

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

LUTSK NATIONAL
TECHNICAL UNIVERSITY

СУЧАСНІ
ТЕХНОЛОГІЇ
В
МАШИНОБУДУВАННІ
ТА ТРАНСПОРТІ

ADVANCES
IN
MECHANICAL
ENGINEERING
AND TRANSPORT

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC JOURNAL

ISSN 2313-5425

№2 (6)

2016

<http://avtomash.lntu.edu.ua>

ЛУЦЬК

LUTSK

Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016.– №2(6).– 176 с.

В матеріалах наукового журналу висвітлюються результати наукових досліджень та науково-дослідних розробок в галузі машинобудування, автомобільного транспорту, транспортних систем і транспортних технологій на автомобільному транспорті, а також, математичного та комп'ютерного моделювання технічних процесів та систем.

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації – КВ №20504-10304Р від 30.12.2013р.

**Науковий журнал включений до Переліку наукових фахових видань України
згідно наказу Міністерства освіти і науки України № 528 від 12.05.2015р.**

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Пустюльга С.І., д.т.н., професор, Луцький НТУ (головний редактор); **Дідух В.Ф.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ (заступник головного редактора), **Плюський В.О.**, д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва і архітектури (заступник головного редактора); **Сахно В.П.**, д.т.н., професор, Національний транспортний університет (заступник головного редактора); **Ярошевич М.П.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ (заступник головного редактора); **Козачук І.С.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ (відповідальний секретар); **Владут Валентин**, PhD. Eng., Національний інститут проектування машин та обладнання для сільського господарства і харчової промисловості (INMA, Румунія); **Вржещ М.В.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Головачук І.П.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Голячук С.Є.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Заболотний О.В.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Ковальов М.М.**, д.т.н., професор, Всеросійський науково-дослідний інститут механізації льонарства Російської академії сільськогосподарських наук; **Кравченко О.П.**, д.т.н., професор, Житомирський державний технологічний університет; **Ланець О.С.**, д.т.н., доцент, НУ «Львівська Політехніка»; **Максимович О.В.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ; **Марчук В.І.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ; **Матейчик В.П.**, д.т.н., професор, Національний транспортний університет; **Мурований І.С.**, к.т.н., доцент, Луцький національний технічний університет; **Олександренко В.П.**, д.т.н., професор, Хмельницький національний університет; **Рихтер Марцін**, PhD. Eng., Інститут автомобільного транспорту (Польща); **Рудь В.Д.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ; **Савчук П.П.**, д.т.н., професор, ректор Луцького НТУ; **Селезньов Е.Л.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Цизь І.Є.**, к.т.н., доцент, Луцький НТУ; **Хамед Ашраф**, Dr.-Ing., ВАТ «Dornier Consulting» (Німеччина); **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор, Луцький НТУ.

Друкується за рішенням Вченої ради
Луцького національного технічного університету
(Протокол №12 від 24.05.2016р.)

Лабецкас Г., Славинскас С., Вилутиенė В., Мицкявичюс Т., Канапккенė І.

Сравнительная оценка работы дизельного двигателя на авиационном топливе JP-8 с добавками присадки улучшающей цетановое число и метилового эфира рапсового масла 6

Рибіцка І., Дроздзел П.

Аналіз відмов систем безпеки громадських транспортних засобів на прикладі муніципальної транспортної компанії в Любліні 12

Смешек М., Добжанська М., Добжанський П.

Аналіз часу перевезення та завантаженості обраного міського маршруту в м. Жешов ... 18

Андрійчук О.В., Хвищун Н.В., Процюк В.О., Шимчук О.П.

Аналіз аварійності на автомобільних дорогах шацького району у Волинській області 24

Біліченко В.В., Цимбал С.В., Лановий Р.С., Харчук О.В.

Проблеми транспортної інфраструктури в плануванні сучасних міст і шляхи їх вирішення 32

Реваз Велиджанашвили, Георгий Тедорадзе, Мариам Турманидзе, Автандил Фарнаози

Автомобильные перевозки в городских условиях и безопасность дорожного движения 37

Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.

Особенности інформаційної системи моніторингу і прогнозування параметрів технічного стану двигуна і транспортного засобу в умовах ITS 43

Горбай О.З., Керницький І.С.

Міцність кузова автобуса з газобалонним обладнанням 50

Горшков Т.Ш.

Основные направления обеспечения безопасности дорожного движения в Грузии 56

Грабовець В.В., Рудинець М.В., Павлова І.О.

Кількісний аналіз придорожнього сервісу автомобільної дороги М19 у Волинській області 59

Гуменюк П.О., Лотиш В.В.

Фізична модель для дослідження маневреності автопоїзда 65

Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В., Шуба Є.В.

Вплив добавки водневмісного газу до повітряного заряду на індикаторні показники сучасного бензинового двигуна 71

G. Labeckas, S. Slavinskas, V. Vilutienė, T. Mickevičius, I. Kanapkienė

Comparative performance of a diesel engine with aviation JP-8 fuel treated with cetane improving additive and rapeseed biodiesel ... 6

I. Rybicka, P. Drozdziel

Analysis of safety systems damage in public transport vehicles on the example of the municipal transport company in Lublin 12

M. Śmieszek, M. Dobrzańska, P. Dobrzański

An analysis of transportation times and the loading of the selected line of urban communication in Rzeszów 18

O. Andriichuk, N. Khvyshchun, V. Protsiuk, O. Shymchuk

Analysis of accidents on the roads of Shatsk district in Volyn region 24

V. Bilichenko, S. Tsymbal, R. Lanovyi, O. Kharchuk

The problems in the planning of transport infrastructure of modern cities and their solutions 32

Revaz Velijanashvili, Giorgi Tedoradze, Mariam Turmanidze, Avtandil Farnaozi

Motor transportation in urban conditions and road traffic safety 37

V. Volkov, I. Gritsuk, Yu. Gritsuk, Yu. Volkov

The features of information system for monitoring and forecasting the parameters of technical condition of the engine and vehicle under the terms of ITS 43

O. Horbay, I. Kernytskyu

Strength of LPG equipped bus 50

Teimuraz Gorshkov

The main directions of the traffic safety in Georgia 56

V. Grabovets, N. Rudenets, I. Pavlova

Quantitative analysis of road M 19 roadside service facilities in the Volyn region 59

P. Gumeniuk, V. Lotysh

Physical model for the study of road train maneuverability 65

Yu. Gutarevich, S. Karev, Ye. Shuba

Influence of additive gas with hydrogen to air charge on indicated indicators of modern petrol engine 71

Дмитриченко М.Ф., Левківський О.П., Ковальов М.Ф., Сопоцько Ю.О. Адаптація виробничих систем авторемонтного виробництва до структури рухомого складу	75	M. Dmytrychenko, O. Levkivskiy, M. Kovalov, Y. Sopotsko Manufacturing systems of automotive repair production adaptation to rolling stock structure	75
Захарчук В.І., Цикун Ю.О., Захарчук Ю.В. Перевірка адекватності математичної моделі руху колісного трактора у їздовому циклі	80	Zakharchuk V., Tsykun Yu., Zakharchuk Yu. Adequacy verification of the mathematical model of wheel tractor in driving cycle	80
Кишун В.А. Акцизний податок – гальмо автомобілізації країни	86	V. Kyshchun Excise tax - a brake to motorization of the country	86
Колодницька Р.В., Москвін П.П. Нові підходи до аналізу та моделювання розпилювання альтернативного палива у двз для автомобільного транспорту	94	R. Kolodnytska, P. Moskvyn New approaches to spray analysis and modelling of the alternative fuels for automotive diesel	94
Крайник Т.Л. Оптимізація суміщення кінематики кермового приводу та передньої підвіски автомобіля методами комп'ютерного 3D-синтезу	101	L. Krainyk Optimization of combination steering gear kinematics and front suspension of the car-synthesis techniques 3D.	101
Мгебришвили Х.А. Вутхузи Н.В., Квабелашвили Х.А. Екологические аспекты в логистике	105	Kh. Mgebrishvili, N. Butkhuzi, Kh. Qvabelashvili. Environmental considerations in logistics	105
Онищук В.П., Кузнєцов Р.М., Козачук І.С. Інтелектуальні телематичні транспортні системи	110	V. Onyshchuk, R. Kuznietsov, I. Kozachuk Intellectual telematic transport systems	110
Павлюк В.І., Булік Ю.В., Дембіцький В.М. Вплив параметрів пружин підвіски легкового автомобіля на характеристики їх жорсткості	115	V. Pavliuk, Y. Bulik, V. Dembitskyi Influence of car suspension springs parameters on the characteristics of their rigidity	115
Поляков А.П., Галушчак О.О., Галушчак Д.О. Дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на показники дизеля ЯМЗ-238	120	A. Poliakov, O. Galushchak, D. Galushchak The study of the impact of fuel blends percentage dynamic regulation on indicators of diesel YAMZ -238	120
Попович П.В. Економічні аспекти використання послуг 3PL операторів вітчизняними підприємствами	125	P. Popovych Economic aspects of services 3PL operator for domestic enterprises	125
Савін Ю.Х., Митко М.В. Методика визначення доцільності створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту транспортних засобів	130	Yu. Savin, N. Mytko Method for determining expediency of creating industrial divisions of servicing and repair of vehicles	130
Сахно В.П., Поляков В.М., Марчук Р.М., Босенко В.М. Кінематика повороту гібридного автопоїзда з подвійним приводом управління на поворотну вісь напівпричепа	139	V. Sakhno, V. Poliakov, R. Marchuk, V. Bosenko Turn kinematics of hybrid lorry convoy with double drive management on semitrailer turning axle	139
Скочук М.П. Стратегія розвитку автотранспортної фірми: проблеми понятійного апарату і формування загальних підходів	147	M. Skochuk The strategy of auto transport company development: problems of conceptual device and formation of mutual approaches	147

Тедорадзе Р.Г., Доборджинидзе Г.Л., Шенгелия Б.Г.
Определение «расстояний равновесия» для комбинированных перевозок авто-транспорт-железнодорожный транспорт 152

Топурия Н.Г., Зурикашвили М.Г.
Повышение эффективности авто-транспортных средств 156

Хребет В.Г., Вербицкий В.Г., Банников В.А., Вельмагина Н.А.
Построение бифуркационного множества модели двухосного автомобиля 160

Шраменко Н.Ю., Орда О.О.
Формалізація процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальних контейнерних перевезеннях 167
Перелік зовнішніх рецензентів 175

R. Tedoradze, G. Doborjginidze, B. Shengelia.
Definition of "equilibrium distances" for combined transport road transport-railway transport 152

N. Topuria, M.Zurikashvili
Increasing of vehicles efficiency 156

V. Khrebet, V. Verbitskiy, V. Bannikov, N. Velmagina
Building the bifurcation set of a two-axes vehicle model 160

N. Shramenko, A. Orda
The formalization of the interaction of the transport market participants in intermodal container transportation 167
List of invited reviewers 175

Labeckas G., Slavinskas S., Vilutienė V., Mickevičius T., Kanapkienė I.
Aleksandras Stulginskis university, Kaunas-Academy, Lithuania
General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania, Vilnius

COMPARATIVE PERFORMANCE OF A DIESEL ENGINE WITH AVIATION JP-8 FUEL TREATED WITH CETANE IMPROVING ADDITIVE AND RAPESEED BIODIESEL

The paper presents the test results of a DI diesel engine D-243 operating alternately with aviation-turbine JP-8 fuel treated with 0.04 (J04), 0.08 (J08), 0.12 (J12), 0.16 (J16), and 0.24 (J24) vol% with the cetane improving additive and 5 (J5), 10 (J10), 20 (J20), and 30 (J30) vol% rapeseed biodiesel (RME). The effects of 2-ethylhexyl nitrate and biodiesel on autoignition delay, heat release rate, in-cylinder pressure, engine performance efficiency, exhaust emissions and smoke provided for sound interpretation of the test results for 15%, 50%, and 100% loads at the maximum torque speed of 1400 rpm and 10%, 50%, and 100% loads at rated speed of 2200 rpm. Reduction in ignition delay was achieved at all loads and speeds when using cetane additive- and RME-treated JP-8 fuel, but the shorter ignition delay did not always result to better performance efficiency of an engine. The fuel blend J12 developed brake thermal efficiency 1.4% higher at low 1400 rpm, whereas biodiesel-treated JP-8 suggested 1.0% (J5) to 3.6% (J30) better performance of a fully (100%) loaded engine at 2200 rpm. The higher CN rating of JP-8 fuel did not reduce the HC, CO emissions and smoke (soot) as could be expected due to the limited a real time of each engine cycle to burn the fuel completely, especially at a high speed.

Key words: Diesel engine, JP-8 fuel, cetane improving additive, RME, autoignition, combustion, heat release rate, performance efficiency, emissions, smoke.

The relevance of the problem. In 2004, the North Atlantic Treaty Organisation Pipeline Committee (NPC) adapted the NATO Single Fuel Policy (SPF) [1]. The aim of the Single Fuel Concept (SFC) was to simplify the supply chain for petroleum products for all land-based military aircraft, diesel-powered vehicles, and generators for the use by the army in the NATO nations. Using of a single fuel, namely JP-8 (F-34) military jet kerosene produced from the civil fuel Jet A-1, allows to achieve maximum aircraft and ground equipment interoperability. This light distillate fuel consists of a mixture of complex hydrocarbons (HCs) such as 50-60% paraffins, 10-20% aromatics, and 20-30% naphthenes [2]. Jet fuel also contains trace amounts of sulphur, nitrogen, and oxygen containing hydrocarbon (HC) compounds, which arise from the raw crude oil, known as hetero atoms [3]. The additives such as static dissipater, anti-icing and lubricating additive 0.1 vol% with long-term-action corrosion inhibitors are used to improve quality of JP-8 fuel and satisfy requirements of the standard ASTM-D 1655-13a [4]. Jet fuel often also includes antifreeze, antimicrobial agents, and corrosion inhibitors to improve the performance of aeronautical engines, whose operate during flight at widely varying ambient temperatures [5].

The petroleum diesel standard ASTM D975-09a specifies a minimum cetane number (CN) of 40 for fuels D-2, as well as biodiesel standards prescribe a minimum of 47 for neat RME in ASTM D6751-09b and a minimum of 51 in European standard EN 14214 [6]. Whereas aviation-turbine JP-8 fuel has no minimum cetane rating in standard ASTM D1655-13a because the ranking of turbine type fuels according to the cetane number value was never used before. This is one of the problems to be solved for intended using of JP-8 fuel in a diesel engine. Therefore, the engine test with the cetane number improving additives are important to shorten ignition delay with JP-8 fuel, improve cold starting properties, reduce smoke during start-up and exhaust emissions, decrease the knocking and noise, increase fuel economy, and improve overall durability of an engine [7].

Arkoudeas et al. [8] tested a single-cylinder diesel engine operating with neat JP-8 fuel blended with 10 vol% and 50 vol% of sunflower and olive oil to reduce environment pollution. Researchers found that using of both bio-fuels reduced PM emissions however the HC and CO emissions almost did not change due to the added biodiesel. Nitric oxide NO and NO_x emissions decreased at low (10 vol%) additions, but the NO_x emissions increased at high 50 vol% percentages of biodiesel in the fuel blend. Experiments with 3.8 kW Petter AV1-LAB diesel engine showed that using of neat JP-8 led to large wear scar diameter, however adding of animal fat derived biodiesel, lubricity properties of which are excellent, improved situation [9]. The compatibility tests revealed that biodiesel with short chain esters would be better alternative for mixing it with Jet A-1 fuel rather than long chain polyunsaturates [10]. To put more light on the subject, the research with aviation fuel JP-8 treated with various percentages of rapeseed biodiesel was performed to study combustion phenomenon, engine performance and exhaust emissions [11].

The purpose of the research was to analyse and compare the effects of CN improving additive 2-ethylhexyl nitrate and rapeseed biodiesel added to aviation turbine-type JP-8 fuel in various proportions (by

volume) on the autoignition delay, combustion history, heat release characteristics, performance efficiency, NO_x, CO, HC emissions, and smoke of the exhaust at the most common operating conditions.

Engine test facilities and research methodology. The tests were conducted with a naturally aspirated, four-stroke, four-cylinder diesel engine D-243 with a swept volume of 4.75 dm³ and compression ratio of 16:1 produced at „MMZ” in Belarus Republic. The injection pump PP4M9P1 delivered the fuel with an advance of 25° CADs BTDC, which was the same for various loads, speeds, and fuel blends. A high-speed multichannel AVL indicating system was used for recording, acquisition, and processing of fast crank-angle gas pressure signals taken from the first cylinder. The diagrams, which reflected over 100 engine cycles time-averaged in-cylinder pressure versus crank angle and nozzle-needle-valve lift history were in series recorded for every 0.1° CAD to detect changes in ignition delay and net heat release rate. Emissions of NO, NO₂, NO_x, CO, and THC (ppm) were measured with electrochemical cells installed into Testo 350 XL flue gas analyser, whereas the exhaust smoke was monitored with a Bosh RTT 110 opacity meter in a scale range of 0-100%.

The engine test results. The turbine type JP-8 fuel with widely differing chemical and physical properties is almost exclusively extracted from the kerosene fraction of crude oil, which distillation points are between the gasoline and the diesel fractions. The lower by nearly 16% spray tip penetration and a wider by 15.9° spray cone angle of the JP-8 fuel under the injection pressure of 30 MPa compared with the diesel fuel EN 590 fuel [12] improve atomisation and contribute to a higher fuel-air mixing rate, resulting from shorter spray tip penetration and a wider spray angle [13].

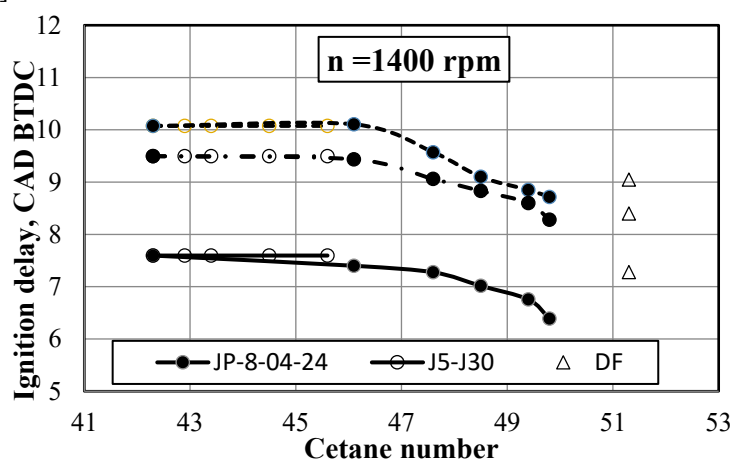


Fig. 1. Dependencies of ignition delay on the cetane number JP-8 fuel treated with CN improving additive and RME for engine loads of bmep = 0.104, 0.376 and 0.752 MPa at speed of 1400 rpm

As Fig. 1 shows, the higher vapour pressure, faster evaporation and thus mixing of a lighter JP-8 fuel with in-cylinder hot air charge did not contribute to sooner autoignition of the JP-8 fuel making delay even longer as compared to normal diesel fuel (DF). This shows that ignition delay is more dominantly affected by the low cetane number of JP-8 fuel, rather than the superior vaporisation and faster mixing with in-cylinder compressed air-charge. The difference in autoignition delay between DF and JP-8 fuels decreased with the increase of load at low speed of 1400 rpm, whereas it increased with load at a higher speed of 2200 rpm. Adding of 2-ethylhexyl in 0.04, 0.08, 0.12, 0.16, and 0.24 vol% proportions the CN rating improved from 42.3 to 46.1 (J04), 47.6 (J08), 48.5 (J12), 49.4 (J16), and 49.8 (J24) enhancing the ignition properties of JP-8 fuel to adapt it for land-based, diesel-powered transport. Adding the maximum 0.24 vol% of the cetane improver to JP-8 fuel the ignition delay shortened by 13.5%, 12.8%, and 15.9% compared with 10.1°, 9.5°, and 7.6° CADs measured for 15%, 50%, and 100% loads at speed of 1400 rpm. The greatest influence of 2-ethylhexyl nitrate on the reactivity properties of JP-8 fuel was found when using fuel blend J24 at full (100%) load and speed of 2200 rpm.

Whereas the added RME, CN rating of which is high enough (53.4), the cetane number of fuel blends J5, J10, J20, and J30 increased from 42.3 to 42.9, 43.4, 44.5, and 45.6, respectively. RME not only improved the cetane number of JP-8 fuel, but it also increased volumetric fuel delivery per engine cycle to compensate for the lower heating value of biodiesel that extended the end of injection. The stoichiometric air-fuel ratio of RME is 15% lower than that of JP-8 fuel and biodiesel needs less atmospheric air-born oxygen, but it is less volatile than jet fuel, as specified by the higher flash point of 178 °C. Small amount of CN improving agent did not change physical properties and injection / atomisation characteristics of JP-8 fuel, whereas the higher density, viscosity, surface tension, C/H ratio, and autoignition temperature (~362 °C) of RME may reduce evaporation of the blend and extend the end of combustion. Sensitive interaction between many influencing factors resulted in the combustion of biodiesel-treated fuels starting up to 1.3° (J20), 1.4° (J10), and 0.6° (J5) later in an engine cycle than the respective values of 7.2°, 7.1°, and 6.9° CADs BTDC measured with neat jet fuel at 15%, 50%, and 100% loads and speed of 1400 rpm (Fig. 1). Whereas, at a high 2200 rpm, the

combustion started 0.9-1.0° earlier for the highest CN rating having blend J30 than those values of 1.6° and 4.4° CADs BTDC measured with neat jet fuel at 10% and 100% engine loads.

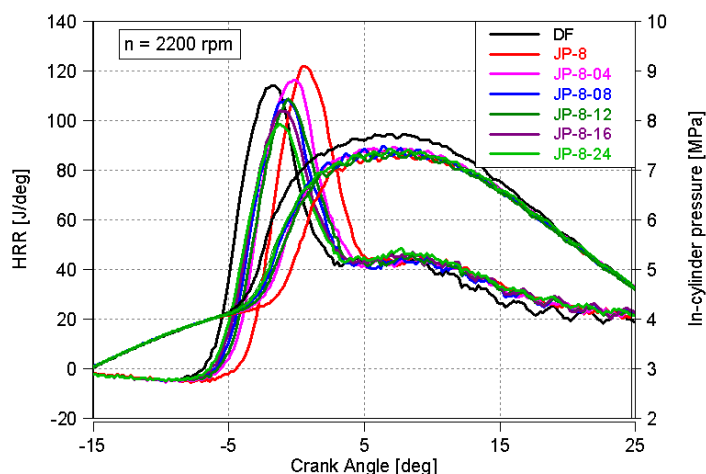


Fig. 2. The heat release rate and in-cylinder pressure versus CADs for diesel fuel, neat JP-8 and fuel JP-8 treated with the cetane improving additive for full engine load and speed of 2200 rpm

Replacement of the normal diesel fuel with a lighter JP-8 retarded the start of injection (SOI) by 1.0° CADs compared with the initial value of 16.6° CADs BTDC of a straight diesel operating at full (100%) load and speed of 2200 rpm. The later SOI and a longer ignition delay shifted the start of combustion (SOC) towards TDC that considerably increased maximum heat release (HRR_{max}) because of the faster vaporization and superior mixing rate of JP-8 fuel with the in-cylinder air and thus more fuel premixed for rapid burning at nearly constant volume combustion. This in turn, reduced in-cylinder pressure, and relocated the following diffusion processes and the end of combustion towards a bigger cylinder volume in the expansion stroke.

The autoignition delay and first maximum of heat release rate decreased and moved closer to the position traditionally occupied by the combustion of normal diesel fuel due to the added 2-ethylhexyl nitrate to the JP-8 fuel. As Fig. 2 shows, the decrease in autoignition delay and the transfer of HRR_{max} towards constant volume combustion occurred about directly proportional to the amount of the cetane improving agent added to JP-8 fuel. Whereas, the diffusion combustion almost did not respond to 2-ethylhexyl nitrate adding to JP-8 fuel and the second maximum of heat release emerged at about 7-9° CADs after TDC for all fuels tested. Maximum heat release rate and its location with regard to TDC did not change greatly due to a small 5 vol% RME addition to JP-8 fuel too. It decreased only when operating with fuel J10 and blends with higher CN ratings. Maximum heat release rate in the diffusion combustion changed little when using biodiesel-treated JP-8 fuel blends and the second maximum of heat release took place at about 7-9 CADs beyond TDC. The higher HRR_{max} in the premixed combustion phase did not result in a higher in-cylinder pressure as could be expected [14]. Therefore at 2200 rpm, a fully (100%) loaded engine operated smoother and quieter with JP-8 fuel compared to a straight diesel. The added CN improving agent (J12) and biodiesel (J5) increased maximum in-cylinder pressure, but using of fuel blends (J24) and (J30) with the highest CN ratings tended to reduce maximum heat release rate and in-cylinder pressure for both engine speeds.

Small amounts of 2-ethylhexyl nitrate added to JP-8 did not have much effect on the brake specific fuel consumption, whereas bsfc progressively increased with the increasing percentage of biodiesel in JP-8 fuel because of a lower heating value of RME. The brake thermal efficiency was a bit (0.9%) lower when using J12 fuel at full load and 1400 rpm, but it converted to be 1.3% higher at rated speed of 2200 rpm than those values of 0.337 and 0.305 developed by the combustion of neat JP-8 fuel. When using biodiesel-treated JP-8 fuel, the brake thermal efficiency was from 0.3% to 1.8% lower than that developed with neat jet fuel. However, it progressively 1.0%, 1.6%, 2.6%, and 3.6% increased for fuel blends J5, J10, J20, and J30 against the reference value of 0.304 developed when using neat jet fuel at 2200 rpm. This shows how the fuel-bound oxygen is important for burning of very non-homogeneous the air and fuel mixture at limited real time available to complete combustion at a high speed.

Replacement of diesel fuel with a lighter JP-8 fuel significantly reduced harmful engine pollutants. As can be seen in Figs. 3 and 4, the NO_x emissions and exhaust smoke (soot) were 11.6% and 31.0% lower than the respective values of 1760 ppm and 68.0% of the normal diesel running at full load and a low speed of 1400 rpm. The added 0.12 vol% 2-ethylhexyl nitrate the NO_x emission increased by 5.1% compared with neat JP-8 fuel used at the same test conditions. Further increase of the cetane number to 49.4 (J16) and 49.8 (J24) tended to reduce production of NO_x . Whereas maximum NO_x emission increased by only 2.4% when

running with biodiesel treated fuel J10 with a tendency to produce even less NO_x from combustion of a higher J20 and J30 blends at the maximum torque speed of 1400 rpm.

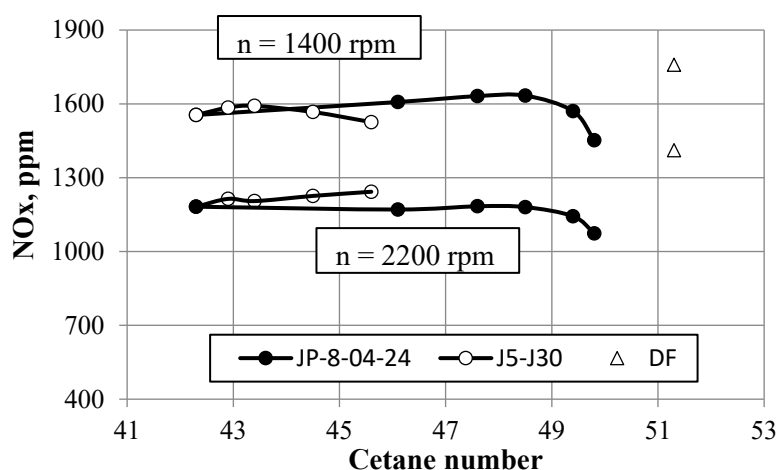


Fig. 3. The effect of CN improving agent and RME added to JP-8 fuel on maximum NO_x emission for full engine load and speeds of 1400 and 2200 rpm

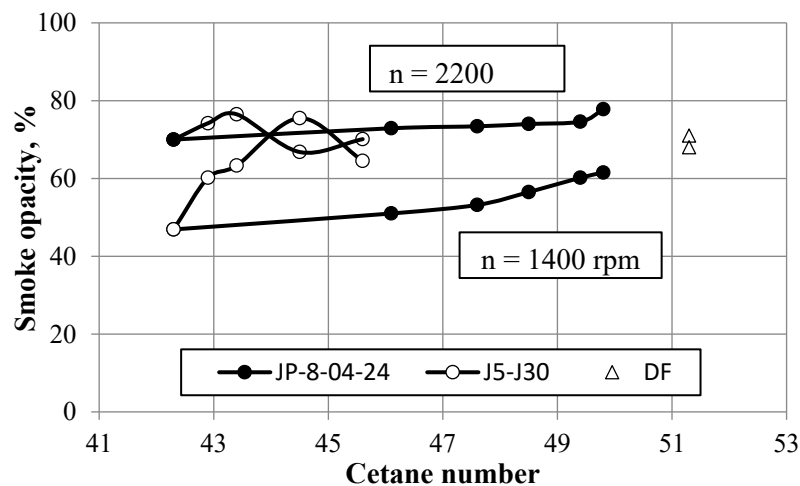


Fig. 4. The effect of the cetane number on exhaust smoke for full engine load at speeds of 1400 and 2200 rpm

The smoke opacity (soot) progressively 8.7%, 13.4%, 20.5%, 28.4%, and 31.1% increased when running a fully (100%) loaded engine with CN treated fuels J04, J08, J12, J16, and J24 at speed of 1400 rpm (Fig. 4). The exhaust smoke with CN treated fuels increased at a high speed of 2200 rpm too. Similar smoke behaviour was measured when using biodiesel-treated JP-8 fuel at both engine speeds. The higher was the percentage of 2-ethylhexyl nitrate and RME added to jet fuel and thus the cetane number of the blend, the greater smoke opacity was produced at the same test conditions. Complicated interaction between the autoignition delay period and proper mixing of the air and fuel vapours does not always improve combustion and what ends up in the exhaust.

