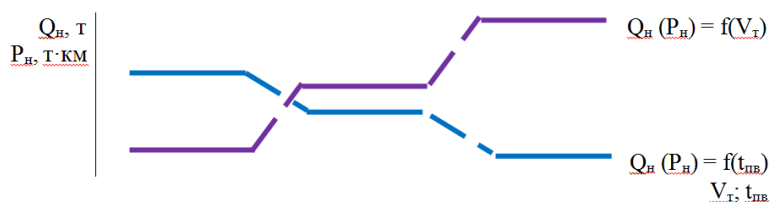


Рисунок 2 – Залежність продуктивності в тонах та тонно-кілометрах при збільшенні V_T або зниження $t_{пв}$ в малих автотранспортних системах перевезення вантажів

Дані залежності (рисунок 1 та 2) отримані окремо, за допомогою методу ланцюгових підстановок, детермінованого підходу та середніх значень техніко-економічних показників. Залежності (рис. 3) враховують дискретний характер транспортного процесу.

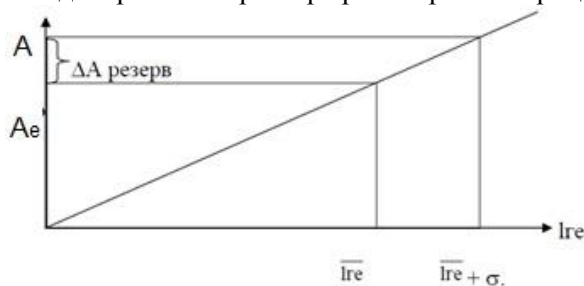


Рисунок 3 – необхідність в транспортних засобах в залежності від відстані перевезення

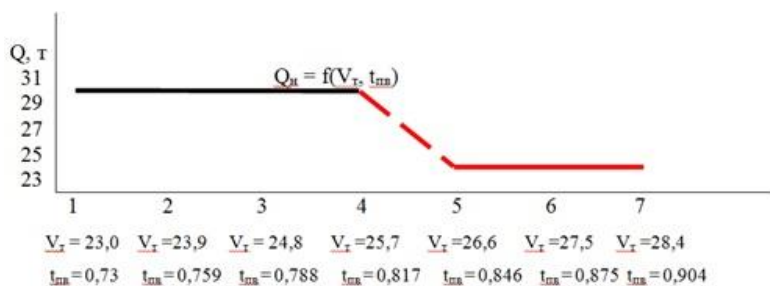
Підпункт «а»: при одночасній зміні V_T і $t_{пв}$ у напрямку плюс 3σ .

За результатами практичних спостережень встановлено можливість одночасної зміни V_T і $t_{пв}$ у напрямку плюс 3σ , ΔV_T і $\Delta t_{пв}$ дорівнюють $0,5\sigma$. Наведемо один із прикладів розв'язання задачі за наступних вихідних даних: маршрут перевезення вантажу – маятниковий, зі зворотним не завантаженим пробігом, використовується транспортний засіб вантажопідйомністю 6 тон, вихідні величини техніко-експлуатаційних показників представлені в таблиці 1, стовпці 1-8, до рядка "Проміжні розрахунки". У розрахунках використовуємо модель не великої автотранспортної системи, наприклад перевезення вантажів лікєро-горілочаної продукції у Луцькому районі. Результати обчислень представлені в таблиці 1. За даними таблиці 1 побудовані рисунки 4 та 5. Розглянемо дії, що відбуваються в малих АТС: Дія 1 – при зміні V_T у напрямку плюс 3σ відбувається скорочення часу в русі і, при досягненні певного значення V_T в малих АТС може з'явитися можливість виконання додаткової їздки, таблиця 1 рядок Z_e' , стовпці 3-5. Дія 2 – зміна $t_{пв}$ у напрямку плюс 3σ викликає збільшення необхідного часу їздки та часу обороту (таблиця 1, рядок t_e необхідне, t_o , стовпці 2-8), що, у свою чергу, при досягненні певного значення $t_{пв}$ призведе до зниження числа їздок (таб. 1), рядок ціле значення Z' , стовпці 2-8. Дія 3 - в результаті одночасного перебігу вищеописаних дій, спостерігаються результати подані в таблиці 1 (рядки Z_e та Z_e' , стовпці 2-8) та на рисунках 4-5. Тобто, при вихідних середніх значеннях V_T і $t_{пв}$, $Z_e=5$, за наступних трьох значень V_T і $t_{пв}$ Ціле значення $Z_e=4$, але з допомогою збільшення V_T $Z_e=1$, у результаті $Z_e=\text{Ціле значення } Z_e+Z_e'=4+1=5$. При наступних трьох значеннях V_T і $t_{пв}$ (у напрямку плюс 3σ), $Z_e=0$, $Z_e=4$.

Таблиця 1 – Результати розрахунків в малій автотранспортній системі перевезення вантажів, при одночасній зміні V_T і $t_{пв}$, в напрямку плюс 3σ

ТЕП, позначення	Значення						
Час роботи на маршруті, T_m	8	8	8	8	8	8	8
Статистичний коефіцієнт використання вантажопідйомності, γ	1	1	1	1	1	1	1
Довжина маршрута, l_m , км	20	20	20	20	20	20	20
Середня технічна швидкість, V_T , км/год	23,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,5	28,4
Середнє значення (М) V_T , км/год	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Δ середньої технічної швидкості,	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902

км/год							
Перший нульовий пробіг, l_{n1} , км	15	15	15	15	15	15	15
Другий нульовий пробіг, l_{n2} , км	15	15	15	15	15	15	15
Вантажопідйомність, q , т	6	6	6	6	6	6	6
Час завантаження-розвантаження, $t_{пв}$, год	0,73	0,759	0,788	0,817	0,846	0,875	0,904
Середнє значення (М), $t_{пв}$, год	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Δ Часу завантаження-розвантаження, год	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029	0,029
Проміжні розрахунки							
Час повернення, t_0 , год	1,6	1,63	1,66	1,69	1,72	1,74	1,77
Необхідний час їздки, $t_{ен}$, год	1,16	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,26
Пробіг з вантажем (без вантажу), $l_{г(х)}$, км	10	10	10	10	10	10	10
Ціле число Z_e , од	5	4	4	4	4	4	4
Залишок часу (після виконання цілого числа Z_e), ΔT_n , год	0	1,48	1,36	1,24	1,12	1,04	0,92
Додаткова їздка (за залишок часу після виконання цілого числа їздок), Z'_e , од	0	1	1	1	0	0	0
Загальна кількість їздок, Z_e , од	5	5	5	5	4	4	4
Результати роботи транспортного засобу в малій АТС перевезення вантажу за зміну							
Перевезення в тонах, Q , т	30	30	30	30	24	24	24
Перевезення в тоно-кілометрах, P , т·км	300	300	300	300	240	240	240
Загальний пробіг, $L_{заг}$, км	120	120	120	120	100	100	100
Фактичний час на маршруті, $T_{ф}$, ч	8,0	8,1	8,3	8,4	6,9	7,0	7,1



де червоним кольором позначено невиконання плану перевезень вантажів, розрахованого за середніми техніко-експлуатаційними показниками.

Рисунок 4 - Залежність виробітку в тонах перевезення вантажів при одночасній зміні V_T і $t_{пв}$ від М до М плюс 3σ

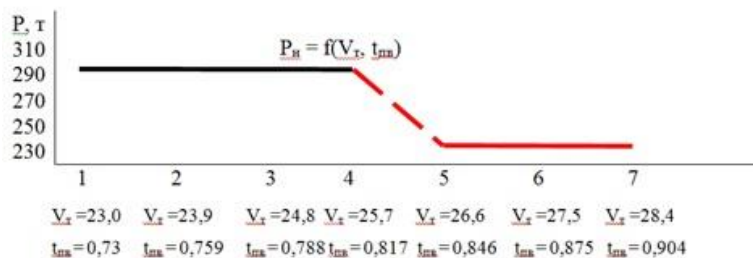


Рисунок 5 - Залежність виробітку в тонно-кілометрах перевезення вантажів при одночасній зміні V_T і $t_{пв}$ від М до М плюс 3σ

За результатами розрахунків, побудов, розгляду дій отримано:

1. При одночасному досягненні певних значень V_T і $t_{пв}$, коли після виконання цілих їздок не

вистачатиме часу на виконання додаткової їздки, план перевезень вантажів, розрахований за середніми техніко-експлуатаційними показниками, буде не виконаний «стрибком», на величину продуктивності у тонах та тонно-кілометрах за одну їздку.

2. Виконання плану перевезень вантажів, розрахованого за середніми ТЕП, при одночасній зміні V_T і $t_{пв}$ у напрямку плюс 3σ , в рамках розглянутого прикладу, спостерігається у 50% випадках розрахунку (при $V_T = 23,9$ та $t_{пв} = 0,759$; $V_T = 24,8$ та $t_{пв} = 0,788$; $V_T = 25,7$ і $t_{пв} = 0,817$), відхилення від плану перевезень становить мінус одну їздку, тобто, мінус 6 тон (мінус 20 %) та мінус 60 тонно-кілометрів (мінус 20 %).

1. Николин, В.И. Научные основы совершенствования теории грузовых автомобильных перевозок: дис. ...д-ра. техн. наук: 05.22.10 / Николин Владимир Ильич. – М., 2000. – 353 с.

2. Самусова (Маркелова), Т.В. Влияние грузоподъемности автотранспортного средства и расстояния перевозок грузов, при одновременном изменении средней технической скорости и времени погрузки-выгрузки на «гарантированность перевозок грузов»: отчет о НИР (промежуточный) / СибАДИ; Руководитель Е.Е. Витвицкий, отв. исполнитель Самусова (Маркелова) Т.В – УДК 656.13.072/.073, № НИОКР 115012130063, № ИКРБС АААА-Б16-216061470043-2 г. Омск, 2016. - 28 с.

3. Ходош М. С. Вантажні автомобільні перевезення. / Ходош М. С. - М.: [Транспорт](#), 1980.

4. *Методика та організація наукових досліджень : навч. посіб. / [О. П. Кириленко, В. В. Письменний, Н. М. Ткачук та ін.] ; за ред. О. П. Кириленко. – Тернопіль : Видавн.-поліграф. центр ТНЕУ «Економічна думка», 2012. – 196 с.*

САМОСТЯН Віктор Русланович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної та комп'ютерної графіки, Луцький національний технічний університет e-mail: cvmbf@ukr.net.

ОНИЩУК Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: Vasyl.Onyshchuk@lutsk-ntu.com.ua

Viktor SAMOSTIAN, PhD in Engineering, associate professor of engineering and computer graphics department, Lutsk National Technical University e-mail: cvmbf@ukr.net.

Vasyl ONYSHCHUK, PhD in Engineering, head of the department of Automobiles and Transport Technologies department, Lutsk National Technical University e-mail: Vasyl.Onyshchuk@lutsk-ntu.com.ua

В.П.Сахно¹, С.М.Шарай¹, І.С. Мурований², І.В.Човча¹

¹ Національний транспортний університет, Київ, Україна

² Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ

Сучасний розвиток громадського та вантажного транспорту веде до збільшення запитів вантажних транспортних засобів великих міст і міських автобусів. Ця тенденція обґрунтовує аргументи економії енергії та зниження рівня забруднення навколишнього середовища, обумовленого обмеженістю кількості транспортних засобів і водіїв, необхідних для перевезення великої кількості вантажів і людей. Як наслідок, виробники вантажівок і міських автобусів у нинішній час проєктують конструкції великої місткості у формі спільних та багатоланкових, як правило, триланкових транспортних засобів. Шарнірне з'єднання ланок робить довгі транспортні засоби універсальними у використанні і допускає швидке маневрування навіть в напруженому міському середовищі.

Ключові слова: автобус, причин, стійкість, швидкість, маневр, математична модель

The modern development of public and freight transport leads to an increase in the demand for freight vehicles of large cities and city buses. This trend substantiates the arguments of energy saving and reduction of environmental pollution due to the limited number of vehicles and drivers needed to transport a large number of goods and people. As a result, truck and city bus manufacturers are currently designing large-capacity structures in the form of joint and multi-link, usually three-link vehicles. Swivel hinges make long vehicles versatile and allow you to maneuver quickly even in a busy urban environment.

Key words: bus, trailer, stability, speed, maneuver, mathematical model.

Сучасний розвиток громадського та вантажного транспорту веде до збільшення запитів вантажних транспортних засобів великих міст і міських автобусів. Ця тенденція обґрунтовує аргументи економії енергії та зниження рівня забруднення навколишнього середовища, обумовленою обмеженістю кількості транспортних засобів і водіїв, необхідних для перевезення великої кількості вантажів і людей. Як слідство, виробники вантажівок і міських автобусів у нинішній час проєктують конструкції великої місткості у формі спільних та багатоланкових, як правило, триланкових транспортних засобів. Шарнірне з'єднання ланок робить довгі транспортні засоби універсальними у використанні і допускає швидке маневрування навіть в напруженому міському середовищі.

Поява таких автопоїздів, корисний об'єм кузова яких складає біля 150 м³, на міжнародних перевезеннях очікувалася, але на жаль дорожнє і транспортне законодавства до цих пір не готові до цього в ЄС, окрім відповідно Швеції і Фінляндії.

Триланкові пасажирські автопоїзди знайшли своє застосування в BRT – системах. Метробус або нова система автобусного руху «Швидкісний автобусний транспорт» (Bus Rapid Transport, BRT) є результатом розвитку мережі автобусного суспільного транспорту. У порівнянні з метро цей проєкт володіє явними перевагами: менша вартість створення мережі і рухомого складу, висока пасажиромісткість і ефективні платіжні системи, що забезпечують недорогий проїзд; висока швидкість пересування дозволяє метробусу перевозити вагому частку пасажиропотоку, що сприяє зменшенню кількості автомобілів на дорогах міста і, відповідно, зменшенню викидів відпрацьованих газів; розширена інформаційна система інформує пасажирів про розклад маршрутів.

Якщо питання маневреності вантажних автопоїздів біль-менш вирішені, то питання стійкості руху триланкових автопоїздів потребує ще свого вирішення.

Характеристики маневреності і стійкості руху АТЗ, як відомо, визначаються комбінацією експлуатаційних, масово-геометричних і конструктивних параметрів його модулів (для метробусів це автобус і причепа) і систем їх управління. В загальному випадку бажані сполучення вказаних параметрів з точки зору стійкості навіть для одного і того ж транспортного засобу в діапазоні експлуатаційних навантажень і швидкостей руху бувають різними. Як, наслідок, є складність отримання на ранніх стадіях створення АТЗ точних конструктивних параметрів і кількісних показників за критеріями стійкості його руху. Успіх у рішенні подібних задач залежить від того, наскільки вдало обрана математична модель і її істотні параметри, що описують поведінку динамічної системи у різних режимах руху. Для найбільш загальної схеми триланкового причіпного

автопоїзда, що включає тривісний автомобіль-тягач і два тривісні причеми, отримуємо рівняння для автопоїздів, що розглядаються – двовісний автомобіль-тягач або автобус (далі тягач) і два двовісні причеми з центрально розташованими осями.

Кути складання ланок і повороту керованих осей автобусів доцільно визначати за колового руху автопоїзда. У цьому випадку розрахункові формули для визначення кутів складання і кутів повороту керованих осей другого і третього автобусів (причепів) визначаються геометричними параметрами ланок і задаючим параметром – кутом повороту керованих коліс першого автобуса.

Конструктивні відмінності вантажних і пасажирських автопоїздів обумовлені кількістю осей ведучої ланки (автомобіля-тягача, автобуса) і причіпної ланки, кількістю керованих осей та місцем їх розташування. Разом з тим, із запропонованої загальної схеми триланкового автопоїзда можна отримати будь-яку іншу, прирівнюючи нулю або масу і момент інерції осі, або кут повороту осі, або відповідні компоновальні параметри.

При дослідженні стійкості руху автопоїзда розглядають, як правило, плоскопаралельний рух його ланок. При цьому вважають, що нормальні реакції опірної поверхні на колеса правого і лівого борту однакові. За такої умови стійкість руху розглядають для плоскої моделі автопоїзда.

Маневрування у граничних режимах руху може призвести до суттєвої зміни реакцій опірної поверхні на колеса ланок автопоїзда. Тому необхідно розглянути рух автопоїзда в поперечній площині. При вивченні усталених рухів задача зводиться до аналізу кінцевих рівнянь (величини кутів крену і перерозподіл навантажень по бортах постійні). Для цих режимів руху записані рівняння для визначення кутів крену тягача, першого і другого причепів.

Для триланкового причіпного автопоїзда сили взаємодії в тягово-зчіпних пристроях не впливають на перерозподіл навантажень по бортам ланок автопоїзда. Тому досить складну систему – триланковий причіпний автопоїзд можна розглядати як три системи – автомобіль-тягач (автобус), перший і другий причеми, що креняться незалежно. При цьому вісь крену кожної ланки паралельна опірній поверхні, і рух ланок автопоїзда у вертикальній поперечній площині впливає на боковий рух, в першу чергу, і в основному, шляхом зміни вертикальних навантажень на колеса. При цьому змінюються вертикальні реакції опірної поверхні на колеса автопоїзда, що призводить до зміни коефіцієнтів опору відведення коліс тягача і причепів, і тим самим зміні показників стійкості. У відповідності до цієї концепції і було проведено дослідження руху автопоїзда в поперечній площині.

З використання розробленої математичної моделі були визначені кути складання ланок автопоїзда, кути крену автобусів МАЗ-206, а також величин довантажень і розвантажень коліс першого, другого і третього автобусів, а також вантажного автопоїзда у складі автомобіля-тягача DAF XF 105 і двох причепів з наближеними осями Krone ZZ-18, при повороті на 90^0 за швидкості 15 м/с і режимного коефіцієнту повороту

$$\left(K_n = \frac{\dot{\theta}_0}{v_1} \right) = 0,01 \text{ м}^{-1}.$$

При цьому встановлено, що характер зміни кутів складання, крену, довантажень коліс одного борту для пасажирського автопоїзда і вантажного автопоїзда однаковий, проте кути складання і крену пасажирського автопоїзда менші у порівнянні з вантажним, що пояснюється наявністю керованих ланок у вантажного автопоїзда. Разом з тим довантаження коліс одного борту вантажного автопоїзда менше у порівнянні з пасажирським за рахунок більшої жорсткості підвіски тягача і причепів.

Величини довантажень коліс одного борту, а також кути складання покладені в основу розрахунків показників стійкості автопоїздів. При цьому враховано зміну коефіцієнтів опору відведення коліс автопоїзда від зміни навантаження з використання методики Д.А. Антонова.

Аналіз отриманих результатів показує, що бічні прискорення, що діють у центрі мас ланок пасажирського і вантажного автопоїздів майже однакові, проте є і суттєва різниця. Для пасажирського автопоїзда в початковий момент маневру бічні прискорення другого і третього автобусів набувають від'ємного значення, що може за інших умов (наприклад, збільшення швидкості руху при виконанні різних маневрів) призвести до порушення стійкості руху, що не характерно для

вантажного автопоїзда. Разом з тим, стійкість руху автопоїздів, що розглядаються, при виконанні маневру «ривок рульового колеса» забезпечується (максимальні прискорення не перевищують 0,45 g). При цьому максимальні прискорення зменшуються на 8,6% за відсутності крену кузова.

1. Шарнірно-зчленовані автобуси. Маневреність та стійкість: монографія / В.П. Сахно, В.М. Поляков, С.М. Шарай, І.С. Мурований, О.Є. Омельницький.—Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2021. - 288 с.

САХНО Володимир Прохорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів Національного транспортного університету, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua.

ШАРАЙ Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету, e-mail: Svetasharai@gmail.

МУРОВАНІЙ Ігор Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету транспорту та механічної інженерії Луцького національного технічного університету, e-mail: igor_lntu@ukr.net.

ЧОВЧА Ірина Васиївна - аспірантка кафедри автомобілів Національного транспортного університету, Київ, Україна

Volodymyr SAKHNO - Ph.D., Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua.

Svitlana SHARAI - Ph.D., Professor of Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, e-mail: Svetasharai@gmail.

Igor MUROVANYI - Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor, Dean of the Faculty of Transport and Mechanical Engineering, Lutsk National Technical University, e-mail: igor_lntu@ukr.net.

Irina TCHOVCHA - Postgraduate Student of Automobiles Department, National Transport University

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Досліджено види безпілотних літальних апаратів та їх особливості. Визначено місце застосування безпілотних літальних апаратів, серед інших видів транспорту. Надано стислу характеристику використання безпілотних літальних апаратів в галузях народного господарства. Досліджено переваги та недоліки використання безпілотних літальних апаратів. Надано рекомендації щодо поліпшення використання безпілотних літальних апаратів в транспортно-логістичній діяльності.

Ключові слова: транспорт, логістика, безпілотний літальний апарат, доставка, перевезення вантажів.

Types of unmanned aerial vehicles and their features are studied. The place of application of unmanned aerial vehicles, among other types of transport, is determined. A brief description of the state of use of unmanned aerial vehicles in the sectors of the national economy is given. The advantages and disadvantages of using unmanned aerial vehicles have been studied. Recommendations for the improvement of unmanned aerial vehicles in transport and logistics activities are given.

Key words: transport, logistics, unmanned aerial vehicle, shuttle, cargo transportation.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА), призначені для виконання завдань, які варіюються від звичайних до наднебезпечних.

Спочатку БПЛА розроблялись для військової та аерокосмічної промисловості, та з розвитком технологій дістали популярності в різних галузях діяльності людини. БПЛА працюють без пілота на борту та з різними рівнями автономності. Рівень автономності може варіюватися від дистанційного керування (людина керує своїми рухами) до розширеної автономності, що означає, що він покладається на систему датчиків і детекторів для обчислення свого руху.

Виділяють такі основні сфери цивільного застосування БПЛА:

- доставка вантажів;
- аварійно - рятувальні роботи;
- сільське господарство;
- аерофотознімальні роботи.

До аварійно рятувальних робіт можна віднести: картографування, оцінку структурних пошкоджень, відновлення певних елементів критичної інфраструктури, доставку медикаментів, гасіння лісових пожеж.

Для сільського господарства БПЛА можуть використовуватись фермерами для оптимізації своїх угідь, щоб максимізувати ефективність і зменшити фізичне навантаження, проводити польові обстеження, посів на полях, відстеження худоби та оцінку врожайності.

Одне з можливостей використання зображень з БПЛА— це моніторинг здоров'я рослин. Вони використовують детальну інформацію про колір, щоб ідентифікувати здоров'я рослин. Це дозволяє фермерам стежити за посівами в міру їх зростання, щоб можна було вирішити будь-які проблеми досить швидко, щоб зберегти рослини. Новим і менш поширеним серед застосувань у сільському господарстві є посів насіння. Автоматизовані сівалки в основному використовуються в лісовому господарстві. БПЛА позбавляють працівників від необхідності здійснювати обприскування на полях за допомогою рюкзакових обприскувачів, які можуть бути небезпечними для здоров'я. Розпилювачі забезпечують дуже дрібне розпилення, яке можна націлити на конкретні зони, щоб максимізувати ефективність і заощадити витрати на хімічні речовини.

На сьогоднішній день спостерігається стрімке поширення використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у транспортно – логістичній діяльності або її окремих елементів, таких як координація, складування, обслуговування транспортної інфраструктури або перевезення вантажів. Серед них стрімко розвивається використання БПЛА для перевезення вантажів в рамках надання кур'єрських послуг населенню, що в свою чергу зумовлює необхідність вивчення особливостей використання цього виду транспорту.

Доставка БПЛА може підвищити ефективність логістики. Найближча відстань між двома точками. БПЛА у повітрі пролітають майже по прямій лінії, отже, відстань транспортування невелика. Більше за те, немає обмежень на традиційні маршрути експрес-логістики, тому швидкість польоту висока. Оскільки при традиційному способі розподілу посилок більшість співробітників зайняті якоюсь простою повторюваною роботою, тоді як машина ні. Поле доставки вантажів БПЛА схоже на безпілотний сортувальний центр.

Доставка БПЛА може заощадити витрати на логістику. Хоча безпілотне транспортне обладнання на початковому етапі буде коштувати чималих грошей, у довгостроковій перспективі його вартість буде набагато нижчою, ніж вартість традиційної ручної доставки. Для безпілотного розподільчого обладнання майже немає витрат, окрім зарядки та обслуговування, тоді як витрати на оплату праці, з іншого боку, з часом тільки зростатимуть.

Доставка БПЛА сприяє економії слаборозвинених територій. У багатьох економічно слаборозвинених районах рух транспорту є незручним, і купівля в Інтернеті займає багато часу. Перевезення БПЛА може вирішити цю проблему.

Основним недоліком є висока початкова вартість інвестицій. Через незріле застосування технології БПЛА в індустрії логістики, вартість різноманітного обладнання все ще є відносно високою, що призводить до високих витрат на закупівлю. Незрілі технології, наприклад, необхідно покращити корисне навантаження та час автономної роботи літальних апаратів.

Доставка БПЛА вразлива до погоди, вони за розміром менші за цивільні і та вантажні літаки і більш чутливі до погоди. Погода непередбачувана, що робить її важливим фактором у використанні БПЛА.

На даний момент БПЛА мають певні інженерні обмеження, пов'язані з вагою вантажу, який вони перевозять. Переважно літальні апарати доставляють вантаж вагою не більше 1,5 кг, поки не буде розроблено оптимальний механізм передачі вантажу БПЛА людині. У невеликих містах і селах БПЛА може скинути посылку у двір одержувача. У мегаполісах, де більшість людей проживає в багатоквартирних будинках, цей процес набагато складніше. БПЛА, як варіант, може доставляти посылки не в квартири, а в спеціальні шафи, оснащені ідентифікаторами особи. Але розробка такого програмного забезпечення коштує чималих грошей. При чому одержувачу набагато зручніше замовляти кур'єра під двері, ніж йти до такої шафи.

Також існує ряд проблем, пов'язаних із використанням БПЛА, таких як зберігання вантажу (що робити, якщо вантаж загубився), безпека. Літальний апарат можуть перехопити та викрасти разом з товаром.

Проте з розвитком науки і техніки доставка вантажів БПЛА безумовно стане новою силою, що сприяє економічному та соціальному розвитку. Таким чином, ідея використання БПЛА в транспортних цілях виглядає дуже перспективною, але лише з урахуванням її особливостей. Оскільки це вид транспорту, необхідно розробити необхідну законодавчу базу та транспортну інфраструктуру, забезпечити процес сертифікації.

1. Степаненко Д. Ю., Мединський Д. В. Міжнародний досвід використання безпілотних літальних апаратів для доставки вантажів та аналізу існуючих методів. / Д. Ю. Степаненко, Д.В. Мединський // Інноваційні технології : матеріали наук.-техн. конф. студентів, аспірантів, докторантів та молодих учнів / за заг. ред. П. В. Горінова, К. О. Бабікової, Л. М. Мельничук; ІНТЛ НАУ (м. Київ, 25-26 лист. 2020 р.). – Київ, 2020. – С. 267-273

2. Трюхан О. М. Деякі проблеми забезпечення якості надання послуг із застосуванням цивільних безпілотних літальних апаратів в Україні та можливі шляхи їх вирішення. / О. М. Трюхан, С.В. Селіщев, Т.В. Парашенко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. № 1(46), 2022. – С.51-56

3. Юн Г.М., Мединський Д.В. Застосування безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві. Наукові технології. 2017. № 4(36). С. 335–341

СЕЛИЩЕВ Сергій Вячеславович – к.е.н., доцент кафедри організації авіаційних робіт та послуг Національного авіаційного університету, 120777@ua

SELISHCHEV Sergii - PhD (Economic Sciences), Associate professor of the Organization of Aviation Works and Services Department National Aviation University

УДК 629.331

ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ: ІСТОРІЯ, СЬОГОДЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

З 70-х років минулого століття відбувається активна боротьба за підвищення паливної економічності заради зменшення шкідливих викидів у атмосферу та зменшення обсягів споживання вуглеводневого палива. За останні десятиліття людство досягло великих результатів у порівнянні з минулим століттям. У статті розіберемо цей тезис та питання паливної ефективності, наведемо розуміння важливості стандартів які регулюють паливну економічність, розглянемо приклад України та Європи у боротьбі за зменшення рівня шкідливих викидів та кількості щорічно спожитого палива автопарком, перспективи електроавтомобілів. Спробуємо теоретично визначитись у питанні – на що ефективніше буде спрямовувати ресурс дослідження та розвитку – ДВЗ чи електропривід або гібрид (ДВЗ у поєднанні з електродвигуном).