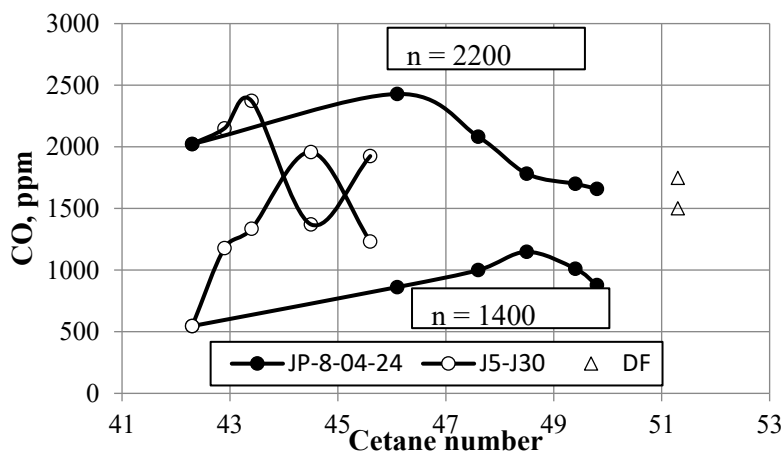


Fig. 5. The effect of the cetane number on CO emissions for full engine load at speeds of 1400 and 2200 rpm

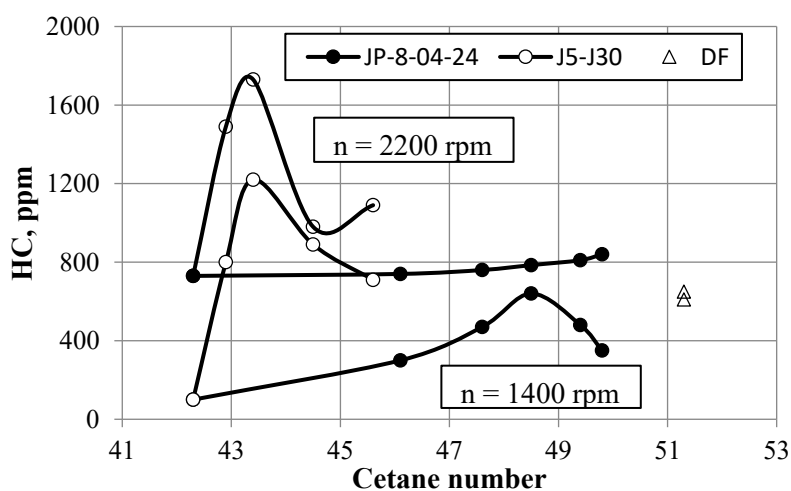


Fig. 6. The effect of the cetane number HC emissions for full engine load at speeds of 1400 and 2200 rpm

As can be seen in Figs. 5 and 6, both CO and HC emissions increased to maximum values of 1148 ppm (2.1 times) and 640 ppm (6.4 times) when running a fully (100%) loaded engine with J12 fuel at 1400 rpm with a tendency to produce the CO and the HC emissions less from combustion of J16 and J24 fuels with higher CN ratings. The CO and the HC emissions increased even more intensively 2.2, 2.4, 3.6, 2.3 and 8.0, 12.2, 8.9, 7.1 times, respectively, when using biodiesel treated J5, J10, J20, J30 JP-8 fuel blends at the same test conditions. This, probably, occurred because the biodiesel transition from the liquid phase to gas phase advanced slowly that aggravated combustion and contributed to emergency of more unburned end-products in the exhaust. Similar HC emissions behavior was registered at high speed of 2200 rpm however the CO emissions slightly reduced when using J20 and J30 fuels with a higher CN ratings.

Conclusions. Replacement of diesel fuel EN 590 with aviation-turbine JP-8 fuel resulted in a longer autoignition delay, lower maximum in-cylinder pressure and pressure gradient leading to overall smoother engine performance with less NO_x, CO, HC emissions and smoke produced at the low speed of 1400 rpm. Using of 2-ethylhexyl nitrate for JP-8 fuel treatment proved itself as an effective measure to shorten ignition delay, relocate the maximum heat release rate closer to constant volume combustion, increase in-cylinder pressure, and engine efficiency at slightly higher NO_x emissions. Small amounts of 2-ethylhexyl added to JP-8 did not affect physical properties of the fuel, whereas biodiesel increased density, viscosity, surface tension, initial/final boiling points, autoignition temperature, fuel-oxygen mass fraction of JP-8 blend. It was noted, if the autoignition delay is too short, the premixed combustion starts too early in an engine cycle that may convert to long-lasting diffusion combustion within a bigger cylinder volume with more HC and smoke (soot) produced by a fully loaded engine at speed of 2200 rpm. Whereas, the NO_x emissions increased by 5.1% with J12 fuel and 2.4% with J10 fuel blend compared to operation with neat JP-8 fuel at the maximum torque speed of 1400 rpm. The 5 vol% of RME added to JP-8 significantly improved lubricity properties of the fuel, brake thermal efficiency increased by 1.0-3.6% when using bio-fuels J5-J30 at speed of 2200 rpm.

REFERENCES

1. Church, G. J. (1990). *NATO logistics handbook, SNLC Secretariat International Staff, Defence Policy and Planning Division*, Brussels, Belgium, p. 219.
2. Chong, C. T., and Hochgreb, S. (2011). Measurements of laminar flame speeds of liquid fuels: Jet-A1, diesel, palm methyl esters and blends using particle imaging velocimetry (PIV). *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol., 33, Issue 1, pp. 979-986.
3. Blakey, S., Rye, L., and Wilson, C. W. (2011). Aviation gas turbine alternative fuels: A review. *Proceedings of the Combustion Institute*, Vol., 33, Issue 2, pp. 2863-2885.
4. Lee, J., Oh, H., and Bae, C. (2012). Combustion process of JP-8 and fossil Diesel fuel in a heavy-duty diesel engine using two-colour thermometry. *Fuel*, Vol., 102, Issue 12, pp. 264-273.
5. Salvatore, J. R. (2010). *Significance of tests for petroleum products*. 8th Edition, ASTM International, West Conshohocken, p. 348.
6. Knothe, G., Gerpen, J.-V., and Krohl, J. (2005). *The biodiesel handbook*, AOCs Press, Champaign, IL, p. 312.
7. Labeckas, G., Slavinskas, S., Vilutienė V. (2015). Effect of the cetane-improving additive on combustion, performance, and emissions of a DI diesel engine operating on JP-8 fuel. *Journal of Energy Engineering (ASCE)*, Vol., 141, Special Issue 2, pp. C4014005-1-14.
8. Arkoudeas, P., et al. (2003). Study of using JP-8 aviation fuel and biodiesel in CI engines. *Energy Conversion and management*, Vol., 44, Issue 7, pp. 1013-1025.
9. Korres D.M., Karonis D., Lois E., Linck M.B., Gupta A.K. (2008). Aviation fuel JP-5 and biodiesel on a diesel engine. *Fuel*, Vol., 87, Issue 1, pp. 70-78.
10. Chuck C.J., Donnelly J. (2014). The compatibility of potential bioderived fuels with Jet A-1 aviation kerosene. *Applied energy*, 1 April, Vol., 118, pp. 83-91.
11. Labeckas, G., Slavinskas, S. (2015). Combustion phenomenon, performance and emissions of a diesel engine with aviation turbine JP-8 fuel and rapeseed biodiesel blends. *Energy Conversion and Management*, 15 November, Vol., 105, pp. 216-229.
12. Lee, J. and Bae, C. (2011). Application of JP-8 in a heavy-duty diesel engine. *Fuel*, Vol. 90, Issue 5, pp. 1762-1770.
13. Myong, K., Suzuki, H., Senda, J., and Fujimoto, H. (2007). Spray inner structure of evaporating multicomponent fuel. *Fuel*, Vol. 87, Issue 2, pp. 202-210.
14. Лабецкас Г.С. (1987). Методика и результаты регрессионного анализа взаимосвязей между характеристиками тепловыделения и влияющими на них факторами. *Республиканский межведомственный научно-технический сборник „Двигатели внутреннего сгорания“*, Харьков, Вища школа, Вып. 46, с. 60-69.

Лабецкас Г., Славинскас С., Вилутиенė В., Мицкявичюс Т., Канапкениė И. Сравнительная оценка работы дизельного двигателя на авиационном топливе JP-8 с добавками цетановое число улучшающей присадки и метилового эфира рапсового масла.

Проанализировано влияние авиационного турбинного топлива JP-8 на показатели и эмиссию отработавших газов (ОГ) дизельного двигателя. Выполнена сравнительная оценка влияния цетановое число улучшающей присадки (нитрата 2-этилгексила) и метилового эфира рапсового масла на период задержки самовоспламенения, скорость тепловыделения, максимальное давление в цилиндре, скорость его нарастания, эффективность двигателя, эмиссию ОГ и дымность. Цетановая присадка практически не изменило физические свойства топлива JP-8, а значительные добавки метилового эфира увеличили фракцию кислорода в топливе, плотность, вязкость, поверхностное натяжение, начальную и конечную точки кипения и температуру самовоспламенения. Сокращение периода задержки самовоспламенения привело к более раннему началу сгорания, уменьшению максимальной скорости тепловыделения, более длительному диффузионному сгоранию и, как следствие, к большей эмиссии несгоревших углеводородов и дымности ОГ, особенно на номинальной частоте вращения 2200 мин⁻¹. В то же время, выбросы окислов азота (NO_x) при полной нагрузке могут увеличиться от 2.4% (J10) до 5.1% (J12) по сравнению с чистым реактивным топливом на частоте вращения 1400 мин⁻¹ соответствующей максимальному крутящему моменту двигателя.

Ключевые слова: дизельный двигатель, топливо JP-8, цетановая присадка, ЭРМ, самовоспламенение, сгорание, тепловыделение, эффективность двигателя, эмиссия, дымность.

АВТОРЫ:

ЛАБЕЦКАС Гвидонас, доктор технических наук, профессор института инженерии силовых и транспортных машин, университет им. Александра Стульгинскиса, e-mail: gvidonas.labeckas@asu.lt;

СЛАВИНСКАС Стасис, доктор технических наук, профессор, заведующий института инженерии силовых и транспортных машин, университет им. Александра Стульгинскиса, e-mail: stasys.slavinskas@asu.lt;

ВАЛЕНТИНА Вилутиене, доктор технических наук, доцент кафедры инженерного управления, им. Генерала Йонаса Жемайтиса Литовской военной академии, e-mail: valentina.vilutiene@mil.lt;

МИЦКЯВИЧЮС Томас, доктор технических наук, e-mail: t.mickevicius@yahoo.com;

КАНАПКИЕНЕ Ирена, докторант института инженерии силовых и транспортных машин, университет им. Александра Стульгинскиса, e-mail: kanapkiene.irena@gmail.com.

AUTHORS:

Gvidonas LABECKAS, Ph.D. in Engineering, Professor of Power and Transport Machinery Engineering Institute, Aleksandras Stulginskis University, e-mail: gvidonas.labeckas@asu.lt;

Stasys SLAVINSKAS, Ph.D. in Engineering, Professor, Head of Power and Transport Machinery Engineering Institute, Aleksandras Stulginskis University, e-mail: stasys.slavinskas@asu.lt;

Valentina VILUTIENĖ, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of Engineering Management Department, General Jonas Žemaitis Military Academy of Lithuania, e-mail: valentina.vilutiene@mil.lt;

Tomas MICKEVIČIUS, Ph.D. in Engineering, e-mail: t.mickevicius@yahoo.com;

Irena KANAPKIENĖ, Doctorate at Power and Transport Machinery Engineering Institute, Aleksandras Stulginskis University, e-mail: kanapkiene.irena@gmail.com.

Стаття надійшла в редакцію 29.03.2016р.

Rybicka I., Drożdziel P.
Lublin University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering

ANALYSIS OF SAFETY SYSTEMS DAMAGE IN PUBLIC TRANSPORT VEHICLES ON THE EXAMPLE OF THE MUNICIPAL TRANSPORT COMPANY IN LUBLIN

The article presents the statistical analyzes associated with the repair of selected vehicle safety systems of public transport vehicles. These include steering systems, brakes and suspension. The data were obtained from the Municipal Transport Company in Lublin in the period of one year (2011r.). The test vehicles were a group of public transport buses, such as: Neoplan N4020, Ikarus 280.26, Jelcz, Solaris Urbino 12, Mercedes-Benz 0405N, Mercedes Benz 628 Conecto G i Mercedes Benz 628 Conecto 628 FL. The aim of this study was to determine how often the buses are subject to the above-mentioned systems failure.

Key words: bus, safety, communication

Introduction

Public transport plays an increasingly important role in the mobility of society, especially the developed countries, as an effective remedy for the increasing rate of motorization, perpetually crowded streets of towns and urban road networks. Regarded as a road that has a significant impact on road safety and communication. Key areas of integration activities in the development of road safety, public transport is: security management, monitoring, educational activities and activities for the development of infrastructure. One of the major problems that affect today Poland is a very low level of road safety for other European countries [2].

This article presents the an analysis of failures safety systems rolling stock Municipal Transport Company in Lublin. The first part includes a comparison of the number of failures between 2010 and 2011. In the studied group of vehicles in brake systems, steering and suspension. While the second part presents a summary of systems security divided into investigated by buses.

Types of failures of safety systems

The detailed requirements specified in the regulations [3] relate this m.in.: braking system, tires, seats and seat belts. Types of damage to safety systems have been selected from the group failures that occurred in a period of one year in public transport vehicles. These systems are divided into three groups:

1. braking system, which is divided into:
 - drums, brake pads, brake discs and brake;
 - main brake valve;
 - brake actuator bridge;
 - valve handbrake;
 - ABS
2. The steering system, which consists of:
 - steering column;
 - steering pump
 - longitudinal rod steering;
 - tip rod steering;
 - filter steering.
3. The suspension which includes:
 - shock absorbers;
 - bolt shock absorber bridge;
 - hanger stabilizer;
 - stabilizer bar [1].

Analysis of the number of failures of safety systems

We analyzed the number of failures safety systems on selected brands of buses between 2010 and 2011. The study group of vehicles consists of: Ikarus 280.26 - 5 pieces, Jelcz M121M - 12 pieces, Neoplan N4020 - 11 pieces, Solaris Urbino 12 - 12 pieces, Mercedes Benz 628 Conecto LF - 11 pieces and Mercedes Benz 628 Conecto G - 5 pieces.

In Figures 1 to 6 are graphs showing the number of failures attributable to the individual safety system for the bus model.

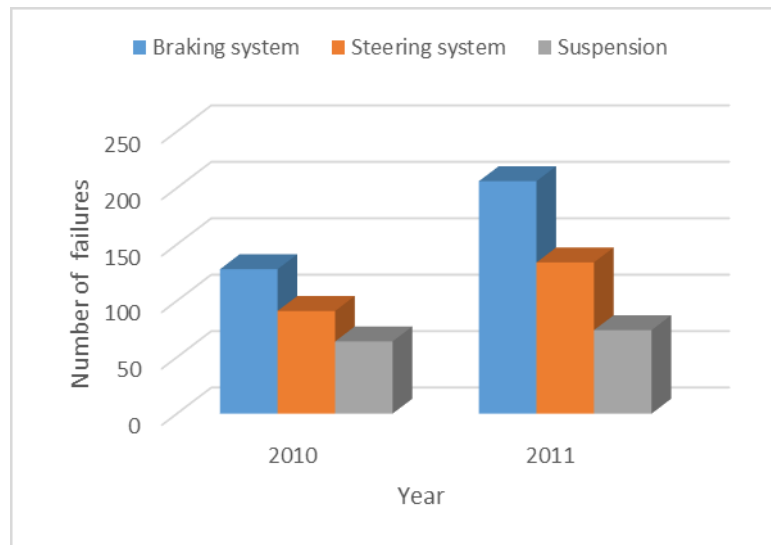


Fig. 1. Summary failures safety system bus Ikarus 280.26 [1].

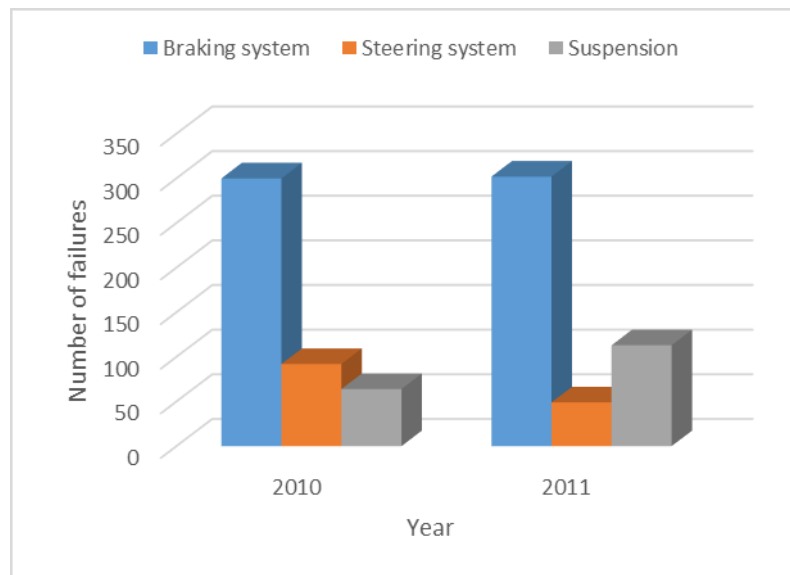


Fig. 1. Summary failures safety system bus Jelcz M121 [1].

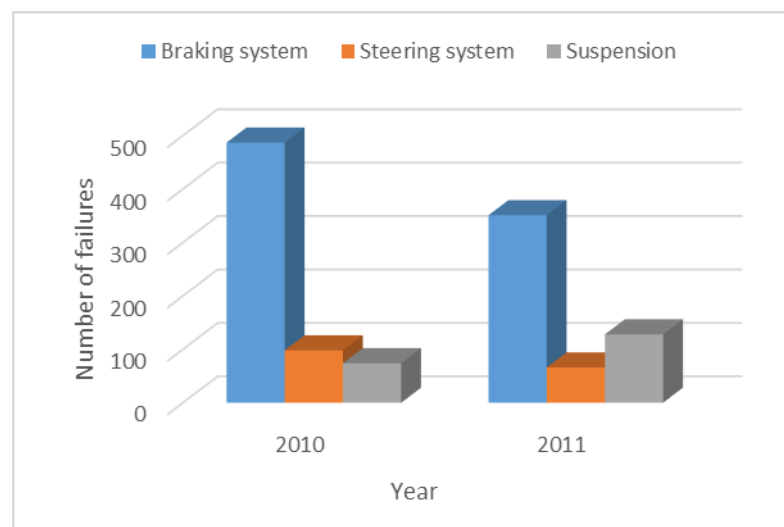


Fig. 3. Summary failures safety system bus Neoplan N4020 [1].

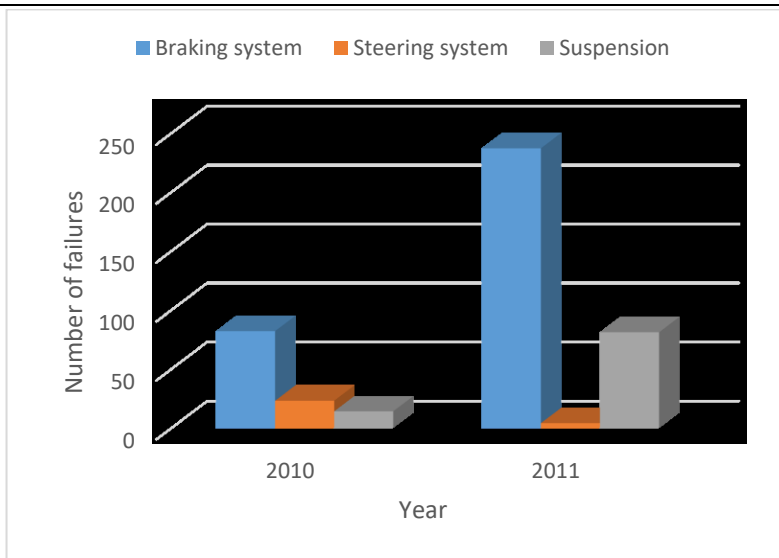


Fig. 4. Summary failures safety system bus Solaris Urbino 12 [1].

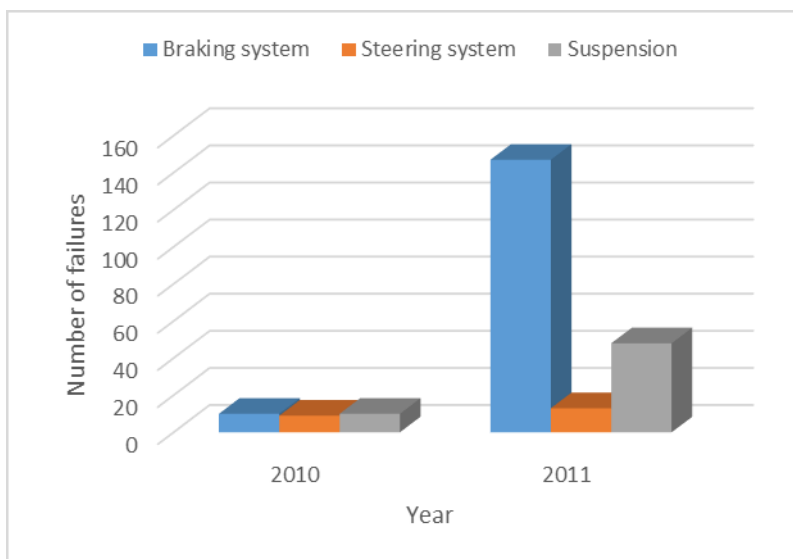


Fig. 5. Summary failures safety system bus Mercedes Benz 628 Conecto LF [1].

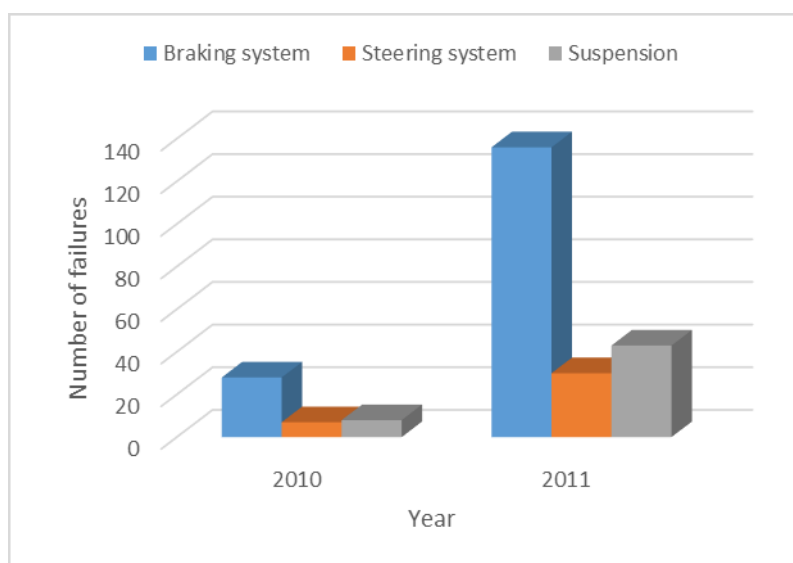


Fig. 6. Summary failures safety system bus Mercedes Benz 628 Conecto G [1].

Compared failures safety system bus Ikarus 280.26 (Fig. 1) can be seen that the number of failures in 2010 is much lower than is the case in 2011. The greatest number of failures in both cases the braking system

(respectively 128 and 206). In steering the 2011 number of failure compared to 2010 increased by 43 failures, while the suspension has increased by only 10. In the case of Jelcz M121M (Fig. 2) in the brake system is the number of failures at the same level (2010 r. - 300, 2011. - 302). The number of failures in the suspension of relief doubled compared with 2010 but the situation is different in the steering system where the number of failures in 2011. Is smaller. In the brake system and steering system of the vehicle the brand Neoplan N4020 (Fig. 3) The number of failures increased during the year by 136 for the brake system and 32 faults in the steering system, and in case of suspension of the number of failures is higher in 2011 at 54. Figure 4 in the statement

of safety systems in the bus Solaris Urbino 12 the number of failures in the brake system and suspension is much higher in comparison with 2010 (an increase of 155 malfunctions in the brake system and 67 suspended). The steering in 2011, failure of the system is minimal (4 breakdowns). Failure safety system buses Mercedes Benz 628 Conecto LF and Mercedes Benz 628 Conecto G (Fig. 5 and 6) as compared to 2010 deteriorated significantly, where the brake increase was about 137 and 108 failures in the steering of 4 and 23 failures and the suspension of 38 and 35 failures.

Analysis of safety systems

Analyzed the failure of safety systems, that took place in 2011 in the public transport buses in Lublin. The test group of vehicles is: 280.26 Ikarus, Jelcz M121M, Neoplan N4020, Solaris Urbino 12 Mercedes Benz 628 Conecto LF and Mercedes Benz 628 Conecto G. The engine test results.

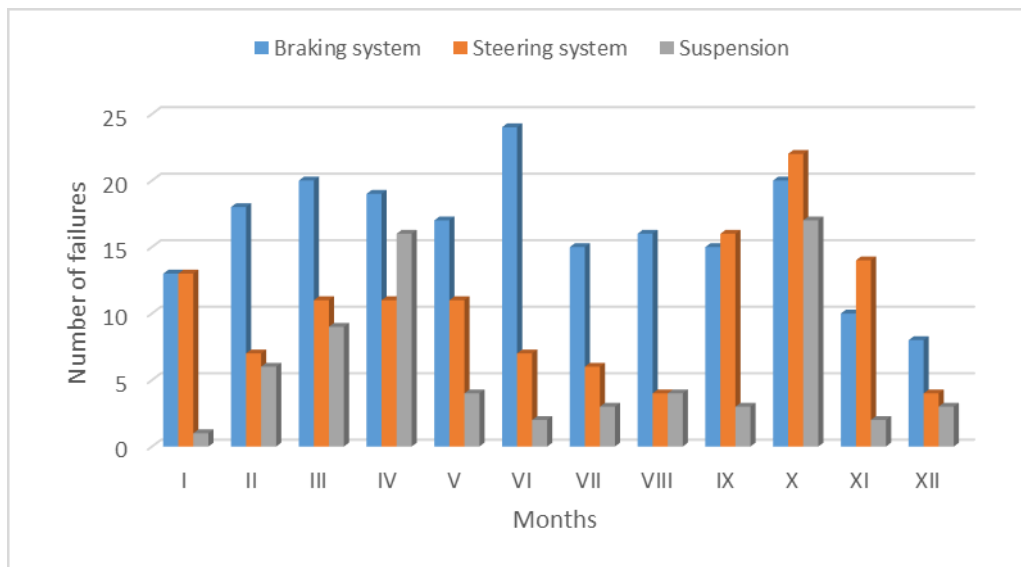


Fig. 7. Summary safety system bus Ikarus 280.26 [1]

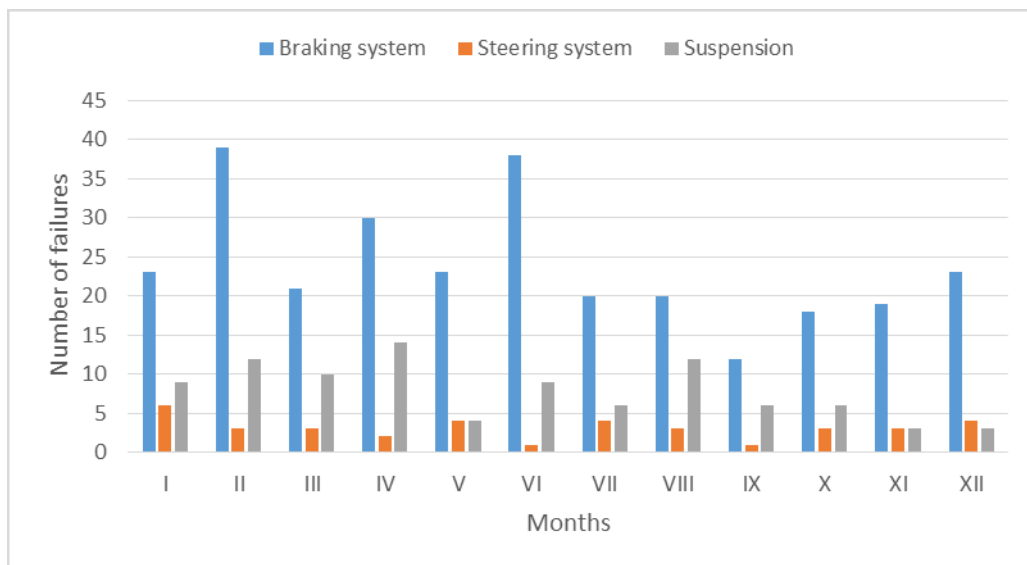


Fig. 8. Summary safety system bus Jelcz M121M [1]

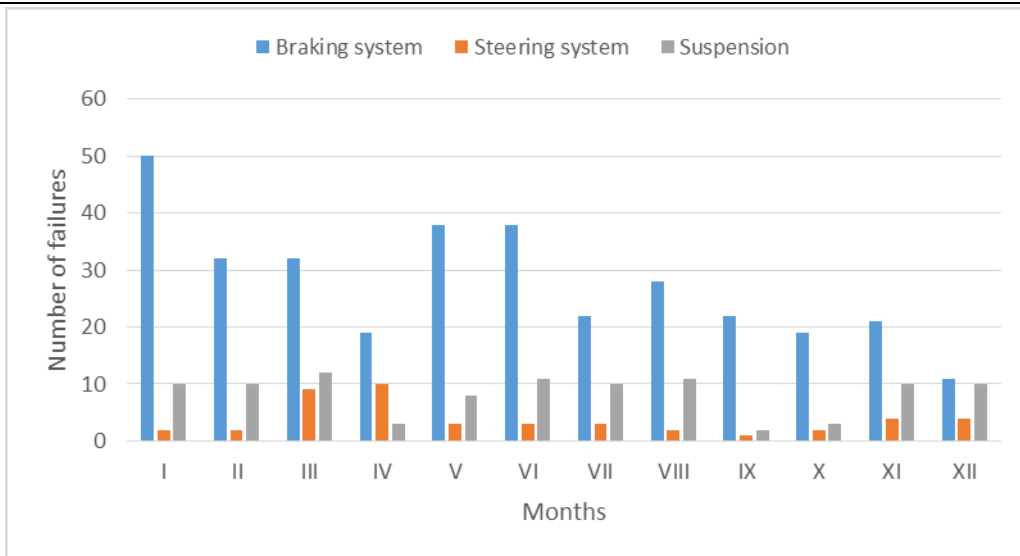


Fig. 9. Summary safety system bus Neoplan N4020 [1]

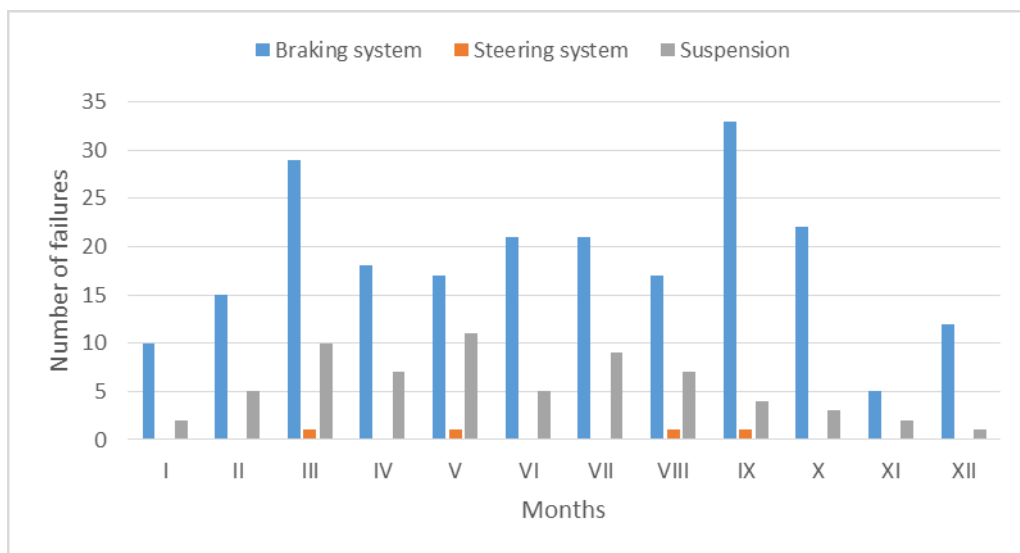


Fig. 10. Summary safety system bus Solaris Urbino 12 [1]

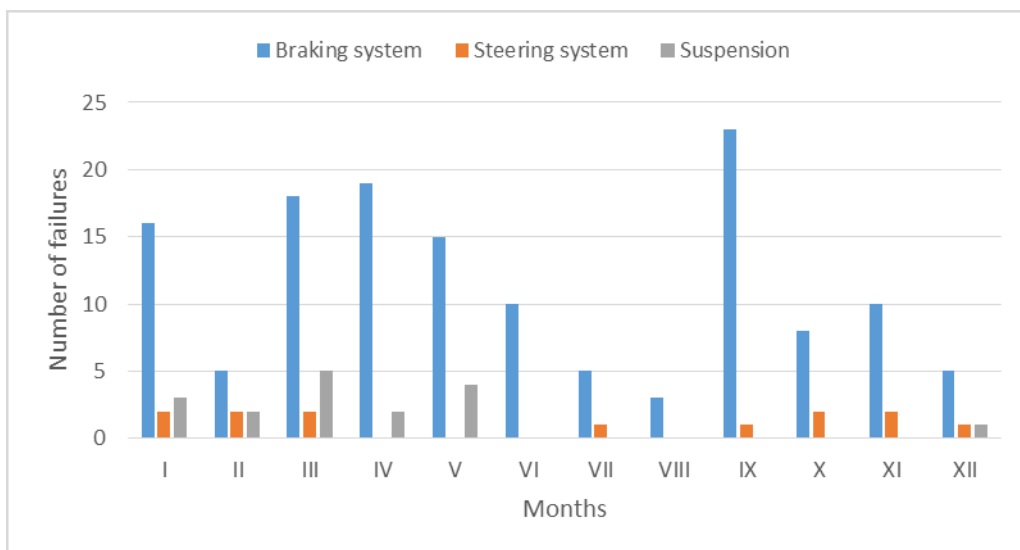


Fig. 11. Summary safety system bus Mercedes Benz 628 Conecto LF [1]

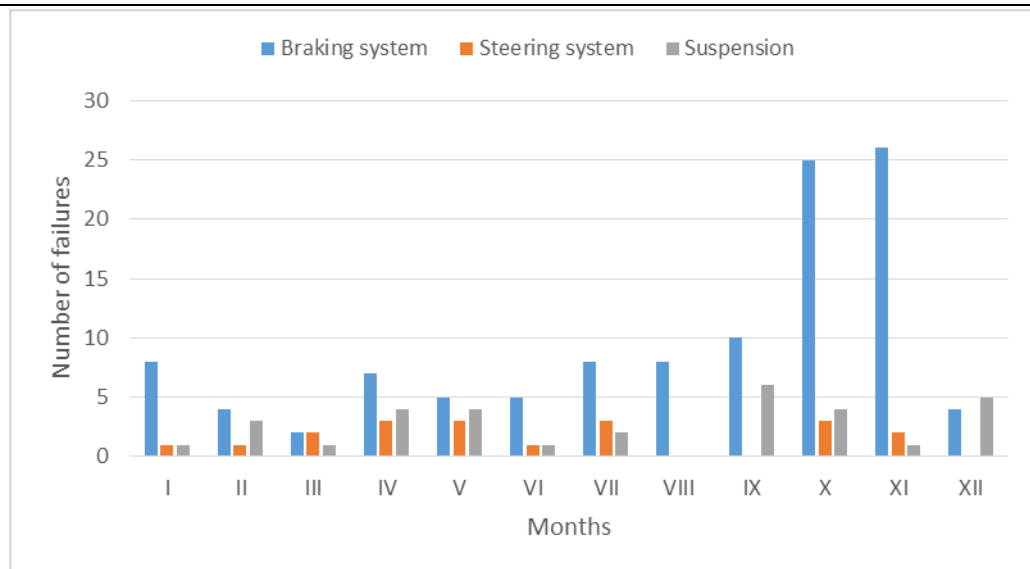


Fig. 12. Summary safety system bus Mercedes Benz 628 Conecto G [1]

Compared safety systems can observe the course of the failure models of buses operated in MPK in Lublin. In the case (fig. 7) Ikarus 280.26 failures are practically throughout the study period in all three systems. The greatest number of failures has demonstrated the brake system while the smallest number occurred in the suspension of decrease in failures during the holiday season. Summary table (Fig. 8 and 9) safety systems Jelcz M121M and Neoplan N4020 shows the failure rate within one year. You may notice that the course of failure in both cases is similar, where growth failures occurs in winter periods while a slight decrease from June to November. Faults in the steering (fig. 10, 11) in buses Solaris Urbino 12, Mercedes Benz 628 Conecto LF is very low. The Solaris Urbino 12 failure of the aforementioned system is minimal where during the year were literally 4 crashes after 1 failures in the month of March, May, August and September. A similar process occurs in a Mercedes Benz 628 Conecto LF where after two failures occurred and the beginning of the year (January - March) and at the end of the year (October - November), while in the summer months, there were no failures. In Figure 12 the brake system showed the highest number of failures in the autumn months. The steering and suspension in this model bus failures are rare.

Conclusions.

The article presents an analysis of failures safety systems in transport commuters. In the analysis, braking, steering and suspension fleet of vehicles used by the Municipal Transport Company in Lublin. The analysis shows that most failures occurs in the brake system of the vehicles the study. It should be noted that during one year of operation of city buses the number of failures increased significantly with compared to 2010 but in some cases the level of failures was comparable as well happen that the number of failures in 2011 was lower (eg. Steering). In the analysis of the results statement of safety systems, in the case of buses Ikarus 280.26, Jelcz M121M and Neoplan N4020 failures have occurred over the whole period of time. While failures in other vehicles (Solaris Urbino and Mercedes Benz Conecto 628), the youngest of the research group can be distinguished months with negligible as well as emergency work without these buses.

REFERENCES

1. The materials inside the Municipal Transport Company in Lublin.
2. Drożdziel P., Opielak M., Rybicka I.: (2012) The safety of passenger transport in urban transport. IX Scientific-Technical Conference Logistics 3/2012, Department of Logistics - the science, pp. 513-520.
3. Regulation of the Minister of Transport and Maritime Economy of 01/04/99 on the technical conditions of vehicles and their necessary equipment (Dz. U No 44, item. 432).

AUTHORS:

Iwona RYBICKA, MSc. Lublin University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Nadbystrzycka Street 36, 20-618 Lublin, PL, e-mail: i.rybicka@pollub.pl;

Paweł DROŹDZIEL, Ph.D. Eng. Prof. PL, Lublin University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Nadbystrzycka Street 36, 20-618 Lublin, PL, e-mail: p.drozdziel@pollub.pl;

Mirosław Śmieszek, Magdalena Dobrzańska, Paweł Dobrzański
Rzeszów University of Technology

AN ANALYSIS OF TRANSPORTATION TIMES AND THE LOADING OF THE SELECTED LINE OF URBAN COMMUNICATION IN RZESZÓW

As part of this article, on the basis of data obtained from the test on public transport functioning in Rzeszów, it has been decided to analyze the transportation times and the loading of the 0B transportation line in particular hours and days of the week of the selected period of time.

Keywords: public transport, travel times, transport line, bus stop.

Introduction. Travelling is an integral part of the daily activities of people in order to perform certain activities. The city is a specific area, often characterized by high-density housing with heavy transport needs reported by its users. For most of these requirements, it is necessary to meet the transport needs, and in the case of a passenger transport such an operation should be determined as the concept of transportation needs [3]. The continuous development of urban areas causes urban sprawl and an increase in the number of its users, and subsequently an increase in the intensity of different needs. The city transportation system is a kind of "circulatory system". It allows the daily functioning of the city, the movement of people, goods or information exchange. Improperly functioning communication system causes a number of difficulties and delays in meeting the needs and performance of its duties. Therefore, it is essential to supervise traffic constantly for the optimal management of the areas which show the need to repair or improve the currently prevailing urban logistics solutions.

As part of this article, on the basis of data obtained from the test on public transport functioning in Rzeszów, it has been decided to analyze the transportation times and the loading of the 0B transportation line in particular hours and days of the week of the selected period of time.

Public transport in Rzeszów. Rzeszów is the largest city in the south-eastern Poland, with an area of 116.32 km², with a population of 184,106 inhabitants [4, 5]. The city is the capital of the Podkarpackie Province and the major economic, commercial, industrial, cultural and academic center. The city is situated at the crossroads of important traffic routes, close to the borders with Slovakia and Ukraine. Rzeszów has a clearly shaped zone of downtown development, with a radially and coaxial system, and the visibly distinct industrial and residential districts. The city is divided into 29 settlements, the most populous one is Nowe Miasto - 14 962 inhabitants, while the least people live in Miłocin settlement - 864 [4, 5]. The population density in Rzeszów is among the lowest in Poland, among the large cities. In the city there are a lot of recreational and green areas. The left-bank part of Rzeszów has a more compact buildings, which are mainly residential.

In December 2014 Rzeszów public transport was composed of 46 regular bus lines, 3 special lines and 3 night lines. The line 0B, analyzed in the paper, as one of the six belongs to the priority line, whose service frequency at peak times is 10-15 minutes. Additionally, in the system of public transport one can extract the basic lines which run every 20-30 minutes and complementary ones. Rzeszów public transport is characterized by two peaks - in the morning from 6:30 - 8:30 and in the afternoon from 14:00 - 16:00. The entities responsible for organizing public transport and service delivery are presented in table 1.

Tab. 1. Tasks of the selected entities in the public transport market of the City of Rzeszów.

Entity	Tasks
Public Transport Authority in Rzeszów	Organization of public transport
MPK – Rzeszów Sp. z o.o. (City Public Transport)	Providing services in public transport

In the area of the city the communication lines of other carriers run as well. However, they focus solely on getting passengers to Rzeszów and it can be assumed that they do not take part in meeting the needs of transport in the city.

Characteristic of the tested line. The concerned line is one of the most important public transport lines in Rzeszów. Its course is shown in figure 1. This line is characterized by a circular motion around the center of the city. Its beginning and end are located adjacent to the main railway station. Along its route there are the main shopping centers of Rzeszów, two universities with student housing estates and the largest industrial plant. On the route of the line there are 19 bus stops. The list of the bus stops is shown in table 2.



Fig. 1. The course of the 0B line in the city along with the bus stops located within its route

Tab. 2. The list of bus stops with numbers assigned to their names.

No. of the bus stop	Bus stop name	No. of the bus stop	Bus stop name
4B	Pl. Kilińskiego 01	24A	Powst. Warszawy Shell 03
2C	Pl. Wolności 01	26A	Powst. Warszawy Church 01
84A	Rejtana Merkurs Market 01	14A	Dąbrowskiego The Institute of Music 07
144A	Rejtana/Kustronia 03	12A	Dąbrowskiego Pavillions 03
82A	Rejtana University 05	10A	Dąbrowskiego The Court House 01
80A	Rejtana Millenium Hall 07	8B	Lisa - Kuli Roundabout 02
78A	Rejtana Nowe Miasto 09	6B	Cieplińskiego 01
60A	Powst. Warszawy Tesco 13	4C	Piłsudskiego Voivodeship Office 03
58A	Powst. Warszawy Nowe Miasto 11	2B	The Main Railway Station 04
56A	Powst. Warszawy Students' Dormitory 09		

The considered line is characterized by a unidirectional traffic. The opposite direction is supported by the 0A line. Both lines are serviced mostly by modern two-axle low-floor buses.

Findings analysis. In the first instance, on the basis of the available data the total number of people getting on and off at the bus stop and the number of passengers carried between stops have been set. The results of these operations are shown in the graphs in figures 2 and 3.

The courses presented in figures 2 and 3 relate to a single selected course. For more information on the distribution of the stream of passengers throughout the day, the calculations have been performed for all courses and then they have been merged for individual days. In figures 4 and 5 the graphs showing the number of passengers transported in individual courses have been presented. The data in figures apply only to regular courses, i.e. those which are implemented by a bus from the morning until the evening. The figures do not include additional courses carried out during peak hours in the morning and in the afternoon.

In the second stage of the research it was decided to analyze the travel times throughout the whole course of the same line. For the research 10 satellite receivers with integrated GSM module, which send data to the main server [1, 2] were used. The data on the parameters of a single vehicle movement were recorded in text files for each working day. The worked data from the period of March 29 - April 16, 2014 have been presented in figure 6. For the data processing the program written in Matlab has been applied. The points visible in the figures represent individual travel times throughout the route of a length of 9.2 km.

For comparison of journeys times carried out during working days and weekends the appropriate polynomial approximation was conducted. The degree of the polynomial was selected as a result of repeated attempts. The primary criterion in the selection was to achieve the best fit curve. The resulting lines are soothing and omit points which significantly deviate from the course due to random cases. The courses comparing travel times on weekdays are shown in figure 7.

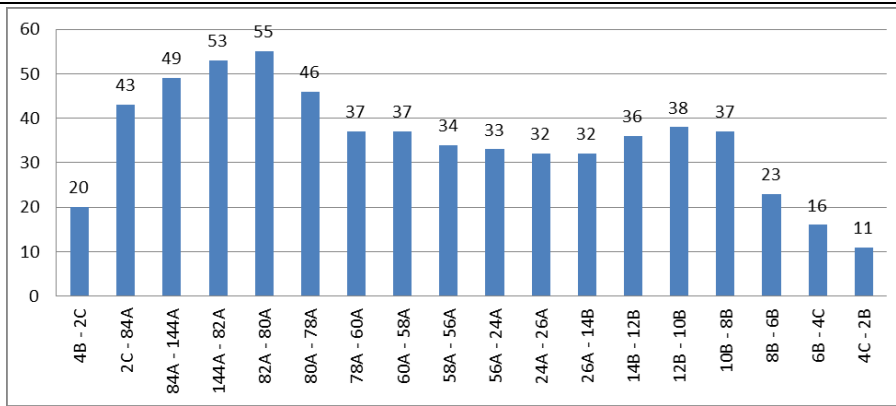


Fig. 2. The number of people on the bus in the “between-bus stops” course of the 0B line for the course starting at 13:49 on 18.11.2014

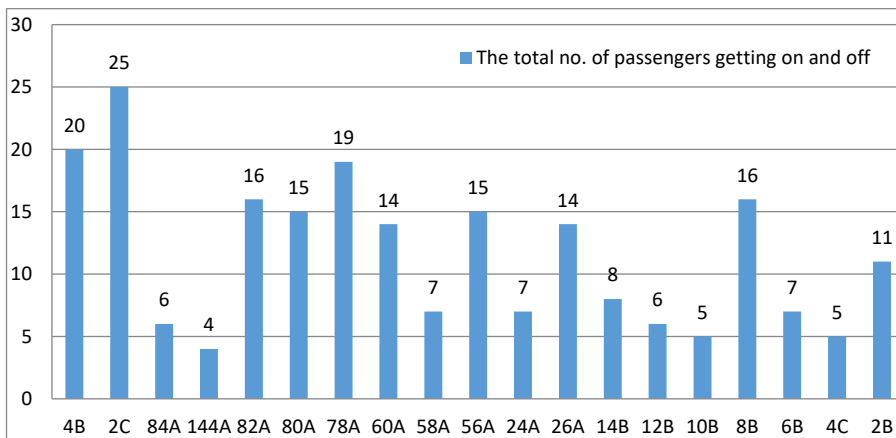


Fig. 3. The comparison of the number of people getting on and off for the 0B line for the course starting at 13:49 on 18.11.2014

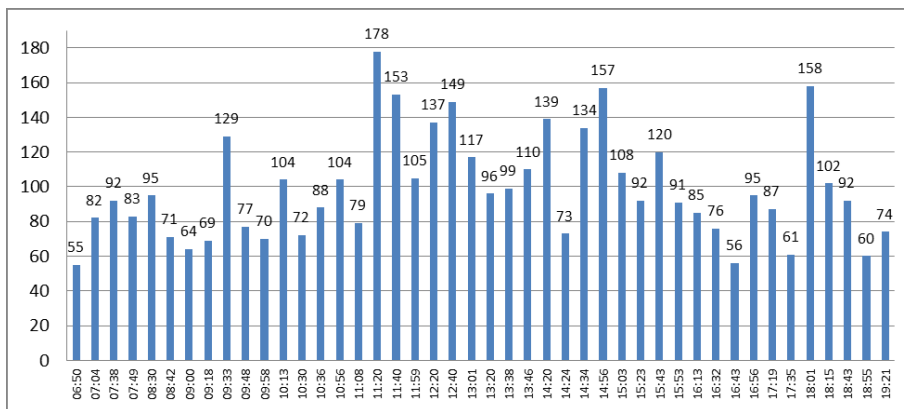


Fig. 4. The number of passengers carried on 18.11.2014 by the 0B line

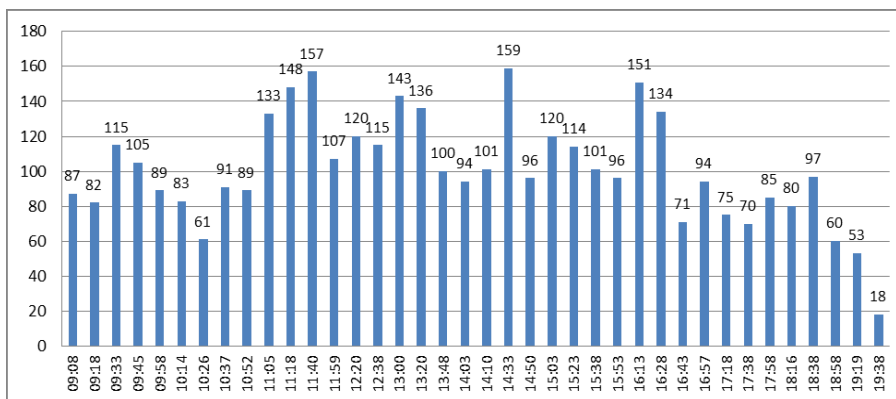


Fig. 5. The number of passengers carried on 19.11.2014 by the 0B line

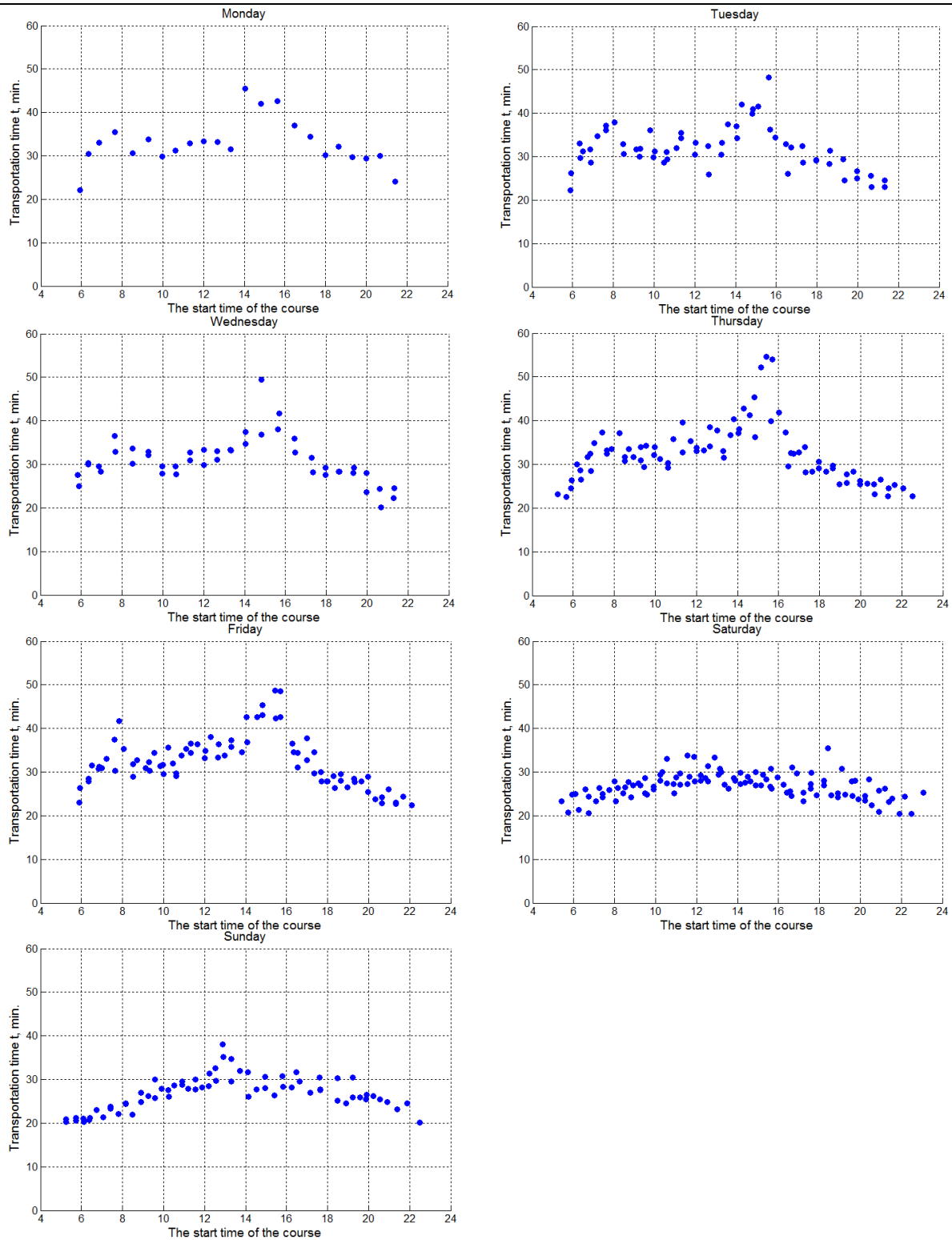


Fig. 6. Travel times across the whole route of the 0B line in each days of the week

In case of weekdays the most of the travel time is in the range between 30 - 40 minutes. There are two peaks. The first one is between 7:00 and 8:30. In this range, the average travel time reaches the value of 35 minutes, and rarely exceeds 40 minutes. The second peak is between 14:00 and 16:00. Here, depending on the day of the week, the average travel times range from 37 to 44 minutes. The maximum travel times reach the value of 55 minutes. This applies especially to Thursdays and Fridays. In these days and also on Mondays the travel times at the afternoon peaks are greater by about 5 minutes. The courses of travel times for weekends are shown in figure 8.

Saturday and Sunday are characterized by smaller differences. Most of the travel time is in the range of 25 - 33 minutes. The maximum travel time values different for the working days are between 12 and 2

p.m. But there is no significant deviations. Assuming that during the working days the travel time amounting to 25 minutes around 6 o'clock in the morning and 9 o'clock in the evening is the minimal time - the basic the bus can achieve for the set route, then in the morning peak time there is an increase of 40%, and in the afternoon of 80%. In absolute terms it accounts for 10 and 20 minutes. During the weekends these differences are much smaller and do not exceed 30% assuming the travel time of 23 minutes on Saturday. Sunday morning is characterized by even lower average travel time in the morning. Here, the time is almost 20 minutes. With a route length of 9,2 km it gives the average speed of about 27 km/h.