Ключові слова: паливна економічність, паливна ефективність, економія, екологія, автомобільний транспорт, електротранспорт;

Since the 1970s, there has been an active struggle to increase fuel economy in order to reduce harmful emissions into the atmosphere and reduce the consumption of hydrocarbon fuels. In recent decades, humanity has achieved great results compared to the last century. In this article we will analyze this thesis and fuel efficiency, give an understanding of the importance of standards governing fuel efficiency, consider the example of Ukraine and Europe in the fight to reduce emissions and the amount of fuel consumed annually by the fleet, the prospects of electric vehicles. Let's try to theoretically determine the question - what will be more effective to direct the resource of research and development - internal combustion engine or electric drive or hybrid (internal combustion engine in combination with an electric motor).

Key words: fuel efficiency, fuel efficiency, economy, ecology, road transport;

Паливна економічність — це форма теплової ефективності, що означає відношення зусиль до результату процесу, який перетворює хімічну енергію, що міститься в носії (паливі), в кінетичну енергію або роботу.

У контексті транспорту економія палива — це енергоефективність конкретного транспортного засобу, що визначається як відношення пройденої відстані на одиницю спожитого палива. Це залежить від кількох факторів, включаючи ефективність двигуна, конструкцію трансмісії та дизайн шин. У більшості країн, використовуючи метричну систему, економія палива вказується як «споживання палива» в літрах на 100 кілометрів (л/100 км) або кілометрах на (км/л). Споживання палива є більш точним показником продуктивності автомобіля, оскільки це лінійна залежність, тоді як економія палива призводить до викривлень у покращенні ефективності.

Енергоефективність на транспорті описують з точки зору споживання палива, причому споживання палива є пропорційним співвідношенням економії палива. Тим не менш, споживання палива пов'язане із засобом руху, який використовує рідке паливо, тоді як енергоефективність застосовна до будь-якого типу двигуна. Щоб уникнути цієї плутанини та мати можливість порівняти енергоефективність будь-якого типу транспортних засобів, експерти, як правило, вимірюють енергію в Міжнародній системі одиниць, тобто в джоулях.

Тому в Міжнародній системі одиниць енергоефективність транспорту вимірюється в метрі на джоуль, або м/дж, тоді як споживання енергії на транспорті вимірюється в джоулях на метр, або Дж/м. Чим ефективніше транспортний засіб, тим більше метрів він покриває одним джоулем (більша ефективність) або тим менше джоулів він використовує для проїзду понад один метр (менше споживання). Енергоефективність на транспорті значною мірою залежить від виду транспорту. Різні види транспорту варіюються від кількох сотень кілоджоулів на кілометр (кДж/км) для велосипеда до десятків мегаджоулів на кілометр (МДж/км) для гелікоптера.

Через тип використовуваного палива та рівень споживання палива енергоефективність також часто пов'язана з експлуатаційними витратами (грн/км) та викидами в навколишнє середовище (наприклад, CO₂/км).

Паливна економічність автотранспортних засобів є основним напрямком розвитку автомобілебудування. Крім цього витрата палива у різних режимах руху є визначальним показником

при покупці автомобіля. Для охарактеризування факторів, що впливають на витрату палива автомобілем можна використати структуру, засновану на робочому середовищі дорожнього руху, щоб узагальнити соціально-технологічні фактори, які, як відомо, впливають на споживання палива транспортним засобом, щоб надати більш широкі базові знання щодо таких факторів.

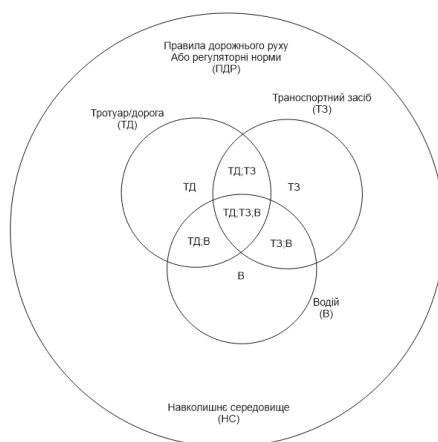


Рис 1 – Операційна модель руху

Модель операційної системи руху, показана на рисунку 1, складається із взаємодії дорожнього транспортного засобу, дороги (або тротуару) і водія, на які впливають природне навколишнє середовище та регуляторні норми дорожнього руху – правила дорожнього руху. Насправді операційна система руху є складнішою, ніж показує модель, проте ця модель була визнана придатною для оцінки соціально-технологічних (експлуатаційних) факторів, які впливають на використання енергії автомобільним транспортом через споживання палива. На малюнку ТД – коефіцієнт, пов'язаний з тротуаром та дорогою, ТЗ – коефіцієнт транспортного засобу, В – це фактор, пов'язаний з водієм, ТД;ТЗ – це фактор, який відноситься до взаємодії тротуару та транспортного засобу, ТД;В – це фактор, який відноситься до взаємодії тротуару та водія, ТЗ;В – це фактор, який пов'язує взаємодію транспортного засобу та водія, а ТД;ТЗ;В – це фактор, який відноситься до взаємодії транспортного засобу, тротуару та водія. Ці взаємодії відбуваються в навколишньому середовищі (НС), яке включає температуру атмосфери, дощ, вологість, видимість (наприклад, ніч і туман), вітер, сніг і висоту. Взаємодія з тротуаром, транспортним засобом і водієм – все залежить від існуючої політики і, таким чином, включення компонента «ПДР».

Багато авторів намагалися виявити фактори, які впливають на витрату палива автомобільним транспортом.

Мюррел (1975) використовував простий синтетичний і механістичний підхід, заснований на споживанні палива для подолання сил опору руху транспортного засобу, а саме тертя кочення, аеродинамічного опору, інерції, втрат трансмісії, аксесуарів і тепловтрат двигуна. Беннет і Грінвуд (2003) розробили моделі споживання палива для транспортних засобів (пасажирських і вантажних) на основі принципу, аналогічного тому, який використовував Мюррел (1975). В їхній моделі експлуатаційні витрати транспортного засобу, і, зокрема, витрата палива, вважаються пропорційними силам, що діють на транспортний засіб (опір руху), і, отже, витрату палива транспортним засобом можна встановити кількісним визначенням величини сили, що протистоять руху. Кобаяші та інші (2009) визначають найважливіші фактори, які можуть покращити економію палива, включаючи максимальне перетворення палива в корисну роботу за рахунок підвищення ефективності трансмісії (5%-7%), відновлення втрат енергії двигуна (61-62%) і зменшення сил, що протистоять руху транспортного засобу (потреба в енергії тяги). Одгамс та інші (2010) описують дослідження, яке досліджувало фактори, що впливають на споживання палива великовантажними транспортними засобами (ВТЗ). Їх метод аналізу був заснований на механічних принципах, вони визначили фактори продуктивності, пов'язані з компонентами операційної системи дорожнього руху, пов'язані зі споживанням палива транспортним засобом, таким чином:

1. Фактори конструкції транспортного засобу – включаючи довжину, масу та об'єм транспортного засобу; економічність двигуна; опір коченню через трансмісію, шини та зусилля на поворотах; аеродинамічний опір і рекуперативне гальмування;

2. Логістичні фактори – включаючи просторову структуру ланцюга поставок та маршрути транспортних засобів; використання транспортного засобу та швидкість транспортного засобу;
3. Зовнішні фактори – включаючи цикл руху (пов'язаний зі швидкістю та профілем висоти), вплив заторів; поведінку водія та погодні умови.

Одгамс та інші (2010) моделювали поведінку водія на основі припущення, що водій має три контрольні параметри, а саме:

1. Необхідне прискорення, яке визначає положення дросельної заслінки під час фази прискорення;
2. Кінцева швидкість автомобіля, яка визначає цільову швидкість водія під час фази постійної швидкості;

Що стосується стандартів економії палива для автомобілів, то це є важливою частиною пакету політики щодо економії палива, особливо в країнах, які мають автомобільну промисловість. Стандарти допомагають підвищити ефективність роботи для виробників, які стикаються з довгими інвестиційними циклами, дозволяючи їм виводити на ринок нові технології. Крім того, дослідження показують, що обов'язкові стандарти економії палива дозволяють значно скоротити викиди парникових газів (у середньому на 2-3% на рік), ніж добровільні системи (в середньому на 0-1% на рік). Регулювання та встановлення стандартів є потужним інструментом для скорочення викидів та очищення транспорту. Регулярна діяльність також сприяє розвитку передових технологій. Однак дуже мало країн за межами ОЕСР розробили політику, стандарти та правила щодо економії палива.

Примітка щодо країн без виробництва автомобілів: стандарти економії палива найбільш прийнятні в країнах із виробництвом автомобілів і великими ринками, які мають потенціал вплинути на тип транспортних засобів, розроблених і виведених на ринок. Однак у невеликих ринкових країнах, особливо тих, у яких немає виробників транспортних засобів, стандарт економії палива може бути не найважливішим політичним заходом для підвищення ефективності використання палива в автопарку.

Що стосується статистики Європи по розвитку автомобільного ринку з оглядом на паливну економічність, то у 2019 році в Європейському Союзі було продано 11 мільйонів легкових автомобілів. Середня витрата палива легкового транспортного засобу (ЛТЗ) у 2019 році досягла 6,0 літрів на 100 кілометрів (л/100 км), у порівнянні з 7,0 л/100 км у 2005 році. Це означає зниження споживання палива на 1% на рік у період з 2005 по 2019 рік. Попередні оцінки, продемонстрували, що 2020 рік був надзвичайно важливим для європейського ринку ЛТЗ, оскільки виробники повинні були дотримуватися нового цільового показника інтенсивності викидів CO₂ 95 г CO₂/км для легкових автомобілів і 147 г CO₂/км для легких комерційних транспортних засобів. Середній обсяг викидів CO₂ від нових транспортних засобів, що продаються в ЄС, знизився на безпрецедентні 11% у період з 2019 по 2020 роки.

Історично в ЄС була велика частка дизельних двигунів, і в 2019 році він був найбільшим ринком для дизельних ЛТЗ. Тим не менш, частка продажів дизельного палива впала з 56% у 2015 році до 40% у 2019 році через скандал з викидами дизельного палива в 2015 році, а також посилення жорсткості стандартів токсичності викидів в ЄС з 2014 року, особливо для дизельних автомобілів. Бензинові транспортні засоби становили більшість продажів ЛТЗ у 2019 році, хоча частки гібридних та електричних транспортних засобів у ЄС зросли, причому частка продажів кожного з них досягла 3%, 2% у 2019 році відповідно.

У 1999 році ЄС запровадив «Директиву про маркування автомобілів» (Директива 1999/94/ЄС), яка вимагала відображення паливної ефективності автомобіля та викидів CO₂. Середні корпоративні норми викидів CO₂ на період 2015-19 років були встановлені на рівні 130 г CO₂/км для легкових автомобілів, тоді як норми викидів на 2020-2024 роки було встановлено на рівні 95 г CO₂/км. У рамках ініціативи «Придатний до 55» ЄС встановив нові цілі щодо викидів CO₂, включаючи 55% скорочення викидів легкових автомобілів у 2030 році в порівнянні з 2021 роком і ціль до 2035 року, яка фактично вимагає, щоб усі нові легкі транспортні засоби не мали викидів CO₂.

В рамках Угоди про асоціацію з Європейським Союзом Україна взяла на себе зобов'язання вдосконалювати та розвивати національну політику щодо регулювання викидів CO₂ та споживання енергії автомобільним транспортом.

Наразі Україна дотримується суворих стандартів викидів при імпорті вживаних транспортних засобів. Станом на січень 2016 року дозволено ввозити лише ЛТЗ стандарту Євро 5; Євро 6 було заплановано на 1 січня 2018 року, але Верховна Рада України відклала впровадження на два роки до

2020 року. Запроваджений стандарт Євро 5 у поєднанні з високими митами на старі транспортні засоби спровокував неприємну тенденцію до постійного обігу «тимчасових іноземних реєстрацій транспортних засобів, яким, як правило, більше 15 років і вони в аварійному стані, особливо з дизельним двигуном.

За даними Державної фіскальної служби України, станом на січень 2018 року територією України пересувається майже 425 400 ЛТЗ на іноземній реєстрації. Це становить понад 6% загального парку ЛТЗ і наразі є головним боєм для регуляторів.

Основні висновки за 6 років даних і 1,6 мільйона реєстрацій транспортних засобів, які проаналізувала ISA в Україні:

- Економія палива в автоматичному режимі покращилася з 9,8 л/100 км у 2005 році до 6,2 л/100 км у 2016 році, покращення на 36%;
- Швидке зростання продажів електромобілів, станом на 2016 рік – 1,5% нових автомобілів, проданих в Україні, становлять електромобілі;
- Зростає перевага дизельних транспортних засобів: 10% у 2005 році до приблизно 49% у 2016 році;
- Вживані транспортні засоби все ще займають значну частину нових реєстрацій, що зберігає середній вік транспортних засобів станом на 2015 рік на рівні 18,8 року.

Автомобільна промисловість стала однією з найважливіших світових галузей не тільки на економічному рівні, а й у плані досліджень і розробок. Все частіше з'являється все більше технологічних елементів, які впроваджуються в транспортні засоби для підвищення безпеки як пасажирів, так і пішоходів. Однак це призвело до різкого збільшення рівня забруднення повітря в міському середовищі (тобто забруднювачів, таких як оксиди азоту (NO_x), CO, діоксид сірки (SO₂) тощо). Крім того, згідно зі звітом Європейського Союзу, транспортний сектор відповідає за майже 28% загальних викидів вуглекислого газу (CO₂), тоді як на автомобільний транспорт припадає понад 70% викидів транспортного сектору. Тому влада більшості розвинених країн заохочує використання електромобілів, щоб уникнути концентрації забруднювачів повітря, CO₂, а також інших парникових газів.

Електромобілі мають наступні переваги перед традиційними транспортними засобами:

- Нульові викиди: цей тип транспортних засобів не виділяє забруднювачів у вихлопну трубу, CO₂ та двоокису азоту (NO₂). Крім того, виробничі процеси, як правило, більш поважні до навколишнього середовища, хоча виробництво акумуляторів негативно впливає на викиди вуглецю.;
- Простота: кількість елементів двигуна електромобіля менша, що призводить до значно дешевшого обслуговування.;
- Надійність: наявність менших і більш простих компонентів робить цей тип транспортних засобів менше схильним до поломок. Крім того, електромобілі не страждають від внутрішнього зносу, викликаного робочим циклом двигуна внутрішнього згоряння, вібраціями або корозією палива.;
- Вартість: вартість обслуговування транспортного засобу та вартість необхідної електроенергії набагато нижчі в порівнянні з витратами на технічне обслуговування та паливо традиційних транспортних засобів внутрішнього згоряння.;
- Ефективність: електромобілі більш ефективні, ніж традиційні транспортні засоби. Однак загальна ефективність буде залежати від ефективності електростанції. Наприклад, загальна ефективність бензинових автомобілів коливається від 11% до 27%, тоді як у дизельних транспортних засобів – від 25% до 37%. Навпаки, електромобілі, що живляться від електростанції на природному газі, демонструють ККД від 13% до 31%, тоді як електромобілі, що живляться від відновлюваної енергії, демонструють загальний ККД до 70%;

З іншого боку, електромобілі стикаються зі значними проблемами, пов'язаними з акумулятором:

- Запас ходу: запас ходу зазвичай обмежений від 200 до 350 км при повній зарядці, хоча ця проблемна ситуація постійно покращується. Наприклад, Nissan Leaf має максимальний запас ходу 364 км, а Tesla Model S може досягати більше 500 км.
 - Час заряджання: повне заряджання акумуляторної батареї може тривати від 4 до 8 годин. Навіть «швидка зарядка» до 80% ємності може зайняти 30 хвилин. Наприклад, нагнітачі Tesla можуть зарядити Model S до 50% лише за 20 хвилин або на 80% за півгодини.
 - Вартість батареї: великі акумуляторні батареї коштують дорого.
- Усі ці субсидії - наприклад, звільнення від податку на купівлю автомобілів, звільнення від

ПДВ, зниженого податку на ліцензії, звільнення від плати за проїзд та безкоштовне паркування, спричиняють значне збільшення кількості продажів щороку (особливо в останні два роки).

Підбиваючи отриману інформацію можна стверджувати, що питання паливної ефективності у світі стоїть дуже гостро останні десятиліття. Сама концепція двигуна внутрішнього згоряння стає дедалі важчою та дорожчою в плані досягання вищих показників економічності. Такого висновку дійшли Ніколас Лютсей та Даніель Сперлінг у своєму науковому аналізі паливної економічності в розрізі 1970 – 2010рр. Вони це обумовлюють лімітом поставленим законами фізики та термодинаміки. Також запитом ринку на підвищення рівня безпечності автомобіля та наповнення його аксесуарами і розважальними системами які вносять корективи за рахунок збільшення маси автомобіля. При такому підході увесь вигравш у паливній економічності перекивається збільшенням маси. З результатів цього дослідження можна сказати – різке підвищення параметру економічності спостерігалось у 70-ті і на початку 80-х частково через підвищення енергоефективності, а частково через зменшення потреб у утилітарному використанні автомобіля, що знижує масу останнього. Проте за останні десятиліття підвищення ефективності палива не перетворювалось на економію палива. Історичні покращення ефективності в аеродинаміці, опорі коченню та ефективності двигуна та трансмісії склали приблизно 1% на рік підвищення загальної енергоефективності з середини 1980-х до сьогодні.

Альтернативою ДВЗ стали автомобілі на електриці, або гібриди. Цьому посприяла серйозна наукова та практична робота над акумуляторними батареями, що дозволяє конкурувати з автомобілями з класичними двигунами, при чому дуже швидко підвищуючи свою конкурентоспроможність.

Загальні тенденції світових ринків також схиляються поступово до електроавтомобілів. Це не тільки пов'язано із їх економічністю, а і з рівнем шкідливих речовин які залишає після себе електроавтомобіль. Подібні погляди за підтримки споживачів можуть створити ситуацію, у якій можливо буде перекидувати великий ресурс на знаходження шляхів зменшення інших шкідливих викидів, що залишає після себе автомобіль. Наприклад питання автомобільних покришок, продукт зносу яких містить у собі сірку і залишається у вигляді пилюки на дорогах потім потрапляючи у атмосферу, питання продуктів зносу гальмівних колодок тощо.

Найголовніша проблема, яку вирішують електроавтомобілі – зменшення використання вуглеводневих палив на автомобільному транспорті. Щоправда питання використання ТЕЦ для отримання електроенергії залишається відкритим. У деякому розумінні, можна сказати, що електроавтомобілі просто переносять концентрацію речовин забруднюючих довкілля за межі міст. Однак завдяки високим показникам ККД подібних транспортних засобі та шаленим розвитком у цій сфері автомобілебудування ця проблема має шанс вирішуватись швидше, ніж питання паливної ефективності ДВЗ.

Хорошим пострілом на випередження для України буде зорієнтуватись на можливостях розбудувати інфраструктуру для використання електроавтомобілів. Не тільки особистих, а і приватних. До прикладу можна навести електроавтобуси у основі яких лежать суперконденсатори (іоністори) Подібна концепція не виділяється великим запасом ходу (до 12 км), але швидкість заряджання цих конденсаторів проходить за секунди. Такі дослідження останнім часом проводяться у Франції компанією Blue Solutions. Це дозволяє реалізувати принцип підзарядки на зупинках громадського транспорту, а кількість і розміри конденсаторів підбирати з урахуванням середньої відстані між зупинками, або ж навпаки – розсосереджувати станції підзарядки по зупинкам у відповідності до пробігу на одному заряді.

1. Kobayashi, S., Plotkin, S. and Ribeiro, S. (2009). Energy efficiency technologies for road vehicles. *Energy Efficiency*. Vol. 2(2), pp. 125-137 (2009).
2. MIT Engineering. (2015, Mar.7). *What is the difference between fuel efficiency and economy?* [Online]. Available: <https://engineering.mit.edu/ask/what%E2%80%99s-difference-between-fuel-efficiency-and-fuel-economy>
3. Murrell, J. (1975). Factors affecting automotive fuel economy. SAE Technical Paper 750958.
4. Nicholas P. Lutsey, Daniel Sperling, article in *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board* January 2005 DOI: 10.3141/1941-02 «Energy Efficiency, Fuel Economy, and Policy Implications»

5. Nissan. Nissan Leaf. Available online: <https://www.nissan.co.uk/vehicles/new-vehicles/leaf/range-charging.html> (accessed on 20 February 2021).
6. Odhams, A.M.C., Roebuck, R.L., Lee, Y.J., Hunt, S.W. and Cebon, D. (2010). Factors influencing the energy consumption of road freight transport. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, Vol. 224(9), pp. 1995-2010.
7. Robert Akena p'Ojok, A thesis submitted to the University of Birmingham for the Degree of Doctor of Philosophy "Improving road transport energy Efficiency through driver training" School of Civil Engineering, College of Engineering and Physical Sciences, Edgbaston Birmingham B15 2TT, United Kingdom (UK) August 2014 397p
8. Tesla. Tesla Official Website. 2019. Available online:

СЛАТОВ Іван Миколайович – аспірант кафедри автомобілів і транспортних технологій Луцького національного технічного університету, м. Луцьк, e-mail: ivan.slatov97@gmail.com

SLATOV Ivan - postgraduate student of the Department of Automobiles and Transport Technologies of Lutsk National Technical University, Lutsk, e-mail: ivan.slatov97@gmail.com

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ НА БАЗІ ПЛАВНОСТІ РУХУ ТА КЕРОВАНOSTІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

На базі рівнянь кінетики та диференціального рівняння відносних поздовжньо-кутових коливань для системи підресорена-непідресорена маси колісних транспортних засобів із нелінійною адаптивною підвіскою отримано аналітичні співвідношення для визначення граничного кута керованості. Останнє може служити базою створення програмного продукту з метою зміни основних силових параметрів системи підресорювання яка б максимального сприяла керованості транспортним засобом за заданої величини амплітуди поздовжньо-кутових коливань підресореної частини. Встановлено, зокрема, що значення статичного кута керованості є завищеним, до того ж граничне значення динамічного кута керованості із зростанням амплітуди коливань підресореної частини зменшується.

Ключові слова: амплітуда, частота, коливання, підресорена та непідресорена частини, деформація, керованість.

Using the equations of kinetics and the differential equation of relative longitudinal-angular oscillations for the system of sprung-unsprung mass of wheeled vehicles with nonlinear adaptive suspension, analytical relations were obtained to determine the limiting steering angle. This can serve as a basis for creating a software product to change the basic power parameters of the suspension system that would maximize the controllability of the vehicle at a given value of the amplitude of longitudinal-angular oscillations of the suspension part. It is established that the value of the static control angle is inflated and the limit value of the dynamic control angle decreases with increasing amplitude of oscillations of the sprung part.

Key words: amplitude, frequency, oscillations, sprung and unsprung parts, deformation, controllability.

Керованість колісних транспортних засобів (КТЗ) характеризує здатність транспортного засобу (ТЗ) зберігати заданий курс руху чи змінювати його внаслідок дії водія на кермове колесо [1]. Як показано у [2], граничне значення кута керованості КТЗ без урахування динаміки підресореної та не підресореної частин є завищеним. Воно визначається як зовнішніми (станом дорожнього покриття та шин, їх сходженням) [1,3-6], так і внутрішніми чинниками [7-9]. Щодо останніх, то тут в першу чергу треба віднести реакцію підресореної і непідресореної частин на той чи інший вид збурень кінематичних параметрів руху ТЗ зумовлених нерівностями шляху [10,11]. В кінцевому випадку останні приводять до зміни динамічної сили тиску на дорожнє покриття, а відтак – до дії дорожнього покриття на шини. Отже, динамічне значення кута керованості визначається також силовими характеристиками пружних шин та системи підресорювання. Для керування динамікою підресореної частини під час руху КТЗ малої вантажності вздовж криволінійних ділянок шляху та шляху із нерівностями, з метою покращення таких експлуатаційних характеристик як плавність ходу, керованість, стійкість руху набула широкого застосування адаптивна підвіска [11,12]. Вона здатна підлаштовувати пружно-демпферні характеристики так, щоб динамічна дія на КТЗ зумовлена зовнішніми чинниками не виходила за межі наперед заданих параметрів. Керування силовими параметрами такої підвіски базується на апріорній інформації підресореної та непідресореної частин на той чи інший вид збурень руху КТЗ. Отримати її можна на базі адекватної фізичному процесу математичної моделі та її розв'язку. Останнє є складною математичною проблемою, яка частково розв'язана тільки для найпростіших розрахункових нелінійних математичних моделей динаміки КТЗ.

Метою даної роботи є отримання аналітичних залежностей, які описують динаміку КТЗ із адаптивною нелінійною підвіскою і були б базою (виходячи із плавності ходу та керованості) для створення програмного продукту керування підвіскою.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА. Для розв'язання поставленої задачі за розрахункову модель КТЗ приймається плоску двомасову систему – підресорену та не підресорену частини. Вказані частини взаємодіють між собою системою адаптивної підвіски – пружними елементами та демпферними пристроями. Силкові характеристики останніх описуються нелінійними залежностями деформації - Δ

та швидкості деформації - $\dot{\Delta}$ вигляду: $F_i(\Delta, \dot{\Delta}) = (\alpha_i + \beta_i(\dot{\Delta})^{\nu_i})(\Delta)^{\nu_2+1}$ - для пружних елементів та $R_i = \chi_i \dot{\Delta}^{2s+1}$ - для демпферних пристроїв ($i=1$ для передньої та $i=2$ для задньої підвіски). У наведених вище співвідношеннях параметри $\alpha_i, \beta_i, \nu_1, \nu_2, \chi_i, s$ необхідно визначити таким чином, щоб КТЗ максимально задовольняв умовам плавності ходу та керованості у широкому діапазоні зміни амплітуди поздовжньо-кутових коливань підресореної частини.

Щодо обмежень, які стосуються розрахункової моделі та вказаних співвідношень, то вони полягають у наступному: а) деформації пружних шин під час руху є набагато меншими від деформації пружних елементів і ними в процесі вирішення поставленої задачі нехтуємо; б) відносне вертикальне переміщення центру мас підресореної частини є малою величиною у порівнянні із відносними переміщеннями точок з'єднання пружних елементів та підресореної частини. Цією величиною у математичній моделі нехтується; в) параметри $\alpha_i, \beta_i, \nu_1, \nu_2, \chi_i, s$, які характеризують підвіску повинні забезпечити коливальний процес підресореної частини і на них зупинимось нижче. Наведені обмеження дозволяють стверджувати, що відносне положення підресореної маси визначається кутом її повороту - $\varphi(t)$ навколо горизонтальної осі, яка проходить через центр маси цієї частини і перпендикулярна до вектора переносної швидкості вказаної точки. Для описання вказаного кута диференціальне рівняння приймає вигляд

$$I_0 \ddot{\varphi} = -a(F_{1np.} + R_{1on.}) - b(F_{2np.} + R_{2on.}), \quad (1)$$

де I_0 - момент інерції підресореної частини відносно вказаної вище осі. Приймаючи $\varphi(t)$ за узагальнену координату, деформації та швидкості деформації елементів підвіски виражаються співвідношеннями $\Delta_1 = a\varphi(t) - \Delta_{st}$, $\Delta_2 = b\varphi(t) + \Delta_{st}$, Δ_{st} - статична деформація пружних елементів.