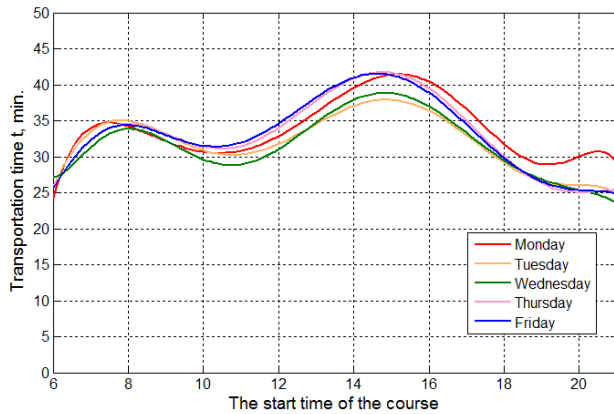


Fig. 7. The comparison of travel times during working days of the week

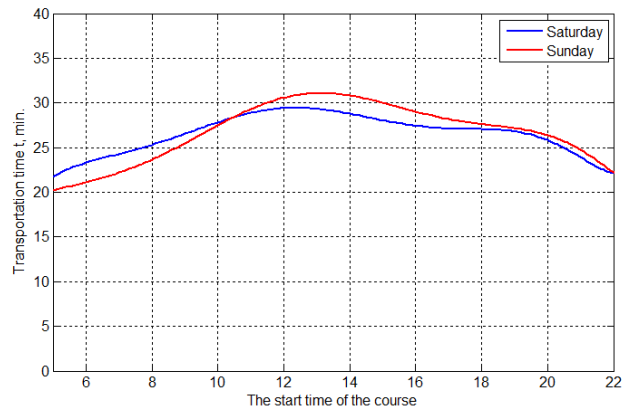


Fig. 8. The comparison of travel times during weekends

Conclusions. The study framework, where an analysis of more courses was done, allows to draw from two groups of proposals on the number of passengers. The first relates to the loading of individual courses. Maximum passengers loading does not coincide with the peak hours of travel times. Between courses there is considerable non-uniformity in the passengers loading. The observed non-uniformity may have three reasons. The first is the overlap of the lines following the same section of the route. The second reason may be the result of significant delays resulting from the random cases and traffic. In the last part of the research regarding the number of passengers it should be considered if a constant supply of travel capacity is properly correlated with the changing needs. In the case of the second group of proposals concerning the loading of individual bus stops, one should consider the introduction of changes to skip the bus stops which are not popular and to establish in this place the stops on demand. This issue requires further research, where one should also check the other lines exercising their routes on common parts with the 0B line.

Rzeszow as other cities of similar population records the declines of passenger transport by public transport. One of the main reasons is an increase in the number of vehicles and the degree of saturation of these vehicles. The increase in the number of vehicles and the degree of saturation is the effect of the deterioration of traffic conditions at selected times of the day. Travel times in the peak hours increase from 40 to 80%. This is particularly evident in figure 7 which compares travel times on working days of the week. This situation is a significant nuisance for the residents of the city. Separation of the respective lanes and preference of public transport will allow an increase in average speed and the reduction of the travel time of buses. Having a choice between being stuck in a traffic jam in a car or travelling faster by means of public transport, a significant number of people will surely return to the latter option. Another factor which induces people to use public transport is an increase of comfort during the travel. New means of transport purchased in recent years, have air conditioning, wide doors and low floor.

REFERENCES

1. Śmieszek M., Dobrzańska M., Dobrzański P.: Analiza czasów przejazdu wybranej linii komunikacji miejskiej w Rzeszowie, s. 6131-6137, Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Logistyka, z. 4/2015
2. Śmieszek M., Dobrzańska M., Dobrzański P., Liana M., Nycz M., Gmyz R.: Analiza rozkładu parametrów ruchu na wybranych drogach Podkarpacia, s.6246-6255, Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Logistyka, z.3/2014
3. Wyszomirski O., Transport Miejski. Ekonomia i Organizacja, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008
4. <http://www.ztm.rzeszow.pl>
5. <http://www.rzeszow.pl/miasto-rzeszow/dane-statystyczne/rzeszow-w-liczbach>

Смешек М., Добжанская М., Добжанский П. Анализ времени перевозки и загрузки выбранного городского маршрута в г. Жешов.

В рамках этой статьи, на основании данных, полученных в ходе тестирования работы общественного транспорта в г. Жешове, было проанализировано время перевозки и загрузка транспортного маршрута 0В в отдельные часы и дни недели выбранного периода времени.

Ключевые слова: общественный транспорт, время в пути, транспортный маршрут, автобусная остановка.

Смешек М., Добжанська М., Добжанський П. Аналіз часу перевезення та завантаженості обраного міського маршруту в м. Жешов.

В рамках цієї статті, на підставі даних, отриманих в ході тестування роботи громадського транспорту в м. Жешові, було проаналізовано час перевезення і завантаженість транспортного маршруту 0В в окремі години і дні тижня обраного періоду часу.

Ключові слова: громадський транспорт, час у дорозі, транспортний маршрут, автобусна зупинка.

AUTHORS:

Mirosław ŚMIESZEK, Dr. Sci., professor, Head of Department of Quantitative Methods, Rzeszow University of Technology, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl

Magdalena DOBRZAŃSKA, Ph.D., assistant professor of Department of Quantitative Methods, Rzeszow University of Technology, e-mail: md@prz.edu.pl

Paweł DOBRZAŃSKI, Ph.D., assistant professor of Department of Computer Science in Management, Rzeszow University of Technology, e-mail: pd@prz.edu.pl

АВТОРЫ:

СМЕШЕК Мирослав, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой количественных методов, Жешовская Политехника, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl

ДОБЖАНСКАЯ Магдалена, PhD, доцент кафедры количественных методов, Жешовская Политехника, e-mail: md@prz.edu.pl

ДОБЖАНСКИЙ Павел, PhD, доцент кафедры компьютерных наук в управлении, Жешовская Политехника, e-mail: pd@prz.edu.pl

АВТОРИ:

СМЕШЕК Мирослав, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри кількісних методів, Жешовська Політехніка, e-mail: msmieszek@prz.edu.pl

ДОБЖАНСЬКА Магдалена, кандидат технічних наук, доцент кафедри кількісних методів, Жешовська Політехніка, e-mail: md@prz.edu.pl

ДОБЖАНСЬКИЙ Павел, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук в управлінні, Жешовська Політехніка, e-mail: pd@prz.edu.pl

Стаття надійшла в редакцію 11.05.2016 р.

Андрійчук О.В., Хвищун Н.В., Процюк В.О., Шимчук О.П.
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ АВАРІЙНОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ ШАЦЬКОГО РАЙОНУ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Подано результати дослідження аварійності на територіальних, обласних і дорогах районного значення в Шацькому районі Волинської області. Представлено характеристику 218 км доріг, а також опрацьовано інформацію по ДТП на цих а/д за 2012, 2013, 2014 і 2015 роки. Наукові дослідження проведено під час виконання проекту "Покращення безпеки користувачів транспортної мережі прикордонних територій Польщі, Білорусі та України" у рамках Програми транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна.

Ключові слова: автомобільна дорога, аварійність, безпека руху, дорожньо-транспортна пригода.

Постановка проблеми. Автомобільні дороги загального користування є невід'ємною складовою єдиної транспортної системи України. Їх стан впливає, зокрема, на безпеку та якість перевезення вантажів і пасажирів, рівень цін, ступінь зайнятості населення та темпи розвитку економіки держави. Отже, розвиток мережі автомобільних доріг і поліпшення їх безпеки є необхідною передумовою подальшого соціально-економічного розвитку держави та суспільства.

Якщо в європейських країнах рівень смертності внаслідок ДТП становить в середньому четверо людей на 100 тис. населення, то в Україні цей показник дорівнює 18 (за даними ВООЗ). У Європі важливою частиною роботи щодо забезпечення безпеки на вулично-дорожній мережі є наукова її складова – кожне технічне рішення має наукове обґрунтування. Тому проведення дослідження, метою якого є здійснення аналізу та оцінки безпеки і порядку дорожнього руху, надання пропозицій щодо вдосконалення організації дорожнього руху, розроблення та розрахунок заходів, спрямованих на покращення безпеки дорожнього руху є надзвичайно актуальним.

В рамках проекту "Покращення безпеки користувачів транспортної мережі прикордонних територій Польщі, Білорусі та України", що профінансований за рахунок коштів Європейського союзу (програма транскордонного співробітництва "Польща-Білорусь-Україна") було проведено дослідження "Аналіз безпеки і порядку дорожнього руху у Шацькому районі Волинської області". Під час проведення досліджень з аналізу безпеки руху та обстеження стану вулично-дорожньої мережі в Шацькому районі для досягнення мети було виконано наступні завдання:

- здійснення оцінки відповідності стану безпеки дорожнього руху на дорогах Шацького району вимогам державних норм та стандартів;
- аналіз безпеки на дорогах району (кількість та причини дорожньо-транспортних пригод і транспортних засобів, що брали участь в них; жертви та виконавці ДТП, час та обставини виникнення ДТП). Часовий відрізок, що підлягає оцінці та аналізу – 2012-2015 роки;
- характеристика державних органів, які здійснюють нагляд за станом доріг, правилами безпеки руху та надають послуги при аварійних, стихійних та техногенних ситуаціях;
- дослідження стану вулично-дорожньої мережі Шацького району (оцінка стану дорожнього покриття, тротуарів та узбіччя, вуличного освітлення, облаштування дорожніми знаками та розміткою).

Основною метою проведення дослідження є розроблення пропозицій щодо вдосконалення організації дорожнього руху, здійснення та розрахунок заходів, що спрямовані на розвиток та удосконалення дорожнього руху та зменшення аварійності і покращення безпеки дорожнього руху в Шацькому районі Волинської області.

Результати дослідження. Під час виконання роботи з дослідження аварійності на автомобільних дорогах Шацького району було обстежено 22 автомобільні дороги загального користування (територіальні дороги, обласного та районного значення) сумарною протяжністю 218 км використовуючи [2, 3, 4]. А також вулично-дорожню мережу в усіх населених пунктах Шацького району (31 пункт), а саме в: смт. Шацьк; с. Гаївка; с. Мельники; с. Грабове; с. Адамчуки; с. Голядин; с. Смоляри-Світязькі; с. Піща; с. Затишся; с. Кам'янка; с. Острів'я; с. Прип'ять; с. Вілиця; с. Кропивники; с. Плоске; с. Пулемець; с. Пульмо; с. Вільшанка; с. Заліся; с. Кошари; с. Ростань; с. Красний Бір; с. Перешпа; с. Хрипськ; с. Самійличі; с. Пехи; с. Положеве; с. Хомичі; с. Світязь; с. Омельне; с. Підманове.

Дорожню мережу Шацького району складають наступні а/д місцевого значення:
 - територіальні а/д: Т-03-02, Т-03-06, Т-03-07, Т-03-14, Т-03-15 (табл. 1);
 - обласні а/д: О 031694, О 031695, О 031696, О 031697, О 031698, О 031699 (табл. 2);
 - районні а/д: С 031601, С 031602, С 031603, С 031604, С 031605, С 031606, С 031607, С 031608, С 031609, С 031610, С 031611 (табл. 3).

Таблиця 1

Характеристика обстежених територіальних автомобільних доріг в Шацькому районі

№	Шифр а/д, положення а/д	Найменування автомобільної дороги,	Протяжність по Шацькому району, км	Категорія а/д	Населені пункти, через які проходить а/д	Тип поверхні
1	Т-03-02, ПК 0+00 – ПК 108+00	Піща - Шацьк - Любомль - Володимир-Волинський - Павлівка - Горохів - Берестечко - Козин - Кременець - до а/д М-06	25,9	IV	с. Піща, смт Шацьк, с. Положеве	Полегшений
2	Т-03-06, ПК 0+00 – ПК 161+10	/Т-03-02/ - Шацьк - Вілиця - Прип'ять - Любохини - /Т-03-08/	17,5	IV	смт Шацьк, с. Вілиця, с. Прип'ять	Полегшений, перехідний
3	Т-03-07, ПК 0+00 – ПК 189+00	КПП "Пулемець" - КПП "Піща"	18,9	IV	с. Піща	Полегшений
4	Т-03-14, ПК 0+00 – ПК 20+00	/Т-03-02/ - санаторій «Лісова пісня»	2,0	IV	с. Гаївка	Полегшений
5	Т-03-15, ПК 0+00 – ПК 117+00	Залісся - /Т-03-02/	13,7	IV	с. Залісся, с. Пульмо	Полегшений, перехідний
Загальна протяжність територіальних а/д			78,0			

Таблиця 2

Характеристика обстежених автомобільних доріг обласного значення в Шацькому районі

№	Шифр а/д, положення а/д	Найменування автомобільної дороги,	Протяжність по Шацькому району, км	Категорія а/д	Населені пункти, через які проходить а/д	Тип поверхні
1	О 031694, ПК 0+00 – ПК 77+00	КПП "Хрипськ" - Ростань - /Т-03-07/	7,7	IV, V	с. Хрипськ, с. Ростань	Перехідний
2	О 031695, ПК 0+00 – ПК 108+00	/Т-03-07/ - Піща - Острів'я - Пульмо	10,8	V	с. Піща, с. Острів'я	Перехідний
3	О 031696, ПК 0+00 – ПК 268+00	Шацьк - Залісся - Грабове - Старовойтове - /М-07/	26,8	IV, V	смт Шацьк, с. Світязь, с. Залісся, с. Грабове, с. Адамчуки	Полегшений, перехідний
4	О 031697, ПК 0+00 – ПК 72+00	Вільшанка - Кошари - Залісся	7,2	V	с. Вільшанка, с. Кошари, с. Залісся	Перехідний
5	О 031698, ПК 0+00 – ПК 94+00	Адамчуки - Голядин - Згорани - /Т-03-02/ - Нудиже - Стара Гута - Стара Вижівка	9,4	V	с. Адамчуки, с. Голядин	Перехідний
6	О 031699, ПК 0+00 – ПК 147+00	Положеве - Плоске - Кропивники	14,7	V	с. Положеве, с. Плоске, с. Вілиця, с. Кропивники	Перехідний
Загальна протяжність а/д обласного значення			76,6			

Характеристика автомобільних доріг районного значення в Шацькому районі

№	Шифр а/д, положення а/д	Найменування автомобільної дороги,	Протяжність по Шацькому району, км	Категорія а/д	Населені пункти, через які проходить а/д	Тип поверхні
1	С 031601, ПК 0+00 – ПК 85+10	Шацьк - Мельники - /Т-03-02/	11,2	IV, V	смт Шацьк, с. Мельники	Полегшений, перехідний
2	С 031602, ПК 0+00 – ПК 95+00	Хомичі - Самійличі - Пехи	9,5	V	с. Хомичі, с. Самійличі, с. Пехи	Полегшений,
3	С 031603, ПК 0+00 – ПК129+00	Світязь - Омельне - Смоляри Світязькі	12,9	IV, V	с. Світязь, с. Омельне, с. Смоляри Світязькі	Полегшений, перехідний
4	С 031604, ПК 0+00 – ПК 23+00	Підманове - Світязь	2,3	V	с. Підманове, с. Світязь	Перехідний
5	С 031605, ПК 0+00 – ПК 53+85	/Т-03-07/ - Пулемець	4,4	V	с. Пулемець	Перехідний
6	С 031606, ПК 0+00 – ПК 65+00	Перешпа - Ростань	6,5	V	с. Перешпа, с. Ростань	Перехідний
7	С 031607, ПК 0+00 – ПК 44+00	Кропивники - Прип'ять	4,4	V	с. Кропивники, с. Прип'ять	Перехідний
8	С 031608, ПК 0+00 – ПК 14+00	Затишшя - /Т-03-02/	1,4	V	с. Затишшя	Перехідний
9	С 031609, ПК 0+00 – ПК 51+00	Красний Бір - Перешпа	5,1	V	с. Красний Бір, с. Перешпа	Перехідний
10	С 031610, ПК 0+00 – ПК 16+00	/Т-03-07/ - Кам'янка	1,6	V	с. Кам'янка	Перехідний
11	С 031611, ПК 0+00 – ПК 40+00	Плоске - Крушинець - Заболоття	4,0	V	с. Плоске	Перехідний
Загальна протяжність а/д районного значення			63,3			

Стан безпеки дорожнього руху в Україні в цілому та у Шацькому районі Волинської області, зокрема, можна охарактеризувати як недостатньо задовільний через значний рівень смертності та травматизму. Кількість і структура ДТП, що трапилися в Шацькому р-ні представлено на рис. 1 і 2.

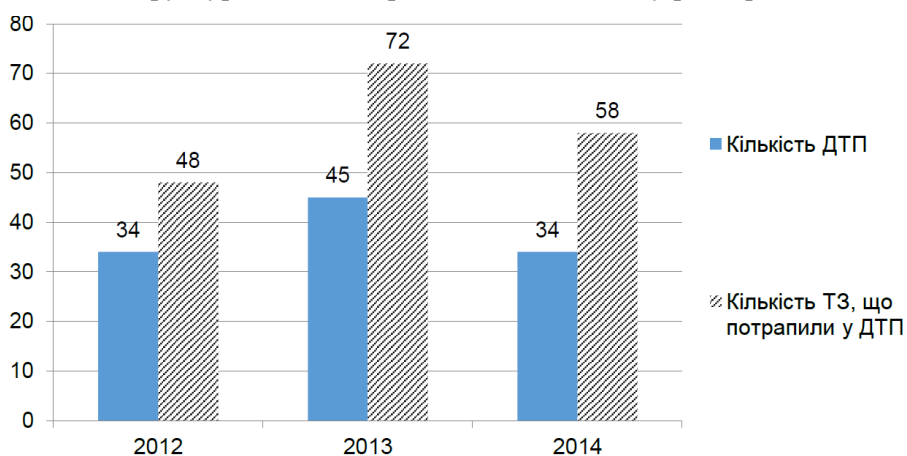


Рис. 1. Кількість ДТП, що трапилися у Шацькому районі у 2012-2014 роках

Динаміка кількості ДТП у Шацькому районі є змінною, оскільки спостерігалось досить суттєве їх зростання у 2013 році (на +32%) порівняно з 2012 роком і повернення до попереднього значення у кількості 34 од. у 2014 році. За сім місяців 2015 року вже трапилося 20 ДТП, тобто достатньо багато, враховуючи, що пік аварійних ситуацій в даній місцевості припадає на літні місяці.

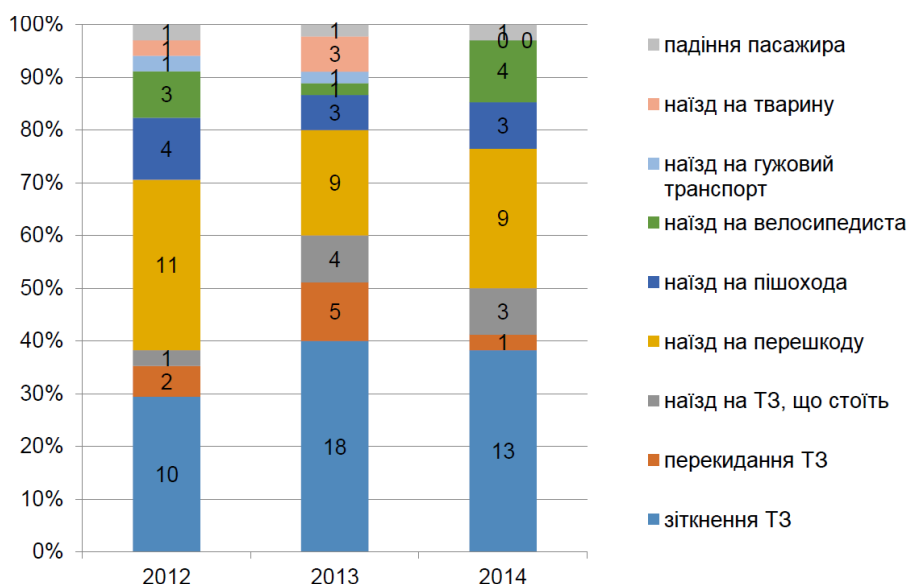


Рис. 2. Структура ДТП, що трапилися у Шацькому районі у 2012-2014 роках

ДТП відбувалися у виді зіткнення ТЗ (10 % – 2012р., 18 % – 2013р. та 13 % – 2014р.) і в результаті наїздів на перешкоду (11 % – 2012р. та по 9 % – 2013-2014 рр.). Також аварії трапляються внаслідок перекидання ТЗ, наїзду на пішоходів або велосипедистів. Найрідше ДТП виникали в результаті наїздів на тварин або гужовий транспорт, а за різновидом падіння вантажу – відсутні. Щодо 2015 року, то за період з 01.01 по 31.07.2015 року відбулося 20 дорожньо-транспортних пригод, переважно у вигляді зіткнень або перекидань ТЗ, а також як наїзд на пішоходів.

Варто відзначити досить значну кількість ТЗ, що потрапили в ДТП. Якщо провести аналіз в розрахунку кількості ТЗ на одну ДТП, то отримані значення становитимуть 1,4 у 2012р., 1,6 у 2013р. та 1,7 у 2014р., тобто динаміка негативна та вказує на загальне зростання кількості ТЗ у ДТП.

Серед причин транспортних пригод домінують порушення правил безпеки руху, адже за іншими чинниками є лише поодинокі випадки: 2 ДТП через порушення правил експлуатації ТЗ у 2013р. та 1 випадок у 2012р. через стан дорожнього покриття. При цьому абсолютно усі ДТП у Шацькому районі у 2012-2014 роках кваліфікувалися з вини водія, зокрема, через перевищення швидкості, порушення правил маневрування, перебування у нетверезому стані за кермом (рис. 3).

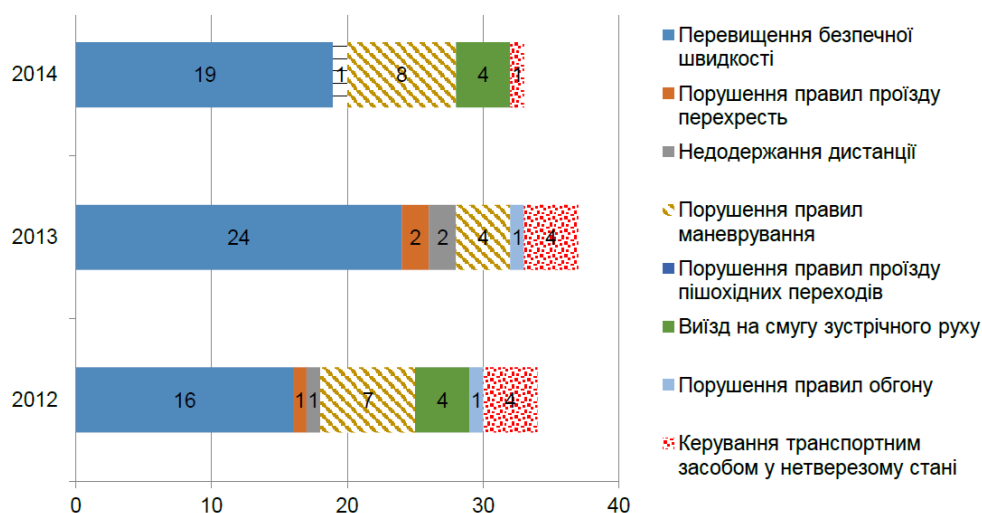


Рис. 3. Причини ДТП з вини водія у Шацькому районі за 2012-2014 роки

Перевищення безпечної швидкості призвело до виникнення ДТП у 58 %, порушення правил маневрування у 24 %, виїзд на смугу зустрічного руху у 12 %, керування ТЗ у нетверезому стані та недотримання дистанції – по 3 %. Серед 20 ДТП за 7 місяців 2015 року перевищення швидкості стало причиною ДТП у 8-ми випадках (40 %), порушення правил маневрування у 6-ти випадках (30 %), недодержання дистанції – у 3-х випадках (15 %), решта причин – поодинокі. З вини пішоходів ДТП у досліджуваній період не відбулося з жодних причин, серед яких потенційними могли бути непокоря пішоходів сигналам регулювання дорожнього руху, перехід проїзної частини у невстановлених

місяцях, перехід проїзної частини безпосередньо перед ТЗ, що наближаються. ДТП завжди несуть небезпеку для життя та здоров'я усіх сторін дорожнього процесу.

За досліджуваний період 2012-2014 років на дорогах Шацького району постраждало 59 осіб, серед яких 9 осіб загинуло. При цьому спостерігається негативна зростаюча динаміка (рис. 4), адже в цілому кількість постраждалих з 2012 до 2014 року зросла на 50% і це є загрозовим явищем. За січень-липень 2015 року у ДТП постраждало 8 осіб, одна з яких загинула внаслідок отриманих травм.

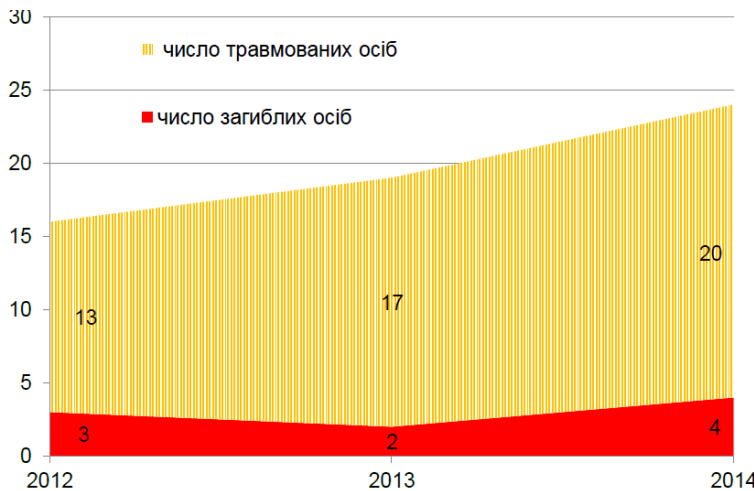


Рис. 4. Динаміка кількості постраждалих осіб в результаті ДТП у Шацькому районі за 2012-2014 роки

Категорії осіб, що загинули внаслідок ДТП у 2012-2014 роках подано в табл. 4, а їх вікова структура в табл. 5. Відзначимо, що серед них є велосипедисти (ймовірно, місцеві жителі), адже типовим засобом пересування на дорогах місцевого значення є саме велосипеди.

Таблиця 4

Категорії осіб, що загинули внаслідок ДТП у Шацькому районі у 2012-2014 роках

Категорії осіб, що загинули у ДТП:	2012 рік		2013 рік		2014 рік	
	осіб	%	осіб	%	осіб	%
- водії ТЗ засобів	0	0,00	1	50,00	1	25,00
- пасажери	2	66,67	0	0,00	1	25,00
- пішоходи	0	0,00	1	50,00	0	0,00
- велосипедисти	1	33,33	0	0,00	2	50,00
Всього	3	100	2	100	4	100

Таблиця 5

Вікова структура учасників ДТП у Шацькому районі у 2012-2014 роках

Вікова структура учасників ДТП (градація 5 р.)	2012 рік, осіб	2013 рік, осіб	2014 рік, осіб
менше 18 років/втік з місця ДТП	1	9	4
18-23	17	10	13
24-29	13	24	15
30-35	7	10	15
36-41	11	8	9
42-47	5	7	2
48-53	2	5	2
54-59	0	6	2
60-65	2	2	2
66 і старше	3	1	4
Всього	61	82	68

Отже, найбільш часто в ДТП потрапляли учасники віком від 18 до 41 року, як найменш досвідчені. Також були випадки, коли особу учасника ДТП встановити не вдалося, оскільки вона покинула її місце. Іншим аспектом є особи без права керування ТЗ, зважаючи на їх вік (<18 років) та особи, постраждали внаслідок ДТП. Структура учасників наочно демонструє підтвердження попереднього висновку, адже 19 % серед усіх учасників ДТП віком 18-23 роки, 25 % – віком 24-29 років, 15 % – віком 30-35 років і 13 % – віком 36-41 років. Наступні вікові категорії в загальній структурі

менше 7 %, тобто потрапляють у такі ситуації значно рідше. У перші сім місяців 2015 році ця тенденція зберігається, наприклад, 10 із 33 учасників ДТП мали вік у діапазоні 18-23 роки.

Динаміку ДТП у різні періоди доби та різні місяці протягом року в Шацькому районі за 2012-2014 роки представлено на рис. 5.

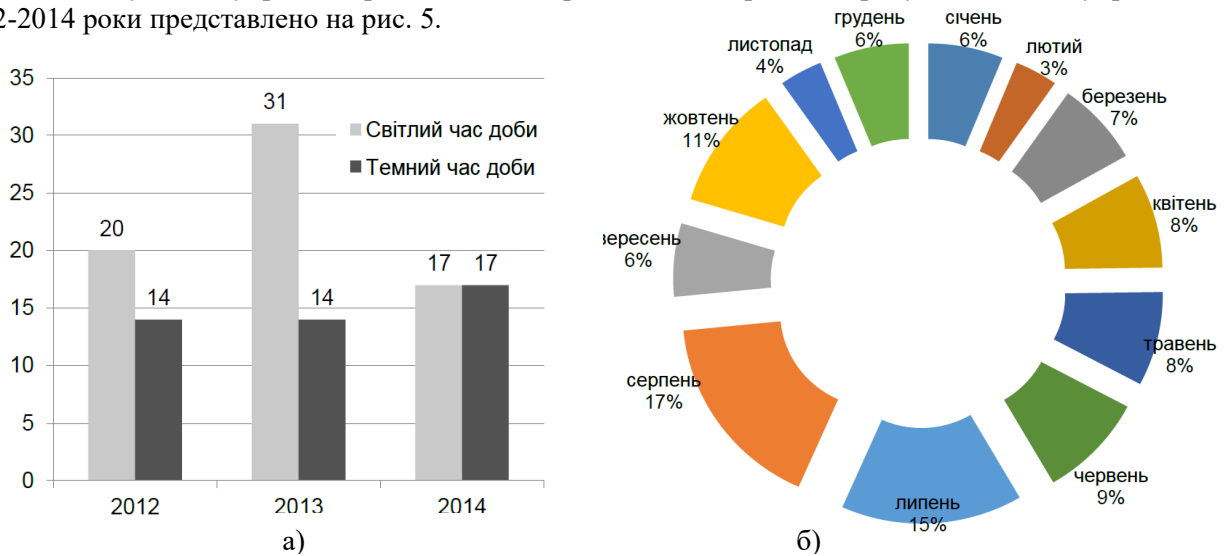


Рис. 5. Динаміка ДТП у різні періоди доби (а) та різні місяці (б) у Шацькому районі за 2012-2014 роки

Традиційно темний час доби вважається більш небезпечним з точки зору виникнення ДТП. Проте проведений аналіз у Шацькому районі у 2012-2014 роках (рис. 5) вказує, що вони траплялися частіше у світлу частину доби, і лише у 2014 році їх кількість була однаковою. Ймовірно, в темний час доби водії намагалися бути більш обачними на дорогах. У 2015 році 25 % ДТП трапилися у темну частину доби за наявності увімкненого штучного освітлення, тоді як решта 75 % – у світлу частину доби.

Протягом року найбільше ДТП у Шацькому районі зафіксовано у липні та серпні, що є місяцями активного літнього відпочинку багатьох жителів України та дружніх сусідніх країн на Шацьких озерах. В інші періоди спостерігається помітний спад (особливо лютий та листопад).

Аналізуючи погодні умови, за яких відбувалися розглянуті ДТП можна відмітити, що з найбільш ймовірних несприятливих чинників можна виділити снігопад, дощ, туман, хмарність. Разом з тим, як демонструють дані таблиці 6, переважна більшість дорожньо-транспортних пригод (від 55 % до 87 %) у Шацькому районі у 2012-2014 роках трапилася за ясних погодних умов.

Таблиця 6

Погодні умови, за яких трапилися ДТП у Шацькому районі у 2012-2014 роках

Погодні умови, за яких трапилися ДТП	2012 рік		2013 рік		2014 рік	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%
ясно	19	55,88	39	86,67	24	70,59
хмарно	12	35,29	1	2,22	7	20,59
дощ	1	2,94	0	0,00	0	0,00
снігопад	0	0,00	4	8,89	0	0,00
туман	0	0,00	0	0,00	3	8,82
інші	2	5,88	1	2,22	0	0,00
Всього	34	100	45	100	34	100

Розглядаючи стан поверхні полотна доріг Шацького району на момент ДТП, що представлено на рис. 6, можна виокремити його як сухе (80 % випадків), мокре (12 % випадків), з недоліками (1 % випадків) та оброблене протижелезними матеріалами в зимовий період (7 %). Таким чином, можна зробити висновок, що в переважній більшості випадків, саме за найбільш безпечного – сухого – стану дорожнього покриття тим не менше трапилася домінуюча кількість ДТП. У 2015 році на сухому дорожньому полотні трапилася 70 % ДТП, 20 % – на мокрому і лише 10 % на дорогах з недоліками.

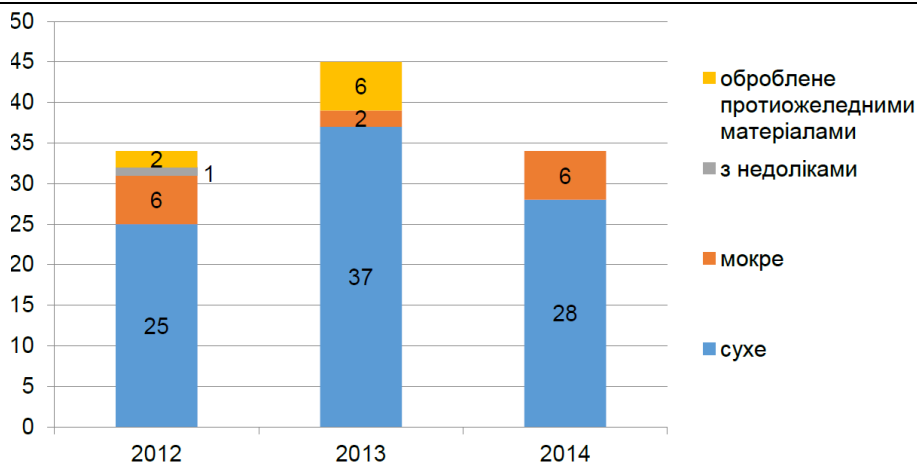


Рис. 6. Стан полотна доріг Шацького району на момент дорожньо-транспортних пригод

Висновки. Відмічено, що на більшості а/д стан дорожнього покриття незадовільний, присутні дефекти та деформації, що ускладнює безперервний і рівномірний рух ТЗ, тому необхідно виконати передбачені роботи по ремонту та реконструкції дорожнього одягу. Майже на всіх автомобільних дорогах відсутні узбіччя, що погіршує коефіцієнт аварійності. Необхідно провести роботи по влаштуванню узбіч відповідно до нормативних вимог, в тому числі передбачити укріплення частини узбіччя кам'яними матеріалами або асфальтобетоном.

Автомобільні дороги Шацького району проходять в рекреаційній зоні, куди в сезонний період приїжджає багато туристів. Щоб забезпечити безпеку для пішоходів необхідно влаштувати тротуари у всіх населених пунктах. Відповідно до нормативних документів тротуари необхідно відокремлювати, за можливістю, від проїзної частини зеленою зоною завширшки не менше 2 метрів, або, у випадку щільної забудови, бортовим каменем висотою 0,15 м.

Для розвитку велосипедного туризму та безпеки місцевих велосипедистів необхідно передбачити влаштування велосипедних доріжок вздовж автомобільних доріг, які необхідно відокремлювати аналогічно до тротуарів (від проїзної частини зеленою зоною завширшки не менше 2 метрів, або, у випадку щільної забудови, бортовим каменем висотою 0,15 м).

У смт Шацьк є небезпечне перехрестя, яке утворене перехрестом а/д Т-03-02, Т-03-15 і О 031696. На цьому перехресті необхідно запровадити світлофорне регулювання руху ТЗ для покращення організації та безпеки дорожнього руху. Це перехрестя необхідно також обладнати світлофорним регулюванням для пішоходів.

Через те, що інтенсивність транспортного руху низька і дорожня мережа розвинена слабо, тому відпадає потреба у введенні систем спостереження та інформаційних систем за дорожнім рухом.

Після проведеного аналізу з організації та безпеки дорожнього руху і стану покриття проїзної частини мережі автомобільних доріг Шацького району, були зроблені висновки (щодо нестачі необхідних дорожніх знаків, відсутності розмітки) та наведені пропозиції для покращення безпеки дорожнього руху [4].

1. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування: ДСТУ 4100-2002 – [Чинний від 2003-01-01]. – К. : Держстандарт України, 2002. – 63 с.
2. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування: ДСТУ 2587:2010 – [Чинний від 2011-04-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 56 с.
3. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці і залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану : ДСТУ 3587-97 – [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1997. – 22 с.
4. Аналіз безпеки і порядку дорожнього руху в Шацькому районі Волинської області (в рамках проекту «Підвищення рівня безпеки користувачів транспортної мережі на прикордонних територіях Польщі, Білорусі, України») – Луцьк: Луцький НТУ, [код 71.20.1 згідно ДК 016-2010] – 2015. – 185 с.

REFERENCES

1. *DSTU 4100-2002*. [State Standard 4100-2002]. *Traffic Signs. General Technical conditions. Application*. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 2002. 63 p. (In Ukrainian).
2. *DSTU 2587:2010*. [State Standard 2587:2010]. *Road Safety. Road Markings. General technical requirements. Methods of control. Application rules*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy Publ., 2002. 56 p. (In Ukrainian).
3. *DSTU 3587-97*. [State Standard 3587-97]. *Road traffic safety. Automobile roads. Streets and railway crossings. The requirements to operation condition*. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1997. 22 p. (In Ukrainian).

4. Increasing of the safety level of transport network users on the border areas of Poland, Belarus, Ukraine. (2015). *Analysis of traffic safety and order in the Shatsk district of Volyn region*. Lutsk, Lutsk NTU Publ., 185 p.

Андрійчук А.В., Хвищун Н.В., Процюк В.А., Шимчук А.П. Анализ аварийности на автомобильных дорогах Шацкого района в Волынской области

Поданы результаты исследования аварийности на территориальных, областных и дорогах районного значения в Шацком районе Волынской области. Представлена характеристика 218 км дорог, а также проанализирована информация по ДТП на этих а/д за 2012, 2013, 2014 и 2015 годы. Научные исследования проведены во время выполнения проекта "Улучшения безопасности пользователей транспортной сети пограничных территорий Польши, Беларуси и Украины" в рамках Программы трансграничного сотрудничества Польша-Беларусь-Украина.

Ключевые слова: автомобильная дорога, аварийность, безопасность движения, дорожно-транспортное приключение.

O. Andriichuk, N. Khvyshchun, V. Protsiuk, O. Shymchuk. Analysis of accidents on the roads Shatsk district in Volyn region.

The results of the study of accidents on local, regional and district roads mentioned in Shatsky district of Volyn region. Presented characteristics of 218 km of roads, and processed information on these accidents by 2012, 2013, 2014 and 2015. Research conducted during the project "Improving the safety of the users of the transport network border areas of Poland, Belarus and Ukraine" under the Cross Border Cooperation Programme Poland-Belarus-Ukraine.

Keywords: road, accidents, traffic safety, accident.

АВТОРИ:

АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобільні дороги та аеродроми», Луцький НТУ, e-mail: aleklutsk@gmail.com

ХВИЩУН Надія Віталіївна, кандидат технічних наук, доцент, декан факультету бізнесу, Луцький НТУ, e-mail: n.khvyshchun@lntu.edu.ua

ПРОЦЮК Віталій Олексійович, асистент кафедри «Автомобільні дороги та аеродроми», Луцький НТУ, e-mail: protsai2@rambler.ru

ШИМЧУК Олександр Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобільні дороги та аеродроми», Луцький НТУ, e-mail: Shimchuka@rambler.ru

АВТОРЫ:

АНДРИЙЧУК Александр Валентинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы», Луцкий НТУ, e-mail: aleklutsk@gmail.com

ХВИЩУН Надежда Витальевна, кандидат технических наук, доцент, декан факультета бизнеса, Луцкий НТУ, e-mail: n.khvyshchun@lntu.edu.ua

ПРОЦЮК Виталий Алексеевич, ассистент кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы», Луцкий НТУ, e-mail: protsai2@rambler.ru

ШИМЧУК Александр Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы», Луцкий НТУ, e-mail: Shimchuka@rambler.ru

AUTHORS:

Oleksandr ANDRIICHUK, PhD in Engineering, Assoc. Professor of Highways and Airfields, Lutsk National Technical University, e-mail: aleklutsk@gmail.com

Nadiy KHVYSHCHUN, PhD, Assoc. Professor, head of the Faculty Business, Lutsk National Technical University, e-mail: n.khvyshchun@lntu.edu.ua

Vitalii PROTSIUK, assistant of Highways and Airfields, Lutsk National Technical University, e-mail: protsai2@rambler.ru

Oleksandr SHYMCHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Highways and Airfields, Lutsk National Technical University, e-mail: Shimchuka@rambler.ru

Стаття надійшла в редакцію 28.03.2016р.

Біліченко В.В., Цимбал С.В., Лановий Р.С., Харчук О.В.
Вінницький національний технічний університет

ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ПЛАНУВАННІ СУЧАСНИХ МІСТ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Визначено проблеми міського руху в великих містах і розглянуто методи вирішення міських пробок на прикладі закордонних міст. Запропоновано використання швидкісних автобусних перевезень та проведено порівняння ефективності впровадження системи у порівнянні з іншими видами міських перевезень.

Ключові слова: транспорт, транспортна інфраструктура, рівень автомобілізації, вулично-дорожня мережа, громадський транспорт, велосипедний транспорт.

Постановка проблеми. Головними проблемами сучасної транспортної мережі є:

- незадовільний техніко-технологічний стан рухомого складу та об'єктів транспортної інфраструктури міста;
- невідповідність транспортної мережі потребам міста;
- недостатнє забезпечення пріоритетності умов руху громадського пасажирського транспорту;
- низький рівень комфорту в громадському пасажирському транспорті;
- зростання використання власного автотранспорту;
- неефективне використання рухомого складу перевізниками (продуктивність рухомого складу на окремих ділянках мінімальна);
- низька якість перевезень загалом.

Тому необхідно шукати шляхи вирішення проблеми за допомогою організації руху маршрутного транспорту на вулично-дорожній мережі міста.

Метою дослідження є пошук шляхів вирішення проблеми організації руху маршрутного транспорту на вулично-дорожній мережі міста.

Результати досліджень. До завдань містобудівника входить не тільки просторова організація зв'язків різноманітних зон людської діяльності, сформованих з об'єктів різного призначення, а й скорочення часу на подолання простору між об'єктами - місцями проживання і місцями праці, обслуговуючими центрами і центрами дозвілля, тощо.

Зв'язок між структурними елементами міста здійснюється за допомогою її транспортної інфраструктури, яка представляє собою систему транспортно-пішохідних комунікацій (від залізничних колій великих міст до ліфтів в житлових будинках), що пов'язують територію в єдине ціле [1].

Основною проблемою сучасних міст є проблема міського руху. Поява особистих транспортних засобів дозволило швидко освоїти приміські території і сприяло швидкому зростанню міст. У сучасному місті величезне значення має фактор часу. Прогресивність системи розселення, якості планування і забудови міст та цілих груп населених місць визначаються, зокрема, розгалуженістю мережі та швидкістю руху міського транспорту. Протяжність шляху від місця проживання до місця роботи, або до місця відпочинку залежить від розміщення промисловості, науково-дослідних і проектних інститутів, навчальних закладів, адміністративно-господарських, торговельних, видовищних та ін. об'єктів. Тому важливо правильне взаємне розташування виробництва, наукових, адміністративних і громадських центрів. Виникнення проблеми міського руху і транспорту, що досягла особливої гостроти в найбільших містах, є наслідком стихійного розвитку населених місць і засобів транспорту та недооцінки на початку 20 ст. впливу автомобіля на планування і забудову міст. Сучасні види транспорту і вимоги до міського руху не сумісні з історично сформованою мережею вулиць і площ.

Швидке зростання кількості автомобілів в містах викликає необхідність своєчасного проведення заходів щодо реконструкції старих і прокладання нових транспортних магістралей, по будівництву доріг безперервного руху і резервування територій для великих наземних і підземних стоянок автомобілів біля заводів і фабрик, великих підприємств, вокзалів, стадіонів, пляжів та інших будівель і споруд, що залучають великі маси відвідувачів [1]. При такому стрімкому зростанні рівня автомобілізації транспортні системи міст не здатні впоратися з цією проблемою, і потрібні альтернативні рішення.

Найбільш відоме нововведення запропоновано мером міста Куритиба (Бразилія). Він виявив, що транспорт - це не тільки спосіб перевезення людей, але також і спосіб ввести в потрібне русло використання землі та контролювати зростання міста таким чином, щоб впливати не тільки на маршрути і види руху, але і на початкові і кінцеві пункти маршрутів. Замість знищення розташованих в центрі будівель для розширення доріг адміністрація прийняла рішення використовувати для автотранспорту існуючі вулиці, відмовившись лише від декількох будівель. Уздовж кожної з п'яти пов'язаних осей розвитку міста були реконструйовані три паралельних проспекти. За середнім проспектом було організовано двосторонній рух автобусів-експресів, а по його бічних смугах - місцевий рух. Два бічних проспекти - це дороги для одностороннього руху до центру або від центру міста з високою пропускною здатністю.

Осьові транспортні коридори формують подальший розвиток міста. Але перед створенням цих коридорів місто в стратегічних цілях купило поблизу від них землю в спеціально підібраних областях і побудувало недороге житло. Це гарантувало доступ до робочих місць, магазинах і місцях відпочинку. Крім того, місто побудувало школи, клініки, дитячі сади, парки, продовольчі магазини, культурні і спортивні центри у всіх передмістях, тобто здійснило демократизацію зручностей, які раніше були доступні тільки тим, хто здійснював поїздки в центр міста. Це відповідним чином зменшило число поїздок, а віддалені райони отримали безліч різноманітних і зручних магазинів.

При аналізі потреб в транспорті, який розглядався як засіб, а не мета, в місті прийнята чітка система пріоритетів у використанні ресурсів вулично-дорожньої мережі: громадський транспорт важливіше автомобіля. Таким чином м. Куритиба почала перебудову з систем міського громадського транспорту, яка стала унікальною, ефективною і сучасною в світі.

Від звичайних систем автобусного транспорту «Метробус» відрізняється кількома особливостями [2]:

- маршрути проходять по виділених смугах (повністю або частково). Часто світлофори перемикаються безпосередньо з автобуса, що забезпечує їм пріоритет в русі. На перехрестях автобуси мають переваги;

- використовуються автобуси великої пасажиромісткості;
- зупинки нагадують станції легкого метро: мають квиткові і довідкові каси, обладнані турнікетами (що сприяє більш швидкій посадці пасажирів, так як перевірка і покупка квитків здійснюється до посадки в автобус).

Крім того, жителі Куритиби у своєму розпорядженні мають безліч інших засобів пересування: велика кількість таксі, велосипедисти користуються добре спроектованими і відокремленими від проїжджої частини велосипедними доріжками двох типів - рівних для спокійних прогулянок і горбистих для спортивного катання. Ці доріжки об'єднані в єдину мережу з вулицями, автобусними маршрутами і парками. Спеціальні автобуси, таксі та інші послуги передбачені для інвалідів, включаючи доставку в спеціалізовані школи [3].

Місто Богота (Колумбія), зіткнувшись з транспортним колапсом на дорогах, в 2000 р вирішила скористатися досвідом Куритиби і зробити ставку на швидкісні автобуси. В результаті була розроблена система транспорту, в якій автобусу віддається безумовний пріоритет на «вильотних» трасах, а в центрі міста він ідеальним чином інтегрується в пішохідно-прогулянкові зони.

1. Система повністю фізично ізольована від індивідуального автотранспорту. Перетину допускаються тільки на перехрестях. Ніяких заїздів особистого транспорту для подальшого повороту або перестроювання не допускається.

2. У місцях, де кількість автобусів високо, для їх руху виділена не одна смуга руху, а стільки, скільки потрібно автобусам. У багатьох випадках передбачені заїзні кишені і обгінні пункти. У центрі, де вулиці вузькі і немає можливості для організації одночасного безконфліктного руху автотранспорту та автобусів залишено тільки рух автобусів, яке в свою чергу чудово поєднується з великими пішохідними зонами.

3. Всі зупинки виконані за принципом «ізолюваних блоків» з турнікетами на вході і платформою в рівні підлоги високопольного автобуса (див. рис.1).

4. На лініях працюють тільки автобуси Trans Milenio. Інші перевізники не допускаються.

5. Застосовуються тільки автобуси особливо великої місткості, в тому числі і з двома зчленуваннями.

6. При будь-яких видах ремонтних робіт ширина смуги для руху автобусів не скорочується, замість вибулих смуг виділяються сусідні за рахунок особистого автотранспорту. [4]



Рисунок 1 – Зразок зупинних пунктів [2]

Впровадження такої системи зазвичай коштує від 4 до 20 разів дешевше ніж швидкісний трамвай і від 10 до 100 раз – за метро, хоча за перевізною здатністю близька до них. Крім цього її можна впровадити за досить короткий строк. Порівняння різних видів громадського транспорту з точки зору вартості і тривалості їх впровадження наведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Порівняння видів громадського транспорту за вартістю і тривалістю впровадження [1]

Багато великих міст зіткнулися з проблемами міського руху на вулицях. У години пік пропускна здатність основних магістралей міста зводиться до "нуля". І дістатися з центру міста на околиці можна лише за пару годин. Це говорить про неефективність вулично-дорожньої мережі міста.

Тому для вирішення даної проблеми може бути запропонована концепція розвантаження основних магістралей в центрі міста:

- організація руху ліній громадського транспорту по виділених смугах на магістралях загальноміського значення. Ніяких заїздів особистого транспорту для подальшого повороту або перестроювання не допускається;
- по деяких вулицях міста організується односторонній рух;
- на лініях громадського транспорту повинні працювати тільки автобуси єдиного пасажиро-перевізника. Інші перевізники не допускаються;
- застосовуються тільки автобуси особливо великої місткості, в тому числі і з двома зчленуваннями;
- обмеження стоянок особистого транспорту на проїжджих частинах, крім паркувальних кишень.

Висновки. Проведена робота показує, що підвищення якості надання послуг громадського транспорту можна досягти за рахунок впровадження системи швидких автобусних перевезень. Дана

система забезпечує просторово-часовий пріоритет на перехрестях, є ефективними при значній інтенсивності руху та забезпечує абсолютний пріоритет громадського транспорту.

1. Зубачик Р.М. Спосіб забезпечення пріоритетних умов руху на вулично-дорожній мережі міста під час спеціальних пасажирських перевезень / Р.М. Зубачик // Автошляховик України: науковий журнал. – 2011. – №4. – С. 16–20.
2. Пасажирські перевезення 2015. – [Електроний ресурс]. Режим доступу: http://ua-referat.com/Пасажирські_перевезення/ (дата звернення 05.02.2016). – Назва з екрана.
3. Пілотний проект системи швидкісних автобусних перевезень 2015. – [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://www.slideshare.net/khmel76/8-40337920> (дата звернення 06.02.2016). – Назва з екрана.
4. Скоростные автобусные перевозки 2015. – [Електроний ресурс]. Режим доступу: https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/09/BRT_russ_Project_Preparations_ru.pdf (дата звернення 06.02.2016). – Назва з екрана.

REFERENCES

1. Zubachik, R.M. (2011). The way to ensure priority traffic conditions on the urban road network during special passenger transportations. *Avtoshlyahovik Ukrainy*, no. 4, pp. 16-20.
2. Passenger transportations 2015. Available at: http://ua-referat.com/Pasazhirski_perevezennya/ (Accessed on 02.05.2016).
3. A Pilot Project of BRT System 2015. Available at: <http://www.slideshare.net/khmel76/8-40337920> (Accessed on 06.02.2016).
4. High-speed bus transportation 2015. Available at: https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/09/BRT_russ_Project_Preparations_ru.pdf (Accessed on 06.02.2016).

Біліченко В.В., Цимбал С.В., Лановой Р.С., Харчук О.В. Проблемы транспортной инфраструктуры в планировании современных городов и пути их решения

Определенно проблемы городского движения в больших городах и рассмотрены методы решения городских пробок на примере заграничных городов. Предложено использование скоростных автобусных перевозок и проведено сравнение эффективности внедрения системы в сравнении с другими видами городских перевозок.

Ключевые слова: транспорт, транспортная инфраструктура, уровень автомобилизации, улично дорожная сеть, общественный транспорт, велосипедный транспорт.

V. Bilichenko, S. Tymbal, R. Lanovyi, O. Kharchuk. The problems in the planning of transport infrastructure of modern cities and their solutions.

Certainly problems of city motion in cities and the methods of decision of city corks are considered on the example of oversea cities. The use of speed bus transportations is offered and comparison of efficiency of introduction of the system is conducted in comparing to other kinds of city transportations.

Keywords: transport, transport infrastructure, level of motorization, street road network, public transport, bicycle transport.

АВТОРИ:

БІЛІЧЕНКО Віктор Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

ЦИМБАЛ Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

ЛАНОВИЙ Роман Сергійович, аспірант кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Вінницький національний технічний університет, e-mail: unic01@ukr.net

ХАРЧУК Олександр Володимирович, студент групи ІАТ-14мс кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Вінницький національний технічний університет, e-mail: kharchuk0311@gmail.com

АВТОРЫ:

БИЛИЧЕНКО Виктор Викторович, д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

ЦЫМБАЛ Сергей Владимирович, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», Винницкий национальный технический университет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

ЛАНОВОЙ Роман Сергеевич, аспирант кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», Винницкий национальный технический университет, e-mail: unic01@ukr.net

ХАРЧУК Александр Владимирович, студент группы 1АТ-14мс кафедры «Автомобили и транспортный менеджмент», Винницкий национальный технический университет, e-mail: kharchuk0311@gmail.com

AUTHORS:

Victor BILICHENKO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Department "Cars and transport management", Vinnytsia National Technical University, e-mail: bilichenko_v@mail.ru

Sergiy TSYMBAL, Ph.D., senior teacher of Department "Cars and transport management", Vinnytsia National Technical University, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Roman LANOVYI, Postgraduate Student of Department "Cars and transport management", Vinnytsia National Technical University, e-mail: unic01@ukr.net

Alexander KHARCHUK, Student group 1AT-14ms of Department "Cars and transport management", Vinnytsia National Technical University, e-mail: kharchuk0311@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 27.04.2016р.

Реваз Велиджанашвили, Георгий Тедорадзе, Мариам Турманидзе, Автандил Фарнаози
Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Для повышения эффективности эксплуатации автомобилей одним из самых важных факторов является обеспечение адаптации тягово-скоростных свойств автомобильного транспортного предприятия (АТП) с условиями движения. Одним из эффективных методов достижения последнего является выбор АТП по мощности двигателя в соответствии с условиями движения.

Установлено, что для оценки тягово-скоростных свойств автотранспортного средства и ее адаптации в реальных дорожных условиях в транспортных потоках, за характеристический интегральный показатель принята удельная мощность АТС, которая характеризует её уровень энерговооружённости, автомобили с низкой удельной мощностью на подъёмах двигаются на низких скоростях, на более низких передачах уровнях и более высоких режимах нагрузки двигателя, вследствие чего увеличивается расход топлива; вместе с тем затруднено движение транспортных потоков и снижается безопасность дорожного движения. Применением автомобилей с высокой удельной мощностью указанные параметры улучшаются.

Ключевые слова: автомобильные перевозки, условия движения, транспортные потоки, безопасность дорожного движения.

Введение. Согласно проводимым в Грузии исследованиям, для повышения эффективности автомобилей при грузовых перевозках одним из наиболее важных факторов является обеспечение адаптации тягово-скоростных свойств автомобильного транспортного предприятия (АТП) с условиями движения. Одним из эффективных методов достижения последнего является выбор АТП по мощности двигателя в соответствии с условиями движения, что обуславливает увеличение средней скорости движения и производительности, минимальные затраты топлива и других материальных средств.

Для Грузии с точки зрения повышения эффективности грузовых перевозок, принимая во внимание особенности эксплуатационных условий Грузии, разработка методов определения рациональной мощности грузовых автотранспортных средств и создание надлежащего парка АТС, на сегодняшний день является актуальной проблемой.

Исходя из вышесказанного в заданных условия дорожного движения рациональный показатель удельной мощности АТС должно рассматриваться то значение, которое обуславливает адаптацию эксплуатационных свойств АТС с учётом условий дорожного движения, полную реализацию и с минимальными затратами обеспечит максимальную удельную производительность грузовых перевозок автомобилями.