Статична деформація є одним із параметрів, яка впливає на кінематику підресореної частини, а отже впливає на плавність ходу та керованість КТЗ, тому і є одним із важливих параметрів адаптивної підвіски. Змінювати її для різних типів систем підресорювання можна різними способами: від розмірів пружних елементів до тиску у пружних балонах [11]. Із диференціального рівняння (1), випливає, що статична деформація пружних елементів визначається співвідношенням $\Delta_{st} = (P/(\alpha_1 + \alpha_2))^{1/(\nu_2+1)}$, P - вага підресореної частини. Одночасно наведене дозволяє співвідношення (1) із точністю до величин вищого порядку мализни представити у вигляді

$$\ddot{\varphi} + \frac{\delta^2}{I_0} \dot{\varphi}^{\nu_1} \varphi^{\nu_2+1} = \frac{1}{I_0} \left\{ -(\chi_1 a^{s+2} + \chi_1 b^{s+2}) \dot{\varphi}^{2s+1} - (\alpha_1 a^{\nu_2+2} + \alpha_2 b^{\nu_2+2}) \varphi^{\nu_2+1} + (\nu_2 + 1) \Delta_{st.} (\beta_1 a^{\nu_1+\nu_2+1} + \beta_2 b^{\nu_1+\nu_2+1}) \dot{\varphi}^{\nu_1} \varphi^{\nu_2} \right\} \quad (2)$$

де $\delta^2 = \beta_1 a^{\nu_1+\nu_2+2} + \beta_2 b^{\nu_1+\nu_2+2}$.

Виходячи із цього, що плавність ходу та граничне значення динамічного кута керованості КТЗ значною мірою визначається відносними коливаннями підресореної частини, перейдемо до викладу основних положень, які лежать в основі методики їх описання. Вони базуються на:

а) фізично обґрунтованих обмеженнях щодо максимального значення правої частини рівняння (2), яке є значно меншим від максимального значення другого доданку лівої його частини. Це є підставою для обґрунтування застосування загальних ідей методів збурень [13] при побудові його розв'язку;

б) рівняння (2), як і відповідне йому нелінійне незбурене $\ddot{\varphi} + \frac{\delta^2}{I_0} \dot{\varphi}^{\nu_1} \varphi^{\nu_2+1} = 0$ має описувати коливальний процес. Останнє буде мати місце, якщо функція $y = \dot{\varphi}^{\nu_1} \varphi^{\nu_2+1}$ є непарною за аргументом φ та парною за аргументом $\dot{\varphi}$. Таким чином, у широкому діапазоні зміни параметрів ν_1 та ν_2 має виконуватись $\nu_1 = 2(m - \tau)/(2n + 1)$, $\nu_1 < 1$, $\nu_2 + 1 = (2p + 1)/(2q + 1)$, $\nu_2 > -1$ ($m, n, p, q = 0, 1, 2, \dots$).

Отже задача полягає у наступному:

1. Знайти наближений аналітичний розв'язок рівняння (2);

2. Із використанням вказаного розв'язку отримати такі аналітичні співвідношення, які б були базовими для оцінки плавності ходу та керованості КТЗ, а значить для створення програмного продукту адаптивної підвіски КТЗ малої вантажності.

Базою для знаходження розв'язку рівняння (2) можуть служити результати роботи [14], у якій показано, що перше наближення асимптотичного розв'язку рівнянь вигляду (2) виражається через періодичні Ateb-функції [15] у вигляді

$$\varphi(t) = a_{\varphi}(t) \operatorname{ca} \left(\nu_2 + 1, \frac{1}{1 - \nu_1}, \psi(t) \right). \quad (3)$$

У залежності (3) амплітуда $a_{\varphi}(t)$ та фаза $\psi(t)$ коливань підресореної частини як функції часу та параметрів, які описують пружні та демпферні характеристики системи підвіски визначаються співвідношеннями

$$\dot{a}_{\varphi}(t) = - \frac{(2 - \nu_1)(\chi_1 a^{s+2} + \chi_1 b^{s+2})}{4\omega(a_{\varphi})I_0\Pi} \left(\frac{2}{\nu_2 + 2} a_{\varphi}(t)\omega(a_{\varphi}) \right)^{2s+1} \frac{2\Gamma\left(\frac{2(s-\nu_1)+1}{2-\nu_1}(1-\nu_1)\right)\Gamma\left(\frac{1}{\nu_2+2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\nu_2+2} + \frac{2(s-\nu_1)+1}{2-\nu_1}(1-\nu_1)\right)}, \quad (4)$$

$$\frac{d\psi}{dt} = \omega(a_{\varphi}) = \frac{\nu_2 + 2}{2} \left(\frac{2 - \nu_1}{(1 - \nu_1)(\nu_2 + 2)} \delta^2 \right)^{\frac{1}{2-\nu_1}} a_{\varphi}^{\frac{\nu_1 + \nu_2}{2-\nu_1}} \quad (5)$$

Наведені співвідношення можуть служити базою для створення програмного продукту адаптивної підвіски виходячи із умови плавності ходу та керованості КТЗ. Дійсно, система підвіски задовольняє плавності ходу, якщо частота коливань підресореної частини змінюється в межах

$$0.8 \leq f \leq 4.5 \text{ Hz}. \quad \text{Якщо врахувати} \quad 2\Pi(\nu_1, \nu_2) = 2\Gamma\left(\frac{1-\nu_1}{2-\nu_1}\right)\Gamma\left(\frac{1}{\nu_2+2}\right)\Gamma^{-1}\left(\frac{1-\nu_1}{2-\nu_1} + \frac{1}{\nu_2+2}\right) -$$

періодичність за фазою ψ розв'язку (3), то частота у герцах підресореної частини приймає значення

$$\bar{f} = \frac{\omega(a_{\varphi})}{2\Pi(\nu_1, \nu_2)}. \quad \text{Ця залежність показує, що на відміну від традиційної системи підресорювання із}$$

лінійним законом зміни відновлювальної сили, для розглядуваного випадку частота власних коливань вказаної частини залежить не тільки від статичної деформації, але й від амплітуди коливань, а отже для розглядуваного класу систем підресорювання процес керування адаптивною підвіскою є більш складним. Налаштовувати належну частоту можна двома шляхами: а) програма керування системою адаптивної підвіски підлаштовує для конкретного її вигляду параметри підвіски (наприклад, деформацію пружних елементів для біжучого значення амплітуди, величину сили тиску у пружних балонах і т.д.); б) програма керування підлаштовує параметри системи за умови виходу частоти коливань за межі наперед заданого інтервалу. Вказані питання є прерогативою розробника самої адаптивної підвіски, а результати роботи - база для створення програмного продукту.

Отримані аналітичні залежності показують: а) на якісну картину затухання власних коливань ПМ КТЗ параметри адаптивної підвіски суттєво не впливають; б) ергономічним умовам експлуатації більшою мірою задовольняє адаптивна система підресорювання за таких параметрів $-1 < \nu_1 < 0$ і $0 < \nu_2 < 1$ - для малих значень амплітуд коливань та $\nu_1 > 0$ і $-1 < \nu_2 < 0$ за статичної деформації елементів пружної підвіски $0.2 < \Delta_{st} < 0.4$ для широкого діапазону амплітуд поздовжньо-кутових коливань.

На особливу увагу заслуговує випадок $\nu_1 = -\nu_2 = \nu$. Для нього, як випливає із залежності (3) динамічний процес є ізохронним, а отже комфортабельності (плавності) можна добитись за рахунок вибору лише параметрів α_1, α_2 та β_1, β_2 . Якщо до того ж прийняти до уваги, що параметри α_1, α_2

зв'язані із статичною деформацією пружних елементів залежністю $\Delta_{st} = (P/(\alpha_1 + \alpha_2))^{\frac{1}{\nu_2+1}}$, то для випадку $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$ і $\beta = \beta_1 = \beta_2$ маємо просту алгебраїчну залежність для визначення меж зміни параметру β адаптивної підвіски даного класу автомобілів малої вантажності P

$$0.85 \leq \frac{2 - \nu}{4\Pi(\nu, -\nu)} \left(\frac{1}{(1 - \nu)} \frac{3\beta g(a^2 + b^2)}{(a^2 + b^2 - ab + c^2/4)P} \right)^{\frac{1}{2-\nu}} \leq 4.5, \quad (6)$$

З іншого боку, отримані вище залежності можна розглядати як базові для зв'язку між конструктивними параметрами адаптивної підвіски та величиною статичної деформації. Остання, як випливає із наведеної вище залежності, повинна змінюватись в межах

$$\left[0.85 \frac{4}{2-\nu} \Gamma\left(\frac{1-\nu}{2-\nu}\right) \Gamma\left(\frac{1}{2-\nu}\right) \right]^{\frac{\nu-2}{1-\nu}} \left(\frac{\eta}{(1-\nu)(\alpha_1 + \alpha_2)} \right)^{\frac{1}{1-\nu}} < \Delta_{\text{din}} < \left[4.5 \frac{4}{2-\nu} \Gamma\left(\frac{1-\nu}{2-\nu}\right) \Gamma\left(\frac{1}{2-\nu}\right) \right]^{\frac{\nu-2}{1-\nu}} \left(\frac{\eta}{(1-\nu)(\alpha_1 + \alpha_2)} \right)^{\frac{1}{1-\nu}} \quad (7)$$

Щодо впливу параметрів адаптивної підвіски на керованість транспортних засобів, то базою для їх оцінки можуть служити, як і в [2], рівняння кінестатики для системи підресорена-непідресорена частини КТЗ, тобто

$$\begin{aligned} P_1 + P_2 + P - N_1 - N_2 &= 0, \\ F_2 - F_{1mp} &= 0, \\ (N_2 - P_2)(a + b) - Pa + M_A^\Phi &= 0, \end{aligned} \quad (8)$$

в яких відповідно P_1, P_2 відповідно вага переднього та заднього мостів, F_2, F_{1mp} рушійна та сила опору, N_1, N_2 - нормальні складові реакцій дороги M_A^Φ - момент сил інерції ПЧ відносно точки контакту (дотику) керованого колеса та дорожнього покриття

Момент сил інерції підресореної частини відносно точки А визначається співвідношення $M_A^\Phi = I_A \ddot{\varphi}$, I_A - момент інерції підресореної частини відносно осі, яка проходить через точки контакту керованих коліс і шляху. Для оцінки динамічного кута керованості КТЗ з адаптивною підвіскою достатньо знати максимальне значення величини M_A^Φ , тобто $\bar{M}_A^\Phi$. Умовою для визначення $\bar{M}_A^\Phi$ служить незбурене рівняння, яке відповідає (2). Відповідно до нього

$\bar{M}_A^\Phi = \frac{I_A \delta^2}{I_0} a_\varphi^{\nu_2+1} (a_\varphi \omega(a_\varphi))^{\nu_1}$. Найбільш небезпечним, з огляду на керованість для даного типу дорожнього покриття, є випадок, коли сила тиску передніх коліс на дорожнє покриття є мінімальною. Із рівнянь (8), враховуючи отримані вище результати маємо мінімальне значення сили тиску керованих коліс на дорожнє покриття G_1

$$G_1 = N_1 = P_1 + P \frac{b}{a+b} - \frac{I_A \delta^2}{(a+b)I_0} a_\varphi^{\nu_2+1} (a_\varphi \omega(a_\varphi))^{\nu_1} \quad (9).$$

Приймаючи для статичного $\bar{M}_\varphi$ і динамічного m_φ моментів опору повороту керованих коліс найпростішу модель: момент опору повороту пропорційний куту повороту керованого колеса ($\bar{M}_\varphi = c_\varphi \bar{\Theta}$, $M_\varphi = c_\varphi \Theta$, c_φ - величина кутової жорсткості шини відносно вертикальної осі, $\bar{\Theta}$ та Θ - відповідно статичний та динамічний кут повороту колеса) умова керованості КТЗ приймає вигляд $M_\varphi \leq \bar{M}_{\varphi \max}$. Тут $\bar{M}_{\varphi \max}$ - граничне значення статичного моменту, яке виникає при повному ковзанні елементів шини, що контактують з опорною поверхнею [1]. За граничне значення статичного моменту опору повороту шин приймають максимальне значення статичного моменту опору повороту шини, $\bar{M}_{\varphi \max} = k \left(P_1 + P \frac{b}{a+b} \right) \bar{\Theta}_{\max}$, де $\bar{\Theta}_{\max}$ - статичне граничне значення кута повороту керованого колеса, як і коефіцієнт k знаходиться емпірично ($k = (9 \div 11) \cdot 10^{-3} \text{ Нм/град}$). Таким чином, для визначення граничного значення динамічного кута повороту керованого колеса $\Theta_{\max}$ із урахуванням поздовжньо-кутових коливань ПЧ отримуємо залежність

$$\left\{ P_1 + P \frac{b}{a+b} - \frac{I_A \delta^2}{(a+b)I_0} a_\varphi^{\nu_2+1} (a_\varphi \omega(a_\varphi))^{\nu_1} \right\} \Theta_{\max} \leq \left(P_1 + P \frac{b}{a+b} \right) \bar{\Theta}_{\max} \quad (10)$$

Висновки. Отримані теоретичні результати, які впливають із динаміки КТЗ із нелінійною адаптивною силовою характеристикою СП показують, що

- параметри, які описують закони зміни пружної сили та сили опору СП визначають плавність ходу КТЗ, а коливальні процеси підресореної частини зменшують критичне значення динамічного кута повороту, причому, для більших амплітуд коливань його значення є меншим;

- з огляду на плавність ходу умовам експлуатації КТЗ більшою мірою задовольняє адаптивна СП за таких параметрів, які описують пружну силу: $-1 < \nu_1 < 0$ і $0 < \nu_2 < 1$ та $\nu_1 > 0$ і $-1 < \nu_2 < 0$ ($0.2 < \Delta_{st} < 0.4$);

- існує такий зв'язок між параметрами, які описують нелінійну пружну силу СП ($\nu_1 = -\nu_2$) за

якого плавність ходу КТЗ не залежить від амплітуди коливань (аналог лінійної відновлювальної сили СП), а визначається лише неконсервативною складовою відновлювальної сили.

Що стосується граничного значення динамічного кута керованості, то:

- для випадку $\nu_2 > 0$ більшим значенням параметра ν_2 відповідає більше його значення, а за умови $\nu_1 > 0$ та $\nu_2 < 0$ більшим значенням параметра ν_2 відповідає менше значення динамічного кута керованості;

- найбільш доцільно з огляду на керованість використовувати адаптивну підвіску із наступними значеннями параметрів $(-1 < \nu_1 < 0) \cup (0 < \nu_1 < 2)$ та $(0 < \nu_1 < 2) \cup (-1 < \nu_2 < 0)$ за статичної деформації підвіски $0.15 < \Delta_{st} < 0.3$ м. У сукупності отримані узагальнені залежності (4)-(6), (6) є базовими для створення програмного продукту конкретних типів адаптивних систем підресорення.

1. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навчальний посібник для ВНЗ / А.П. Солтус. – К.: Арістей, 2010. – 155 с.

2. B.Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, P. Popovich, Y. Vovk and O. Perenchuk. Dynamic Effect of Cushion Part of Wheeled Vehicles on Their Steerability (2018) International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, Volume 15, Issue 1 pp. 4880-4892 March.

3. Deb A, Joshi D. A study on ride comfort assessment of multiple occupants using lumped parameter analysis. SAE Technical Paper. 2012;2012-01-0053, doi:10.4271/2012-01-0053.

4. Zandieh A. Dynamics of a three - wheel vehicle with tadpole design. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Science in Mechanical Engineering, Ontario, Canada; 2014. <https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/>

5. Prevati G, Gobbi M, Mastinu G. Friction coefficient on snowy and icy surfaces of pneumatic tires fitted with or without anti-skid devices. SAE Technical Paper. 2006;2006-01-0560, doi:10.4271/2006-01-0560.

6. М.А. Подригало, А.А.Кашканов, А.А.Морозов, Ю.В.Тарасов, Н.П.Потапов, В.М.Бише. Оценка управляемости полноприводных автомобилей при установившемся повороте. Вісник машинобудування та транспорту. т.10, №2 (99)(2019).- с.126-133.

6. Сокіл Б.І. Власні вертикальні коливання корпусу автомобіля з урахуванням нелінійних характеристик пружної підвіски / Сокіл Б.І. Нанівський Р.А., Грубель М.Г. // Науково виробничий журнал «Автомобільний транспорт» .- 2013.- №5 (235).-С.15-18.

7. Кузьо І.В. Вплив параметрів підвіски на нелінійні коливання транспортних засобів // Вісник НУ “ЛП” “Динаміка, міцність та проектування машин і приладів”. – 2007. – № 588 – С. 49-52.

8. Грубель М.Г. Резонансні коливання ПЧ колісних транспортних засобів під час руху вздовж впорядкованої системи нерівностей / М.Г. Грубель, Р.А. Нанівський, М.Б. Сокіл // Вісник Вінницького політехнічного інституту. –Вінниця, 2015. – № 1. – с. 155–161.

9. Андрухів А.І., Сокіл Б.І., Сокіл М.Б. Базові засади щодо обґрунтування вибору силових параметрів адаптивної підвіски колісних транспортних засобів спеціального призначення. Військово-технічний збірник //Національна академія сухопутних військ.- Львів: 2018. Вип.19/2018.-С.38-51

10. А. Andrukhyv, N. Huzyk, M. Sokil, R. Nanivskyi, Influence of force characteristics of combat-wheeled vehicles system of sprinkling on shooting efficiency on move. Військово-технічний збірник.- Львів: НАСВ.- 2017 №16/2018-с.3-8

11. Дербаремдикер А.Д., Самонастраивающийся амортизатор с программированной демпфирующей характеристикой / А.Д. Дербаремдикер, Р.А. Мусарский, И.О. Степанов, М.А. Юдкевич // Автомобильная промышленность. 1985. – № 1. – С. 13 – 15.

12. Павленко В.М., Криворучко О.О. Сучасний стан розвитку активних підвісок для легкових автомобілів/ Павленко В.М., Криворучко О.О. //Вісник НТУ “ХП”, сер. Автомобіле- та тракторобудування.-Х. : НТУ, “ХП” 2014.- № 9 (1052).- С. 54-60.

13. Боголюбов Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А.- М.: Наука, 1974.- 501 с.

14. Hrubel M. Influence of characteristics of wheeled vehicle suspensions of its road-holding along curved stretches of trac / M. Hrubel, R. Nanivskyi, M. Sokil // Science & military. – Liptovscy Mikulas, Slovak Republska. – 2014. – Vol. 99. – № 1. – P. 15–19.

15. Senyk P.M. 1969. Incomplete Beta-function inversion. *Ukrainian Mathematical Journal*. – 21(3). pp. 325-333.

СОКІЛ Богдан Іванович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної механіки, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного, e-mail: sokil_b_i@ukr.net.

СЕНИК Андрій Петрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри прикладної математики, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: andrij.p.senyk@lpnu.ua.

СОКІЛ Марія Богданівна, канд. тех. наук, доцент кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: mariia.b.sokil@lpnu.ua.

АНДРУХІВ Андрій Ігорович, канд. тех. наук, директор науково-технічної бібліотеки, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: andriy.i.andrukhiv@lpnu.ua.

Bohdan SOKIL, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Engineering Mechanics National Academy of Land Forces.

Andriy SENYK, Ph.D., Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, Lviv Polytechnic National University

Maria SOKIL, Ph.D., Associate Professor of the Department of Social Communications and Information Activity, Lviv Polytechnic National University

Andriy ANDRUKHIV, Ph.D., Director of the Scientific and Technical Library Lviv Polytechnic National University

І.О. Таран, В.В. Литвин

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК РЕЖИМУ РУХУ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ І ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

Головним показником енергоефективності роботи автобусів, що безпосередньо впливає на собівартість перевезень, є витрати палива. Визначальними факторами, які характеризують ефективність режиму руху автобусів відповідно до витрат палива, є середня довжина перегону та частота зупинок на світлофорах. Для дослідження впливу цих чинників на енергоресурсну ефективність роботи автобусів була розроблена математична модель на основі рівняння паливного балансу транспортного засобу. Апробація розробленої моделі здійснювалася на типових маршрутах м. Дніпро. За результатами моделювання встановлено, що витрати палива на маршруті в залежності від кількості зупиночних пунктів на 1 км маршруту змінюються за лінійною залежністю, а від середньої довжини перегону – за гіперболічною. Виявлено, що запровадження експресного режиму руху на маршрутах дозволить підвищити енергоресурсну ефективність на 20-40% та збільшити швидкість сполучення на понад 30%.

Ключові слова: енергоефективність перевезень, витрати палива; режим руху автобуса, математична модель; міський маршрут, середня довжина перегону, швидкість сполучення.

The main parameter of energy-resource efficiency of bus operation, affecting immediately the prime cost of transportations, is fuel consumption. Average distance between stops and frequency of traffic light stops are the determining factors characterizing the efficiency of mode of transportation relative to the fuel consumption. A mathematical model based on the equation of fuel balance of a vehicle has been developed to study the effect of those factors on the energy-resource efficiency of bus transportations. The developed model has been tested in terms of standard routes of Dnipro. The modeling results have helped identify that fuel consumption during a route depending on the number of stops per 1 km of the route varied according to linear dependence; depending on the average distance between stops, it varied according to the hyperbolic one. It has been determined that implementation of express connection on route will help increase energy-resource effectiveness by 20-40% and raise transportation velocity by about 30%.

Keywords: energy efficiency of transportation, fuel consumption; bus traffic mode, mathematical model; city route, average race length, speed of connection.

Головним показником енергоефективності роботи автобусів, який безпосередньо впливає на собівартість перевезень, є витрати палива. На теперішній час Міністерство інфраструктури України рекомендує здійснювати облік споживання палива автобусів за методикою, яка базується на відомостях про базову лінійну норму витрат палива транспортного засобу та низці коефіцієнтів коригування. Такий підхід не повною мірою враховує можливі режими роботи транспортних засобів на маршруті, а також не дає змоги проведення оцінки економічних переваг від впровадження більш продуктивних режимів руху автобусів (наприклад експресного) з позиції паливної економічності. Розв'язання зазначеного завдання можливо за рахунок створення математичних моделей, які пов'язують експлуатаційні витрати палива автобусів з реальними умовами їх експлуатації на маршрутах.

В сучасних умовах найбільш прогресивним підходом для визначення витрат палива автобусів є аналітичний метод із використанням математичних (або імітаційних) моделей руху транспортних засобів на окремих ділянках маршруту. Він забезпечує оперативність отримання результатів і передбачає визначення величини витрат палива розрахунковим шляхом по окремим складовим транспортного процесу і умов експлуатації. Точність методу залежить від повноти моделі, яка враховує дорожні, транспортні і кліматичні умови. Незважаючи на те, що розроблені моделі вимагають експериментальної перевірки, саме аналітичні методики необхідні для практичного використання працівниками АТП у зв'язку із відсутністю необхідності проведення тривалих і дорогих експериментів та мінімуму витраченого часу для отримання результату.

В останнє десятиріччя питанням оцінки енергоефективності перевезень міських автобусів присвячені чисельні роботи таких вітчизняних вчених як Боднар М.Ф. [1], Волков В.П. [2], Говорущенко Н.Я., Горбунов А.П., Грубель М.Г., Дембіцький В.М. [3], Дем'янюк В.А. [4],

Кравченко О.П. [5], Кривошапов С.І. [6], Мельничук С.В. [7], Рудзинський В.В. [8], Сахно В.П. [9], Форнальчик Є.Ю., Чуйко С.П. [10], Якунін М.Є. та інших. Але вплив режимів руху автобусів на витрати палива у них не досліджувався. Виконаний аналіз робіт, показав, що витрати палива міських автобусів визначається цілою низкою чинників конструкційного, технологічного, експлуатаційного, організаційного і природно-кліматичного характеру. На думку авторів визначальними факторами, які характеризують енергоефективність режимів руху автобусів, відповідно до витрат палива автобусів є: середня довжина перегону та частота позапланових зупинок на маршруті із урахуванням наповнення салону автобуса на перегонах маршруту.

Для дослідження впливу цих чинників на енергоресурсну ефективність роботи автобусів була розроблена математична модель на основі рівняння паливного балансу транспортного засобу [11]. Апробація розробленої моделі здійснювалася на типових маршрутах м. Дніпро. У якості вихідних даних при моделюванні використовувалися відомості про кількість зупинок (де відбувається пасажирообмін) та додаткові динамічні навантаження, які пов'язані з рівнем заповнення салону автобусів (1). Ці показники визначалися на підставі обстеження пасажиропотоків.

$$G_{j,j+1}^a = G_{\text{спор}} + H_{j,j+1} \cdot m_{\text{ум}}. \quad (1)$$

де $G_{j,j+1}^a$ – повна маса автобуса між сумісними $j, j+1$ зупинками маршруту, кг; $G_{\text{спор}}$ – споряджена маса автобуса, кг; $H_{j,j+1}$ – наповнення автобуса між сумісними $j, j+1$ зупинками маршруту; $m_{\text{ум}}$ – умовна маси одного пасажирів ($m_{\text{ум}} = 68$ кг).

Значення кутів поздовжнього ухилу дороги та відстаней ділянок між зупинками визначались за допомогою інтернет-ресурсів *Google Earth Pro* і *Google maps* відповідно. Кількість додаткових зупинок на світлофорах розраховувалася, як середньозважене значення за розподілом Бернуллі:

$$P_u(e) = C_u^e \cdot p^e \cdot q^{u-e} = \left(\frac{u!}{e!(u-e)!} \right) \cdot p^e \cdot q^{u-e}, \quad (2)$$

де u – кількість світлофорів на маршруті; e – кількість затримок автобусів; p – вірогідність вільного проїзду світлофора; q – вірогідність затримки проїзду на світлофорі.

Середньозважене значення кількості затримок автобусів перед світлофорами $M(e)$ при проходженні по маршруту визначалося за наступною залежністю:

$$M(e) = \sum_{e \in u} e \cdot P_u(e). \quad (3)$$

Час затримки автобусів на світлофорах моделювався виходячи із середньої тривалості фаз червоного і жовтого сигналів за нормальним розподілом.

Наприклад, під час обстеження на маршруті № 34 (пр. Д. Яворницького – м-н Корея), на якому експлуатуються автобуси Богдан А09204, що працюють у режимі маршрутного таксі, кількість зупинок автобусу протягом рейсу змінювалася в діапазоні від 20 до 58 од. Зважаючи на це, було виконано математичне моделювання процесу перевезень для такої кількості зупиночних пунктів: 45 та 67 зупинок, які відповідають умовам експлуатації автобусів у режимі маршрутного таксі; 26 зупинок, які відповідають експлуатації автобусів у звичайному (позупиночному) режимі; 14, 8 та 4 зупинки, які відповідають експлуатації автобусів у експресному режимі. Результати моделювання представлені наведені у табл. 1 та на рис. 1.