Вместе с тем улучшит движение замедленного транспортного потока и безопасность дорожного движения. При использовании автомобилей с высокой удельной мощностью соответственно улучшаются все указанные параметры. На сегодняшний день в целом ряде экономически развитых стран установлены минимальные требования к удельной мощности грузового автопоездов. Для достижения высокой эффективности автомобилей недостаточно только ее конструктивное совершенство, но также необходимо выбирать значения эксплуатационных характеристических параметров качества в соответствии с условиями работы.

В то же время следует отметить, что увеличение удельного значения мощности АТС выше определённого значения может привести к снижению эффективности АТС, если не произойдёт полной реализации увеличенной удельной мощности в заданных условия дорожного движения. В результате, темп роста средней скорости движения и производительность значительно сократятся, а дорожный расход топлива и расходы по перевозкам увеличатся. Исходя из вышеуказанного, в заданных условиях дорожного движения за рациональное значение удельной мощности АТС должно приниматься то значение удельной мощности, которое обуславливает полную реализацию эксплуатационных свойств АТС, и вместе с тем максимальную удельную производительность перевозок грузов с минимальными материальными затратами.

Анализ. В Грузии увеличение эффективности грузовых перевозок рассматривается как сокращение затрат на перевозку автотранспортом грузов в характерных для нашей страны эксплуатационных условиях на основе технического и организационного совершенствования процесса транспортирования. Основной эффект в результате технического и организационного

совершенствования производственного процесса перевозок выражается в сокращении времени перевозок и затрат на топливо

Основными характеристическими факторами для грузовых автомобильных перевозок (ГАП) являются:

- Широкая география сообщения;
- Широкая номенклатура перевозимых грузов;
- Принцип перевозок грузов “от двери до двери”;
- Мобильность и удобность перевозок.

Условия работы грузового автомобильного подвижного состава подразделяются на следующие группы [1,2]:

1. Условия транспортировки;

2. Дорожные условия:

- расположение перевозок: район, регион, страна, группа стран;
- рельеф: равнинный, холмистый, горный, высокогорный;
- тип дорожного покрытия и состояние с точки зрения проходимости, ее прочность и грузоподъемность;
- дорожные сооружения: мосты, тоннели, эстакады, защитные конструкции, прочность водопровода и других устройств, исправность и эксплуатационное состояние;
- параметры и частота продольных и поперечных профилей элементов дорог, высота от уровня моря: подъемы и спуски, их длины и уклоны, повороты и вертикальные кривые, их радиусы, серпантины и виражи, количество полос движения, ширина полосы.
- уровень информационных указателей, организация дорожного движения.

При выборе парка все вышеуказанные условия эксплуатации для грузовых автомобильных перевозок предъявляют определенные требования. Так, например, согласно физическим свойствам груза, объему, весу, форме и типу тары должны выбираться тип кузова автомобиля (платформа, цистерна, фургон и т.д.) и его вместимость. Объемы и партий перевозок, а также условия погрузки-разгрузки кузова должны быть предусмотрены при выборе грузоподъемности и специализации подвижного состава.

Своевременность и расстояние перевозок определяет скорость движения транспортного средства, запас хода. С точки зрения защиты груза от климата и воздействия на окружающей среды должны быть учтены специальной конструкцией кузова. Согласно климатических условий должны быть созданы условия сохранения необходимых температурных режимов в кабине водителя и для груза. Для достижения высокой эффективности автомобиля необходима высокоразвитая сеть их технического обслуживания и ремонта.

На территории Грузии распространены в основном умеренные климатические условия, а дорожные условия вследствие сложного географического рельефа местности включают как равнинные, так и холмистые и горные дороги.

Вследствие увеличенного спроса на автомобильные перевозки, характеризуется большой интенсивностью движения и сложным составом транспортного потока, что оказывает существенное влияние на эффективность перевозок. Так, например, если на дорогах равнинного рельефа при низком уровне интенсивности движения средняя скорость движения грузовых автомобилей на 15-20% выше, чем при средней интенсивности движения, на горных дорогах эта разница средней скорости может достигнуть 40-50%. Таким образом, влияние дорожных условий в Грузии на эффективность грузовых перевозок особенно важна и при выборе грузового подвижного состава для перевозок учитывание его и условий движения транспортного потока является актуальным вопросом. Элементы продольного и поперечного профиля дороги, которые оказывают решающее влияние на формирование режимов работы автомобиля. К ним относятся ширина дороги, количество полос движения, величина продольных уклонов и их длина, величина радиусов поворота, расстояние видимости проезжей части дороги, взаимное чередование элементов продольного и поперечного профиля дороги, состояние и тип дорожного покрытия.

Общим показателем эффективности работы грузового автомобильного транспорта является объем перевозимого груза. На Рис. 1 представлены изменения объема перевезенных в Грузии грузовым автомобильным транспортом грузов по годам [3]. Эти данные показывают, что объем перевозок автомобильным транспортом в последние годы менее изменчив.

Суммарный объем перевезенных грузов за 2011-2015 гг. в Грузии в отраслях транспорта (автомобильном, воздушном, железнодорожном представлен на рис. 1. Как показывают эти данные, за 2015 г. показатели минимальны за 5-летний период, как в случае обработанных грузов в морских портах и терминалах (в 2015 году 19,2 млн тонн), так и в случае суммарно перевезенных отраслями транспорта (автомобильном, гражданской авиацией, железной дорогой) грузов (в 2015 году 44,2 млн тонн).



Рисунок. 1: Динамика объема обработанных грузов, за 2011-2015 гг. (млн. т).

В Грузии за последний период было перевезено автомобильным транспортом около 28 миллионов тонн грузов, что составляет около 60% от общего объема перевозимых грузов, и соответствует примерно выполненной за 1-1,25 млрд Лари работам. Средняя длина перевозки груза составляет 160-180 км, на основе чего ежегодно выполненная работа (грузооборот) будет равен в среднем 1 млрд 960 млн т/км [3].

Для достижения высокой эффективности грузовых автомобильных перевозок значения коэффициентов использования грузоподъемности и пробега автомобиля должно быть более 0,7, а время на погрузку-разгрузку не должно превышать в среднем 0,3-0,5 ч. В грузовых автомобильных перевозках в Грузии эти показатели составили в среднем 0,5 и 1-1,5 часа и ниже указанных норм. Чем более адаптирован к условиям эксплуатации выбранный для грузовых перевозок автомобиль, тем более он рентабелен. При транспортировке груза АТП выполняет транспортную работу, которая равна выраженному в тоннах произведения количества перевезенного груза на расстояние перевозки:

$$P = Q \cdot l_g, \text{ т.км} \quad (1)$$

где: P - совершённая работа, т.км;

Q - количество перевезенного груза, т;

l_g - расстояние перевозки грузов, км.

Но определённая транспортная работа P является лишь частью цикла транспортного процесса. Последний охватывает множество факторов.

Оценка воздействия технического показателя тягово-скоростных свойств АТП на его эффективность необходимо проводить согласно выполненной в единицу времени (1 час) работы – удельной производительности. В то же время, если будем учитывать, что в процессе движения АТП топлива расходуется на перемещение его общего веса (включает в себя массу груза), для оценка эффективности АТП формула удельно производительность будет выглядеть следующим образом:

$$W_p = \frac{G_a \cdot V_t}{Q_s} \cdot \frac{\gamma \cdot \beta \cdot l}{l + \beta \cdot V_t \cdot T_{b-e}}, \quad \frac{\text{т} \cdot \text{км}}{\text{л}} \quad (2)$$

где: G_a – полная масса автомобиля, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности;

l – расстояние ездки с грузом, км;

β – коэффициент использования пробега;

V_t – средняя техническая скорость движения, км/ч;

T_{b-e} – время погрузки и разгрузки, ч;

Q_s – дорожный расход топлива, л/км.

Первая составляющая формулы (2) отражает влияние на производительность АТС значений технического показателя АТС средней технической скорости движения V_t и дородного расхода топлива в зависимости от условий движения, а вторая составляющая отражает воздействие качества совершенства организационных элементов на производительность перевозок. С учётом указанного мы окончательно будем иметь:

$$W_p = W_d \cdot W_0, \text{ т} \cdot \text{км/л.} \quad (3)$$

В работе анализируются технические параметры АТС о свойствах тягово-скоростных параметров характеристики движения для адаптации к дорожным условиям и при определении рационального значения удельной мощности влияние удельной мощности АТС на первую составляющую удельной производительности W_d .

Кроме соответствия с условиями эксплуатации, конструкция автомобиля должна характеризоваться необходимой долговечностью и надежностью работы, удобной загрузкой и разгрузкой, уменьшенным объемом обслуживания, комфортными условия труда водителя, безопасностью дорожного движения и экологии, сохранностью перевозимых грузов.

В условиях повышения скорости и интенсивности движения она во многом зависит от совершенствования их тормозной системы. так как от этого свойства зависит жизнь и здоровье людей, сохранность автомобиля и груза; безопасность автомобиля определяется ткимим его свойствами, которые позволяют водителю в аварийной ситуации избежать дорожно-транспортного происшествия и свести к минимуму повреждения водителя, пассажиров и грузов в случае аварии.

Официальная проверки автомобильной техники согласно правилам и требованиям ЕЕК ООН проводятся во Франции, Англии, Германии, Чехии. Следует отметить, что требования национальных стандартов Соединенных Штатов, Швеции, Японии и некоторых других стран к значениям параметров показателей безопасности конструкции автомобиля являются более жесткими, чем определены по правилам ЕЕК ООН.

Для оценка эксплуатационных свойств автомобиля различают активные, пассивные и экологической безопасности.

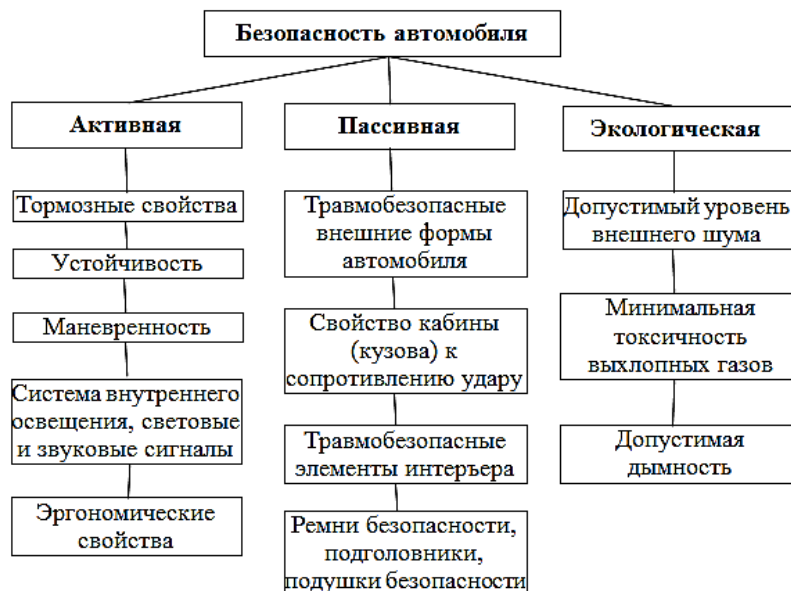


Рис. 2. Основные показатели безопасности автомобиля

Безопасность автомобиля в условиях скорости повышения и интенсивности движения во многом зависит от совершенства его тормозной системы. Показателем эффективности тормозной системы автомобиля является тормозной путь и зависимость установившегося замедления от начальной скорости торможения. Показателем эффективности стояночной и запасной тормозной системы является выработанная этой системой тормозная сила.

Регламентирующими требованиями к тормозным свойствам автомобиля является правило № 13 ЕЕК ООН, которое постепенно ужесточается согласно последующих изменений и дополнений. Ниже приведены установленные этим правилом нормативные значения для нулевого испытания тормозной системы этих грузовых автомобилей, когда сила нажатия на педаль тормоза превышает 490 ньютонов:

Категория АТС	N1	N2	N3
Начальная скорость торможения V_0 , км/ч	70	50	40
Равномерное замедление J_s , м/с ² , не менее	5,5	5,5	5,5
Тормозной путь S, м	6	4	3

При проверке находящегося в эксплуатации автомобиля всех категорий начальная скорость торможения равна $V_0 = 40$ км/ч, значение установившегося замедления J_s при полной загрузке

уменьшается по сравнению с выше указанными значениями на 25%, а время приведения в действие тормоза для автомобилей N3 категории увеличивается в 2 раза по сравнению с недавно выпущенными автомобилями.

Для расчета нормативного значения тормозного пути S_b в литературе [5] приводится эмпирическая формула

$$S_b = \frac{AV_0 + V_0^2}{26 \cdot j_{kon}}, \quad (4)$$

где V_0 – начальная скорость торможения, км/час;

A – эмпирический коэффициент, для автомобилей N категории $A=0,19$, для новых автомобилей $A=0,18$, для находящихся в эксплуатации автомобилей $A=0,24$;

j_{kon} – величина замедления при торможении автомобиля.

В справочнике [7] зависимость минимального тормозного расстояния S_b от скорости движения, от силы сцепления колеса уклона дороги выражается формулой:

$$S_b = \frac{V^2}{25(\varphi + l)}, \quad (5)$$

где, V – скорость движения автомобиля в начале торможения, км/ч;

φ – коэффициент сцепления колеса с дорогой;

l – продольный уклон дороги.

Дополнительная тормозная система нового автомобиля должна быть в состоянии независимо обеспечить на спуске длиной 6 км продольным уклоном 7% движение автомобиля с постоянной скоростью $V=30 \pm 2$ км/ч, а для находящегося в эксплуатации движущегося с полной массой со скоростью $V=30 \pm 5$ км/ч автомобиля необходимо обеспечить постоянное замедление $j_{kon} \geq 0.5$ м/с². Стояночная (стоп) тормозная система должна зафиксировать в положение “Стоп” нагруженный полной массой автомобиль категорий $N2$ на 20% уклоне, а автомобиль категории $N3$ и автопоезда на уклоне 18%; тормозная система автомобиля-тягача, если прицепленные другие единицы не имеют тормозную систему, должна обеспечить стоянку автопоезда на уклоне 12%.

Для находящегося в эксплуатации автомобиля с полной массой категории $N1$ тормозная система должна удерживать автомобиль на 31% продольном уклоне.

Для повышения эффективности тормозной системы современных автомобилей широко используются высокотемпературные тормозные жидкости и тормозные колодки с повышенной фрикционной стабильностью и износостойкостью (без асбеста), которые придают тормозам хорошие экологические свойства. При торможении автомобиля на высоких скоростях для сохранения курсовой устойчивости тормозных систем современных автомобильной оснащены регуляторов приложенных к колесам тормозной силы и противоблокирующими устройствами; для ускорения приведения в действие исполнительных механизмов тормозной системы используются в многосвязных автопоездах с длинной базой электропневматические приводы.

Заключение. С учетом вышеуказанного, для высокоэффективной работы автомобильной транспортной системы Грузии и транспортных средств одним из важнейших условий является выбор технических показателей автомобиля с целью из максимальной адаптации к эксплуатационным условиям и их полной реализации во время выполнения процесса перевозок. Повышение эффективности грузовых перевозок рассматриваем как сокращение затрат на перевозку грузов автотранспортом в характерных для нашей страны эксплуатационных условиях путём технико-организационного совершенствования транспортного процесса.

Для высокоэффективной работы автомобильной транспортной системы Грузии и транспортных средств одним из важнейших условий является выбор технических показателей автомобилей, их максимальная адаптация к эксплуатационным условиям страны и полная реализация при выполнении перевозочного процесса.

Одним из основных показателей эксплуатационных свойств автомобиля является безопасность движения. В условиях повышения скорости и интенсивности движения она во многом зависит от совершенствования их тормозной системы.

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1989, 237с.
2. Рун Элвик, Аннэ Боргер Мюсен, Труле Во. Справочник по безопасности дорожного движения. Перевод с норвежского ред. проф. В.В. Сильянова. М. МАДИ, 2001. –754 с.
3. Статистический ежегодник Грузии; 2011. Тбилиси, Национальная статистическая служба Грузии, 2011. 189с.
4. Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). заключено в Женеве 1 июня 1970.

REFERENCES

1. Litvinov, A., Farobin, Ya. (1989). *A road vehicle. The theory of operating properties*. Moscow, 237 p.
2. Rune Elvik, Anne Borger Mysen, Truls Vaa (2001). *Guide to road safety*. Moscow, MADI Publ., 754 p.
3. National Statistical Service of Georgia. (2011). *Statistic Yearbook of Georgia*. Tbilisi, 189 p.
4. European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles Engaged in International Road Transport (AETR). Geneva, 1 July 1970.

Revaz Velijanashvili, Giorgi Tedoradze, Mariam Turmanidze, Avtandil Farnaozi. Motor transportation in urban conditions and road traffic safety.

According to current researches, one of the important factors for improvement of motor cars efficiency during cargo transportation in Georgia is the provision of adaptation of motor vehicles' traction and speed properties to driving conditions. One of the efficient methods for achievement of this task is the selection of motor vehicle's engine power according to the driving conditions, and that will stipulate high values of average speed of movement and of profitability with minimal expenses of fuel and other materials supplies.

It is established that characteristic integral parameter of assessment of motor vehicles' traction and speed properties and of their adaptation to operation conditions in real driving conditions in transportation flows is the power-to-weight ratio of motor vehicles. It characterizes the level of motor vehicle's supply with energy. Motor cars with low power-to-weight ratio are moving with low speed at the raising roads on the low steps of transmission under high load conditions (modes), and due to this fact the fuel consumption on the road increases; at the same time transportation flows traffic is hampered and traffic safety is lowered. In case of use of motor cars with high power-to-weight ratio all mentioned parameters improve.

Proceeding from abovementioned under given road conditions those values of power-to-weight ratio should be considered as the rational value of motor vehicles' power-to-weight ratio, which will ensure the complete implementation of motor vehicles' operational properties and at the same time will provide maximum specific performance of cargo transportation with minimal material expenses. According to mentioned above, from the viewpoint of cargo transportation efficiency in Georgia and by taking into account the peculiarities of operating conditions in Georgia the elaboration of methods for determination of rational power-to-weight ratio of freight transport and of creation of corresponding motor vehicles fleet is at present the topical scientific problem.

Keywrds: road transportation, traffic conditions, traffic flow, traffic safety.

АВТОРЫ:

ВЕЛИДЖАНАШВИЛИ Реваз, кандидат технических наук, профессор, Грузинский технический университет, e-mail: elco13@mail.ru

ТЕДОРАДЗЕ Георгий, доктор технических наук, профессор, Грузинский технический университет, e-mail: r.tedoradze@gtu.ge

ТУРМАНИДЗЕ Мариам, магистрант, научный сотрудник, Грузинский технический университет, e-mail: elco13@mail.ru

ФАРНАОЗИ Автандил, магистрант, Грузинский технический университет, e-mail: elco13@mail.ru

AUTHORS:

Revaz VELIDZHANASHVILI, PhD. in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: elco13@mail.ru;

Giorgi TEDORADZE, Doctor of Science in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: r.tedoradze@gtu.ge;

Mariam TURMANIDZE, MA student, researcher, Georgian Technical University, e-mail: elco13@mail.ru;

Avtandil FARNAOZI, MA student Georgian Technical University, e-mail: elco13@mail.ru.

Стаття надійшла в редакцію 02.05.2016р.

Волков¹ В.П., Грицук¹ І.В., Грицук² Ю.В., Волков¹ Ю.В.
¹ Харківський національний автомобільно-дорожній університет
² Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА І ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ В УМОВАХ ITS

У статті представлено підхід до формування системи дистанційного моніторингу, діагностики, прогнозування технічного стану та визначення статусу несправностей транспортного засобу в складі бортового інформаційного програмно-діагностичного комплексу, який працює у взаємодії з віртуальним підприємством в умовах ITS. Система дозволяє в оперативному режимі на основі інформаційних і апаратно-програмних можливостей дистанційного моніторингу та конкретної системи управління здійснювати прогнозування параметрів технічного стану і враховувати дорожні та експлуатаційні умови роботи двигуна і руху транспортного засобу.

Ключові слова: транспортний засіб, моніторинг параметрів, діагностування, прогнозування, технічний стан, статус, інформаційна транспортна система.

Вступ. Для організації технічного огляду і ремонту (ТО і Р) з урахуванням стану транспортного засобу (ТЗ) наприкінці 1990-х р.р. у США й країнах ЄС були прийняті стандарти, які ввели обов'язковість оснащення ТЗ електронними системами контролю параметрів роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), пов'язаних зі зміною складу відпрацьованих газів (емісії) [1, 2]. У США з 1996 р. усі легкові автомобілі і легкі вантажівки обладнуються бортовою діагностикою OBD-II (On-Board Diagnostics II), яка використовує діагностичні коди несправностей (помилки) (Diagnostic Trouble Codes – DTCs), що й дозволяє зчитувати DTCs, переглядати параметри роботи двигуна й інших електронних систем ДВЗ і ТЗ. Аналогічний європейський стандарт – EOBD, був прийнятий в 2001 р. [1, 2]. У рамках OBD-II стандартизовані діагностичні рознімання, протоколи обміну даними й частково стандартизовані DTCs, при обміні даними в OBD-II, в основному використовують протоколи ISO 9141, ISO 14230, SAE J1850 VPW, SAE J1850 PWM і CAN, тощо [1, 2].

Системи моніторингу технічного стану в умовах ITS дозволяють здійснювати безперервний автоматичний контроль технічних параметрів ТЗ і його складових елементів, розпізнавати відмовні стани і запобігати їх розвитку, а також здійснювати перехід до організації системи ТО і Р за технічним станом [2 - 4]. Як правило, такі системи являють собою складний комплекс бортових і стаціонарних технічних і програмних засобів. Розробка системи моніторингу технічного стану в автономному виконанні вимагає значних інтелектуальних, часових і матеріальних ресурсів, а оснащення нею кожного окремо взятого ТЗ спричиняє фінансові витрати на установку не тільки бортових діагностичних датчиків, але і пристроїв обробки інформації, зв'язку та сигналізації відмовних станів.

Тому, для виконання моніторингу технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в комплексі обладнання повинні бути об'єднані навігаційно-зв'язкові і діагностичні блоки, які технологічно і програмно пов'язані з розгалуженою мережею штатних і опційних датчиків контролю технічного стану вузлів і систем ТЗ. При цьому взаємодія бортового навігаційного обладнання з основними технологічними складовими системи моніторингу технічного стану ТЗ повинно здійснюватися в рамках єдиної ідеології мобільної інформаційно-діагностичної системи [2 - 5].

Актуальність досліджень. Аналіз технічних рішень, які присутні сьогодні на ринку, показав, що в більшості з них відсутня можливість повноцінно аналізувати, прогнозувати технічний стан і визначати статус несправностей ТЗ та його складових елементів. Сучасні вимоги до систем управління ТЗ роблять проблему прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ актуальною. Для таких систем важливо встановити не тільки те, що ТЗ та його складові елементи справні в даний момент часу (в період контролю), але і те, що вони будуть продовжувати залишатися справними протягом деякого інтервалу часу в майбутньому. З іншого боку, на ринку обладнання присутні системи управління, здатні інстальовати повноцінні операційні системи, але їх використання сьогодні, поки що, проблематично для транспортних двигунів і ТЗ. Зазначені фактори дозволяють створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування значень параметрів технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ та його складових елементів в умовах ITS,

заснованої на технології баз даних (БД), із застосуванням систем управління базами даних (СУБД). Виробники ТЗ і розробники систем моніторингу, при вирішенні викладених задач технічної експлуатації (ТЕ) ТЗ, реалізують системи комунікацій між транспортним засобом і видаленим комп'ютером [3, 4, 6]. В світі (наприклад, МадГТУ (МАДІ) Російська федерація) розробляються системи визначення статусів несправностей в телематичній системі контролю технічного стану ТЗ в реальному часі [3, 4, 6].

В цьому напрямку проводяться дослідження на кафедрі «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів» ХНАДУ, де було розроблено відповідне програмне забезпечення інтелектуальних програмних комплексів (ІПК) на основі віртуального підприємства з ТЕ автомобільного транспорту «ХНАДУ-ТЭСА», що забезпечило формування систем моніторингу для отримання технічної інформації про окремі ТЗ, дослідження діагностичних параметрів і визначення роботоздатності ТЗ при їх експлуатації в умовах інформаційних можливостей ITS [2].

Постановка задачі. Для створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортових інформаційних програмно-діагностичних комплексів (БПДК), що працюють в межах віртуального підприємства в умовах ITS, з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі доцільно вирішити завдання, пов'язані з інформаційними і апаратно-програмними можливостями конкретної системи управління ТЗ та його складових елементів. А для визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу в оперативному режимі доцільно створити механізм, що використовує інформаційний обмін в процесі дистанційного моніторингу і визначення статусу несправностей ТЗ, які працюють в умовах ITS, а саме: безпосередньо на борту ТЗ з використанням БПДК без взаємодії з підприємством з експлуатації автомобільного транспорту (АТ); в напівавтоматичному режимі на борту ТЗ з використанням БПДК із взаємодією з підприємством з експлуатації АТ; в автоматичному режимі з використанням БПДК із взаємодією з підприємством з експлуатації АТ.

Результати досліджень. В інформаційній системі моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в умовах ITS формування та передача інформації відбувається на основі роботи мікроконтролерів системи керування транспортною засобу, оснащеного широким арсеналом комунікаційних розширень, що дозволяють збирати дані датчиків ДВЗ і ТЗ, частково обробляти результати вимірювань, видавати діагностичні повідомлення і передавати інформацію через порти OBD-II [7 - 11].

Для створення автоматизованої системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ у складі бортових інформаційно-діагностичних комплексів, що працюють в умовах ITS, з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі потрібно вирішити кілька завдань, пов'язаних з інформаційними і апаратно-програмними можливостями мікропроцесорної системи управління ДВЗ і ТЗ при їх роботі в межах віртуального підприємства [2, 7 - 11].

Для виконання поставленої мети авторами розроблений БПДК, який може бути успішно інтегрований у будь-яку ITS, тобто він здатний вирішувати її традиційні завдання. Однак його основне призначення – діагностування і контроль параметрів робочих процесів ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації [1, 2, 5, 7] за допомогою бортової діагностики OBD-II. Технічними засобами комплексу є: діагностичний сканер, планшет (мобільний телефон (смартфон)), що встановлені в кабіні водія (машиніста) з наявністю необхідного програмного забезпечення.

За допомогою адаптера (сканера) OBD-II (або контролера сканера-комунікатора (трекера)), який підключений одночасно до лінії системи стандарту OBD-II ТЗ і до спряженого пристрою БПДК, за допомогою USB або Wi-Fi, або Bluetooth, через GPS, a-GPS, ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet або локальну мережу, відбувається з'єднання з Web-сервером, базою даних і необхідним програмним забезпеченням інформаційної системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS [1, 2, 7]. Таким чином оперативна інформація, отримана з (через) Internet, GPS, ГЛОНАСС, SBAS і (або) GPRS, від ДВЗ і ТЗ поступає на автоматизоване робоче місце внутрішньої мережі. Наявність сенсорного екрану у БПДК надає водієві ТЗ і розробнику системи управління можливість створення зручних людино-машинних інтерфейсів нового покоління, максимально полегшують і спрощують працю оператора робочого місця внутрішньої мережі, що скорочують витрати на його професійну підготовку [12].

В межах описаного БПДК і віртуального підприємства [2, 12] інформаційне забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS може мати структуру, що представлена на рис. 1.

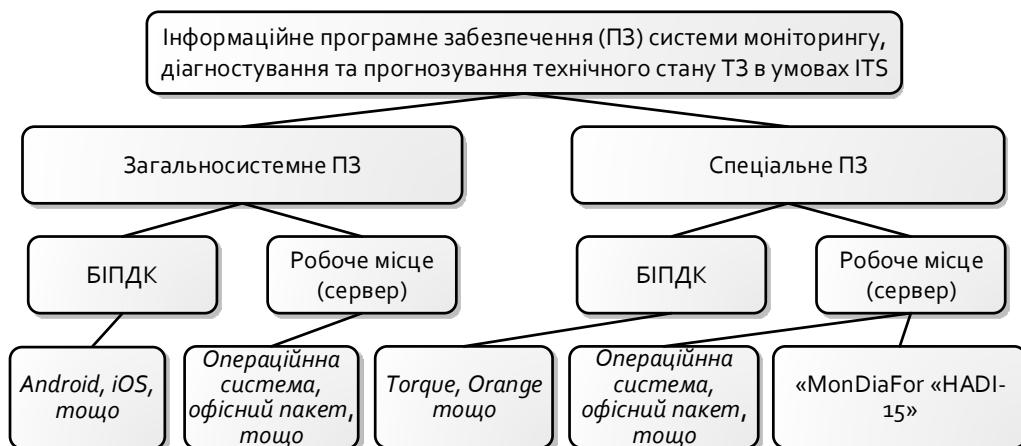


Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ в умовах ITS

Прикладне ПЗ, у відповідності до вирішуваних завдань, було розроблено у вигляді ПК «MonDiaFor (*monitoring, diagnosis, forecasting technical condition of the vehicle under ITS*) «HADI-15» і складається з таких елементів, як підсистема, що реалізує графічний інтерфейс користувача і підсистему обробки даних, структурована інформаційна модель якого показана на рис. 2. При виконанні первинної обробки отриманих з ТЗ даних послідовно відбувається виконання операції конвертації отриманих табличних даних до стандартного вигляду і передача їх до інформаційної системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану транспортного засобу в умовах ITS.