За результатами моделювання встановлено, що витрати палива на маршруті №34 дорівнюють від 18,91 л/100 км (при $n_{\text{зуп}} = 4$) до 52,95 л/100 км (при $n_{\text{зуп}} = 67$), а сам вплив кількості зупинок на витрати палива у л/100 км має лінійний характер та апроксимується залежністю (4) із достовірністю $R^2=0,999$ (рис. 2):

$$Q_{\text{Богдан A09204}}^{\text{л/100 км}} = 17,144 + 0,538 \cdot n_{\text{зуп.}} \quad (4)$$

Таблиця 1

Результати математичного моделювання варіантів режимів руху автобусів на маршруті №34

Показник	Режим роботи автобусів					
	Маршрутне таксі		Звичайний	Експресний		
Довжина маршруту, км	12,7					
Кількість зупинок на маршруті	67	45	26	14	8	4
Середня довжина перегону, км	0,19	0,29	0,51	0,98	1,81	4,23
Швидкість сполучення, км/год	20,0	23,3	27,2	30,4	32,6	35,2
Витрачено палива протягом рейсу, л	6,724	5,263	4,025	3,149	2,710	2,402
Витрати палива, л/100 км	52,95	41,44	31,69	24,79	21,34	18,91

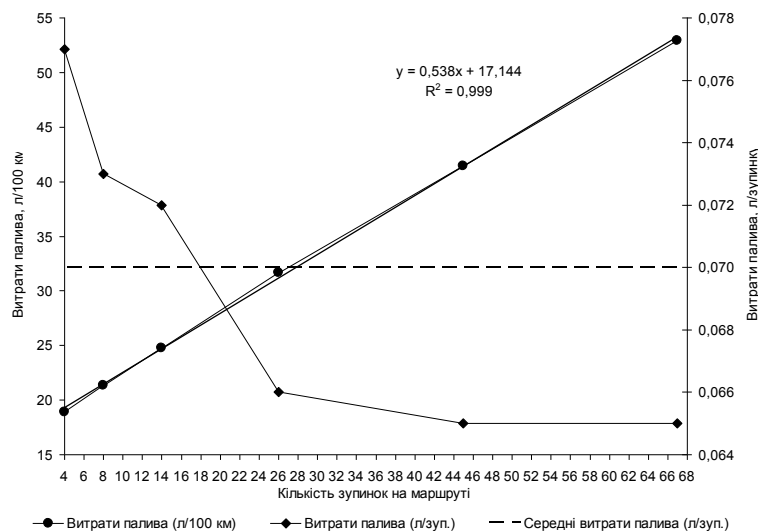


Рис.1 – Залежність витрат палива автобусів Богдан А09204 від кількості зупинок на маршруті №34

Згідно з [12] базова лінійна норма витрат палива для автобусів Богдан А092 становить $H_{\text{Л}} = 16,1$ л/100км; коефіцієнти коригування, які враховують роботу в міських умовах $K_{\text{МУ}} = 15\%$; роботу, яка потребує частих зупинок $K_{\text{ЧЗ}} = 10\%$ та вік автобусу $K_{\text{ВІК}} = 9\%$. Таким чином, експлуатаційні нормативні витрати палива автобусів Богдан А092 при експлуатації на міських маршрутах становлять:

$$Q_{\text{Н}} = 0,01 \cdot H_{\text{Л}} \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot [K_{\text{МУ}} + K_{\text{ЧЗ}} + K_{\text{ВІК}}]) = 0,01 \cdot 16,1 \cdot 100 \cdot (1 + 0,01 \cdot [15 + 10 + 9]) = 21,6; \text{ л/100 км.} \quad (5)$$

На рис. 2 наведено сумісний аналіз експлуатаційних нормативних витрат палива для автобусів Богдан А09204 та витрат палива, які були отримані за результатами моделювання.

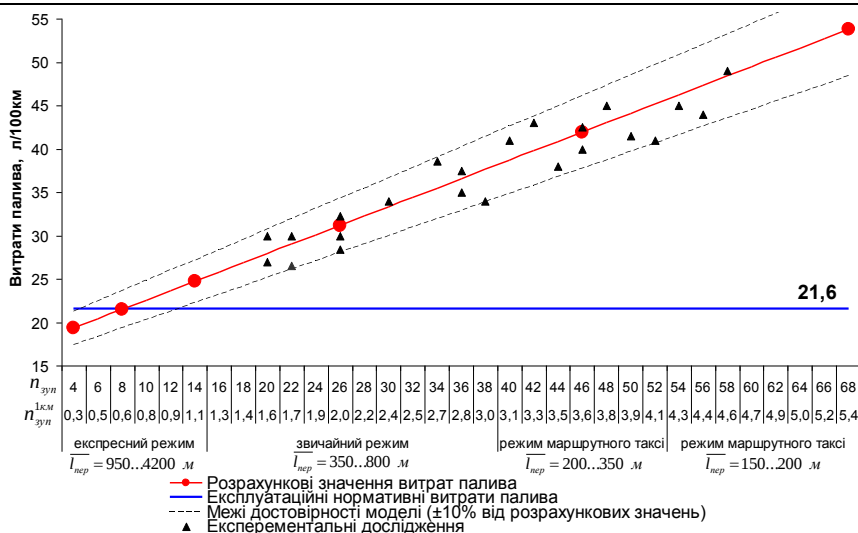


Рис.2 – Сумісний аналіз експлуатаційних нормативних витрат палива для автобусів Богдан А09204 та витрат палива, які були отримані за результатами моделювання

Аналіз інформації, яка наведена на рис. 2, свідчить, що витрати палива автобусів, які працюють у звичайному режимі ($n_{зуп} = 26$, $\bar{l}_{пер} = 0,51 \text{ км}$) перевищують нормативні значення на 36%; а у режимі маршрутного таксі ($n_{зуп} = 46$, $\bar{l}_{пер} = 0,28 \text{ км}$) на 86%. Даний факт пояснюється, по-перше, структурою паливного балансу автобуса Богдан А09204 (рис. 3), у якому витрати на подолання сил інерції під час здійснення зупинок складають більш ніж 50%. А по-друге, розподілом відношення сумарного часу роботи на i -й передачі до загального часу роботи двигуна (рис. 4), який свідчить, що експлуатації автобусів у звичайному режимі та у режимі маршрутного таксі притаманний тривалий рух на 1-4 передачах (від 18,3 до 35,1%), витрати палива на яких є суттєво більшими, а ніж продовж руху на вищих 5-й або 6-й передачах.

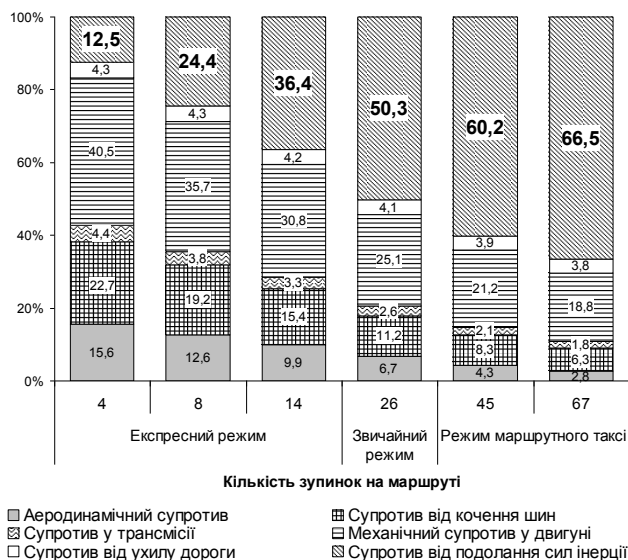


Рис. 3 – Структура паливного балансу

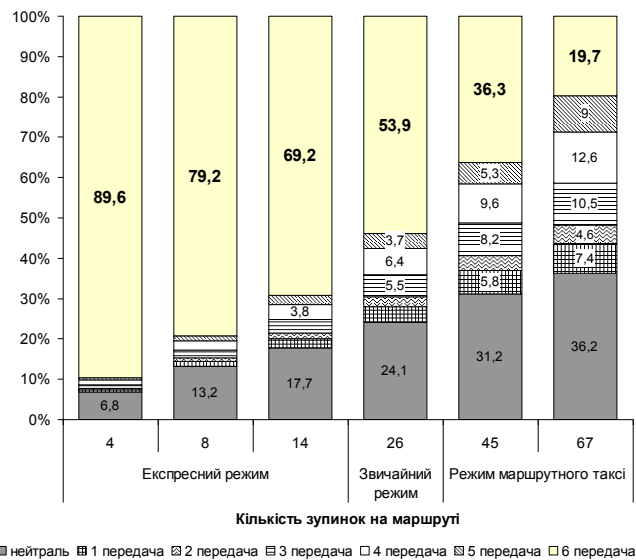


Рис. 4 – Розподіл відношення сумарного часу роботи на i -й передачі до загального часу роботи двигуна автобуса

Отже запровадження експресного режиму руху на маршруті дозволить скоротити витрати палива на 20-40% завдяки зменшенню додаткових витрат палива, які дорівнюють $Q_{зуп} \cdot n_{зуп}$ та скороченню тривалості руху у режимі 1-4 передачі. У якості апробації отриманої моделі (4) були проведені експериментальні дослідження (після кожного рейсу під час обстеження пасажиропотоків бак автобусів заповнювався «до відстрілу») витрат палива на маршруті №34, які позначені на рис. 2 символом $\blacktriangle$. Отримані результати засвідчують достатню відповідність між розрахунковими та експериментальними значеннями та мають розкид значень у межах 10%.

Слід зауважити, що отримана за результатами моделювання залежність витрат палива автобусів Богдан А09204 від кількості зупинок на маршруті №34 (4): має часний характер, і відповідно не може бути використана для інших маршрутів. Таким чином, залежність (4) потребує приведення до вигляду, який виключає прив'язку до довжини маршруту №34. У якості такого узагальненого показника була обрана кількість зупинок транспортних засобів на 1 км пробігу $n_{зуп}^{1км} = n_{зуп} / L_m$.

Залежність витрат палива автобусів, як функція від $n_{зуп}^{1км}$ була отримана на підставі інформації, яка наведена на рис. 2 та має наступний вигляд:

$$Q_{\text{л/100 км}}^{\text{Богдан А09204}} = 17,144 + 6,835 \cdot n_{зуп}^{1км}. \quad (6)$$

Враховуючи, взаємний зв'язок між $n_{зуп}^{1км}$ та середньою довжиною перегону на маршруті $\overline{l_{пер}}$, вираз (6) доцільно представити у вигляді, який зручно використовувати для оцінки енергоефективності перевезень на будь-якому маршруті при використанні різних режимів руху автобусів:

$$Q_{\text{л/100 км}}^{\text{Богдан А09204}} = 17,144 + 6,835 \cdot \left(\frac{L_m + \overline{l_{пер}}}{L_m \cdot \overline{l_{пер}}} \right). \quad (7)$$

Також запровадження експресного режиму на маршруті дозволяє збільшити швидкість сполучення автобусів на маршруті понад 30% (табл. 1), а відповідно їх продуктивність за рахунок зменшення тривалості рейсу. Аналіз результатів моделювання на інших маршрутах, на яких експлуатуються різні моделі автобусів, дозволив установити взаємозв'язок між коефіцієнтами моделей (6) і (7) та відомостями про базову лінійну норму витрат палива транспортних засобів (H_L):

$$Q_{\text{л/100 км}} = H_L \cdot [1,065 + 0,425 \cdot n_{зуп}^{1км}]; \quad Q_{\text{л/100 км}} = H_L \cdot \left[1,065 + 0,425 \cdot \left(\frac{L_m + \overline{l_{пер}}}{L_m \cdot \overline{l_{пер}}} \right) \right]. \quad (8)$$

Таким чином, установлені емпіричні залежності (8) дають змогу проводити оцінку енергоефективності процесу перевезення пасажирів для переважної більшості моделей автобусів залежно від режиму руху на міських автобусних маршрутах.

1. Боднар М. Ф. Експериментальна оцінка експлуатаційної витрати палива автобуса малого класу на приміському маршруті / М. Ф. Боднар, Я. Ф. Митник // Автошляховик України. – 2012. – № 1. – С. 15–19..

2. Волков В. П. Особливості визначення швидкісних характеристик транспортного засобу в умовах експлуатації / В. П. Волков, І. В. Грицук, В. П. Матейчик, Ю. В. Грицук, Ю. В. Волков // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2018. – № 2. – С. 38–43.

3. Дембіцький В. М. Адаптація їздового циклу до реальних умов руху міських автобусів / В. М. Дембіцький, П. В. Мазилук, С. М. Павляшик // Наукові нотатки. – 2018. – № 62. – С. 98–101.

4. Дем'янюк В. А. Типові їздові цикли як база прогностичної оцінки експлуатаційних витрат палива автобусів / В. А. Дем'янюк, М. Ф. Боднар, Ю. Л. Крайник // Проектування, виробництво та експлуатація автотransпортних засобів і поїздів: Щорічний науково-виробничий журнал. – 2012. – Випуск 20. – С. 100–107.

5. Кравченко О. П. Вдосконалення алгоритму нормування витрати палива міським автобусом обладнаним кондиціонером / О. П. Кравченко, С. І. Кривошапов, С. П. Чуйко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2019. – № 2. – С. 76–83.

6. Кривошапов С. І. Особливості нормування витрат палива транспортних машин у зимовий термін експлуатації / С. І. Кривошапов, А. А. Кашканов // Вісник машинобудування та транспорту. № 2. – 2017. С. 94–104.

7. Мельничук С. В. Підвищення паливної економічності та екологічних показників міського автобуса шляхом оптимізації параметрів і режимів руху / С. В. Мельничук, С. П. Чуйко, О. І. Рафальський // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2017. – № 1. – С. 84–93.

8. Рудзинський В. В. До питання вибору техніко-експлуатаційних параметрів автобусів для

роботи на міських пасажирських маршрутах / Рудзинський В.В. та інш. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2016. – № 1 – С. 138–142.

9. Сахно В. П. Нормування витрати палива для міських автобусів з дизельним двигуном / В. П. Сахно, Д. О. Свостін-Косяк // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – Київ : НТУ, 2017. – Вип. 3 (39). – С 141–150.

10. Чуйко С. П. Визначення складності автобусного маршруту за умовами експлуатації / С. П. Чуйко // Технічна інженерія. – 2018. – № 2 (82). – С. 160–165.

11. Литвин В.В. Обґрунтування раціональних параметрів експресного режиму руху на міських автобусних маршрутах: дис. ... к.т.н. : спец. 05.22.01 Транспортні системи / В.В. Литвин. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. – 247 с.

12. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – К. : Мінтранс України, 1998. – 45 с.

ТАРАН Ігор Олександрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Управління на транспорті», НТУ «Дніпровська політехніка», e-mail: taran.i.o@nmu.one.

ЛИТВИН Вадим Вікторович – к.т.н., старший викладач кафедри «Управління на транспорті», НТУ «Дніпровська політехніка», e-mail: lytvyn.v.v@nmu.one.

Igor TARAN – DScTech., Prof., Head of Transport Management Department, National Technical University “Dnipro Polytechnic”, e-mail: taran.i.o@nmu.one.

Vadim LITVIN, Ph.D. in Technology, senior lecturer of Transport Management Department, National Technical University “Dnipro Polytechnic”, e-mail: lytvyn.v.v@nmu.one.

ДИНАМІКА ПРОЦЕСУ ЗІТКНЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА НАЇЗДУ НА ПЕРЕШКОДУ

Розглядаються процеси зіткнення транспортних засобів між собою та наїзду на нерухому перешкоду. Встановлюються основні чинники, що впливають на величину руйнування (деформації), час його протікання та методи їх оцінки.

Ключові слова: удар, деформація, зіткнення, фаза, коефіцієнт відновлення, швидкість.

The processes of collision of vehicles among themselves and arrival on a motionless obstacle are considered. The major factors influencing size of destruction (deformation), time of its course and methods of their estimation are established.

Keywords: impact, deformation, collision, a phase, factor of restoration, speed.

При зіткненні автомобіля з іншими транспортними засобами або перешкодами між ними відбувається взаємодія, яка називається ударом. При реконструкції механізму зіткнення необхідно з'ясувати динамічні явища, що відбуваються в процесі удару, визначити параметри, характерні для даного явища, за станом та положенням транспортного засобу (ТЗ) після зіткнення. Для цього необхідно встановити втрати кінетичної енергії, що виникає при ударі двох автомобілів або автомобіля з перешкодою. Основними чинниками, що впливають на величину руйнування (деформації) та час його перебігу, є конструкція та швидкість руху автомобіля.

Дослідити зіткнення транспортних засобів на відміну від дослідження удару однорідних твердих тіл, значно важче, тому що транспортний засіб є анізотропним тілом з різними фізичними властивостями. Анізотропність ТЗ обумовлює нелінійний характер залежностей при зіткненні автомобілів – між напруженням та деформацією, швидкістю та деформацією. При невеликій силі удару ТЗ поведуться як пружні тіла, при значному ударі виникають незворотні деформації (пошкодження). В обох випадках при деформаціях автомобілів мають місце складні процеси, що супроводжуються витратами кінетичної енергії.

Удар, як механічне явище, що відбувається в механічній системі, характеризується різкою зміною швидкостей її точок за дуже малий проміжок часу та обумовлено короткочасною дією дуже великих сил. Як відомо, зіткнення автомобіля з перешкодою складається з двох фаз: перша саме зіткнення (від моменту дотику до моменту найбільшого зближення) і друга – наступне переміщення (від моменту найбільшого зближення до моменту роз'єднання) автомобіля.

У першій фазі, враховуючи, що ТЗ складається з пружно - пластичних матеріалів, кінетична енергія відносного руху переходить в залишкову деформацію і частково в потенційну енергію пружної деформації, теплову енергію, енергію звукових коливань та ін. У другій фазі – енергія пружної деформації перетворюється знову в кінетичну енергію автомобіля. При непружному ударі явище закінчується на першій фазі і автомобілі, що співударяються, продовжують рух разом як одне ціле з однаковою швидкістю.

Пряма, що проходить через точку дотику автомобілів при їх зіткненні, направлена паралельно відносної швидкості центрів маси на початку зіткнення, зазвичай називається лінією удару або зіткнення. Це поняття має важливе значення, оскільки саме по лінії удару діє ударний імпульс під час зіткнення автомобілів. По тому як проходить лінія удару, ми розрізняємо види зіткнень. Якщо швидкості автомобілів до зіткнення паралельні лінії удару, то зіткнення називають прямим, а якщо не паралельні – косим. Зіткнення називається центральним, якщо лінія удару проходить через центри ваги автомобілів, в іншому випадку воно буде ексцентричним. Слід мати на увазі, що напрямок лінії удару при зіткненні автомобілів залежить не тільки від напрямку руху, а й від величини швидкості руху кожного з них. Якщо швидкості руху автомобілів різні, то лінія удару буде розміщена під меншим кутом до поздовжньої осі того з них, який перед зіткненням мав більшу швидкість.

На основі закону збереження кількості руху можна записати;

$$m_1 v_{1n} + m_2 v_{2n} = m_1 v'_{1n} + m_2 v'_{2n} \quad (1)$$

де m_1 та m_2 – маси першого та другого автомобілів, кг; v_{1n} та v_{2n} – проекції швидкостей на

лінію удару першого та другого автомобілів перед зіткненням, м/с; v'_{1n} та v'_{2n} – проекції швидкостей на лінію удару першого та другого автомобіля після зіткнення, м/с.

Ступінь пружності удару, тобто розсіювання механічної енергії під час зіткнення на незворотну деформацію автомобілів, нагрівання, звукові коливання тощо, прийнято оцінювати коефіцієнтом відновлення K , що визначається як відношення швидкості взаємного удару центрів маси автомобілів після зіткнення до швидкості їх зближення до зіткнення у проекції на лінію удару.

$$k = \frac{v'_{2n} - v'_{1n}}{v_{1n} - v_{2n}} \quad (2)$$

При пружному ударі тіл відбувається відновлення їх первинної форми за рахунок потенційної енергії пружної деформації, що накопичилася в них.

Зіткнення автомобілів, що рухаються (прямий удар):

$$k = \frac{v'_{2n} - v'_{1n}}{v'_{1n}} \quad (3)$$

при $v'_{2n} > v'_{1n}$ – пружний удар; при $v'_{2n} = v'_{1n}$ – не пружний удар.

При косому ексцентричному ударі автомобілів,

$$k = \frac{v'_{2n} - v'_{1n}}{v_{2n} - v_{1n}} = \frac{0}{v_{2n} - v_{1n}} = 0 \text{ – не пружний удар.}$$

При зіткненні автомобілів величина коефіцієнта відновлення « K » залежить не тільки від фізичних властивостей деталей і агрегатів автомобілів, а й від швидкості зіткнення і маси автомобілів. Крім того, при зіткненні одних і тих же автомобілів, що рухаються з тією ж швидкістю, величина « K » буде різною, якщо вони зіштовхуються між собою різними частинами ($K = 0$ – тіла абсолютно не пружні; $K = 1$ – тіла абсолютно пружні). Так як автомобілі являють собою анізотропні конструкції, то значення коефіцієнта відновлення знаходяться в межах $0 < K < 1$ і наприклад, при лобовому, кутовому або попутному зіткненні двох автомобілів після фаз пружної і пластичної деформацій відбувається часткове спільне їх переміщення. При цьому переміщуються один або обидва автомобілі, але з різними швидкостями. Їх швидкості можна визначити за наступними залежностями:

$$v'_{1n} = v_{1n} - (1+k) \frac{m_2}{m_1 + m_2} (v_{1n} - v_{2n}), \text{ м/с} \quad (4)$$

$$v'_{2n} = v_{2n} - (1+k) \frac{m_1}{m_1 + m_2} (v_{1n} - v_{2n}), \text{ м/с} \quad (5)$$

Напрямок і характер переміщень обох автомобілів у цьому випадку залежить від напрямку удару, зон взаємного контактування, кількості руху автомобілів, що контактують між собою та ін.

Кінетична енергія звичайного легкового автомобіля, що рухається з помірною швидкістю, досить велика і при зіткненні вона повинна перетворитися на механічну роботу, а не в теплоту, як це буває при звичайному гальмуванні. Як правило, ця енергія перетворюється в роботу деформації кузова автомобіля та його вузлів. Сила удару при зіткненні може бути зменшена, якщо автомобіль або його елементи в результаті удару переміщуються на більшу відстань.

Отже, якість легкового автомобіля, з погляду безпеки пасажирів, визначається його здатністю поглинати енергію удару під час зіткнення, тобто. проходити після удару таку відстань, яка могла б обмежити сили, що діють на водія та пасажирів протягом долі секунди після удару. Водій та пасажир при зіткненні, після миттєвої зупинки автомобіля ще продовжують рухатися протягом незначного часу, зберігаючи швидкість руху, яку автомобіль мав у момент до початку ДТП. Саме в цей відрізок часу відбувається більша частина травм зі смертельним наслідком.

Переміщення автомобіля після зіткнення починається безпосередньо після закінчення дії ударних імпульсів і тому кінцеві умови фази зіткнення є початковими умовами фази наступного переміщення автомобіля. У разі одновимірного зіткнення (наприклад, лобове або заднє зіткнення, або зіткнення з перешкодою під кутом 90°), при якому коефіцієнт відновлення практично дорівнює нулю, траєкторія наступного переміщення є поступальним рухом автомобілів, що беруть участь у зіткненні, в одному напрямку при загальній швидкості:

$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}, \text{ м/с} \quad (6)$$

У разі двомірного зіткнення момент кількості руху автомобіля, який зазвичай дуже малий до зіткнення, збільшується у процесі зміни кінетичної енергії автомобілів. Кінетична енергія на початку другої фази дорівнює:

$$W_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} j \omega^2, \text{ Дж} \quad (7)$$

де v - початкова швидкість поступального переміщення автомобіля; j - момент інерції автомобіля відносно осі обертання; ω - початкова кутова швидкість автомобіля після зіткнення.

Ця енергія витрачається на опір тертя кочення шин по поверхні дороги до повної зупинки автомобіля. На противагу дуже короткій фазі зіткнення ця фаза відносно тривала і водій автомобіля якоюсь мірою може впливати на траєкторію руху шляхом використання рульового управління або гальм. Поведінка ТЗ при зіткненні та при наступному переміщенні аналогічна поведінці твердого тіла і тому для аналізу переміщення автомобіля при обох фазах зіткнення може бути застосована теорія динаміки твердого тіла. Кінетична енергія ТЗ, яку він мав до зіткнення, витрачається як при самому зіткненні, так і при подальшому переміщенні автомобіля. Кількість енергії, що витрачається в кожній з цих фаз зіткнення не однакова. У разі одновимірного зіткнення автомобілів енергія, що витрачається при самому зіткненні, становить

$$\Delta W = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)} (1 - k^2) \cdot (v_{10} - v_{20})^2 \quad (8)$$

При коефіцієнті відновлення $K = 0$

$$\Delta W = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)} (v_{10} - v_{20})^2 \quad (9)$$

У разі двовимірного зіткнення ΔW буде залежати не лише від величини коефіцієнта відновлення « K », але і від коефіцієнта тертя між кузовами двох автомобілів, що співударяються, кута удару, швидкостей автомобілів в момент зіткнення, геометричних форм кузовів автомобілів

$$\Delta W = \frac{(m_1 v_{10}^2 + m_2 v_{20}^2)}{2} - \frac{(m_1 v_1^2 + j_1 \omega_1^2) + (m_2 v_2^2 + j_2 \omega_2^2)}{2} \quad (10)$$

де v_1 та v_2 - швидкості поступального переміщення двох автомобілів наприкінці фази самого зіткнення; j_1 та j_2 - моменти інерції автомобілів; ω_1 та ω_2 - кутові швидкості автомобілів наприкінці фази самого зіткнення.

Поєднання цих швидкостей наприкінці фази самого зіткнення дає початкові умови для траєкторії подальшого переміщення автомобілів.

1. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М., Транспорт, 1989. - 255 с.
2. Евтюков С. А. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев // СПб.: Петрополис, 2012. – 324 с.
3. Столяров В.В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий на основе теории риска: учебное пособие, Саратов, 1996.-176 с.
4. Немчинов М.В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобиля/ М.В. Немчинов.- М.: Транспорт, 1985.-230 с.

ТХОРУК Євген Іванович – к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

КИСІЛЬ Володимир Володимирович – студент групи ТТ-11інт, Національного університету водного господарства та природокористування.

Yevhen TKHORUK - Ph.D., Associate Professor of the Department of Transport Technologies and Technical Service of National University of Water and Environmental Engineering.

Volodymyr KYSIL – student of the TT-11int. group of National University of Water and Environmental Engineering.

С.М. Устінцев, М.С. Агєєв, А.І. Грищук
Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,
Жилінський університет в Жиліні, Словаччина

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЄЮ ВІДНОВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ В ПРОЦЕСІ РЕМОНТУ

Для обрання найбільш оптимального режиму електродугового напилення для досягнення максимальної якості та ресурсу відновлюваних поверхонь деталей засобів транспорту досліджували фізико – хімічні процеси, які проходили під час розпилювання металевих частинок і нанесення їх на відновлювану поверхню.

Запропоновані основні підходи управління процесом електродугового напилення: складом і властивостями несучого середовища (транспортуючого газу) і матеріалом покриття, швидкістю і температурою суміші і частинок розплавленого матеріалу, що розпилюються, для підвищення експлуатаційних властивостей і терміну служби деталей засобів транспорту.

Ключові слова: *оптимальний режим, управління, експлуатаційні властивості, засоби транспорту, термін служби, відновлювана поверхня*

To select the most optimal mode of electric arc spraying to achieve the maximum quality and service life of renewable surfaces of vehicle parts, the physico - chemical processes that took place during the spraying of metal particles and their application on the recoverable surface were studied.

The main approaches to control the process of electric arc spraying are proposed: composition and properties of the carrier medium (conveying gas) and coating material, speed and temperature of the mixture and particles of molten material sprayed to improve the performance and service life of vehicle parts.

Keywords: *optimal mode, control, operational properties, means of transport, service life, renewable surface*

Постійно зростає кількість способів відновлення та поверхневого зміцнення зношених поверхонь деталей засобів транспорту, завдяки яким забезпечуються задані експлуатаційні характеристики поверхневих шарів різними методами, в тому числі і з використанням методу електродугового напилення на підготовлену поверхню.

Особливістю методів відновлення та зміцнення є неможливість отримання покращених експлуатаційних властивостей для всіх режимів експлуатації одночасно. Однакові матеріали покриття нанесені різними способами, дають різні робочі параметри.

Основними науково - теоретичними проблемами при відновленні та підвищенні експлуатаційних характеристик деталей засобів транспорту в процесі ремонту є відсутність апарату управління технологією відновлення та зміцнення поверхонь деталей засобів транспорту яка дозволяє досягати максимальних експлуатаційних характеристик деталей при встановленні необхідних параметрів та вибору ефективної послідовності операцій.

Схема нанесення покриття складається з наступних елементів: подачі металу (сировини) до місця плавлення; нагрівання металу до розплавлення; диспергування металу; надання металевим частинкам значної швидкості; удар прискорених частинок о поверхню деталі, їх деформація і закріплення; охолодження частинок, які закріпилися і всього покриття в цілому.

Термін служби відновлених деталей визначається якістю покриттів отриманих електродуговим напиленням, на які істотно впливають цілий ряд параметрів технологічного процесу електродугового напилення: режим напилення (величина струму, тиск і витрата розпилювального газу, дистанція напилення, швидкість переміщення апарату для електродугового напилення); діаметр, хімічний склад і швидкість подачі дроту; спосіб обробки поверхонь, відновлених електродуговим напиленням [1].

Вищевказані технологічні параметри визначають чинники, які впливають на кінетику і структуроутворення відновлених поверхонь [2, 3]. До них відносяться: параметри газотермічного потоку (діаметр, швидкість і температура газу і частинок розпилюемого матеріалу покриттів отриманих електродуговим напиленням, ступінь їх окислення); склад і властивості несучої середовища і матеріалу покриттів; шорсткість і температура відновлюваної поверхні.

Впливати на кількісні і якісні характеристики фізико – хімічних взаємодій при напиленні і на експлуатаційні властивості відновлюваних деталей засобів транспорту можна шляхом управління параметрами процесу електродугового напилення – покриттів, які узагальнені і схематично представлені на рис. 1 [4, 1, 5].

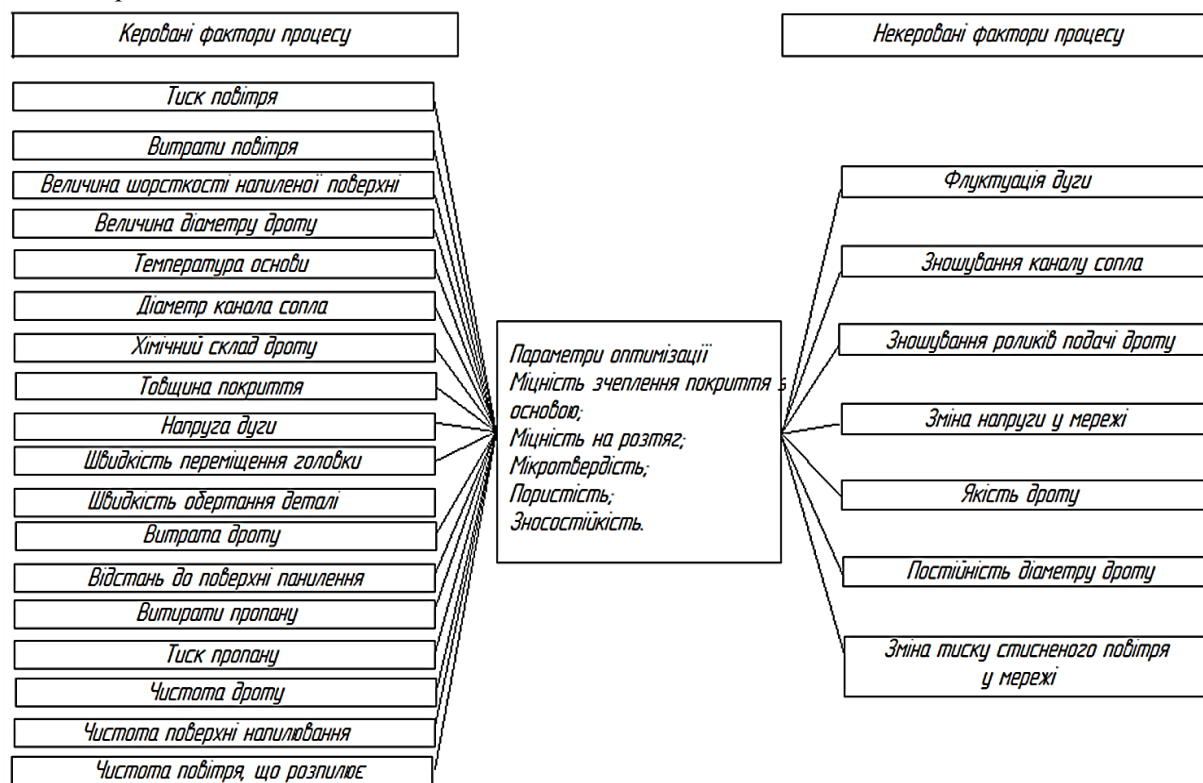


Рисунок 1 - Технологічних параметри нанесення покриття електродуговим напиленням

Процес напилення покриттів є результатом фізико-хімічних взаємодій:

- в системі «горючий газ – окислювач», в результаті якої утворюється енергія, кількість якої визначається складом суміші продуктів горіння, що супроводжується значним підвищенням температури газів в зоні реакції, підвищенням їх тиску і швидкості переміщення в напрямку фронту полум'я;
- продуктів горіння з дротом, в процесі якої він нагрівається до температури плавлення з утворенням рідкої фази;
- повітряного потоку з розплавом дроту і утворення струменю частинок, що розпилюються;
- перетворення кінетичної енергії частинок, що розпилюються в роботу деформації в процесі їх механічного контакту з відновлюваною поверхнею, передача внутрішньої (теплової) енергії від частинок до деталі.

При відновленні деталей засобів транспорту шляхом нанесення покриттів електродуговим напиленням можна розширити можливості регулювання процесу напилення покриттів за рахунок зміни складу транспортуючого газу, що впливає на температуру, швидкість і окислювальну здатність частинок, що розпилюються. Процес відновлення деталей засобів транспорту електродуговим напиленням, при якому розпилення матеріалу покриття здійснювалося струменем продуктів згорання пропану – повітряної суміші характеризується: підвищенням швидкостей частинок, що розпилюються; зменшенням середнього розміру частинок в 4 – 7 разів; підвищенням температури струменя розпилення; збільшенням кількості частинок, що осаджуються уздовж відновлюваної поверхні деталі. Швидкість польоту частинок становила 120 – 130 м/с (відношення пропан/кисень 1/4 та чисте повітря) і 400 – 500 м/с (відношення пропан/кисень 1/18 та 1/30). Розміри частинок, з яких формувалися покриття, перебували в межах 15 – 40 мкм [1].

Використанням в якості транспортуючого газу замість повітря продуктів згорання

пропано – повітряної суміші та їх варіюванням можна створювати нейтральну або відновлювальну атмосферу в зоні плавлення електродного дроту, і тим самим знижувати окислення металу і вигорання легуючих елементів [1].

Процес відновлення деталей засобів транспорту електродуговим напиленням, при якому розпилення металу здійснювалося струменем продуктів згоряння пропано – повітряної суміші характеризується [6]:

- підвищенням швидкостей розплавлених частинок;
- зниженням середнього розміру часток в 4 – 7 разів;
- підвищенням температури струменя розпилу;
- збільшенням кількості осідають частинок уздовж відновлюваної поверхні деталі і налипання на її мікровиступи (рис. 2).

При малій швидкості руху апарату для електродугового напилення і при великій щільності струму дуги «нарости» на мікровиступів (рис. 2) збільшуються і в місцях їх утворення спостерігається різке збільшення розміру пор.

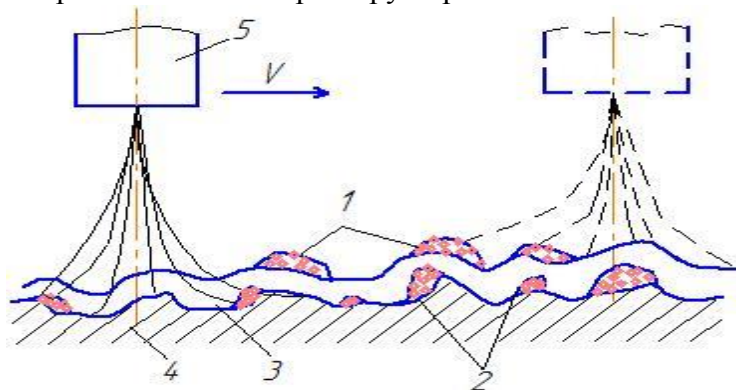


Рисунок 2 - Схема формування покриття при електродуговому напиленні струменем продуктів згоряння пропано – повітряної суміші: 1, 2 – «нарости» на мікровиступах; 3 – шар напиленого покриття; 4 – відновлювана поверхня; 5 – розпилювальна головка електродугового апарату

Збільшення швидкості переміщення електродугового апарату призводить до зменшення розмірів «наростів». В результаті частки рідкого металу, на яких формується шар покриття, б'ючись об такий невеликий «наріст» під дією тиску і можуть повністю заповнити пори в ньому, здійснюючи як би його просочення рідким металом, що веде до помітного зменшенню пористості всього напиленого шару покриття.

Для того щоб вибрати найбільш оптимальний режим електродугового напилення для досягнення максимальної якості та ресурсу відновлюваних поверхонь деталей засобів транспорту досліджували фізико – хімічні процеси, які проходили під час розпилювання металевих частинок і нанесенні їх на відновлювану поверхню.

Отримані залежності і результати експериментальних досліджень були спрямовані на вирішення завдання управління параметрами газотермічного потоку: швидкістю і температурою газу і частинок, гранулометричним складом часток, властивостями частинок і несучого середовища з метою отримання високих фізико – механічних і експлуатаційних властивостей відновлюваних поверхонь і терміну служби деталей засобів транспорту.

З метою підвищення якості та терміну служби відновлюваних деталей засобів транспорту покриттями нанесеними електродуговим напиленням доцільно поряд з вирішенням задачі управління параметрами газотермічного потоку (швидкістю і температурою газу і частинок, гранулометричним складом часток, властивостями частинок і несучої середовища) керувати швидкістю переміщення ЕДН – апарату, відстанню між його соплом і відновлюваною поверхнею, тривалістю перерв між напиленням окремих шарів покриття, температурою деталей і покриття. Зазвичай відстань від сопла до відновлюваної поверхні становить 80 – 200 мм. Відрізок часу між нанесенням окремих шарів повинен бути

якомога менше, щоб уникнути утворення окислів і осідання пилю, що перешкоджає зчепленню частинок між собою. Швидкість переміщення апарату для електродугового напилення вибирається таким чином, щоб за один прохід наносився шар покриття товщиною до 0,2 – 0,3 мм. Занадто повільне переміщення апарату викликає перегрів покриття і відновлюваної поверхні, що погіршує їх якість.

Для нанесення рівномірного по товщині покриття необхідно переміщати апарат для електродугового напилення в напрямку перпендикулярному до площині, що напиляється. Таким чином, рівномірність товщини шару покриття на відновлюваній поверхні деталі буде тим більше, чим менше швидкість руху апарату і чим більше кут розкриття факела і відстань між соплом апарату і поверхнею деталі.

Таким чином управління факторами, які стосуються дротяних матеріалів, що напилюються, зокрема діаметром, хімічним складом і швидкістю подачі дротів, можна підвищити якість і термін служби відновлюваних поверхонь.

Отриманням залежностей, що дозволяють прогнозувати параметри електродугового напилення (температуру та швидкість матеріалу, що розпилюється, і газу, що розпилює) та дають можливість аналітично оцінити їх вплив на якість відновлюваної поверхні.

1. M.S. Ageev, M.S. Chernovol, T.V. Smirnova Study of the spraying process and the influence of its factors on the properties of electric arc spraying coatings. Modern questions production and repair in industry and in transport: materials of the 20th International Scientific and Technical Seminar (March 23 – 29, 2020, Tbilisi, Georgia). Kyiv: 2020. P. 201 – 205.

2. М.С. Агеєв, М.А. Білоцерківський, В.М. Лопата, Н.В. Вігілянська Використання структурних аномалій в сталевих газотермічних покриттях при підвищенні зносостійкості засобів транспорту. Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». Технічні науки. 2020, №4. Том 1 (287), С. 257 – 262. DOI 10.31891/2307 – 5732.

3. М.С. Агеєв, В.Н. Лопата, М.А. Белоцерковский Структурные особенности в стальных газотермических покрытиях и возможности их использования Сучасні проблеми підготовки, виробництва і ремонту в промисловості і на транспорті: матеріали 16 – го міжнародного науково – технічного семінару (22 – 26 лютого 2016 р., Закарпатська обл., Свалява). Київ: АТМ України. 2016. С. 12 – 16.

4. М.С. Агеєв, М.В. Головащук Підвищення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту шляхом керування факторами процесу електродугового напилення багатофункціональних покриттів Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». Технічні науки. 2019 №3(273). С. 240 – 248. DOI 10.31891/2307 – 5732.

5. М.С. Агеєв Влияние параметров оборудования для электродугового напыления на факторы процесса напыления и свойства защитных покрытий для деталей судовых машин и механизмов: матеріали міжнародної науково – практичної конференції присвяченої пам'яті професорів Фоміна Ю.Я. і Семенова В.С. Одеса: 2020. С. 134 – 140.

6. В.Т. Трощенко Деформирование и разрушение металлов при многоцикловом нагружении. Киев: Наукова думка, 1981. 244 с.

УСТИНЦЕВ Сергій Миколайович – аспірант, Херсонська державна морська академія, e-mail: tustinceva@marad.gov.ua

АГЕЄВ Максим Сергійович – д.т.н., доцент, кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: maxageev73-73@ukr.net

ГРИЦУК Андрій Ігорович – студент будівельного факультету, Жилінський університет в Жиліні, Словаччина, e-mail: gritsuk.and.ig@gmail.com

USTINTSEV Serhiy Mykolayovych - graduate student, Kherson State Maritime Academy, e-mail: tustinceva@marad.gov.ua

AGIEIEV Maksym Serhiiovych - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, e-mail: maxageev73-73@ukr.net

GRITSUK Andriy Ihorovych - student of the Faculty of Civil Engineering, University of Žilina, Žilina, Slovakia, e-mail: gritsuk.and.ig@gmail.com

Худяков І.В., Грицук І.В., Черненко В.В., Манжелей В.С., Котов А.І.
Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РЕЖИМІВ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІЯ В СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В статті розробляються сучасні методи і заходи, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль режиму праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ. Виконано аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні.

Ключові слова: транспортний засіб, дистанційний моніторинг, режими праці та відпочинку водія.

The article develops modern methods and measures that allow remote control of the mode of work and rest of the driver in the system of information monitoring of the technical condition of the vehicle. The analysis of features of remote determination of modes of work and rest of the driver in system of information monitoring of vehicles in Ukraine is executed.

Key words: vehicle, remote monitoring, driver's work and rest modes.

Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційних технологій моніторингу руху транспортних засобів (ТЗ) дозволяє в умовах експлуатації забезпечувати розв'язання задач інформатизації робочих процесів завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів, так і засобів комунікацій та інформаційних можливостей самих транспортних засобів [1, 2]. В основу інформаційних задач експлуатації транспорту покладена практична реалізація синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі глобальної мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації.

Більшість відомих систем моніторингу ТЗ, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами зв'язку і великими об'ємами даних [2 - 5]. Так, система моніторингу машин Caterpillar у своїй роботі використовує пристрої Product Link, що забезпечують двосторонній обмін інформацією між вбудованими системами спеціальної дорожньої техніки (СДТ) або ТЗ і комп'ютером власника СДТ через інтернет-портал Dealer Storefront [6, 7]. Відомо, що з 2006 р. використовується проект мобільної й спільної діяльності європейських мереж надзвичайної допомоги ТЗ - інтегрована система Myscarevent (ЄС) [6, 8]. Проект спрямований на розвиток конкуренції в сфері автосервісу й виходить із припущення, що бортова діагностична система OBD не завжди точно визначає можливі причини відмов автомобіля й тому потрібна додаткова інформація, у тому числі консультації експертів. Інтегрована система MRLN (США) [6, 9] використовується для військових транспортних засобів, наприклад система дистанційної мережевої логістики експлуатації MRLN випробовувалася в 2005 р. у реальних умовах експлуатації для колісних транспортерів Stryker сухопутних військ США. MRLN дозволяє використовувати можливості інтерактивних електронних технічних засобів IETM (Interactive Electronic Technical Manuals) і електронної експлуатаційної системи EMS (Electronic Maintenance System), що прийняті і використовуються в збройних силах США.

В Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (ХНАДУ) розроблена загальна експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ [2, 3], що базується на офіційних регламентуючих документах. Для її реалізації спільно з фахівцями Херсонської державної морської академії (ХДМА) і Національного транспортного університету (НТУ) розроблений ПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» для здійснення ідентифікації, моніторингу параметрів технічного стану, діагностування, ідентифікації умов експлуатації транспортних засобів в умовах ITS [4].

Компанія-виробник Mobileye [10] надає апаратно-програмний комплекс допомоги водієві, за допомогою використання даних з відеокамери і бортового комп'ютера (датчик швидкості, сигнали повороту, датчик гальма тощо). Відомі також компанії Bosch Mobility Solutions [11] і TRW Automotive [12], що розробляють рішення для підвищення безпеки пасажирів та інших учасників

дорожнього руху у швидко зростаючому сегменті сучасних систем допомоги водієві.

В частині комплексного контролю експлуатації ТЗ основним недоліком названих систем і програм є відсутність одночасної оцінки дотримання режиму праці та відпочинку водія (РПВВ), фізичного стану водія, неможливість забезпечення взаємозв'язку між витратою палива ТЗ, параметрами технічного стану ТЗ та РПВВ, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі [13] тощо.

Одним із можливих перспективних варіантів систем моніторингу ТЗ в умовах експлуатації є використання, розробленої спільно ХДМА, НТУ і ХНАДУ інформаційної моделі ІПК управління безпекою і працездатністю ТЗ («Motor Vehicle Safety and Performance Management» (в подальшому - MVSPM)). Система має особливість, що полягає в одночасному моніторингу безпосередньо параметрів ТЗ, забезпечує дистанційну перевірку РПВВ, фізичний стан водія, екологічні показники ТЗ, порушення швидкісного режиму тощо сучасним ІПК у процесі визначення параметрів технічного стану ТЗ засобами ITS.

Для виконання аналізу можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ в Україні був проведений моніторинг параметрів технічного стану ТЗ і РПВВ на основі ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841LS, реєстраційний номер AA5113TA, під час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна).

Основні результати моніторингу ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841LS показані в табл. 1 і на рис. 1.

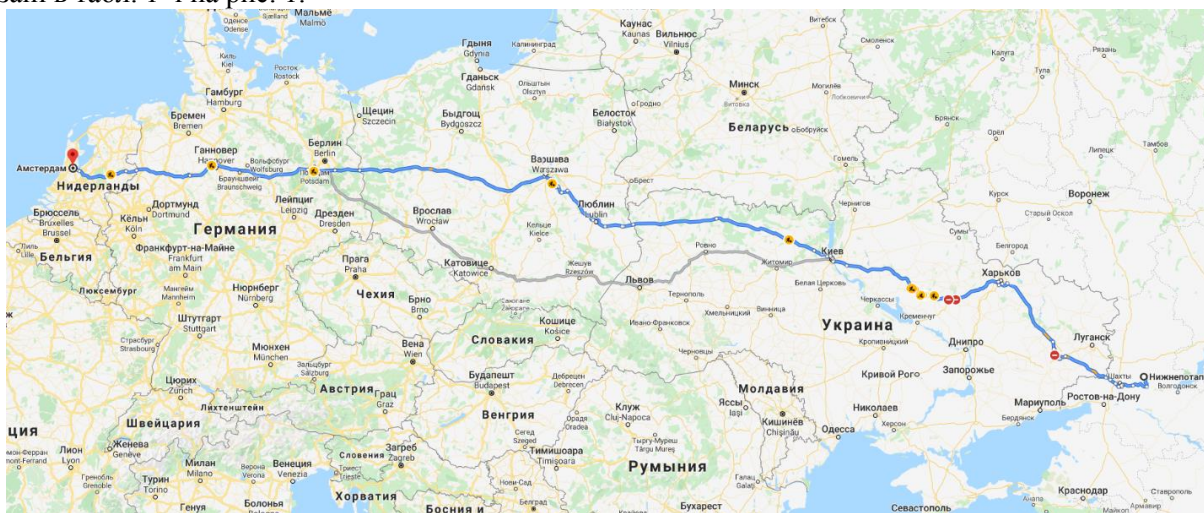


Рисунок 1 Трекінг ТЗ на мапі спостереження час рейсу ТЗ за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна)

Реєстрація витрати палива проводилась додатковими технічними засобами, встановленими на ТЗ. Крім того проводилась реєстрація РПВВ вказаного ТЗ в умовах експлуатації. На рис. 2 показані основні результати моніторингу параметрів витрати палива і РПВВ під час дослідного спостереження.

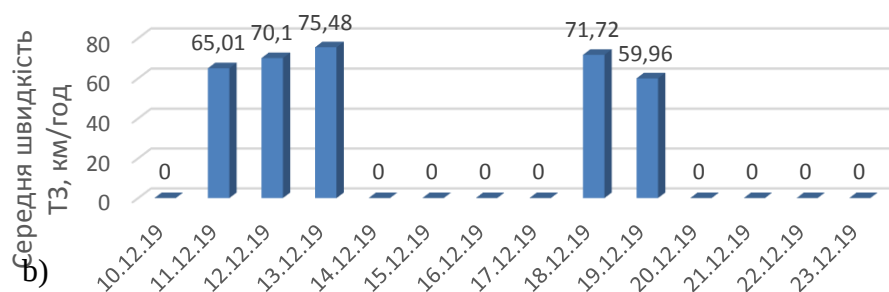
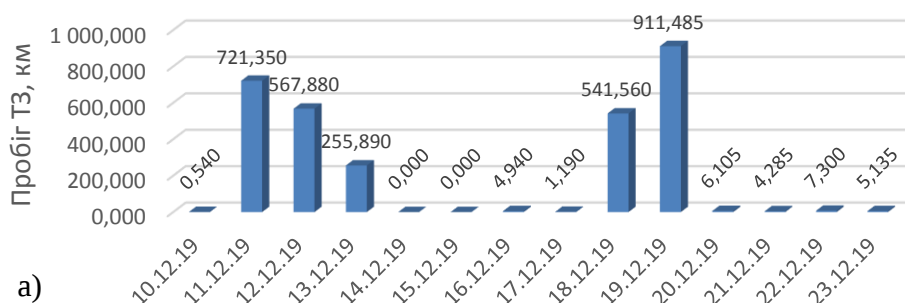
В результаті проведеного аналізу отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та РПВВ, можливо впевнено говорити, що:

- параметрам технічного стану ТЗ, окрім витрати палива і швидкості, в практиці експлуатації вантажних ТЗ в Україні, приділяють недостатньо уваги;
- в автоматичному режимі, одночасно з параметрами технічного стану ТЗ, у власника ТЗ не проводиться реєстрація РПВВ в реальному часі експлуатації ТЗ. Це робиться після закінчення рейсу. Тобто спостерігати за зміною параметрів ТЗ при наявності точної інформації про РПВВ водії ТЗ не можливо;
- у результаті моніторингу параметрів стану ТЗ видно у власника, що параметри витрати палива ТЗ мають зв'язок тільки із середньою швидкістю ТЗ, але виводяться на реєстрацію вони у вигляді середніх значень витрати палива, що на сьогоднішній час не достатньо. До інших параметрів стану ТЗ доступу власники ТЗ не мають. Моніторинг параметрів ТЗ здійснюється на основі договорів. Реєстрація параметрів РПВВ здійснюється за допомогою приладів в кабіні ТЗ без

можливості дистанційного моніторингу.

Таблиця 1. Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнеспотів (Україна)

Дата	Тривалість водіння	Тривалість відпочинку	Пробіг	Рівень палива, початок	Рівень палива, кінець	Різниця	Середня швидкість	Середня витрата палива
	годин	годин	км	літр	літр	літр	км/ год	літр/ 100 км
10.12.19	0:03:00	23:57:00	0,540	897,00	1150,00	253,00		
11.12.19	11:09:00	12:51:00	721,350				65,01	29,4
12.12.19	8:10:00	15:50:00	567,880				70,1	29
13.12.19	3:39:00	20:21:00	255,890				75,48	28
14.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
15.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
16.12.19	0:11:00	23:49:00	4,940					
17.12.19	0:18:00	23:42:00	1,190					
18.12.19	7:55:00	16:05:00	541,560				71,72	28,6
19.12.19	15:20:00	8:40:00	911,485				59,96	31
20.12.19	0:10:00	23:50:00	6,105					
21.12.19	0:22:00	23:38:00	4,285					
22.12.19	0:15:00	23:45:00	7,300					
23.12.19	0:21:00	23:39:00	5,135	504,00	1150,00	646,00		
РАЗОМ:	47:53:00	288:07:00	3027,660			899,00	66,7	29,9



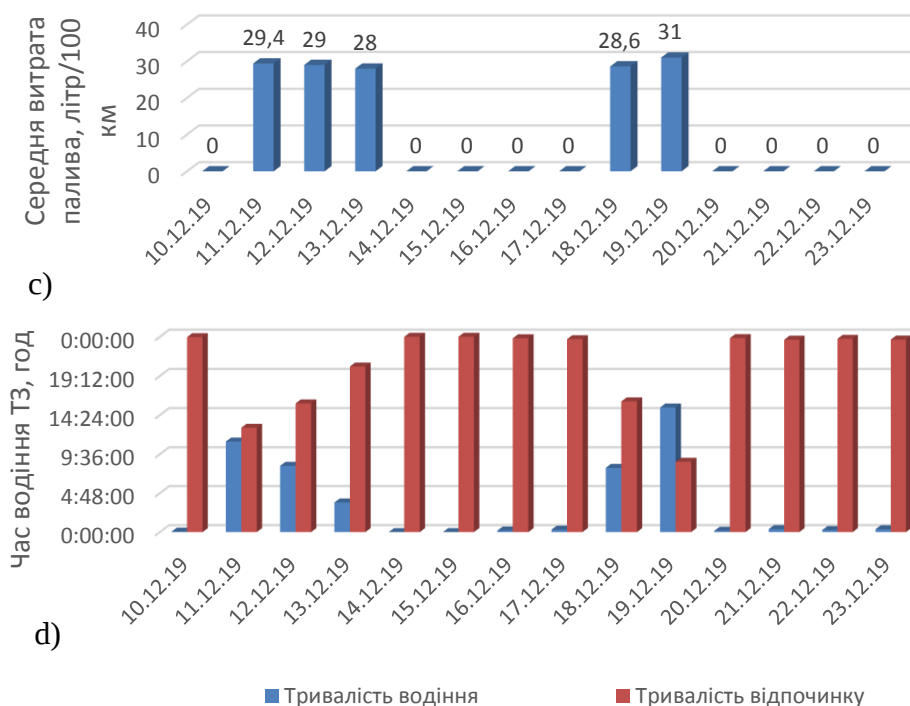


Рисунок 2 Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ

а) результати реєстрації пробігу ТЗ під час спостереження, б) середня швидкість, с) середня витрата палива, д) результати реєстрації основних режимів праці та відпочинку водія за період спостереження

Таким чином, існуючі в Україні системи дистанційного моніторингу параметрів стану ТЗ і РПВВ на сьогоднішній день, не забезпечують можливості отримати системну інформацію в достатньому обсязі про зміну параметрів стану ТЗ у відповідності до змін РПВВ і кваліфікації і досвіду водіїв.

Для вирішення вказаної задачі авторами пропонується провести дослідження, яке ставить за мету встановлення і розробку системних методів і засобів, дозволяючих проводити дистанційний моніторинг технічного стану вантажного ТЗ (автобусу) і РПВВ водіїв, з урахуванням умов їх експлуатації. Система моніторингу повинна охоплювати основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі РПВВ, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни РПВВ в залежності від стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації.

Виконаний аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні. Проведено аналіз отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та РПВВ. Запропонована розробка системи інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ і РПВВ в умовах експлуатації.

1. Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Комов О.Б., Грицук І.В. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х. : НТУ «ХПІ». 2013. № 29 (1002). с.138-144.

2. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Шурко Г.К., Волков Ю.В. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. Х. : НТУ «ХПІ», 2017. № 14 (1236). С. 10–20.

3. Говорущенко Н.Я. Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

4. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. Інформаційні

системи моніторингу технічного стану автомобілів Монографія Харків: Вид-во Панов А. М., 2018. - 298 с.

5. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 2014. – 312 с.