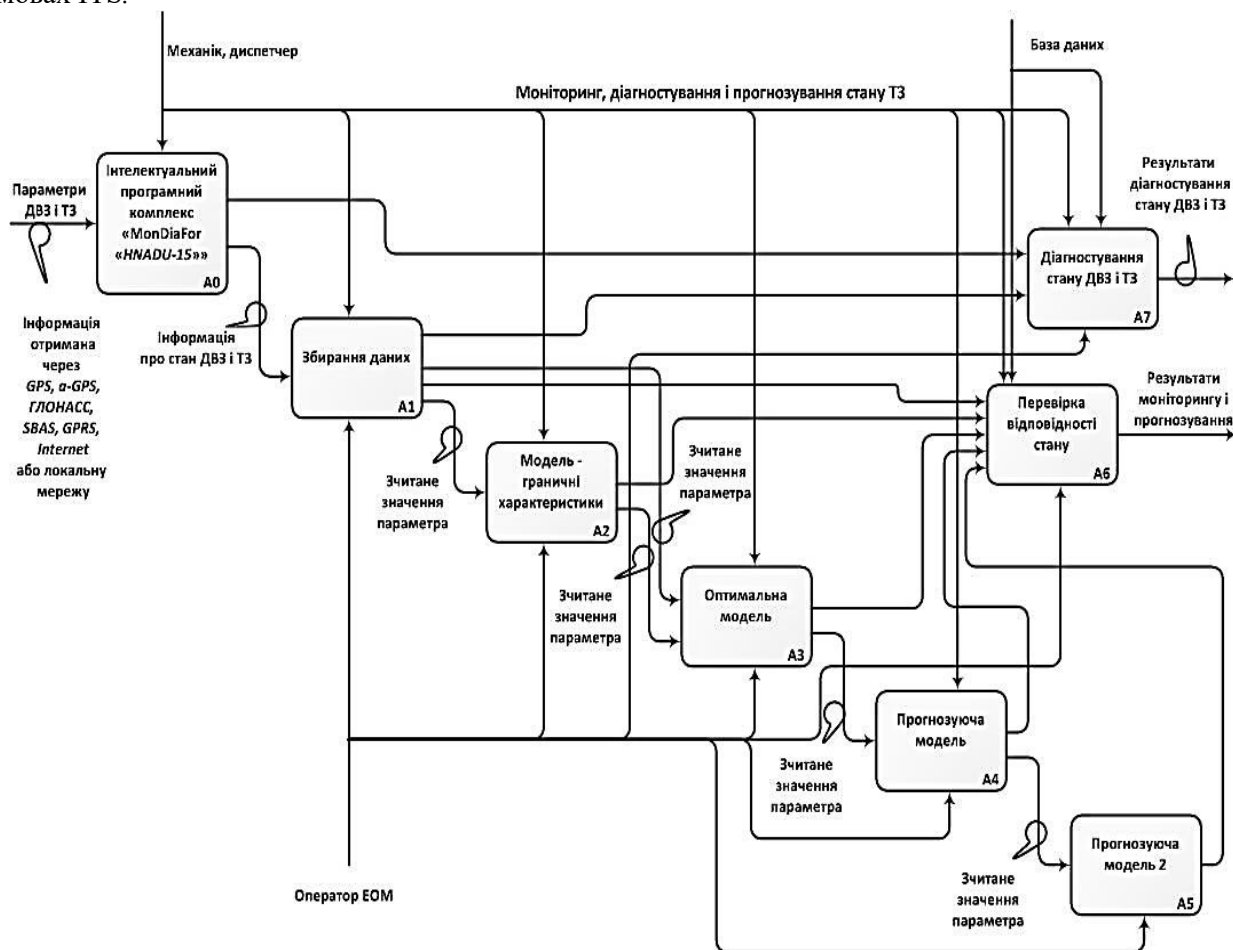


Рисунок 2 - Структурована інформаційна модель ПК «MonDiaFor «HADI-15»

Кожен параметр ДВЗ і ТЗ є кількісним виразом тих фізичних процесів, які протікають у ньому. Однак, для більшості елементів і приладів функціональну залежність параметра від вказаних процесів

практично неможливо визначити у зв'язку з їх складністю. Якщо ж процеси в часі приймають і носять стійкий характер, то на закономірності зміни параметра це позначиться певним чином [2, 12].

При побудові системи моніторингу, діагностування і прогнозування технічного стану ТЗ у умовах ITS, виконуються відповідні етапи роботи, а саме визначення цілі прогнозування контрольованих параметрів ДВЗ і ТЗ; визначення горизонтів прогнозу; вибір однієї або декількох кривих, форма яких відповідає характеру зміни часового ряду; оцінка параметрів обраних кривих; перевірка адекватності обраних кривих прогнозованого процесу і остаточний вибір кривої; розрахунок прогнозу у відповідному інтервалі часу; оцінка точності прогнозування та наявність автокореляції випадкової складової [2, 12].

Метою прогнозування параметрів ДВЗ і ТЗ є дослідження динаміки і виявлення виходів за допустимі межі значень контрольованих параметрів у майбутньому. В залежності від того, в якому режимі працює ДВЗ і ТЗ, обирається горизонт для прогнозу. У разі якщо ДВЗ і ТЗ працює в складних експлуатаційних режимах, дуже важливо прогнозувати значення параметрів на короткі терміни. У випадку роботи ДВЗ і ТЗ в періодичному режимі, то необхідно забезпечити отримання вимірювань не менше одного разу протягом одного включення.

При вирішенні завдань прогнозування параметрів в часі, що мало змінюються (саме такими параметрами є основні параметри ДВЗ і ТЗ, що має високий ступінь відмовостійкості та надійності), застосовуються досвідні однопараметричні методи статистичного моделювання [4]. Реалізація прогнозних моделей здійснюється на основі моніторингової системи ІПК (моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ).

В ІПК «MonDiaFor «HADI-15» передбачено виконання прогнозу параметрів стану ТЗ на відповідний прогнозний час і виконання прогнозу параметрів стану ТЗ з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі.

Вхідними даними для прогнозування виступають дані моніторингу та горизонт прогнозу для кожного обраного тренду. В ІПК «MonDiaFor «HADI-15» на основі прогнозуючих алгоритмів реалізовано два різновиди прогнозування: індивідуальне прогнозування для окремого параметру і прогнозування за кількома параметрами. Приклади результатів побудови прогнозних моделей наведено на рис. 3, 4.

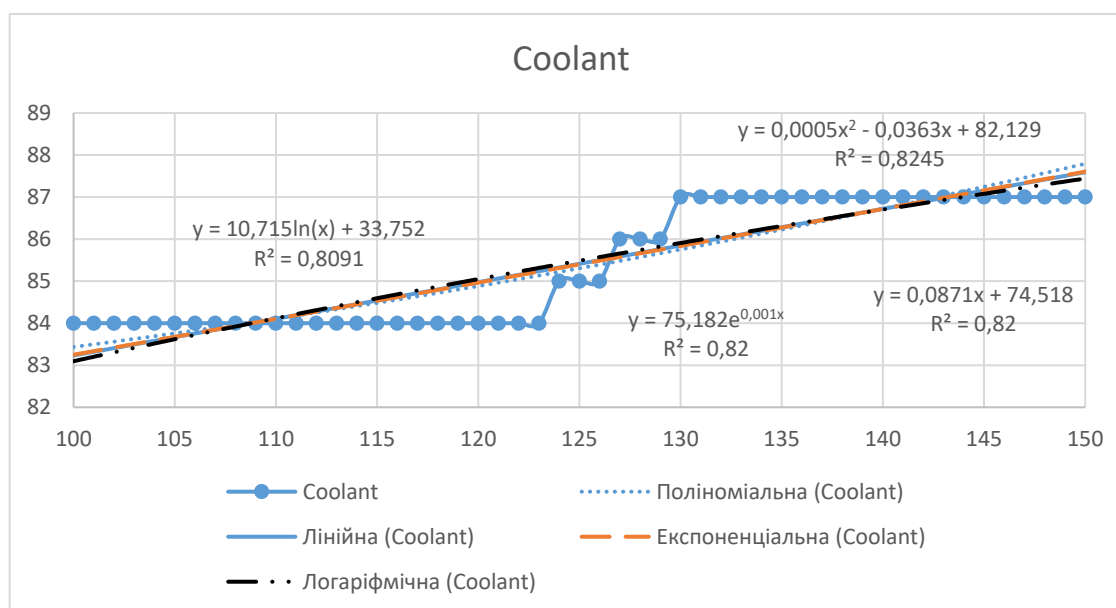


Рисунок 3 – Приклад побудови прогнозних моделей в ІПК «MonDiaFor «HADI-15» (досліджуваний параметр – температура охолоджуючої рідини двигуна, °C)

Перевірка роботоздатності комплексу підтвердила його спроможність виконувати моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ та прогнозування стану ТЗ у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу на основі розробленого віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту.

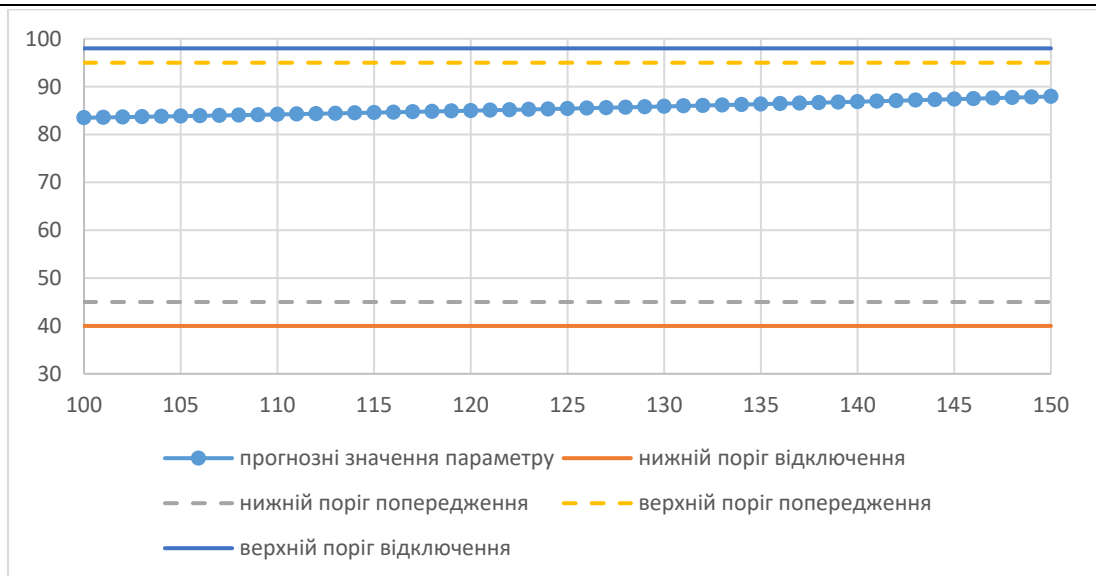


Рисунок 4 – Приклад побудови прогнозних моделей (прогноз стану ТЗ з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі) в ІПК «MonDiaFor «HADI-15» (досліджуваний параметр – температура охолоджуючої рідини двигуна, °C)

Висновки. Запропонований підхід до формування і створення інформаційного забезпечення системи моніторингу, діагностування, прогнозування технічного стану і визначення статусу несправностей ТЗ в умовах ITS при роботі в межах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту і розроблена структурована інформаційна модель інформаційного програмного комплексу «MonDiaFor «HADI-15».

Використання отриманих прогнозних моделей у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу на основі розробленого віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту дозволяє прогнозувати роботу ТЗ в процесі експлуатації в умовах ITS.

1. Матейчик В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал – К.: НТУ, 2014. – Випуск 13, стор. 126-138.

2. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем. Монография / Под редакцией Волкова В.П. / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов, П.Б. Комов, И.В. Грицук, Ю.В. Волков, Е.А. Комов // Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398с.

3. Ахмедов Т.Н. Основы системы контроля состояния транспортного средства в процессе выполнения перевозок / Т.Н. Ахмедов, С.В. Жанказиев, А.Е. Финкель / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 138 – 164.

4. Ахмедов Т.Н. Принципы определения статусов неисправностей в телематической системе контроля технического состояния автомобиля в реальном времени / Т.Н. Ахмедов / Научные аспекты развития транспортно-телематических систем - М.: МАДИ, 2010 - с. 165 – 180.

5. Волков В.П. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, О.Б. Комов, І.В. Грицук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2013. – № 29 (1002). с.138-144.

6. Hansen P., Wolfe B. Remote Diagnostics - the Next OEM Frontier// The Hansen Report on Automotive Electronics. Dec. 2003/Jan. 2004. Vol. 16, № 10. P. 1-3.

7. Волков В.П. Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу / В.П. Волков, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Випуск 30, с. 51-62.

8. Головин С.Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. – 288с.

9. Матейчик В.П. Особенности электронной идентификации транспортных средств в составе бортовых информационно-диагностических комплексов / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. Грицук // Збірник наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. - Донецьк: ДонІЗТ, 2013 – Випуск №35. с. 78-82.

10. Хендерсон Б. OBD-II и электронные системы управления двигателем. Руководство / Б.Хендерсон, Дж. Хейнес // СПб.: Алфамер Паблишинг, 2011 – 248 с.

11. Уве Роккош. Бортовая диагностика. – М.: ООО «Издательство «За рулем»», 2013. – 224 с.

12. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем. Монография. / В.А. Атрошенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2010. - 192 с.

REFERENCES

1. Mateichyk, V.P., Volkov, V.P., Komov, P.B., Gritsuk, I.V., Komov, A.P. & Volkov, Iu.V. (2014). Features of monitoring of vehicles using onboard diagnostic systems [Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv]. *Project management, systems analysis and logistics: Scientific journal [Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka: Naukovyi zhurnal]*. Vol.13. Kyiv, NTU Publ., pp. 126-138.
2. Volkov, V.P., Mateychik, V.P., Nikonov, O.Ya., Komov, P.B., Gritsuk I.V., Volkov Yu.V. & Komov, E.A. (2013) *Integration of the technical operation of vehicles in the structures and processes of intelligent transport systems. [Integratsiya tehnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley v strukturyi i protsessy intelektualnykh transportnykh sistem. Monografiya]*. Donetsk, Noulidzh Publ. 398 p.
3. Ahmedov, T.N., Zhankaziev, S.V. & Finkel, A.E. (2010) Fundamentals of system of control state of the vehicle on carrying out the transportation [Osnovy sistemy kontrolya sostoyaniya transportnogo sredstva v protsesse vyipolneniya perevozok]. *Scientific aspects of transport and telematics systems [Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system]*. Moscow, MADI Publ., pp. 138 – 164.
4. Ahmedov, T.N. (2010) Principles for determining the fault status in telematics system of the technical condition of the vehicle in real time [Printsiipyi opredeleniya statusov neispravnostey v telematicheskoy sisteme kontrolya tehnicheskogo sostoyaniya avtomobilya v realnom vremeni]. *Scientific aspects of transport and telematics systems [Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system]*. Moscow, MADI Publ., pp. 165-180.
5. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Komov, P.B., Komov, O.B. & Gritsuk I.V. (2013) Organization of technical operation of vehicles in the formation of intelligent transport systems [Orhanizatsiia tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv v umovakh formuvannya intelektualnykh transportnykh system]. *Vestnik of National Technical University "KPI". Collection of scientific papers. Series: automobile- and tractor construction. [Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI»]. Zbirnyk naukovykh prats. Seriya: Avtomobile- ta traktorobuduvannya]*. Kharkiv, NTU “KnPI” Publ. Vol. 29(1002), pp. 138-144.
6. Hansen, P.& Wolfe, B. Remote Diagnostics - the Next OEM Frontier// *The Hansen Report on Automotive Electronics*. Dec. 2003/Jan. 2004. Vol. 16, № 10. P. 1-3.
7. Volkov, V.P., Gritsuk, I.V., Komov, A.P. & Volkov, Iu.V. (2014) Features of monitoring and determination status of fault on vehicle consisting of onboard information and diagnostic complex [Osoblyvosti monitorynhu i vyznachennia statusu nespravnosti transportnoho zasobu u skladi bortovoho informatsiino-diahnostychnoho kompleksu]. *Bulletin of the National Transport University [Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu]*. Vol. 30. Kyiv, NTU Publ., pp. 51-62.
8. Golovin, S.F. (2008) *Technical service of transport vehicles and equipment [Tehnicheskii servis transportnykh mashin i oborudovaniya]*. Moscow, Alfa-M Publ., INFRA-M Publ. 288 p.
9. Mateychik, V.P., Volkov, V.P., Komov, P.B. & Gritsuk I.V. (2013) Features of the electronic identification of vehicles as part of on-board information and diagnostic complexes [Osobennosti elektronnoy identifikatsii transportnykh sredstv v sostave bortovykh informatsionno-diaagnosticheskikh kompleksov]. *Compilation Science. works DonIzt UkrDAZT [Zbirnyk nauk. prats DonIzt UkrDAZT]*. Vol. 35. Donetsk, DonIzt Publ., pp. 78-82.
10. Henderson, B. & Heynes, Dzh. (2011) *OBD-II and the electronic engine management system. Guidance [OBD-II i elektronnyie sistemy upravleniya dvigatelem. Rukovodstvo]*. SPb., Alfamer Publishing. 248 p.
11. Uve Rokosh (2013) *On-board diagnostics [Bortovaya diagnostika]*. Moscow, OOO «Izdatelstvo «Za rulem»» Publ. 224 p.
12. Atroschenko, V.A., Shevtsov, Yu.D., Yatsyinin, P.V., Dyachenko, R.A. & Pedko, M.N. (2010) *Technical capabilities improve resource of autonomous power stations energy systems. [Tehnicheskie vozmozhnosti povysheniya resursa avtonomnykh elektrostantsiy energeticheskikh sistem. Monografiya]*. Krasnodar, Izdatelskiy Dom – Yug Publ. 192 p.

Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В. Особенности информационной системы мониторинга и прогнозирования параметров технического состояния двигателя и транспортного средства в условиях ITS

В статье представлен подход к формированию системы дистанционного мониторинга, диагностики, прогнозирования технического состояния и определения статуса неисправностей транспортного средства в составе бортового информационного программно-диагностического комплекса, который работает во взаимодействии с виртуальным предприятием в условиях ITS. Система позволяет в оперативном режиме на основе информационных и аппаратно-программных возможностей дистанционного мониторинга и конкретной системы управления осуществлять прогнозирование параметров технического состояния и учитывать дорожные и эксплуатационные условия работы двигателя и движения транспортного средства.

Ключевые слова: транспортное средство, мониторинг параметров, диагностика, прогнозирование, техническое состояние, статус, информационная транспортная система.

V. Volkov, I. Gritsuk, Yu. Gritsuk, Yu. Volkov. The features of information system for monitoring and forecasting the parameters of technical condition of the engine and vehicle under the terms of ITS.

In the article an approach to the development of system of remote monitoring, diagnostics, technical forecasting and determining the vehicle fault status as the part of the on-board diagnostic information and software complex, which works in conjunction with a virtual company in the ITS environment, is represented. The system allows in an operative mode on the basis of the information and hardware and software capabilities of remote monitoring and the control system to carry out a specific prediction of technical condition parameters and take into account the traffic and the operating conditions of the engine and of the vehicle.

Keywords: vehicle, monitoring the parameters, diagnosis, prognosis, technical condition, status, information transport system.

АВТОРИ:

ВОЛКОВ Володимир Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

ГРИЦУК Ігор Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

ГРИЦУК Юрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури (м. Краматорськ), e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

ВОЛКОВ Юрій Володимирович, аспірант кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

АВТОРЫ:

ВОЛКОВ Владимир Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации и сервис автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

ГРИЦУК Игорь Валериевич, к.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

ГРИЦУК Юрий Валериевич, к.т.н., доцент кафедры общей инженерной подготовки, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (г. Краматорск), e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

ВОЛКОВ Юрий Владимирович, аспирант кафедры технической эксплуатации и сервис автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

AUTHORS:

Volodymyr VOLKOV, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Department “Technical Exploitation and Service of Cars”, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

Igor GRITSUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Yuriy GRITSUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Department of General Engineering Training, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (Kramators'k), e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com

Yuriy VOLKOV, Postgraduate Student of Department “Technical Exploitation and Service of Cars”, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: tesa@khadi.kharkov.ua

Стаття надійшла в редакцію 30.03.2016р.

Горбай¹ О.З., Керницький² І.С.¹ Національний університет «Львівська політехніка»,² SGGW (Warszawa)**МІЦНІСТЬ КУЗОВА АВТОБУСА З ГАЗОБАЛОННИМ ОБЛАДНАННЯМ**

Проведено порівняльний аналіз міських та приміських автобусів з розміщенням газобалонного обладнання на даху або у багажних відділеннях. Встановлено відповідність великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів вимогам єдиних технічних приписів Правил ЄЕК ООН № 110.

Ключові слова: пасажирський автобус, газобалонне обладнання, статична міцність, пасивна безпека, Правила ЄЕК ООН № 110, метод скінченних елементів.

Постановка проблеми. Існує загальна потреба у створенні нових автобусів, які використовують альтернативні види палива. Одним з таких видів палива є природний газ. На відміну від запасів природного газу нафтові ресурси в усьому світі вичерпуються, а зростаюча різниця цін на ці джерела енергії перетворює двигуни на природному газі на одну з привабливих альтернатив порівняно з дизельними та бензиновими. Відповідність автобусів міжнародним стандартам передбачає дотримання вимог ряду Правил Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН). Для кузовів автобусів з газобалонним обладнанням (ГБО) критерії міцності нормативно визначені Правилами R110 ЄЕК ООН [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналогів автобусів, двигуни яких працюють на природному газі є не багато, Для порівняння представлено автобуси різного виробництва. Аналогами міського автобуса з газовою установкою на даху є: ЛИАЗ 5292 (газовий), КАВЗ 4270, ЛИАЗ 5256 (газовий), МАЗ 103965, GTQ6117. Аналогами міжміського автобуса з газовою установкою а багажному відділенні є: КАВЗ 4238, ПАЗ-320412 CNG, А092G6 (газ), А092G7. Тому було б доцільно в першій частині результатів досліджень детальніше з ними ознайомитися і провести їх порівняльний аналіз, а в другій подати результати проведених досліджень міської моделі.

Мета. Провести порівняльний аналіз міських та приміських автобусів, у яких газобалонне обладнання розміщується на даху або у багажних відділеннях. Встановити відповідність цих великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів вимогам єдиних технічних приписів Правил ЄЕК ООН.

Результати досліджень. Для порівняльного аналізу вибрано п'ять моделей міських автобусів з ГБО виробництва ЛиАЗ, КаВЗ, МАЗ та Guangtong Automobile Company. Їх технічні характеристики зведено у табл. 1. Самим екологічним автобусом великого класу для міських перевезень на сьогоднішній день згідно екологічного стандарту EEV рахується низькопідлогова модель ЛІАЗ-5292 (рис.1, а).

Таблиця 1. Технічні характеристики міських автобусів з газовою установкою

Модель автобуса	Автобус, що проектується	ЛИАЗ 5292	КАВЗ 4270	ЛИАЗ 5256	МАЗ 103965	GTQ6117
Маса у спорядженому стані, кг	10100	10440	10250	10600	10500	10800
Повна маса, кг	16500	18000	16000	18000	18000	18000
Місце для сидіння,	31+1	22+1	27+1	23+1	22+1	34+1
Стоячих місць, осіб	61	83	65	80	78	70
Пасажиромісткість,	92+1	105+1	92+1	103+1	100+1	104+1
Потужність, кВт	178	206	178	186	205	191
Ємність балонів, л	665	809	665	858	1380	335
Запас ходу, км	500	500	500	550	600	500

Загальна пасажиромісткість ЛиАЗ-52927 EEV - 105 пасажирів, у тому числі - 20 сидячих місць, які включають 2 місця для інвалідів. Низький рівень підлоги, система нахилу кузова «кнілінг», великий накопичувальний майданчик, спеціальні кріпленнями для інвалідних візків, апарель для в'їзду / з'їзду, зручні сидіння дозволяють відчувати себе комфортно всім категоріям пасажирів. Кількість шкідливих викидів у цього автобуса на 60% менше в порівнянні з аналогічним автобусом екологічного стандарту Euro-4. Автобус агрегатується газовим двигуном MAN екологічного

стандарту EEV (Євро-6), і автоматичною коробкою ZF Ecolife. Застосування надійної агрегатної бази від провідних світових виробників забезпечує моторесурс -1 млн.км при міжсервісному пробігу у 30 тис.км. Витрату палива за рахунок застосування в АКПП програми TOPODIN знижено на 15%.



Рис. 1. Низькопідлоговий міський автобус ЛиАЗ-5292 EEV (а), МАЗ 103965 (б), КАВЗ 4270 (в), GTQ6117 (г)

Кращим міським автобусом на автотранспортному фестивалі «Світ автобусів» 2015 признано низькопідлоговий автобус великого класу МАЗ 103965 (рис.1, б), який призначений для перевезення пасажирів на міських і приміських маршрутах і використовує в якості палива стиснений природний газ. Поряд з газовим автобусом другого покоління МАЗ 203, на заводі розроблено автобус, що працює на метані. Ця модель є однією з найбільш популярних і успішних моделей МАЗ і добре зарекомендувала себе у країнах ближнього і далекого зарубіжжя. Застосування полімерно-композитних балонів четвертого типу, забезпечує максимально можливий рівень безпеки пасажирів, зниження загальної маси транспортного засобу і мінімальні показники витрати газу. Оптимальна сукупна ємність балонів до 1380 л дозволяє значно збільшити запас ходу на одній заправці (більше 500 км) і виключити «холості» пробіги техніки. У середньому час повної заправки автобуса складе 7-8 хвилин при паралельній заправці балонів (за умови застосування заправного стандарту NGV 2). Коефіцієнти відношення повної маси та габаритної довжини до пасажиромісткості для цієї моделі є найкращими (рис.2).

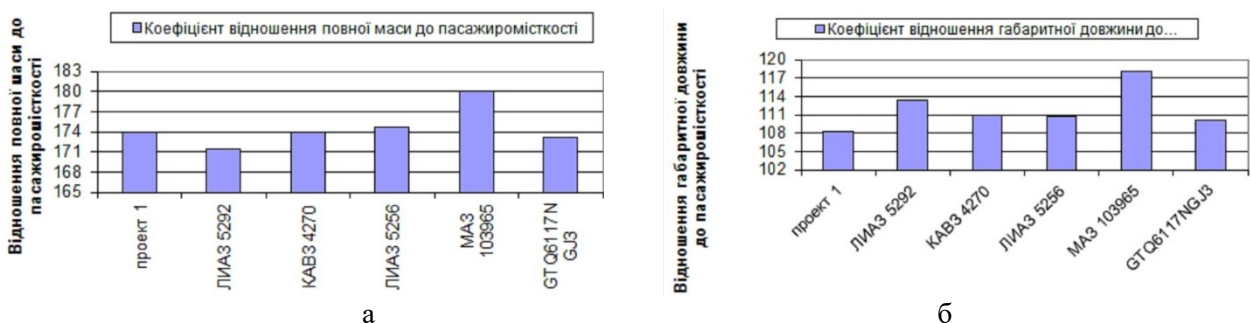


Рис. 2. Коефіцієнти відношення повної маси (а) та габаритної довжини (б) до пасажиромісткості

Для роботи на маршрутах з інтенсивним пасажиропотоком призначений автобус КАВЗ-4270 (рис. 1, в). У салоні автобуса встановлено 27місць для сидіння, в т.ч. одне для перевезення маломобільних громадян. Система «кнілінг» з регулюванням нахилу автобуса до 7 ° убік дверей дозволяє забезпечити мінімальний ухил для зручності посадки в автобус всіх категорій пасажирів. Газова модифікація автобуса комплектується двигуном Cummins екологічного стандарту EURO-5. Газове паливо (метан) заправляється у шість балонів загальною ємністю 665 л, розташованих на даху

автобуса. Цей об'єм палива забезпечує запас ходу до 475 км. При високих екологічних показниках автобус має ефективні економічні показники і знижені експлуатаційні витрати за рахунок низької вартості газового палива.