6. Golovin S.F. (2008), "Technical service transport machinery and equipment", ["Techniceskij servis transportnich machin"], Moskva. Alfa M. INFRA - M, 2008, 288p.

7. (2014), "Remote Monitoring System / Zeppelin - Car", ["Sistema udalennogo monitoringa / Zeppelin - Car"], :http://www.zeppelin.ua/products/automatic_monitoring/ 21.02.2014.

8. (2014), "Automotive", ["SAE internationalTM"], <http://www.sae.org/automotive/> 21.02.2014.

9. Maintainer's Remote Logistics Network. MRLN Remote Diagnostics. Press Release: Ruggedized Command & Control Solutions (Division of L-3 Communications). San Diego, California. 2004. 3 p.

10. Mobileye. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.mobile-eye.ru/> (дата звернення: 07.11.2017).

11. Bosch Mobility Solutions. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.bosch-mobility-solutions.com/en/> (дата звернення: 07.11.2017).

12. TRW Automotive. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.trw.com/> (дата звернення: 07.11.2017)

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

ГРИЦУК Ігор Валерійович д. т. н., професор, Кафедра «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, E-mail: gritsuk_iv@ukr.net

ЧЕРНЕНКО Валентина Володимирівна старший викладач Кафедра «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, E-mail: v.chernenko18@gmail.com

МАНЖЕЛЕЙ Віктор Стефанович старший викладач Кафедра «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, E-mail: cevikman@i.ua

КОТОВ Анатолій Ілліч – старший викладач Кафедра «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, E-mail: kotovfi055@gmail.com

Igor KHUDIAKOV – Ph.D., Senior Lecturer Department of "Operation of Ship Power Plants", Kherson State Maritime Academy, E-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Igor HRYTSUK – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Operation of Ship Power Plants, Kherson State Maritime Academy, E-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Valentyna CHERNENKO – Senior Lecturer Department of Ship Power Plants Operation, Kherson State Maritime Academy, E-mail: v.chernenko18@gmail.com

Viktor MANZHELEY – Senior Lecturer Department of Ship Power Plants Operation, Kherson State Maritime Academy, E-mail: cevikman@i.ua

Anatoliy KOTOV– Senior Lecturer, Department of Ship Power Plants Operation, Kherson State Maritime Academy, E-mail: kotovfi055@gmail.com

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ – ОДИН З РЕЗЕРВІВ ЕКОНОМІЇ РЕСУРСІВ

Основою забезпечення високопродуктивної роботи транспортних засобів, тривалої експлуатації є своєчасне проведення комплексу заходів, направлених на підтримання їх технічного стану. Відновлення працездатності транспортних засобів або окремих агрегатів, вузлів і деталей досягається їх ремонтом. Для відновлення деталей застосовуються різні способи, які сприяють економії матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів, мають природоохоронне і екологічне значення.

Ключові слова: ремонтне виробництво, ремонт транспортних засобів, відновлення деталей, економія матеріальних ресурсів.

The basis for ensuring high-performance operation of vehicles, long-term operation is the timely implementation of a set of measures aimed at maintaining their technical condition. Restoration of serviceability of vehicles or separate units, knots and details is reached by their repair. Various methods are used to restore details, which contribute to the saving of raw materials and energy resources, are of environmental and environmental importance.

Key words: repair production, repair of vehicles, restoration of details, economy of material resources.

В умовах обмежених матеріальних і фінансових ресурсів відновлення деталей було і залишається одним із головних енерго- і ресурсощадних процесів при ремонті транспортних засобів і забезпечує значний резерв скорочення витрат на підтримання їх в роботоздатному стані. Номенклатура відновлених деталей постійно розширюється і нараховує близько 20 тис. найменувань.

Зростання кількості транспортних засобів викликає необхідність збільшення поставок запасних частин, на виготовлення яких необхідна додаткова кількість сировинних, матеріальних і трудових ресурсів.

Зокрема, на запасні частини до тракторів витрачається близько 50 %, а до автомобільних транспортних засобів – більше 40 % металу, який іде на їх виготовлення. Відновлення 1 млн. поршневих пальців дизелів економить 300 т хромонікелевої сталі. Ще стільки ж високоякісного металу зберігає виробництво з відновлення 150 тис. коробок передач і скорочує потребу в екологічно брудному циклі – литті [1].

Витрата металу на виробництво запасних частин для транспортних засобів за їх нормативний термін служби, віднесений до конструктивної маси машини або агрегату, складає, %: для двигунів – 55-100, для шасі – 5-28.

В загальному, порівняно з виготовленням нових запасних частин при відновленні деталей витрати металу зменшуються в 1,6 рази, затрати праці в 1,7 рази, а витрати енергетичних ресурсів зменшуються більше, ніж в 7 разів [2].

Переважає більшість розроблених технологій підтвердили свою ефективність в умовах ремонтних підприємств, дільницях господарств, невеликих майстерень із забезпеченням ресурсу відновлених деталей на рівні ресурсу нових і вище з можливістю багаторазового їх відновлення і собівартістю – на рівні 30-50 % [3].

Відновлення деталей вважають економічно вигідним бізнесом. В США, наприклад, майже при рівному ресурсі ціна відновленої деталі не перевищує 70 % від ціни нової деталі промислового виготовлення, що забезпечує рентабельність до 300 % [1].

Ефективність кожного способу можна оцінити за питомими витратами при здійсненні технологічного процесу відновлення деталей транспортних засобів з врахуванням коефіцієнта відновлення ресурсу. Переважаючим є спосіб відновлення з найменшими питомими витратами і найбільшим ресурсом.

Серед всіх способів відновлення деталей транспортних засобів домінуюче положення в ремонтному виробництві займають способи із застосуванням зварювання і наплавлення, частка яких складає більше 70 %. Удосконалення процесів зварювання і наплавлення повинно спрямовуватися на

розробку і впровадження нових енергозберігаючих джерел живлення і зменшенні їх маси. Перспективними в цьому напрямку є джерела живлення імпульсні, інверторні і полічастотні.

Способи дугового наплавлення з газополуменевим захистом дозволяють якісно відновлювати велику номенклатуру деталей з вуглецевих, низьколегованих сталей, а також з сірого і ковкого чавуну. Для захисту поверхні, яка наплавляється, використовують магістральний природний газ або побутовий пропан-бутан і технічний кисень. Витрата газів невелика. Для роботи в одну зміну протягом ро-ку необхідно 2-3 балони пропан-бутану і 50 балонів кисню [2].

Друге місце посідають способи відновлення із застосуванням пластичного деформування, які дозволяють перерозподілити метал з неробочих зон на робочі поверхні, тим самим доводити ресурс відновлених деталей до рівня нових і вище та організувати ремонтне виробництво з незначними затратами, термін окупності яких складає 0,3-1,2 роки.

В ремонтному виробництві доцільно використовувати способи для відновлення поверхонь з незначним зносом (до 0,3 мм), частка яких складає 75 % від загальної кількості. Перспективним є ресурсоощадний спосіб електромеханічної обробки, який базується на двох основних операціях: висаджування металу і згладжування поверхні до заданого розміру. Застосування даного способу дозволить зменшити припуски на механічну обробку (зменшити втрати металу), зменшити трудомісткість робіт і собівартість відновлення [4].

Широко застосовуються ресурсозберігаючі технології відновлення деталей гальванічними покриттями, наприклад, залізненням, дозволяють зменшити використання солей, кислот і лугів, скоротити технологічний процес на 5-8 операцій, зменшити до 30 % споживання електричної енергії, на 40-50 % зменшити споживання чистої води на технологічні потреби завдяки оберненому використанні [3].

Використання хіміко-термічних методів нанесення покриттів направлені на підвищення стійкості деталей проти зношування, яка дозволяє підвищити ресурс деталей до двох разів. Наприклад, в Німеччині фосфатується більше 50 % всіх гільз, які випускаються промисловістю. Вважається, що використання цього прийому тільки за перші 60 годин припрацювання зберігає 30-40 % майбутнього ресурсу [2].

Для створення захисних корозійностійких покриттів різних матеріалів деталей і відповідного підвищення рівня ресурсного захисту від дії агресивного середовища знаходять широке застосування порошкові, поліуретанові та епоксидні лакофарбові матеріали.

Збільшення ресурсу технічних об'єктів супроводжується економією засобів, матеріалів, енергії і трудових затрат. Так, збільшення ресурсу для певного парку транспортних засобів в середньому на 10 % еквівалентно приблизно 10 % економії на виробництво нових машин або введенню відповідних нових виробничих потужностей [5].

Таким чином, відновлення деталей транспортних засобів є важливим резервом економії матеріально-сировинних і енергетичних ресурсів, має природоохоронне і екологічне значення.

1. Сухарев Е. А. Теория эксплуатационной надежности машин. Ровно, РГТУ, 2000. 267 с
2. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: Монографія. Кіровоград : КОД, 2009. 180 с.
3. Хітров І. О. та ін. Ресурсо- та енергозбереження. Рівне : НУВГП, 2014. 108 с.
4. Хітров І. О., Гавриш В. С. Ремонт машин і обладнання. Рівне : НУВГП, 2011. 184 с.
5. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент. Харків : БУРУНіК, 2006. 320с.

ХИТРОВ Ігор Олександрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua

Igor KHITROV – Ph.D., Associate Professor of the Transport Technologies and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering

О.С. Чернишова, В.С. Степура
Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ АВТОДОРОЖНЬОЇ ГАЛУЗІ

Розвиток дорожньої інфраструктури сприяє розвитку суміжних галузей і, як наслідок, стимулює економіку країни в цілому. Дослідження останніх десятиріч розвинених європейських країн дозволяють зробити висновок, що масштабні капіталовкладення в дорожню галузь безпосередньо впливають на зростання ВВП країни. В останні місяці Україна під час бойових дій зазнала суттєвої руйнації об'єктів інфраструктури, в тому числі автодорожньої. Відбудовування вже почалося, але буде складним та багатоетапним процесом і неможливе без залучення інвестиційного капіталу. Це спонукає шукати нові підходи при оцінці ефективності інвестицій.

Ключові слова: дорожня інфраструктура, інвестиції, оцінка ефективності, математичне моделювання.

The development of road infrastructure promotes the development of related industries and, as a consequence, stimulates the economy as a whole. Studies of recent decades in developed European countries suggest that large-scale investments in the road sector directly affect the country's GDP growth. In recent months, Ukraine has suffered significant damage to infrastructure, including roads, during hostilities. Reconstruction has already begun, but it will be a complex and multi-stage process and impossible without attracting investment capital. This encourages the search for new approaches to assessing the effectiveness of investments.

Key words: road infrastructure, investments, efficiency evaluation, mathematical modeling.

Останніми десятиріччями автодорожня інфраструктура України перебувала в незадовільному стані, оскільки країна зосереджувала увагу на вирішенні, в основному, лише локальних транспортних проблем, переважно проведенням середніх та поточних ремонтів. Положення справ обумовлювалося рядом факторів, серед яких головними доцільно назвати неналежний рівень фінансування транспортного сектору, а також відсутність механізму застосування інвестиційних можливостей. Згідно до програми Президента України «Велике будівництво» 2020 рік став проривним в багатьох галузях, зокрема й в автодорожній. Завдяки співпраці з міжнародними та приватними фінансовими організаціями станом на 01.01.2022р. було побудовано понад 3 тис. км доріг державного значення, а також в стадії будівництва знаходилися близько 2 тис. км доріг місцевого значення. Окрім того, було відновлено понад 9 тис. км доріг державного значення та в планах до 2024 року значилося відновити ще близько 15 тис. км. При цьому повноцінної реконструкції потребували близько 47 тис. км автомобільних доріг. І оскільки інвестиції в дороги не дозволяють наповнювати бюджет країни напряду, тому тривалий час проекти автодорожньої галузі вважалися недостатньо привабливими. Але розвиток дорожньої інфраструктури сприяє розвитку суміжних галузей і, як наслідок, стимулює економіку країни в цілому. Дослідження останніх десятиріч розвинених європейських країн дозволяють зробити висновок, що масштабні капіталовкладення в дорожню галузь безпосередньо впливають на зростання ВВП країни. Все це спонукало вітчизняних вчених шукати нові підходи при оцінці ефективності інвестицій.

Окрім питання перспективного залучення інвесторів до автодорожньої галузі і оцінки ефективності капітальних вкладень, останнім часом в Україні з'явилася нова проблема, пов'язана з бойовими діями, що проводяться на території нашої країни. Державне агентство автомобільних доріг України «Укравтодор» на сьогодні оцінює збитки від пошкодження дорожньої інфраструктури (дороги та мости) під час війни з Росією у понад 900 млрд грн. [1]. За даними «Укравтодор» станом на 01.06.2022р. в Україні зруйновано 24 тис. км доріг, близько 40% з яких – дорого державного значення. Крім того, зруйновано понад 300 штучних споруд, понад 30% з них на дорогах державного значення. На деокупованих територіях проводяться роботи з розчищення та відновлення об'єктів дорожньої інфраструктури, особливо критичного значення. Але все це, наряду з іншими суттєвими проблемами сьогодення, вимагає ще більш ретельного підходу до розподілення фінансування на відновлення об'єктів інфраструктури країни, зокрема автодорожньої галузі. За розпорядженням Президента України розробляються плани з післявоєнного відбудовування країни, які вимагають

значних капітальних вкладень і без залучення інвесторів та спонсорської допомоги їх реалізація буде неможливою. А тому питання підвищення ефективності оцінки інвестиційних об'єктів, зокрема, автодорожньої галузі, буде актуальним, як ніколи раніше. Спробі запропонувати вирішення цієї проблеми й присвячена дана робота.

В світовій практиці для оцінки проектів інвестування переважно використовують наступні показники: поточна вартість, рентабельність, внутрішній коефіцієнт ефективності, період повертання капітальних вкладень, максимальний грошовий відтік та точка беззбитковості.

На підставі класичних методів математичного моделювання [2-7] авторами запропоновано перелік об'єктів інвестування представити множиною. Так, покладено, що $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$ – перелік ділянок доріг, які потребують інвестицій. Кожну ділянку дороги можна охарактеризувати двома функціями:

1) інтенсивністю інвестування об'єкту ω_i на інтервалі часу $[t_i, \bar{t}_i]$

$$u(t, \omega_i) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t \notin [t_i, \bar{t}_i] \\ \varphi_i(t - t_i), & \text{якщо } t \in [t_i, \bar{t}_i] \end{cases} \quad (1)$$

2) інтенсивністю прибутку від об'єкта ω_i на інтервалі часу τ_i

$$s(t, \omega_i) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t < \tau_i \\ \psi_i(t - \tau_i), & \text{якщо } t \geq \tau_i \end{cases} \quad (2)$$

В загальному випадку вважаємо, що $\tau_i > t_i$. Якщо прийняти за набір об'єктів інвестування (ділянок доріг) $V \subseteq \Omega$, то тоді на часовому відрізку $[0, t]$ дисконтований обсяг інвестування можна представити у вигляді:

$$U(t, V) = \sum_{\omega \in V} \int_0^t u(x, \omega) e^{-\alpha x} dx, \quad (3)$$

а дисконтований дохід:

$$S(t, V) = \sum_{\omega \in V} \int_0^t s(x, \omega) e^{-\alpha x} dx, \quad (4)$$

де α – параметр дисконтування, який дозволяє приводити вкладення та прибутки на початок інвестування.

В свою чергу чисту поточну вартість пропонується визначати з виразу:

$$NPV(t, V) = S(t, V) - U(t, V) \quad (5)$$

Тоді інформація про функцію $NPV(t, V)$ дозволить визначити період повертання капітальних вкладень та максимальний відтік грошей. Визначення дисконтованого обсягу інвестування та дисконтованого прибутку у часі дозволяє побудувати фінансовий профіль інвестицій, який допоможе визначити період повертання капітальних вкладень, а також економічний життєвий термін інвестицій. Запропоновані авторами алгоритми можуть бути застосовані для оцінки ефективності інвестиційних проектів автодорожньої галузі та вибору кращих варіантів в умовах обмеженого фінансування.

1. Україні на відновлення зруйнованих доріг треба понад два роки та 900 мільярдів [електронний ресурс]: <https://acc.cv.ua/news/ukraine/ukrayini-na-vidnovlennya-zruynovanih-dorig-treba-ponad-dva-roki-ta-900-milyardiv-85357>

2. Методичні рекомендації щодо визначення загальної соціально-економічної ефективності фінансування робіт з нового будівництва, реконструкції та ремонтів автомобільних доріг загального користування. – К.: ДП «ДерждорНДІ» імені М.П. Шульгіна». 2020. – 22 с.

3. Автомобільні дороги: Проектування. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. – [Чинний від 2016 – 04 – 01]. – К: Мінрегіонбуд України, 2015. – 104 с.

4. Степура В.С. Визначення варіанту будівництва доріг на основі порівняльної економічної ефективності. Вісник Інженерної Академії України. – 2013. – №1. – С. 293-300.

5. Підвищення ефективності роботи транспортної системи на основі структурного аналізу : Моногр. / А. А. Босов, Н. А. Мухіна, Б. П. Піх. - Д., 2005. - 200 с.
6. Диха М. В. Економетрія: навчальний посібник [текст] / М. В. Диха, В. С. Мороз – К.: «Центручбовоїлітератури», 2016. – 206 с.
7. Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги: теорія побудови та практика використання у фінансових дослідженнях: монографія / І. Г. Лук'яненко, Р. Б. Семко. – К.: НаУКМА, 2015. – 248 с.

ЧЕРНИШОВА Оксана Сергіївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів, Національний авіаційний університет, e-mail: oksana.chernyshova@npp.nau.edu.ua

СТЕПУРА Віктор Степанович – к.е.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів, Національний авіаційний університет, e-mail: viktor.stepura@npp.nau.edu.ua

Victor STEPURA – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of Department of Computer Technologies for Airport Construction and Reconstruction, National Aviation University

Oksana CHERNYSHOVA – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of Department of Computer Technologies for Airport Construction and Reconstruction, National Aviation University

¹С.П. Чуйко, ²О.П. Кравченко

¹Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету», Житомир, Україна

²Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА АВТОБУСІВ МІСЬКИХ МАРШРУТІВ З КОНДИЦІОНЕРОМ

Підвищення паливної економічності при експлуатації міського автобуса з кондиціонером у літній період може здійснюватися за рахунок належного нормування витрати палива і відіграє першочергове значення. Ефективність управління кондиціонером суттєво залежить від тривалості його роботи і додаткових операцій, серед яких є попереднє охолодження салону перед виконанням рейсу. Проведені дослідження на автобусах МАЗ-206 підтвердили взаємозв'язок витрати палива автобусів з пробігом, кількістю перевезених пасажирів і доцільністю використання кондиціонера при встановлених температурних режимах.

Ключові слова: міський автобус, кондиціонер, витрата палива, фактори впливу, режим роботи, попереднє охолодження.

The increase of the fuel efficiency during the operation of a bus with air conditioning in the summer period can be done based on the proper standardization of the fuel consumption and it has a first priority. Efficiency of air conditioning control depends on the period of it works and additional operations among which is a pre-cooling of the cabin before the bus service. Conducted research at buses MAZ-206 has confirmed the inter relationship between the fuel consumption with mileage, the number of transported passengers and expediency of using air conditioner at the established temperature modes.

Key words: bus, air conditioning, fuel consumption, influencing factors, mode of operation, pre-cooling.

При експлуатації автобуса з кондиціонером, який має привід через компресор від силового агрегату, показник витрати палива збільшується за рахунок використання кондиціонера. Цей показник багато в чому визначає доцільність вибору оптимальних режимів управління роботою кондиціонера при виконанні транспортного процесу в конкретних умовах експлуатації. При цьому, метод теплового балансу в салоні автобуса застосовується для оцінки навантаження на кондиціонер, згідно тривалості його роботи і як слідство, на додаткову витрату палива силовим агрегатом [1].

Експлуатаційна норма приймається відповідно до місця експлуатації автобусів для всього автотранспортного підприємства або індивідуально для окремих транспортних засобів з використанням додаткового коефіцієнта (або декількох значень, відповідно до умов експлуатації) коригування базової норми [2]. Експлуатаційну норму витрати палива автобусом з кондиціонером доцільно класифікувати як «маршрутну сезонну» і застосовувати при зовнішній температурі, коли вбачається використання кондиціонера, тобто починаючи з +19 °С [3].

Розрахунок витрати палива на міських маршрутах для автобусів з кондиціонером має вигляд:

$$Q_a = H_s + Q_K, \quad (1)$$

де H_s – норма витрати палива, л/100 км пробігу; Q_K – додаткова норма витрати палива при роботі кондиціонера, л/100 км.

Додаткову норму витрати палива при роботі кондиціонера можна визначити як:

$$Q_K = H_{ВД}/60 \cdot t_{ВД} + H_{СТ}/60 \cdot t_{СТ}, \quad (2)$$

де $H_{ВД}$ – норма витрати палива (на роботу кондиціонера) автобусом під час руху на маршруті, л/год; $H_{СТ}$ – норма витрати палива автобусом під час стоянки на кінцевій зупинці з працюючим кондиціонером для компенсації мікроклімату, л/год; $t_{ВД}$ – час роботи кондиціонера під часу руху автобуса на маршруті (в розрахунку на 100 км пробігу), хв.; $t_{СТ}$ – час роботи кондиціонера під час стоянки автобуса на кінцевій зупинці перед початком виконання рейсу), хв.

Час роботи кондиціонера залежить від його продуктивності і сумарного теплопритоку, який надходить в салон автобуса при визначених факторах і який повинен бути компенсований протягом часу руху по маршруту. Безсумнівно, тривалість поїздки в автобусі і фактор пасажирського навантаження суттєво впливають на сприйняття водієм і пасажирями рівня комфорту [4].

В результаті проведеного факторного аналізу встановлені найбільш значущі компоненти, що впливають на час роботи кондиціонера компресорного типу:

$$t_{ВД} = f(t_{СТ}, T_{СД}, K_{П}, U), \quad (3)$$

де $T_{СД}$ – температура на маршруті, використана при власних вимірюваннях автопідприємства, °С; $K_{П}$ – кількість перевезених пасажирів на маршруті, чол.; U – невраховані в моделі фактори (вплив яких є незначним).

Норми витрати повинні враховувати час роботи кондиціонера, як основного фактора, що призводить до збільшення експлуатаційної витрати палива. Визначення показника «Час роботи кондиціонера під час руху автобуса за маршрутом» здійснюється виходячи з рівнянь (1–3):

$$t_{ВД} = (60 \cdot H_K + H_{СТ} \cdot t_{СТ}) / H_{ВД}, \quad (4)$$

де H_K – різниця між фактичною витратою палива по маршруту з роботою кондиціонера та нормативною витратою палива по маршруту без увімкненого кондиціонера, л/100 км.

Для визначення впливу факторів на витрату палива автобусом при перевезенні пасажирів у літній період було сформульовано припущення, перевірку якого здійснено шляхом побудови математичної моделі по витраті палива, пов'язаної із роботою кондиціонера, яка залежить від чинників:

- час попереднього охолодження салону автобуса (перед початком руху по маршруту на початковому його пункті);
- середня зовнішня температура повітря;
- кількість перевезених пасажирів автобуса на маршруті. Збільшення кількості пасажирів автобуса призводить до збільшення навантаження на кондиціонер автобуса, а отже витрати палива зростатимуть.

На підставі аналізу даних, які отримані під час обстежень, отримана залежність попереднього охолодження салону, температури зовнішнього повітря і кількість перевезених пасажирів на витрату палива.

На витрати палива при роботі автобуса МА3-206 з кондиціонером впливає багато інших факторів, вплив яких є порівняно із обраними факторами є незначним [4]. Тому запропоновано лінійну форму моделі, яка має загальний вигляд витрати палива під часу руху автобуса на маршруті (л/100 км):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1t} + \beta_2 \cdot X_{2t} + \beta_3 \cdot X_{3t} + U_t, \quad (5)$$

де X_{1t} , X_{2t} , X_{3t} – відповідно – час попереднього охолодження салону автобуса перед початком виконання рейсу, хв.; зовнішня температура на маршруті (середня), °С; кількість пасажирів на маршруті, чол.); $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти рівняння моделі; U_t – вектор залишків моделі, який відображає вплив неврахованих у моделі факторів.

На основі зібраних статистичних даних методом найменших квадратів отримано статистичні оцінки коефіцієнтів рівняння моделі (5):

$$\beta_0 = 32,017,$$

$$\beta_1 = -0,233,$$

$$\beta_2 = 0,0876,$$

$$\beta_3 = 7,119 \cdot 10^{-3};$$

з урахуванням яких рівняння (5) приймає вид:

$$Y_t = 32,017 - 0,233 \cdot X_{1t} + 0,0876 \cdot X_{2t} + 7,119 \cdot X_{3t} + \tilde{U}_t.$$

Таким чином можна стверджувати, що:

- при збільшенні першого фактору (часу попереднього охолодження салону автобуса перед початком рейсу на 1 хв.), витрати палива під часу руху автобуса за маршрутом зменшувалися в середньому на 0,233 л/100 км за умови, що інші фактори моделі залишаються незмінними;
- при збільшенні другого фактору (зовнішньої температури на маршруті на 1 °С), витрати палива під часу руху автобуса за маршрутом збільшувалися в середньому на 0,0876 л/100 км за умови, що інші фактори моделі залишаються незмінними;
- при збільшенні третього фактору (кількість пасажирів на маршруті на 1 чол.), витрати палива під час руху автобуса за маршрутом збільшувалися в середньому на 0,007119 л/100 км (або при збільшенні фактору на 100 чол. – на 0,7119 л/100 км) за умови, що інші фактори моделі залишаються незмінними.

Отже, витрата палива автобусом при попередньому охолодженні салону перед початком

рейсу, за умови незмінної кількості пасажирів і при умові незмінної зовнішньої температури менша, ніж без охолодження.

На основі побудованої моделі можна визначити середнє значення витрати палива під часу руху автобуса за маршрутом відповідно до прогнозованих значень факторів. Було встановлено, що оптимальним часом попереднього охолодження салону автобуса перед початком руху по маршруту складає 10 хв., з урахуванням інерційності повітря в салоні.

Розрахунок значень витрати палива під часу руху автобуса за маршрутом на основі математичної моделі за середньої кількості пасажирів на маршруті (на основі використаних при побудові моделі статистичних даних – 668 чол.

Результати підтверджують висунуте припущення про вплив факторів моделі, зокрема важливості попереднього охолодження салону автобуса на кінцевій зупинці перед початком виконання рейсу на маршруті.

В практичній площині побудована математична модель може бути реалізована у формі формули-розрахунку витрати палива під час руху автобуса на маршруті, яка може мати наступний вигляд (при умові попереднього охолодження салону автобуса тривалістю 10 хв.):

$$Q_s = 29,68 + 0,088 \cdot t_{зовн} + 0,00712 \cdot N_{пас}, \quad (6)$$

де $t_{зовн}$ – зовнішня температура на маршруті (середня), °C; $N_{пас}$ – кількість пасажирів на маршруті, чол.

Методика розрахунку витрати палива на маршруті може бути застосована до інших автобусів із подібним або ідентичним кондиціонером. Для цього необхідно визначити коефіцієнти, які відображують співвідношення «теплових» параметрів салону автобуса:

- коефіцієнта складності маршруту роботи автобуса;
- «охолоджувальної» потужності кондиціонера салону автобуса щодо відповідної потужності кондиціонера.

Для зручності розрахунків в умовах автопідприємства запропоновано автоматизований розрахунок у програмі Microsoft Excel.

Запропоновані підходи слугують методичним базисом для перегляду існуючої практики формування лінійних норм витрат палива автобусів з кондиціонером на міських маршрутах із урахуванням визначальних умов експлуатації, що ґрунтовно покращує нормування через наближення до реальних експлуатаційних витрат.

1. Kravchenko O. Forming comfortable microclimate in the bus compartment via determining the heat loss / O. Kravchenko, I. Hrabar, J. Gerlici, S. Chuiko, K. Kravchenko // Communications. Scientific Letters of the University of Zilina. 2021. Vol. 23 (2). P. B150-B157. DOI: <https://doi.org/10.26552/com.C.2021.2.B150-B157>.

2. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті : нормат. док. затв. Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. 3-тя ред., переробл. і доп. Київ : ДержавтотрансНДІпроект, 2011. - 120 с.

3. Xianghao Shen, Shumin Feng, Zhenning Li. Analysis of bus passenger based on passenger load factor and in-vehicle time. Peoples Republic of China, 2016.

4. Кравченко О.П. Вдосконалення алгоритму нормування витрати палива міським автобусом обладнаним кондиціонером / О.П. Кравченко, С.І. Кривошапов, С.П. Чуйко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - Луцьк: ЛНТУ, 2019. № 2 (13). - С. 76–83.

ЧУЙКО Сергій Петрович – доктор філософії, голова циклової комісії Транспортні технології (на автомобільному транспорті), Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету», e-mail: expertauto@ukr.net.

КРАВЧЕНКО Олександр Петрович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: avtoap@ukr.net.

Serhij CHUIKO - Ph.D., Chairman of the Cycle Commission of Transport Technologies (by Road Transport), Separate structural subdivision “Zhytomyr Automobile and Road Professional College of the National Transport University”.

Oleksandr KRAVCHENKO – DScTech., Prof., Professor of the Department of Automobiles and Transport Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University.

С.М. Шарай, В.Г. Фельдман, М.В. Трохимчук, С.Т. Артюх
Національний транспортний університет, Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСАД СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Питання підвищення ефективності організації та виконання процесів вантажних автомобільних перевезень у міжміському сполученні є актуальними для транспортних підприємств. Потік замовлень на перевезення вантажів, які надходять транспортному підприємству, має стохастичний характер, замовлення мають випадкові взаємні часові зв'язки, які характеризуються певними часовими вікнами. Застосування засад системного підходу для розрахунку критеріїв планування таких процесів дозволяє більш точно враховувати часові зв'язки між виконанням замовлень на перевезення вантажів, які базуються на часових вікнах.

Ключові слова: міжміські перевезення, потік замовлень, планування процесу вантажних перевезень, системний підхід, часові вікна.

The issues of improving the efficiency of the organization and implementation of the processes of freight transportation by road transport in the intercity connection are relevant for transport companies. The flow of orders for the transportation of goods arriving at the transport company has stochastic character and orders have random mutual time relationships, which are characterized by certain time windows. Applying the principles of a systematic approach to the calculation of planning criteria for such processes allows more accurate consideration of the temporal relationship between the executions of orders for the carriage of goods based on time windows.

Key words: intercity transportation, flow of orders, planning of the process of goods transportation, systematic approach, time windows.

При плануванні, організації та виконанні замовлень на вантажні автомобільні перевезення у міжміському сполученні автотранспортні підприємства керуються критерієм отримання максимального можливого прибутку. При цьому, не завжди враховується той факт, що потік замовлень є стохастичним, а замовлення мають випадкові взаємні часові зв'язки, які характеризуються не лише випадковою тривалістю їх виконання, але й часовими вікнами, які мають допустимі межі початку та закінчення процесу перевезень [1]. Як правило, підприємство надає пріоритет у виконанні замовлень постійних клієнтів, замовлень із максимальним грошовим забезпеченням, та замовлень, виконання яких не пов'язане із порожніми пробігами автотранспортних засобів.

Якщо не брати до уваги характеристики постійних і випадкових замовлень на перевезення вантажів, тоді при виконанні транспортного процесу можуть виникати постійні затримки. Така ситуація у перевізників пов'язана із відсутністю системного методичного забезпечення для прийняття обґрунтованих рішень [2].

Для визначення пріоритетів виконання замовлень доцільним є використання показників сумісності виконання замовлень у їх єдиному потоці. Для вирішення такої задачі пропонується використання засад системного підходу, вихідні принципи якого полягають у намаганні з максимальною повнотою враховувати усі вхідні та вихідні характеристики об'єкту (в даному випадку – замовлення на виконання перевезень вантажу) при організації його дослідження. Замовлення на виконання перевезень вантажу пропонується розподіляти за пріоритетами їх виконання. Для встановлення пріоритету виконання замовлень на перевезення вантажів пропонується використовувати коефіцієнт сумісності замовлень в їх єдиному потоці, який розраховується на основі часових зв'язків між замовленнями та визначається за виразом:

$$K_{c.ij} = \frac{a_{0i}}{a_{ij}}, \quad (1)$$

де a_{0i} – тривалість виконання j -того замовлення (допускається, що відсутні підготовчі операції, очікування та простої автотранспортних засобів);

a_{ij} – елемент матриці часових зв'язків.

В якості допоміжних показників при визначенні коефіцієнту сумісності замовлень в єдиному потоці пропонується використання ознаки концентрації замовлень на транспортній мережі та рівень нерівномірності їх тривалості.

Коефіцієнт концентрації замовлень на транспортній мережі враховує кількість замовлень, які готові до виконання в заданий період T , та кількість пунктів відправки та приймання вантажу, які визначені в заявці на виконання перевезень. Коефіцієнт нерівномірності по тривалості виконання замовлень передбачає визначення черговості виконання замовлення і враховує максимальні витрати часу на виконання такого замовлення з урахуванням витрат часу на рух автотранспортного засобу.

Можливість виявлення залежностей між прийняттям управлінських рішень при вирішенні питань організації ефективного процесу доставки вантажів та виконанням замовлень на перевезення вантажів певним автоматизованим способом набуває важливого значення для транспортного підприємства [3-4].

Вирішення задачі з використанням алгоритму оптимізації плану виконання фіксованих замовлень дозволяє ефективно планувати виконання перевізного процесу та отримувати чисельне значення критерію – прибутку від виконання перевезень.

1. Consonni C., Sottovia P., Montresor A., Velegrakis Y. Discovering order dependencies through order compatibility. *Advances in Database Technology-EDBT. OpenProceedings. org*, 2019. Vol. 2019, pp. 409 – 420. https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/384380/EDBT19_paper_93.pdf

2. Павленко О. В., Великодний, Д. О. Формування раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством. *Комунальне господарство міст*, 2020. №154, с. 223 – 230. DOI 10.33042/2522-1809-2020-1-154-223-230

3. Єфремов М. Ф., Єфремов Ю. М., Єфремов В. М. Проблеми і вимоги до АСУ автотранспортного підприємства. *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*, 2017. №1(2 (80)), с. 135 – 138. DOI: 10.26642/tn-2017-2(80)-135-138

4. Прокудін Г. С., Дмитриченко А. М., Цимбал Н. М., Дудник О. С., Омаров Д. А. Застосування сучасних інформаційних технологій при розв'язуванні багатетапних транспортних задач. *Вісник Національного транспортного університету*, 2015. №31, с. 450 – 462.

ШАРАЙ Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю Національного транспортного університету

ФЕЛЬДМАН Володимир Генріхович – студент групи МП-2-2 Національного транспортного університету

ТРОХИМЧУК Маріям Валентинівна – студентка групи МП-2-2 Національного транспортного університету

АРТЮХ Семен Тарасович – магістр групи МПм-1-1 Національного транспортного університету

Svitlana SHARAI – Ph.D., Associate Professor, Department of International Transportation and Customs Control, National Transport University, Kyiv

Volodymyr FELDMAN – student of the MP-2-2 group, National Transport University, Kyiv

Mariam Troxymchuk – student of the MP-2-2 group, National Transport University, Kyiv

Semen ARTYUKH – master of the MPm-1-1 group of the National Transport University

Прогній П. Б., Розум Р. І., Шевчук О.С., Буряк М.В.
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ДВИГУНИ В ІСТОРІЇ АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ

В роботі проведено аналіз нетрадиційних конструкцій двигунів від моменту створення перших двигунів внутрішнього згорання до теперішнього часу. Показано, що деякі винайдені двигуни випереджали свій час, а деякі напрацювання були використані у сучасних двигунах і для створення технологій майбутнього. Розглянуто основні особливості та характеристики інноваційних розробок провідних фірм світу. Сформульовано основні напрямки подальшого розвитку принципів і підходів до двигунів

Ключові слова: двигун, інноваційні двигуни, нетрадиційні двигуни, електродвигуни, двигуни внутрішнього згорання.

The analysis of non-traditional engine designs from the moment of creation of the first internal combustion engines to the present time is carried out in the work. It is shown that some invented engines were ahead of their time, and some developments were used in modern engines and to create the technologies of the future. The main features and characteristics of innovative developments of the world's leading companies are considered. The main directions of further development of principles and approaches to engines are formulated

Key words: engine, innovative engines, non-traditional engines, electric motors, internal combustion engines.

З часів відмови суспільства від коней, як основного засобу пересування, та часу створення перших парових двигунів і двигунів внутрішнього згорання, прогрес пішов дуже далеко. Багато науковців і винахідників у різні часи винаходило і патентувало велику кількість різних двигунів, що володіють дивними характеристиками. Багато чого робило їх дешевшими, потужнішими, довговічнішими ніж привичні нам двигуни внутрішнього згорання. Нажаль усі ці чинники не сходилися разом, у зв'язку з чим двигуни внутрішнього згорання є лідерами з використання.

На самому початку автомобілебудування, коли загальна схема двигуна лише починала вимальовуватися, кількість оригінальних винаходів була надзвичайно великою. Так, ще 130 років тому інженер Аткінсон зрозумів, що класичний двигун внутрішнього згорання володіє надто малим коефіцієнтом корисної дії. Результатом чого став двигун, що працює по циклу Аткінсона. Однак, зробити такий двигун у 19 столітті було практично неможливо, враховуючи тогочасні технологічні можливості. Разом з тим сьогодні подібні технології використовуються компанією Mazda, у їх інноваційних двигунах SkyActive. Mazda, на певне, є найбільш ризиковою та азартною компанією, впроваджуючи різного роду інновації. Однією із таких інновацій, яких не зустріти у інших автовиробників, є використання двигуна Ванкеля. У список неординарних винаходів входять не лише японські компанії. Так, чеська TATRA ще у 1937 році створила дійсно цікавий автомобіль з незвичним двигуном. Тоді світ побачив автомобіль із обтічними формами та заднім розташуванням двигуна V-8, який приймав участь у перегонах на витривалість. Його особливістю було те, що двигун мав повітряне охолодження і також мав напівсферичні камери згорання. Вихідна потужність становила 75 кінських сил, що дозволяло змагатися з тогочасною новинкою Ford Flathead. TATRA продовжувала випуск даної версії V-8 аж до 1975 року. Остання інтерпретація видавала 166 кінських сил, що більше ніж у Chevrolet Corvette того ж року з L 48. Так, Chevrolet того часу, не міг конкурувати з TATRA по потужності, однак Chrysler повністю міг конкурувати. Той факт, що Chrysler розглядав турбінну силову установку для використання в автомобілі є настільки абсурдним, що його необхідно обговорити. План був простим: поставити газову турбіну Chrysler четвертого покоління на двох дверне шасі середнього розміру. Це був 1963 рік, час експериментів і досягнень, час коли технології вдосконалювалися, і ніхто не зважав на екологічні та економічні норми. Команда Chrysler, яка займалася турбінами, володіла довгим списком переваг альтернативного двигуна: менші витрати на технічне обслуговування, підвищений термін служби двигуна, п'ятикратне скорочення кількості деталей, відсутність проблем із запуском при низьких температурах, відсутність необхідності прогріву, збільшений робочий період, відсутність охолоджуючих рідин, миттєвий обігрів зимою салону, відсутність зупинки двигуна через раптове перевантаження, незначний розхід

мастила, мала вага двигуна, відсутність вібрації двигуна тощо – все це відображалось у літературі того часу. Однак, реальність була наступною – 130 кінських сил які видавалися трьохступінчастою коробкою передач Torqueflite (без гідротрансформатора, оскільки у ньому не було потреби), просто не вражали і, разом із вартістю виробництва, просто не було фінансової мотивації випускати такий автомобіль. Chrysler відклав дану ідею до кращих часів і знищив 46 із 55 випущених автомобілів. Більшість з тих, що залишилися знаходяться у музеях.

Необхідно відмітити роботу українських конструкторів Харківського заводу імені Малишева у галузі воєнної техніки. Одним із яскравих прикладів якої є танк Т-64 з унікальним двигуном 5ТД яка робила його кращим зразком воєнної техніки не лише того часу, а й багатьох сучасних моделей. Танк був створений на початку п'ятдесятих років 20 століття. При максимальній степені форсування пікова потужність становила понад 1000 кінських сил при об'ємі у 13,6 літра. Унікальність двигуна полягала в тому, що він був п'яти циліндровим але мав десять поршнів. Поршні рухалися назустріч один одному. Більше того двигун був двотактним, дизельним і турбованим. Хоча, необхідно відмітити, що він був не зовсім дизельним, оскільки міг використовувати і бензин і спиртовмісні суміші. Охолодження двигуна відбувалося за рахунок розрідження вихлопних газів, що проходили під радіатором. Звичайно така техніка вимагала особливої уваги і відповідного технологічного обслуговування. Провести ремонт в польових умовах чи пропустити технічні роботи було буквально смерті подібно. А для воєнної техніки це не є кращою характеристикою, у зв'язку з чим від використання даних двигунів поступово відмовилися. Двигун подібної конструкції був представлений у 2018 р. на Північноамериканському міжнародному автосалоні в Детройті на Ford F150. Даний двигун трьох циліндровий, шести поршневий, об'ємом – 2,7 л. Особливостями його є те, що при такому об'ємі він видає 270 кінських сил при витратах у 7 л на 10 км змішаного циклу, а також дозволяє до 30 % зменшити викиди в атмосферу.

Окрім великого різновиду двигунів внутрішнього згорання та електричних двигунів в історії автомобілебудування особливе місце посідають пневматичні двигуни. Вперше пневматичний двигун використали ще у кінці 19 століття у Франції для трамваїв. У 1932 році автомобіль на повітрі був показаний на виставці в Лос-Анжелесі. Однак у ті часи про перспективи пневматичних двигунів в автомобілебудуванні ніхто навіть не задумувався, оскільки вони не могли конкурувати із двигунами внутрішнього згорання, а екологічна їх складова нікого не цікавила. У кінці 70-х минулого століття Анджело Ді Петро винайшов принципово нову схему пневматичного двигуна. У ньому відсутні поршні та циліндри, по принципу дії він чимось нагадує роторний двигун. У кінці 80-х минулого століття Микола Пустинський створює свою версію пневматичного двигуна на базі двигуна внутрішнього згорання, залишивши близько 95 % деталей останнього. Найбільшого успіху у виробництві пневматичних двигунів добилася компанія Motor Development International (MDI) з двигунами Гая Негре. Перший двигун Гая Негре міг працювати не тільки на стисненому повітрі, а й на дизелі, бензині, газі. Випробування таких двигунів проводилося на автомобілях Citroen AX. Витрати палива на трасі становили 3 л на 100 км. Добившись таких результатів MDI не зупинилося на досягнутому і продовжило розробки, метою яких було повний перехід на стиснуте повітря. І першим прототипом став Taxi Zero Pollution. Даний автомобіль набув найбільшого поширення у Мексиці. Де з 1997 року відбулася поступова заміна таксопарку Мехіко на даного типу автомобілі (Zero Pollution, Airpod, Tata OneCat).

Прогрес не стоїть на місці, просто людство зміщує акценти. Колись світ потребував унікальних двигунів, що працюють на нафтопродуктах, а сьогодні ставиться питання у більш ефективних і екологічно чистих технологіях. У зв'язку з чим, є висока імовірність того, що незабаром ми побачимо дійсно інноваційні розробки, що використовують зовсім інші принципи і підходи до двигунів. Очевидним є одне – ми живемо в епоху, коли нафта поступово втрачає свою цінність в якості автомобільного палива.

1. Корбак С.І., Розум Р.І. Двигуни: минуле і сьогодення. Тенденції і виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: зб. матеріалів III Міжнародної наук. конф. (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.). Київ: НУБІП, 2021. С. 312.

2. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohni P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.

3. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2021. –

ПРОГНІЙ Павло Богданович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

РОЗУМ Руслан Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

ШЕВЧУК Оксана Степанівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

БУРЯК Микола Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики Західноукраїнського національного університету

Pavlo PROHNII, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Senior Villager of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Ruslan ROZUM, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Oksana SHEVCHUK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Mykola BURIK, Ph.D of Technical Sciences Sciences, Associate Professor of Transport and Logistics department, West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine

Захарчук О.П.¹, Розум Р.І.², Буряк М.В.², Фалович Н.М.², Чорна О.В.²

¹ Фаховий коледж економіки права та інформаційних технологій Західноукраїнського національного університету, Тернопіль, Україна,

² Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ ТИПУ VAN HOOL ACRON 915 ТА NEOPLAN N316/ 3 UL

У роботі досліджено проблематику експлуатації пасажирських автобусів Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL, дослідженнями встановлено збільшений розхід паливно-мастильних матеріалів стосовно паспортних даних до 20%. На вказаних транспортних засобах обґрунтовано удосконалення трансмісії шляхом заміни пари шестерень механічної восьмишвидкісної коробки перемикачів передач ZF 8s180. В результаті покращено швидкісні характеристики автомобілів, та досягнуто зниження середніх витрат пального. Ефективність функціонування удосконаленої трансмісії перевірено на практиці. Виходячи із розрахунків та практичних досліджень, перевізником підтверджено доцільність проведення такої модернізації.

Ключові слова: коробка перемикачів передач, передаточне число, первинний вал, вторинний вал, проміжний вал, експлуатаційні характеристики маршрутного автобуса, трансмісія.

The paper examines the operation of Van Hool 915 Acron and NEOPLAN N31 6 / 3UL passenger buses. Due to the conducted research, the consumption of fuel and lubricants was found to increase up to twenty percent in relation to passport data. During the study, the improvement of transmission by replacement of a pair of gears the mechanical 8-speed gearbox ZF 8s180 was substantiated, resulting in improved speed characteristics and fuel economy. The efficiency of the improved transmission has been tested in practice. Based on calculations and practical research, the carrier confirmed expediency of such modernization.

Key words: gearbox, gear ratio, tilting shaft, secondary shaft, intermediate shaft, performance characteristics of the shuttle bus, transmission.

Попри поступовий перехід до використання в автомобілях альтернативних джерел енергії, значна частка автомобільного транспорту залишається одним з основних споживачів нафтових палив. Так, загальновідомо, частка витрат на палива-мастильні матеріали в собівартості 1 т/км на автомобільному транспорті складає 15...20 %. Одним із провідних підприємств західного регіону, які виконують міжміські та міжнародні пасажирські перевезення є Ф.О.П. Стецик Т.В. Перевезення здійснюються як по Україні так і закордон. Найпоширенішими моделями автобусів є Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL, які виконують, за даними перевізника, близько 80% усіх перевезень. Перевізником встановлено, що розхід палива перевищує норму, згідно паспортних даних автомобіля на 20%. В умовах дефіциту пального та різкого підняття цін, актуальним є проведення заходів з модернізації транспортного засобу з метою зменшення витрат шляхом модернізації коробки перемикачів передач (КПП).

Енергоефективності трансмісій автомобілів і тракторів можна забезпечити при модернізації зі зміною числа циліндрів двигуна внутрішнього згорання [1]. У результаті проведеного дослідження визначено умови забезпечення вібростійкості моторно-трансмісійних установок, розроблено метод для проведення порівняльного аналізу показників енергоефективності моторно-трансмісійних установок з різним числом циліндрів ДВС, а також вказано можливі шляхи підвищення енергоефективності машинних агрегатів автомобілів і тракторів при модернізації зі зміною числа циліндрів ДВЗ.

Враховуючи перерозхід палива, ціль та задачі досліджень було визначено як розробка і обґрунтування технічних вдосконалень вузлів і агрегатів автобусів типу Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL. Для досягнення поставленої мети необхідно обґрунтувати шляхи уніфікації КПП ZF 8s180, в результаті чого забезпечити покращення швидкісних характеристик трансмісії та економії паливно-мастильних матеріалів.

Рекомендується модернізація коробки швидкостей ZF 8s180 шляхом заміни пари шестерень, а саме: на вторинному валу поміняти шестерню на меншу, а на проміжному встановити більшу. Реконструкції підлягали автобуси марки Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL.

Стандартна коробка передач ZF 8s180:

Шестерня проміжному валі $N_1 = 23$ зубців;

Шестерня вторинному валі $n_1 = 29$ зубців.

Модернізована коробка:

Шестерня проміжному валі $N_2 = 32$ зубців номер за каталогом 1304304636 [2];

Шестерня вторинному валі $n_2 = 26$ зубців номер за каталогом 1250304135 [3].

Обчислимо характеристики досліджуваної коробки швидкостей, зображеної на рис.1 в базовому рішенні. При включеній восьмій передачі муфта з'єднується напряду із вторинним валом, таким чином одержимо пряму передачу від двигуна внутрішнього згорання на карданний вал. Таким чином мала місце пряма передача 1:1. Після уніфікації КПП пряма передача стала сьомою, а при ввімкненій восьмій передачі крутний момент передається з первинного валу через замінені шестерні на проміжний та на вторинний вал

$$N_{ov} = N_1/n_2. \quad (1)$$

$$32/26 = 1.23$$

де N_{ov} – число обертів вторинного валу.

Таким чином на виході 1 оборот проміжного валу понизили і збільшили обороти на вторинному валу.

Динамічні характеристики транспортних засобів перевірено на практиці на різних маршрутах та встановлено зниження середніх витрат палива приблизно на 10%. Доцільність проведення удосконалення коробки перемикачів передач ZF 8s180 на автобусах Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL підтверджено перевізником.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Забезпечення енергоефективності трансмісій автомобілів і тракторів при модернізації зі зміною числа циліндрів ДВЗ / М. А. Подригалю А. А. Кашканов А. А. Коряк // Вісник машинобудування та транспорту №1 (13), 2021. С 102-110.
2. <https://www.gaislerlids.com/en/2214/99.ZF0024-gear-3rd-speed-1304304636>.
3. <https://www.gaislerlids.com/en/1856/MT0261-gear-5th-speed-1250304135>.
4. <https://www.zf.com/mobile/en/homepage/homepage.html>.
5. Innovative engines in the history of automobile building / Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. // Modern engineering and innovative technologies Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien .Issue №18. 2021. Part 2. P 64-67.

ЗАХАРЧУК Олена Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, викладач циклової комісії інформатики та комп'ютерної інженерії ВСП ФКЕПІТ (Тернопіль, Україна) e-mail: olenaskyba8500@gmail.com;

Olena ZAKHARCHUK, Ph.D, teacher of the Cycle commission of Informatics and Computer Engineering of Professional College of Law Economics and Information Technology, West Ukrainian National University e-mail: olenaskyba8500@gmail.com.

РОЗУМ Руслан Іванович — кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: Rozoom_ruslan@ukr.net

Ruslan ROZOOM, PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: Rozoom_ruslan@ukr.net

БУРЯК Микола Васильович — кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: Burjak74@ukr.net

Mykola BURYAK - PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: Burjak74@ukr.net.

ФАЛОВИЧ Наталія Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: n.falovych@gmail.com

Nataliia FALOVYCH, Ph.D, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: n.falovych@gmail.com.

ЧОРНА Ольга Василівна, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: olya5051@ukr.net

Olga CHORNA, Ph.D, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: olya5051@ukr.net.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Проведено дослідження стану транспортної системи Тернопільської області. Проаналізовано усі види транспорту, які функціонують в області, зокрема, залізничний, автомобільний, авіаційний, річковий, трубопровідний. Проаналізовано динаміку обсягів пасажирообороту області за видами транспорту у період з 2016 по 2020 роки та зроблено висновки щодо його функціонування. Здійснено аналіз обсягів вантажних перевезень в Тернопільській області за видами транспорту у період 2016-2020 роки. Охарактеризовано транспортну галузь в розрізі залізничного, автомобільного, авіаційного та трубопровідного комплексу щодо наявності автопарку, станцій, залів очікування та іншої необхідної інфраструктури.

Ключові слова: транспортна інфраструктура, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, авіаційний транспорт, трубопровідний транспорт, пасажирооборот, вантажооборот.

A study of the state of the transport system of Ternopil region. All types of transport operating in the region are analyzed, in particular, railway, automobile, aviation, river, pipeline. The dynamics of passenger traffic in the region by mode of transport in the period from 2016 to 2020 is analyzed and conclusions are drawn on its operation. An analysis of the volume of freight traffic in the Ternopil region by mode of transport in the period 2016-2020. The transport industry is characterized in terms of railway, automobile, aviation and pipeline complex in terms of the availability of fleet, stations, waiting rooms and other necessary infrastructure.

Key words: transport infrastructure, railway transport, road transport, air transport, pipeline transport, passenger turnover, freight turnover.

Оцінка існуючого стану НТС повинна базуватися на системі об'єктивних і суб'єктивних показників, які характеризують рівень логістичної інфраструктури, організації ефективного інвестиційного процесу щодо сфери логістики, створення й функціонування ринкових інститутів логістичної спрямованості як найбільш значущих складових загальної ринкової інфраструктури.

Логістична інфраструктура Тернопільської області представлена залізничним, автомобільним, річковим, трубопровідним та авіаційним видами транспорту.

Основними чинниками, що відображають особливості формування транспортної інфраструктури Тернопільської області є такі:

1. Розташування в центрі Західного регіону України, а також близькість до кордонів з країнами ЄС забезпечує унікальне економіко-географічне положення області.

2. Вигідні фізико-географічні та сприятливі природно-кліматичні умови для розвитку транспортної інфраструктури (більшість області - рівнинна територія, лише на півночі розташовані Кременецькі гори).

3. Наявність необхідної кількості транспортної, складської інфраструктури, ліній зв'язку та електропередач.

4. Економічний потенціал регіону сприяє розвитку транспортної інфраструктури, що забезпечує перевезення пасажирів та сировини, матеріалів, готової продукції в необхідних обсягах.

5. Через область проходять міжнародні транспортні магістралі, що сприяє розвитку інфраструктури прилеглих територій.

6. Близькість до великих центрів ділового співробітництва та прикордонних міст.

Залізничний комплекс Тернопільської області налічує 14 підприємств. Основні з них: локомотивне депо Тернопіль, пасажирське вагонне депо Тернопіль, вагонне депо Тернопіль, станція Тернопіль, вокзал станції Тернопіль, Тернопільська дистанція колії, дистанція сигналізації зв'язку. На базі колишнього рефрижераторного депо організовано ремонт пасажирських вагонів та іншої залізничної техніки, в локомотивному депо налагоджено ремонт дизель-поїздів, оновлюється колійне господарство, запроваджуються нові технології роботи на всіх підприємствах. Зазначені підприємства належать до Львівської залізниці.

За даними Тернопільської обласної державної адміністрації [4] до складу Тернопільської дирекції залізничних перевезень входить 43 станції та 43 зали очікування пасажирів. Розгорнута довжина колій становить 777,3 км, експлуатаційна довжина колій відповідно – 686,6 км., електрифіковано – 139 км колій. Щільність залізничної мережі на території області становить 45,9 км на 1 тис. кв. км, що значно перевищує такий же показник в Україні (37,6 км). Найбільша щільність залізниць у центральній частині області, а найменша – у північній. Найважливіша магістраль (Львів-Київ) перетинає область із заходу на схід. Міжобласне значення має залізниця Тернопіль-Чернівці. Залізничний вузол міста Тернополя надає можливість сполучення практично з усіма обласними центрами України та країнами ближнього зарубіжжя.

Автомобільний транспорт Тернопільської області представлений мережею автомобільних доріг загального користування, що становить 5000,1 км, із них 4976,2 км (99,5 %) з твердим покриттям [1].

У середньому на 1 тис. кв.км. території припадає 405 км автомобільних шляхів, а із твердим покриттям – 358 км (в Україні ці показники становлять відповідно 270 і 247 км).

Серед областей України Тернопільська займає 20 місце за загальною протяжністю доріг з чорним покриттям, 1 місце із забезпеченості дорогами з твердим покриттям на 1000 м. кв. території. Перевезення вантажів і пасажирів здійснюють понад 130,1 тис. автомобілів. Із них 68% – вантажні автомобілі. Автобусні маршрути пролягають в усі кінці області, ними курсує понад 2,5 тис. автобусів і мікроавтобусів. Міський електротранспорт працює лише в м. Тернополі. Довжина тролейбусних маршрутів сягає 70 км.

Територію Тернопільщини перетинають нафтопровід «Дружба», газопроводи «Союз» (Оренбург – західний кордон), Уренгой-Помари-Ужгород, Дашава-Київ, Торжок-Долина.

Авіаційний транспорт області представлений Тернопільським обласним комунальним підприємством «Фірма Тернопіль-авіаавтотранс» та включає в себе аеропорт «Тернопіль», що належить до 4 класу і має аеровокзал, пропускною спроможністю 100 пас/год, пункт пропуску через державний кордон. Він призначений для здійснює, насамперед, перевезення пасажирів, а також пошти і вантажів, які швидко псуються. Авіаційний транспорт в основному використовувався в області для перевезення пасажирів. На даний час він не функціонує. Всі ці види транспорту тісно пов'язані між собою і утворюють транспортну систему області, яка є складовою частиною транспортної системи України.

1. <http://www.ukravtodor.gov.ua/>
2. Держкомстат України.URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Міністерство інфраструктури України. URL: <http://www.mintrans.gov.ua>
4. Тернопільська обласна державна адміністрація. URL: <http://sed.te.gov.ua/main/ua/304.htm>
5. Попович П. Аналітичні технології в забезпеченні економічної ефективності логістичних систем. *Вісник ХНТУСГ*. 2016. Вип. № 169. С. 223 - 225
6. Попович П.В. Підвищення ефективності технологій перевезень організаційними шляхами надання транспортних послуг. Попович П., Шевчук О., Мурований І. *Вісник ХНТУСГ*. Харків. 2017. Вип. № 184. С. 124 - 130
7. Прокудін Г. С. Підвищення продуктивності та якості автобусних пасажирських перевезень в місцях-конгломераціях. Г. С. Прокудін, Д. М. Омаров, О. Г. Прокудін. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. № 1. С. 378-387
8. Фалович В. А. Засади розвитку координування як емерджентної якості ланцюга поставок інвестиційних товарів. В. Фалович, Н. Фалович, С. Семенюк. *Галицький економічний вісник*. Тернопіль. ТНТУ, 2021. Том 69. № 2. С. 146–152.

ПОПОВИЧ Павло Васильович, доктор технічних наук, завідувач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: Ppopovich@ukr.net

ФАЛОВИЧ Наталія Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: n.falovych@gmail.com

ФАЛОВИЧ Володимир Андрійович, доктор економічних наук, завідувач кафедри промислового маркетингу, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя e-mail: n.falovych@gmail.com

ШЕВЧУК Оксана Степанівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: oksana_shevchuk84@ukr.net

Pavlo POPOVYCH , Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University e-mail: Ppopovich@ukr.net

Nataliia FALOVYCH, PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University e-mail: n.falovych@gmail.com

Volodymyr FALOVYCH, Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Industrial Marketing, Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University e-mail: n.falovych@gmail.com

Oksana SHEVCHUK, PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University e-mail: oksana_shevchuk84@ukr.net

УДК 656.072

Дзядикевич Ю. В., Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович П.В., Чорна О.С.
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Автомобільний транспорт є однією з важливих галузей національної економіки, який забезпечує захист економічних інтересів держави, обороноздатність, підвищення рівня життя населення та впливу різних екологічних факторів на стан навколишнього середовища. Саме тому вдосконалення державного регулювання автотранспортного забезпечення у сфері перевезень є дуже актуальним, оскільки, вирішення цієї проблеми є важливе для інтегрування транспортної системи України в транспортні системи Європи, Азії та Балтійського й Чорноморського регіонів. З цією метою Україні варто перейняти досвід Європейського союзу з стягування оплати за користування транспортною інфраструктурою задля відновлення екологічного балансу та відшкодування заподіяної транспортом шкоди навколишньому середовищу.

Ключові слова: *автомобільний транспорт, транспортна стратегія, екологічна складова, екологічна безпека, державне регулювання.*

Road transport is one of the important sectors of the national economy, which protects the economic interests of the state, defense, improving living standards and the impact of various environmental factors on the environment. That is why the improvement of state regulation of road transport in the field of transportation is very important, because solving this problem is important for the integration of Ukraine's transport system into the transport systems of Europe, Asia and the Baltic and Black Sea regions. To this end, Ukraine should adopt the experience of the European Union in charging for the use of transport infrastructure in order to restore the ecological balance and compensate for the damage caused by transport to the environment.

Key words: *road transport, transport strategy, ecological component, ecological safety, state regulation.*

Автомобільний транспорт є однією з важливих галузей національної економіки, який забезпечує захист економічних інтересів держави, обороноздатність, підвищення рівня життя населення та впливу різних екологічних факторів на стан навколишнього середовища.[1].

Саме тому вдосконалення державного регулювання автотранспортного забезпечення у сфері перевезень є дуже актуальним, оскільки, вирішення цієї проблеми є важливе для інтегрування транспортної системи України в транспортні системи Європи, Азії та Балтійського й Чорноморського регіонів. З цією метою Україні варто перейняти досвід Європейського союзу з стягування оплати за користування транспортною інфраструктурою задля відновлення екологічного балансу та відшкодування заподіяної транспортом шкоди навколишньому середовищу.

Державне втручання в ринкові процеси визначається комбінацією господарських форм за такими принципами:

1. Відповідність форм господарювання умовам зовнішнього середовища;
2. Принцип цілісності та поєднання різних господарських форм.

Автомобільні перевезення в Україні на сьогоднішній день регулюються низкою законодавчих актів у сфері транспорту, інфраструктури та поштового зв'язку [1,7].

Нормативно-правовими акти у сфері господарської діяльності щодо надання послуг з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів, багажу є Постанови Кабінету Міністрів України від 05.08.2015 № 609 «Про затвердження переліку органів ліцензування та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України», від 02.12.2015 № 1001 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів та небезпечних відходів автомобільним транспортом, міжнародних перевезень пасажирів та вантажів автомобільним транспортом», від 23.12.2015 № 1186 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів, небезпечних вантажів та небезпечних відходів річковим, морським транспортом».

Правовими засобами гарантування екологічної безпеки на даний час в Україні є вітчизняне законодавство та досвід зарубіжних країн, яке можна розділити на кілька груп. До першої групи

належать нормативно-правові акти що забезпечують зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, зокрема, встановлення вимог до вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна, запровадження адміністративно-правових обмежень для власників транспортних засобів (запровадження європейських вимог до автомобілів Євро-6), встановлення додаткового податкового навантаження на власників автомобілів, а також диференційованого оподаткування транспортних засобів в залежності від екологічного класу.

Другу групу складають правові механізми попередження негативного впливу автомобільного транспорту на життя та здоров'я людини та навколишнього середовища. Проте, процес формування даної групи нормативно-правового забезпечення в Україні ще не завершено.

Третя група законодавчих актів регулює якість пального. Остання група – це правові засоби регулювання відходів.

Основним пріоритетом модернізації автомобільного транспорту є Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року (далі – Стратегія), яка затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2018 року № 430-р. [8], де визначено пріоритети формування комплексної транспортної політики та ефективного державного управління, основні напрями розвитку транспортної галузі України до 2030 р.

Важливого значення для забезпечення екологічної безпеки автомобільного транспорту в сучасних умовах має стандартизація, яка забезпечує єдиний підхід до ремонту, технічної експлуатації, обслуговування та утилізації транспортних засобів; забезпечує гарантії надійності та безпечності транспортних засобів, економію ресурсів та безпеку експлуатації транспортних засобів.

Гарантіями дотримання екологічного законодавства в сфері автомобільного транспорту є Закон України «Про охорону навколишнього середовища», Кодекс України «Про адміністративні правопорушення», Цивільний кодекс України, Кримінальний кодекс України та інші підзаконні нормативні акти.

Для подальшої перспективи розвитку Національної транспортної стратегії України та директив ЄС необхідним є приведення у відповідність до європейських екологічних стандартів вітчизняного законодавства та прийняття таких законопроектів, як Проект Закону України «Про залізничний транспорт», Проект Закону України «Про внутрішній водний транспорт» (реєстр. № 2475 а), Проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері технічного регулювання та безпеки автомобільного транспорту з метою приведення їх у відповідність з актами Європейського Союзу» (імплементация актів ЄС щодо технічного регулювання); Проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо врегулювання роботи таксі, легкових автомобілів на замовлення та інформаційно-диспетчерських служб» (реєстр. № 3107 а); Проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері автомобільного транспорту з метою приведення їх у відповідність з актами Європейського Союзу» (стосовно доступу до ринку); Проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо посилення габаритно-вагового контролю».

1. 40% пріоритетних для держави інвестпроектів складають проекти у галузі інфраструктури та транспорту. 2020. 20 листопада. Офіційний веб-портал Міністерства інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32396.html>

2. Drones in the Transport System: Acceptability and Integration. International Transport Forum. URL: <https://www.itf-oecd.org/drones-transport-system-acceptability-integration>

3. Богомоллова Н.І. Особливості державного регулювання розвитку транспорту мегаполісу. *Зб. наук. праць ДЕТУТ*. Серія "Економічні науки". 2015. № 33. С. 213—218.

4. Державне агентство автомобільних доріг України Укравтодор. URL: <https://ukravtodor.gov.ua/>

5. Дзядичев Ю.В., Куликовська І.М. Перспективи розвитку автотранспортної системи України. *Інноваційна економіка*. 2012 №4.с.16-19

6. Закон України "Про автомобільний транспорт". № 22 Відомості Верховної ради України від 01.06.2001, №22.

7. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України. URL: <http://mtu.gov.ua/documents/358.html>

8. Поліщук О. М. Інноваційні перетворення на транспорті як чинник модернізації управління транспортними потоками великих міст / О. М. Поліщук // Формування ринкових відносин в Україні. 2015. № 7. С. 45-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2015_7_13

9. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах. П. В. Попович, О. С. Шевчук, А. Й. Матвійшин, В. М. Лотоцька. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки*. 2016. № 2. С. 224-229. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2016_2_35

10. Проект Закону України "Про внесення змін до Господарського кодексу України (щодо узгодження з положеннями Цивільного кодексу України та деяких інших законодавчих актів) від 29 вересня 2020 р. Офіційний веб-портал Верховної Ради України. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511

11. Рудченко О.Ю., Поліщук О.М. Механізм державного регулювання транспортної інфраструктури мегаполісів. *Університетські наукові записки*. 2017. № 6. С. 93—100.

12. Січкарь Д. Транспортна галузь у 2020 році. Веб-портал Європейської Бізнес Асоціації. 2020. 22 грудня. URL: <https://eba.com.ua/transportna-galuz-u-2020-rotsi/>

13. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.04.2018р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>

14. Фалович Н. М. Засади розвитку координування як емерджентної якості ланцюга поставок інвестиційних товарів / Володимир Фалович, Наталія Фалович, Світлана Семенюк // *Галицький економічний вісник*. — Т. : ТНТУ, 2021. Том 69. № 2. С. 146–152. (Маркетинг).

15. Фалович В.А. Перспективи залучення промислових підприємств України до міжнародних ланцюгів поставок / В.А. Фалович. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2016. № 487. С. 170-177.

16. Фалович В.А. Інвестування у відносини ланцюга поставок в концепції Індустрія 4.0 / В.А. Фалович // *Електронний фаховий науковопрактичний журнал «Інфраструктура ринку»*. 2018. Вип. 15. С. 127-136.

ДЗЯДИКЕВИЧ Юрій Володимирович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспорту і логістики Західноукраїнський національний університет

ФАЛОВИЧ Наталя Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

ШЕВЧУК Оксана Степанівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

ПОПОВИЧ Павло Васильович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

ЧОРНА Ольга Василівна, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики Західноукраїнський національний університет

Yuriy Dzyadykevych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Transport and Logistics Western Ukrainian National University

Natalia Falovich, Ph.D of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport and Logistic, Western Ukrainian National University

Oksana Shevchuk, Ph.D of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University

Pavlo Popovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University

Olga Chorna, Ph.D of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport and Logistic, Western Ukrainian National University

Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович П.В., Розум Р.І. Буряк М.В.
Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЗАРУБІЖНИХ КРАЇНАХ

У статті проведено аналіз чинних нормативно-правових регулятивних процесів щодо забезпечення ефективного виконання транспортних перевезень з точки зору застосування успішного міжнародного досвіду та інтеграції із кращими європейськими практиками. Наукова новизна статті полягає у запропонованому авторами структуруванню етапів розвитку і взаємодії української транспортної системи із європейськими партнерами. Подальші дослідження в межах порушеної тематики повинні передбачати узгодження різних дій та заходів, запроваджених в Україні в межах інтеграції вітчизняної транспортної системи у загальноєвропейську мережу.

Ключові слова: транспортна система, автомобільні перевезення, регулювання, інтеграція, співробітництво, міжнародний рівень.

The article analyzes the current regulatory and regulatory processes to ensure the effective implementation of transport in terms of application of successful international experience and integration with European best practices. The scientific novelty of the article lies in the authors' proposed structuring of stages of development and interaction of the Ukrainian transport system with European partners. Further research on the issues raised should include coordination of various actions and measures implemented in Ukraine in the framework of the integration of the domestic transport system into the European network.

Key words: transport system, road transport, regulation, integration, cooperation, international level.

Враховуючи статус транзитних країн, вигідне транспортно-географічне розташування – на перетині європейських та євразійських транспортних шляхів, міжнародних вантажних і транспортних коридорів, розвиток автомобільних доріг є пріоритетним напрямком транспортної політики України. Транспортна стратегія України на період до 2030 року, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р.

Стратегія визначає розвиток інтермодальних перевезень, створення мережі взаємопов'язаних логістичних центрів та інтермодальних терміналів на основних транспортних вузлах, прикордонних портах тощо. Правові питання здійснення та організації перевезень вантажів прямим змішаним транспортом у різний час були предметом обговорення в науковій та юридичній літературі.

Питання двостороннього співробітництва Україна-ЄС у сфері транспорту обговорюється в рамках інституцій Асоціації: Ради асоціації, Комітету асоціації та на експертному рівні – Комітету асоціації в рамках Групи Підкомітету з економічного та інших галузевого співробітництва ЄС. Україна та ЄС співпрацюють у рамках різноманітних регіональних ініціатив, зокрема ТРАСЕКА, на міжнародному рівні в рамках міжнародних транспортних організацій, ратифікованих сторонами угод та конвенцій. Наприкінці 2011 року була створена ще одна полігональна форма транспортного співробітництва – Транспортна група Східного партнерства (тематична платформа № 2 «Економічна інтеграція та підхід до політики ЄС»), яка збирається двічі на рік.

Важливим кроком у зміцненні інтеграції ЄС з країнами Східного партнерства стало створення спільної транспортної мережі між ЄС та його східними сусідами під час зустрічі міністрів транспорту країн Східного партнерства в Люксембурзі 9 жовтня 2013 року. Регіональна транспортна мережа Східного партнерства, затверджена міністрами, визначає найважливіші транспортні сполучення між ЄС та його східними сусідами, зокрема Україною. Мережа розроблена відповідно до портфеля TEN-T Литви, Латвії, Польщі та інших країн-членів ЄС.

Однією з цільових форм співпраці з ЄС є щорічна Дунайська міністерська

конференція. Останнє 4-е засідання відбулося в Брюсселі 3 грудня 2018 року, за результатами якого були підписані висновки щодо ефективного відновлення та обслуговування інфраструктури водних шляхів Дунаю та його судноплавних приток.

Міжнародна технічна допомога ЄС у транспортній сфері передбачає реалізацію проекту технічної допомоги ЄС «Підтримка виконання спільних угод та національних транспортних стратегій». Метою проекту є сприяння інтеграції та модернізації українського транспортного сектору та окремих підгалузей транспортного сектору, а також подальше оновлення реалізації національної транспортної стратегії відповідно до зобов'язань, передбачених у спільній угоді між Україною та Європейський Союз.

За участі експертів на основі проекту Типового положення про Систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті було підготовлено доопрацьований відповідно до європейських практик проект Положення про Систему управління безпекою.

Було проведено низку семінарів, в ході яких експерти презентували кращі практики розслідування ДТП в країнах ЄС, в тому числі із використанням сучасних технологій. Експерти також надали українськими колегам інформацію про функціонування баз даних ДТП в Європі та приклади відповідних шифрувальних книг. Водночас, на прохання Укртрансбезпеки проводиться серія практичних тренінгів у містах Київ, Львів, Одеса про застосування тахографів, виявлення протиправних маніпуляцій з ними та кріплення вантажів. Два тренінги вже відбулися та були високо оцінені учасниками.

Окремим важливим результатом проекту є організація навчальних поїздок українських делегацій до країн-партнерів проекту Твіннінг. В результаті однієї з таких поїздок Україні надано можливість брати участь в заходах Euro Controle Route у статусі гостя.

На підставі проведених досліджень встановлено, що державне регулювання автотранспортної системи в умовах ринкової економіки охоплює три моделі: імперативну, індикативно-інформаційну і економіко-параметричну.

Прийняття комплексного законодавчого акту, що регулює діяльність усіх видів транспорту, відомого як «Закон про транспорт», сприятиме уніфікації термінології та вдосконаленню господарської практики застосування відповідного законодавства, усуненню внутрішніх суперечностей та дублювання законів і нормативних актів, упорядкування сучасної практики в цій сфері. Однак безпосереднім пріоритетом є розробка концептуальної основи для проекту транспортних правил. Єдиний транспортний кодекс має збалансувати державні та приватні інтереси, регулювати сучасні тенденції комерціалізації, оцифровки транспортних процесів, розвитку гібридного транспорту, регулювати правовий статус нових гравців ринку транспортних послуг України та зарубіжних країн.

1. 40% пріоритетних для держави інвестпроектів складають проекти у галузі інфраструктури та транспорту. 2020. 20 листопада. Офіційний веб-портал Міністерства інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32396.html>
2. Drones in the Transport System: Acceptability and Integration. International Transport Forum. URL: <https://www.itf-oecd.org/drones-transport-system-acceptability-integration>
3. Богомолова Н.І. Особливості державного регулювання розвитку транспорту мегаполісу. *Зб. наук. праць ДЕТУТ*. Серія "Економічні науки". 2015. № 33. С. 213—218.
4. Державне агентство автомобільних доріг України Укравтодор. URL: <https://ukravtodor.gov.ua/>
5. Дзядикевич Ю.В., Куликовська І.М. Перспективи розвитку автотранспортної системи України. *Інноваційна економіка*. 2012 №4.с.16-19
6. Закон України "Про автомобільний транспорт". № 22 Відомості Верховної ради України від 01.06.2001, №22.
7. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України. URL: <http://mtu.gov.ua/documents/358.html>
8. Поліщук О. М. Інноваційні перетворення на транспорті як чинник модернізації управління транспортними потоками великих міст / О. М. Поліщук // *Формування ринкових відносин в Україні*. 2015. № 7. С. 45-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2015_7_13
9. Попович П. В. Дослідження тенденцій розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень у сучасних умовах. П. В. Попович, О. С. Шевчук, А. Й. Матвійшин, В. М. Лотоцька. *Вісник Житомирського*

державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. 2016. № 2. С. 224-229. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_2016_2_35

10. Проект Закону України "Про внесення змін до Господарського кодексу України (щодо узгодження з положеннями Цивільного кодексу України та деяких інших законодавчих актів) від 29 вересня 2020 р. Офіційний веб-портал Верховної Ради України. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511

11. Рудченко О.Ю., Поліщук О.М. Механізм державного регулювання транспортної інфраструктури мегаполісів. Університетські наукові записки. 2017. № 6. С. 93—100.

12. Січкарь Д. Транспортна галузь у 2020 році. Веб-портал Європейської Бізнес Асоціації. 2020. 22 грудня. URL: <https://eba.com.ua/transportna-galuz-u-2020-rotsi/>

13. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.04.2018р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>

14.

ФАЛОВИЧ Наталя Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

ШЕВЧУК Оксана Степанівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

ПОПОВИЧ Павло Васильович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

РОЗУМ Руслан Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

БУРЯК Микола Васильович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет

Natalia FALOVICH, Ph.D of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport and Logistic, Western Ukrainian National University

Oksana SHEVCHUK, Ph.D of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University

Pavlo POPOVICH, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport and Logistics, Western Ukrainian National University

Ruslan ROZOOM, PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University

Mykola BURYAK - PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University

Захарчук О.П.¹, Розум Р.І.², Буряк М.В.², Фалович Н.М.², Чорна О.В.²

¹ Фаховий коледж економіки права та інформаційних технологій Західноукраїнського національного університету, Тернопіль, Україна,

² Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ ТИПУ VAN HOOL ACRON 915 ТА NEOPLAN N316/ 3 UL

В статті доведено техніко-економічну доцільність реконструкції вузлів трансмісії шляхом заміни пари шестерень на пасажирських автобусах Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL. Ефективність функціонування удосконаленої трансмісії перевірено на практиці на різних маршрутах. В статті встановлено мінімальну та максимальну економію паливно мастильних матеріалів, а також терміни окупності такої уніфікації на найвигіднішому та найменш вигідному з позиції кількості перевезених пасажирів на маршрутах.

Ключові слова: коробка перемикачів, економічна ефективність, експлуатаційні характеристики маршрутного автобуса, трансмісія.

The technical and economic feasibility of the reconstruction of transmission units by replacing a pair of gears of passenger buses Van Hool 915 Acron and NEOPLAN N316 / 3 UL is proved in the article. The efficiency of the advanced transmission has been tested in practice on various routes. The minimum and maximum level of fuel and lubricants savings is determined in the article, as well as the payback period of such unification on the most profitable and least profitable routes in terms of the number of passengers carried on these routes.

Key words: gearbox, economic efficiency, performance characteristics of the shuttle bus, transmission.

Для економії паливно мастильних матеріалів на пасажирських автобусах Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL проведено модернізацію коробки перемикачів (КПП) ZF 8s180 шляхом заміни пари шестерень, а саме: на вторинному валу поміняли шестерню на меншу, а на проміжному встановили більшу. Для порівняльного аналізу середні результати обчислень витрат пального до та після модернізації трансмісії дослідних машин на різних маршрутах зведено в табл. 1. Встановлено, що максимальну економію отримано на маршруті Тернопіль-Щецин, де переважає швидкісна траса, а мінімальну на маршруті Тернопіль-Харків, де якість доріг нижча так як на такий маршрут потрібна тягова, а не швидкісна трансмісія.

Вартість такої модернізації. Ціна запчастин ~ 30000 грн. [1]. Робота майстра ~ 13 год·280 грн/год = 3640 грн. Отже загальна вартість модернізації становить $C=33000+3640= 36640$ грн. Розрахуємо техніко-економічні показники. Витрати пального транспортного засобу розрахуємо за формулою:

$$V_1 = L/100 \cdot r_1 \cdot c \quad (1)$$

$$V_2 = L/100 \cdot r_2 \cdot c \quad (2)$$

де c – ціна на паливо, грн; L – довжина маршруту, км; r_1 – середній розхід палива до модернізації, л/100км; r_2 – середній розхід палива після модернізації, л/100км; V_1 – витрати пального до модернізації; V_2 – витрати пального після модернізації.

Витрати пального на маршруті Тернопіль-Харків. Довжина шляху (через м. Київ) $L=1800$ км. Ціна на паливо для підприємств $c= 65$ грн/л, середній розхід палива, до удосконалення КПП $r_1= 36,3$ л/100км, після удосконалення $r_2=34,05$ л/100км. Отже, виходячи з формул(1) і (2), витрати пального до модернізації $V_1=42471$ грн., а витрати пального після модернізації становлять $V_2=39838,5$ грн.

Таким чином, за один рейс підприємець економить:

$$E = V_1 - V_2 \quad (3)$$

$E=2632,5$ грн. Термін окупності такої модернізації:

$$N = C/E \quad (4)$$

$N=13,918$ рейсів. Отже удосконалення КПП на маршруті Тернопіль-Харків окупиться за 14 рейсів.

Розрахуємо техніко-економічні показники на маршруті Тернопіль-Щецин. Довжина шляху $L=2250$ км. Середній розхід палива до удосконалення КПП $r_1= 34,05$ л/100км, після удосконалення r_2

=32,05 л/100км. Отже витрати пального до модернізації становлять (1), $V_1=49798$ грн.

Витрати пального до модернізації становлять (2), $V_2=46873,5$ грн.

Таблиця 1.

Порівняння середніх витрат пального автобусів Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL до та після модернізації трансмісії на різних маршрутах

Маршрут	Van Hool 915 Acron Середній розхід пального л/100км		NEOPLAN N316/ 3 UL Середній розхід пального л/100км	
	до модернізації	після модернізації	до модернізації	після модернізації
Тернопіль-Київ	36,2	33,7	36	33,6
Тернопіль-Харків	36,3	34,1	36,3	34
Тернопіль-Запоріжжя	36,2	33,6	36,1	33,5
Тернопіль-Щецин	34,1	32,1	34	32
Тернопіль-Слупськ	34,2	32,2	34,1	32,1
Тернопіль-Колбжег	34,5	32,5	34,4	32,4

Таким чином, за один рейс підприємець економить (3), $E=2924,5$ грн. Термін окупності такої модернізації, $N=12,53$ рейсів. Отже реконструкція КПП на маршруті Тернопіль-Щецин окупиться за 13 рейсів. Перевізником підтверджено доцільність проведення удосконалення коробки перемикач ZF 8s180 на автобусах Van Hool 915 Acron та NEOPLAN N316/ 3 UL.

1. <https://www.zf.com/mobile/en/homepage/homepage.html>.

2. Забезпечення енергоефективності трансмісій автомобілів і тракторів при модернізації зі зміною числа циліндрів ДВЗ / М. А. Подригалю А. А. Кашканов А. А. Коряк // Вісник машинобудування та транспорту №1 (13), 2021. С 102-110.

3. <https://www.gaiserlidis.com/en/2214/99.ZF0024-gear-3rd-speed-1304304636>.

4. <https://www.gaiserlidis.com/en/1856/MT0261-gear-5th-speed-1250304135>.

5. Innovative engines in the history of automobile building / Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. // Modern engineering and innovative technologies Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien .Issue №18. 2021. Part 2. P 64-67.

ЗАХАРЧУК Олена Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, викладач циклової комісії інформатики та комп'ютерної інженерії ВСП ФКЕПІТ (Тернопіль, Україна) e-mail: olenaskyba8500@gmail.com.

Olena ZAKHARCHUK, Ph.D, teacher of the Cycle commission of Informatics and Computer Engineering of Professional College of Law Economics and Information Technology, West Ukrainian National University e-mail: olenaskyba8500@gmail.com.

РОЗУМ Руслан Іванович — кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: Rozoom_ruslan@ukr.net

Ruslan ROZOOM, PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: Rozoom_ruslan@ukr.net

БУРЯК Микола Васильович — кандидат технічних наук, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: Burjak74@ukr.net

Mykola BURYAK - PhD, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: Burjak74@ukr.net.

ФАЛОВИЧ Наталія Миколаївна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: n.falovych@gmail.com

Nataliia FALOVYCH, Ph.D, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: n.falovych@gmail.com.

ЧОРНА Ольга Василівна, кандидат економічних наук, старший викладач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет e-mail: olya5051@ukr.net

Olga CHORNA, Ph.D, Associate Professor of Transport and Logistics, West Ukrainian National University e-mail: olya5051@ukr.net.

**НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ АВТОМОБІЛЬНОЇ І
ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНЬОЇ ГАЛУЗЕЙ**

Матеріали Сьомої міжнародної науково-практичної
конференції(Луцьк, 14-16 червня 2022 р.)

Тексти друкуються в авторській редакції

Відповідальний за випуск: Василь ОНИЩУК

Макетування і верстка: Віктор САМОСТЯН

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК № 4123 від 28.07.2011 р.