Високотехнологічний газовий автобус моделі розробила компанія Guangtong Automobile Company Ltd (рис. 1, г). Вихідна потужність двигуна газового автобуса становить 191 кВт. Він використовує зріджений природний газ в якості палива, і є одним з найбільш енергозберігаючих, і екологічно чистих автобусів. У задній частині монтується тільки один резервуар для зрідженого природного газу на 335 л.

У моделі автобуса A093G7 українського виробництва газові балони розташовані уздовж осі автобуса в нижній частині і встановлені в спеціально відведених місцях, що виключають вплив механічних пошкоджень, прямих сонячних променів і опадів (рис. 3, а). Цей міський автобус малого класу з низьким рівнем підлоги на базі агрегатів Isuzu дає можливість повністю відмовитись від дизельного палива за рахунок використання альтернативного палива (газ метан). Модель оснащена двигуном ISUZU 4HV1-NA газовим CNG з багатоточковою системою впорскування і відповідає екологічним стандартам EURO-4. Рядний 4-х циліндровий двигун робочим об'ємом 4,57 л розвиває потужність в 130 к.с. і володіє найбільшою потужністю і крутним моментом в своєму класі. Унікальність цього двигуна полягає у вкрай низькому викиді шкідливих речовин і низькій витраті палива. У паливній системі двигуна 4HV1 використовується метод багатоточкового уприскування MPI, який точно контролює впорскування палива за допомогою форсунок. Машина з цим силовим агрегатом є лідером продажів серед CNG автомобілів в Японії.

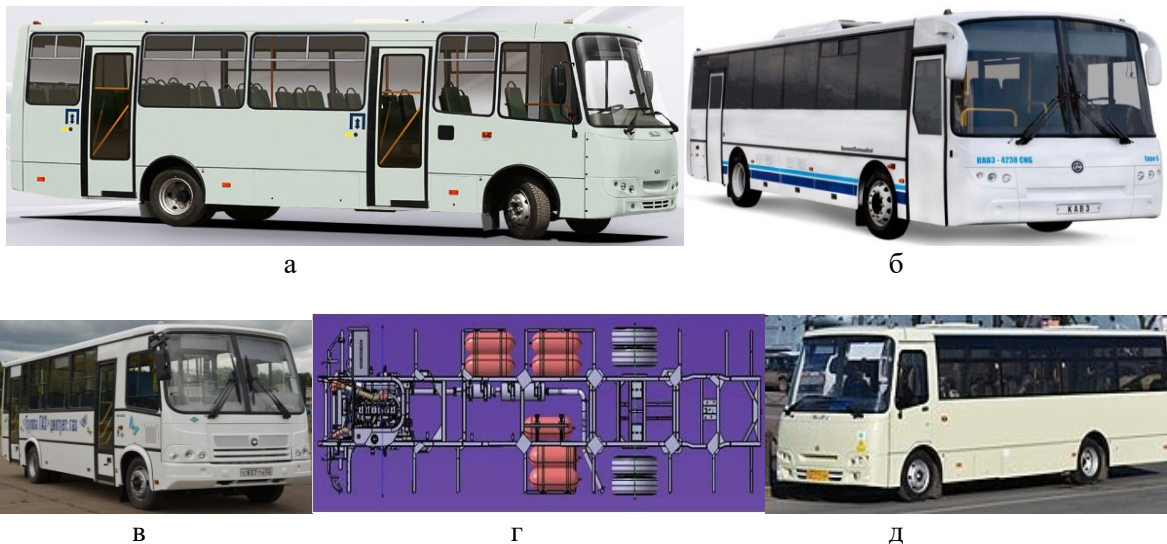


Рис. 3. Приміські моделі A093G7 (а) та ПАЗ-320412 CNG (в) із схемою розміщення балонів (г); міжміські автобуси KAV3 4238 CNG (б) і Атаман (д)

Для роботи на приміських та міжміських маршрутах протяжністю до 500 км використовується автобус середнього класу KAV3-4238 CNG (рис.3, б). Комплектується газовим двигуном Cummins екологічного стандарту EURO-5, механічною коробкою передач ZF. Метан заправляється в 5 балонів загальним об'ємом до 739 л (184,75 м³). Металопластикові балони (кл. III) російського виробництва розташовані під підлогою автобуса з доступом через люки в боковинах. Використовується газове обладнання фірми EMER (Італія). Запас ходу - до 600 км без дозаправки. Загальна пасажиромісткість автобуса становить 43 людини, в т.ч. 35-39 сидячих місць залежно від модифікації.

У автобусі середнього класу для міських і приміських перевезень ПАЗ-320412 (рис.3, в) з двигуном Cummins CNG, екологічного стандарту Euro-5, працюючому на стиснутому природному газі, газові балони розташовуються під підлогою автобуса (рис. 3, г). Одними з найнищих є коефіцієнти відношення корисного навантаження до спорядженої маси та габаритної довжини (рис.4) у міжміського автобуса Атаман. За рахунок трьох рядів сидінь у нього просторий салон, що дозволяє розмістити 31 сидячого і 11 стоячих пасажирів.

Система ГБО встановлюється таким чином, щоб забезпечувався її максимально можливий захист від пошкоджень, наприклад, викликаних попаданням гравію, зміщенням багажу, обумовлених входом/виходом пасажирів або переміщенням інвалідного візочка або зіткненням з іншим транспортним засобом і т.п. В ній використовуються сумісні для ГБО матеріали.

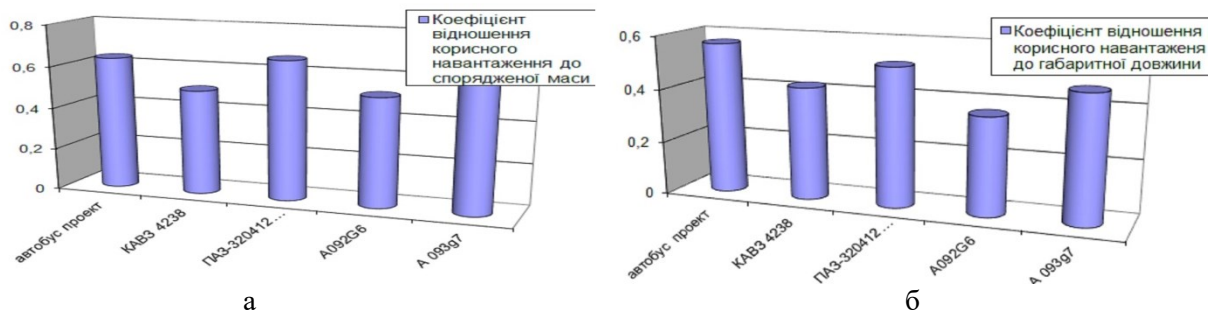


Рис. 4. Коефіцієнти відношення корисного навантаження до спорядженої маси (а) та габаритної довжини (б)

Таблиця 2. Технічні характеристики міжміських автобусів з газовою установкою в багажному відділенні

Модель автобуса	Автобус, що проектується	КАВЗ 4238	ПА3-320412 CNG	A092G6	A093G7
Маса у спорядженому стані, кг	8250	8430	6910	5740	5740
Повна маса, кг	13500	1265	11500	8720	9610
Місце для сидіння,	39+1+1	39+1	30+1	29+1+1	24+1
Стоячих місць, осіб	13	18	22	13	28
Пасажиromісткість,	52+1+1	57+1	52+1	42+1+1	52+1
Потужність, кВт	172	172	145	96	96
Ємність балонів, л	665	615	422	704	704
Запас ходу, км	500	500	400	550	550

Крім того, всі елементи системи повинні бути офіційно затверджені за типом конструкції в якості окремих деталей відповідно до положень Правил R110 ЄЕК ООН [1]. До цієї системи також не повинні під'єднуватися ніякі пристрої, за винятком тих, наявність яких необхідна для забезпечення належної роботи двигуна, що дозволяє забезпечити належну і безпечну роботу системи при робочому тиску і робочих температурах, на які вона розрахована і для яких вона офіційно затверджена. На нормальне функціонування системи не повинна впливати також робота, захищеної належним чином, системи підігріву пасажирського салону. Якщо елементи обладнання не мають належного теплозахисного кожуха вони не повинні розташовуватися в межах 100 мм від системи випуску відпрацьованих газів або аналогічного джерела тепла. Будь-який захисний матеріал, що є частиною елементів обладнання, не повинен виступати за зовнішні габарити транспортного засобу, за винятком заправного блоку, причому останній не повинен виступати зі свого гнізда більш ніж на 10 мм. На готовій до експлуатації моделі відстань між паливним балоном і поверхнею дороги повинна складати не менше 200 мм. Балони встановлюється стаціонарно, причому вони не повинен встановлюватися в моторному відсіку і таким чином, щоб не відбувалося контакту між металевими поверхнями, за винятком контакту з вузлами кріплення балонів. На транспортних засобах категорій М3 і N3 паливні балони або резервуар (резервуари) повинні бути встановлені і закріплені таким чином, щоб при повних балонах могли поглинатися без заподіяння ушкоджень навантаження 6,6 г у напрямку руху і 5 г по горизонталі, перпендикулярно напрямку руху. Для транспортних засобів категорій М2 і N2 навантаження по горизонталі перпендикулярно напрямку руху залишається незмінним, а у напрямку руху зростає до 10 г. Аж до 20 г у напрямку руху і до 8 г по горизонталі перпендикулярно напрямку руху без заподіяння ушкоджень повинні витримувати транспортні засоби категорій М1 і N1.

Кожний модельний ряд одноповерхових транспортних засобів категорії М3 для перевезення 16 і більше пасажирів, що сидять, чи включаючи у цю кількість пасажирів, що стоять, повинен бути випробуваний відповідно до методу, обраного заводом-виробником або відповідним компетентним органом на відповідність Правилам ЄЕК ООН № 110 [1]. Замість експериментальних випробувань може використовуватися розрахунковий метод перевірки, якщо заявник при офіційному затвердженні може продемонструвати технічній службі його еквівалентність.

Актуальність встановлення ГБО на автобусах пов'язана не лише зі збільшенням вартості на паливно-мастильні матеріали, але й з розширенням модельного ряду. Якщо уніфікація кузовів під встановлення ГБО для низько-підлогових машин (Low-floor та Low-entry) відбувається порівняно легко, оскільки каркас даху початково виконує несівну функцію, маючи потужний сортамент труб та

їх насичену багаторівневу структуру, то «класичні» кузови і типу «Комбі» потребують ретельної перевірки на міцність, а інколи й структурної оптимізації, спрямованої на зростання жорсткості кузова.

Розміщення об'ємного обладнання у багажних відсіках в нижньому ярусі кузова не є ефективним, з огляду на економічні показники експлуатації автобуса (рис.5, б).

Крайові умови розрахунку сформовано для низькопідлогової моделі проектного автобуса габаритною довжиною 10 м. Для Solid-моделі низькопідлогового проектного автобуса до зовнішніх сил належать навантаження, що створюються від систем: а) ГБО; б) системи кондиціонування салону автобуса. Фактичне розміщення точок кріплення кондиціонера і газових балонів показано на рис. 5, в. Кондиціонер передає навантаження на каркас даху через 18 опор, а газові балони передають навантаження на каркас даху через шість опор. Згідно з даними ТЗ за величиною маси кондиціонера і газових балонів розраховано питоме навантаження на відповідні опори для двох режимів випробувань. Для можливості поглинання навантажень, що викликаються кондиціонером і газовими балонами в умовах нормованих режимів випробувань верхня частина каркаса кузова повинна бути статично зафіксована. Тому до розрахункової моделі прикладаються консольні закріплення (в'язі), що блокують можливість переміщення і поворот відповідних вузлів конструкції стосовно основних осей. Обмеження переміщень прикладені у вузлах сходження підвіконних брусів правої та лівої боковин з відповідними вертикальними стійками нижньої об'язки, каркаса мотовідсіку на рівні висоти підвіконного бруса та з'єднання каркасів передньої і задньої частин автобуса. Фактична кількість прикладених закріплень консольного типу до розрахункової моделі становить 39, що дає змогу реалістично імітувати натурні випробування автобуса (рис. 5, г).

Висновок. На основі проведеного порівняльного аналізу ринку автобусів з ГБО здійснено параметричну оптимізацію міських і приміських моделей та розроблено 3-D МСЕ модель автобуса міського типу у відповідності до міжнародних стандартів з дотримання вимог Правил ЄЕК ООН R110, яка дозволяє визначити напружено-деформований стан кузова автобуса без заподіяння ушкоджень при прикладенні навантажень 6,6 g у напрямку руху і 5 g по горизонталі, перпендикулярно до напрямку руху.

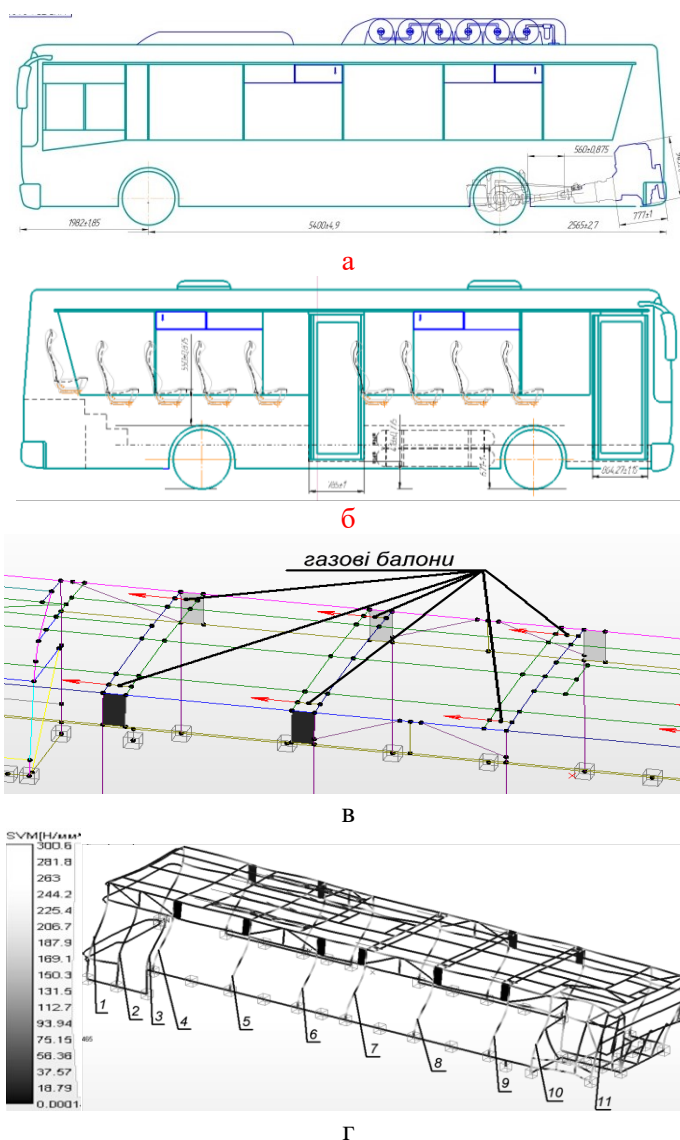


Рис. 5. Схема проектного автобуса а) – з газовою установкою на даху, б) – з газовою установкою в багажному відділенні, в) – прикладання консольних закріплень до розрахункової моделі верхньої частини каркаса кузова міського проектного автобуса, г) – напружено-деформований стан верхньої частини каркаса кузова

1. ДСТУ UN/ECE R 110-00-2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження: I.Елементів спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на стисненому природному газі (СПГ); II. Дорожніх транспортних засобів стосовно установа елементів спеціального

- обладнання офіційно затвердженого типу для використання в їхніх двигунах стисненого природного газу (СПГ) (Правила ЕЭК ООН № 10-00:2001, IDT). – Введ. 2002–24–07. – К. : Держспоживстандарт. – 232 с.
2. ЛИАЗ 525657 газовый [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rusbus.ru/bus/liaz/525657>.
 3. Курганский автобус поехал на газе [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kavz.110km.ru/autonews/107456.html>
 4. МАЗ планирует выпускать "лучший городской автобус" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abw.by/news/182544>.
 5. Guangtong Bus GTQ6117NGJ3 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.chinabuses.org/product/buses/272.html#feedback>.
 6. КАВЗ 4238 «Аврора» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rusbus.ru/bus/kavz/4238>.
 7. Автобус ПАЗ 320412 05 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.gaz-tranzit.ru/auto/paz-320412-05.
 8. Характеристики автобуса А093G7 (газ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uabus.com.ua/products/gazbus/a093g7>.

REFERENCES

1. UN/ECE R 110-00-2002 Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system II. Vehicles with regard to the installation of specific components of an approved type for the use of compressed natural gas (CNG) and/or liquefied natural gas (LNG) in their propulsion system
2. LiAZ 525657 (CNG) Available at: <http://www.rusbus.ru/bus/liaz/525657>
3. Kurgan bus run on the gas Available at: <http://kavz.110km.ru/autonews/107456.html>
4. MAZ plans the "best city bus" Available at: <http://www.abw.by/news/182544>
5. Guangtong Bus GTQ6117NGJ3 Available at: <http://www.chinabuses.org/product/buses/272.html#feedback>
6. KAVZ 4238 «Aurora» Available at: <http://www.rusbus.ru/bus/kavz/4238>.
7. Bus PAZ 320412 05 Available at: www.gaz-tranzit.ru/auto/paz-320412-05.
8. Bus A093G7 on gas. Available at: <http://uabus.com.ua/products/gazbus/a093g7>.

Горбай О.З., Керницький І.С. Прочность кузова автобуса с газобаллонным оборудованием.

Представлен сравнительный анализ городских и пригородных автобусов с размещением газобаллонного оборудования на крыше или в багажных отделениях. Установлено соответствие крупногабаритных пассажирских транспортных средств требованиям единых технических предписаний Правил ЕЭК ООН № 110.

Ключевые слова: пассажирский автобус, газобаллонное оборудование, статическая прочность, пассивная безопасность, Правила ЕЭК ООН № 110, МКЭ.

O. Horbay, I. Kernytssky. Strength of LPG equipped bus.

Article devoted to the problems of ensuring passive safety in large class buses with equipment for compressed and liquefied Natural Gas System on the roof or luggage compartment. Represented the analysis of analogues of modern buses from different countries and manufacturers according to European safety rules. This analysis is made with their characteristics and layout options. Described the requirements for the installation of special equipment for the use of compressed natural gas in city busses. Analysed the frame of city bus for compliance on Passive Safety UNE/CE Regulations 110.

Key words: passenger bus, Compressed and Liquefied Natural Gas System, static strength, passive safety, UNE/CE Regulation number 110, finite element method.

АВТОРИ:

ГОРБАЙ Орест Зенонович, доктор технічних наук, доцент кафедри «Автомобілебудування», Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: orest_60@yahoo.ca

КЕРНИЦЬКИЙ Іван Степанович, доктор технічних наук, професор SGGW, Warszawa.

АВТОРЫ:

ГОРБАЙ Орест Зенонович, доктор технических наук, доцент кафедры «Автомобилестроение», Национальный университет «Львівська політехніка», e-mail: orest_60@yahoo.ca

КЕРНИЦКИЙ Иван Степанович, доктор технических наук, профессор SGGW, Warszawa.

AUTHORS:

Orest HORBAY, Doctor of Science in Engineering, assistant professor of Automotive Department, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: orest_60@yahoo.ca.

Ivan KERNYTSKYI, Doctor of Science in Engineering, professor, SGGW, Warszawa, Poland.

Горшков Т.Ш.
Грузинский технический университет

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГРУЗИИ

На основе анализа дорожно-транспортных происшествий обосновываются основные направления и пути их реализации в сфере обеспечения безопасности дорожного движения в стране. Рассмотрена возможность и необходимость государственного участия в решении проблемы безопасности дорожного движения, обоснована необходимость усиления и координация научных разработок и другие вопросы связанные со снижением уровня аварийности на дорогах Грузии.

Ключевые слова: безопасность, дорожно-транспортные происшествия, исследования, травматизм, участники движения.

Временами в истории человечества появляется смертоносная эпидемия которая не распознается и не встречает необходимого сопротивления до тех пор, пока уже не становится слишком поздно... Дорожно-транспортный травматизм имеет потенциал стать ещё одним примером.

Д. Тулу
Лауреат Нобелевской премии

Постановка проблемы. Проблема безопасности дорожного движения (БДД) в Грузии, связанная с автомобильным транспортом, в последние годы приобрела особую остроту в связи с несоответствием дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества в обеспечении БДД, недостаточной эффективностью функционирования систем БДД и крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения.

Обстановку усугубило и то обстоятельство, что в стране образовалось большое количество частных и коммерческих транспортных предприятий, не обеспечивающих и не влияющих на проблемы БДД (например, на предприятиях транспорта имеет место тенденция упрощения системы профилактики и контроля за безопасностью, сокращения числа работников в этой области).

Высок также общий уровень аварийности в стране (см. таблицу):

год	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Количество ДТП	1147	1111	1322	1291	1431	1389

Как видно из статистики ДТП сложная обстановка с аварийностью и наличие тенденции к дальнейшему ухудшению ситуации во многом, на данном этапе, объясняется следующими причинами:

- постоянно возрастающая мобильность населения;
- уменьшение перевозок общественным транспортом и увеличение перевозок индивидуальным транспортом;
- нарастающая диспропорция между увеличением интенсивности движения и плотностью улично-дорожной сети.

Сегодня требуется разработка новой системной технологии организации дорожного движения, обеспечивающей адекватность параметров всех элементов многофакторной транспортной системы.

Результаты: Анализ проблем обеспечения БДД, негативные последствия и тенденции показывают, что она должна решаться только на основе системного научного подхода, путем проведения комплекса профилактических мероприятий, направленных на улучшение дорожно-транспортных условий, повышения дисциплины участников движения, создания эффективной системы организации движения в городах и т. п. Эти объективные предпосылки определяют также необходимость регулирующих воздействий на проблемы обеспечения БДД со стороны государства.

Ниже представлены предложения — основные направления по решению проблемы обеспечения БДД в стране:

1. Создание научно-исследовательского и проектно-технологического подразделения осуществляющего:

- координацию всех выполняемых в стране исследований и разработок;
- исследование причин возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП), а также формирование основ и приоритетных направлений профилактики ДТП и снижения тяжести их последствий;
- разработку нормативно-правовых актов по безопасности на транспорте;
- разработку и внедрение систем контроля за участниками движения; а также автоматизированных систем регулирования дорожным движением;
- разработку комплексных транспортных схем развития всех видов транспорта и организации движения в городах и их агломерациях;
- разработку социально-психологических аспектов по проблеме;
- издание научной и популярной литературы по проблеме;
- систематическое изучение транспортных потоков и их прогнозирование;
- исследование транспортно-эксплуатационных характеристик улично-дорожной сети;
- плодотворное сотрудничество с профильными сторонами как в стране так и за рубежом.

2. Обеспечение высокой надежности и дисциплины работы водительского состава, которая включает:

- разработку научно-обоснованных рекомендаций по профотбору водителей;
- разработку и внедрение медицинского контроля (диагностики) водителей;
- изучение организации и условий труда и отдыха водителей;
- вопросы подготовки и переподготовки водительских кадров;
- исследование методов обеспечения “надежной” (безаварийной) работы водителей.

3. Медицинская помощь пострадавшим при ДТП, которая включает:

- создание системы взаимодействия дорожной полиции и медицинских учреждений обеспечивающих эффективность оказания медицинской помощи пострадавшим;
- создание разветвленной сети медицинских учреждений способных оказывать скорую медицинскую помощь пострадавшим;
- повышение квалификации медицинских работников и обучение их навыкам оказания скорой медицинской помощи пострадавшим;
- обучение водительского состава для оказания первой медицинской помощи на месте ДТП;
- широкое использование вертолетной службы.

4. Обеспечение высокой надежности подвижного состава и уменьшение экологического воздействия включает:

- обеспечение периодической диагностики транспортных средств;
- повышение уровня техобслуживания и ремонта;
- контроль за качеством используемых в стране ГСМ;
- всемерное обеспечение программ внедрения евростандартам;
- создание системы мониторинга за окружающей средой, особенно в городах и вдоль магистралей.

5. Создание специализированного ведомства по строительству и эксплуатации стоянок и гаражей. Здесь необходимо:

- разработать соответствующие рекомендации и нормативы исходя из планировки улично-дорожной сети, расселения населения и уровня автомобилизации конкретного города (района);
- разработать прогрессивные экономические и технические методы эксплуатации стоянок;
- наладить тесные контакты с местным населением и соответствующими администрациями;
- определять перспективную численность автомобильного парка и потребность населения в передвижениях;
- решать проблемы стоянок и гаражей комплексно с учетом планировки жилых, промышленных, культурно-просветительных комплексов, плотности и интенсивности транспортных потоков, прогнозных показателей по развитию города (района) и т.п.

Заключение: Эффективное решение существующих проблем возможно только в условиях применения в качестве основы государственное регулирование в области БДД на базе соответствующей программы.

T. Gorshkov. The main directions of the traffic safety in Georgia.

On the basis of the analysis of the traffic and transportation accidents the main directions and the ways of its implementation in the area of the traffic safety in the country are justified. It is considered the opportunities and necessity of the government's participation in the solution of the problems of the traffic safety. The strengthening and coordination of the scientific works and the other queries of the reducing of the accidents level on the Georgian roads are justified.

Key words: safety, traffic-transportation accidents, research, injuries, traffic participation.

АВТОР:

ГОРШКОВ Теймураз Шотаевич, доктор, профессор Департамента логистики Грузинского технического университета, e-mail: tgor777@mail.ru

AUTHOR:

Teimuraz GORSHKOV, D.Sc. Eng., Professor, Professor of Logistics Department, Georgian Technical University, e-mail: tgor777@mail.ru

Стаття надійшла в редакцію 03.05.2016р.

Грабовець В.В., Рудинець М.В., Павлова І.О.
Луцький НТУ, Луцьк, Україна

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРВІСУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М19 У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Розглянуто забезпеченість об'єктами придорожного сервісу міжнародної автомобільної дороги М–19 Доманове – Теремблече на території Волинської області. Встановлено загальну кількість сервісних об'єктів, які надають послуги та їх розподіл за видами в загальній структурі. Проаналізовано забезпеченість кожного з п'яти районів області об'єктами придорожного сервісу, через які проходить автомобільний шлях.

Ключові слова: придорожній сервіс, об'єкти придорожного сервісу, автомобільна дорога, транспорт, інфраструктура, Волинська область.

Постановка проблеми. Сучасні автомобільні дороги призначені не лише для здійснення безпечного і зручного пересування транспортних засобів, можливостей для своєчасного і якісного обслуговування користувачів автомобільних доріг, а також є додатковими джерелами фінансування регіональних бюджетів, створення робочих місць і підвищення якості життя населення.

Автомобільна дорога також повинна реалізовувати динамічні якості автомобіля й економію перевезень із одночасним задоволенням психофізіологічних та естетичних потреб водіїв та пасажирів [1]. Таким чином, автодорожня інфраструктура, яка розглядається як система взаємопов'язаних елементів, включає в себе і автомобільні дороги, і об'єкти придорожного сервісу, що розміщуються вздовж лінійно - протяжних об'єктів, з метою надання послуг у транспортному процесі [2].

Варто зазначити, що існуючий придорожній сервіс у більшості країн Східної Європи істотно відстає від темпів автомобілізації. Стихийний процес розвитку сервісу знаходиться на низькому якісному рівні, що, своєю чергою, негативно позначається на ефективності функціонування транспортних процесів [3].

Вигідне географічне розміщення досліджуваного регіону сприяє збільшенню кількості транзитного транспорту, тому необхідно, щоб автомобільні дороги відповідали сучасним вимогам до їх оснащення об'єктами придорожного сервісу (ОПС): будівлями, спорудами, іншими об'єктами, призначеними для обслуговування користувачів автомобільних доріг по шляху проходження.

Особливу увагу заслуговує стан придорожного сервісу міжнародної автомобільної дороги М 19 Доманове – Теремблече, оскільки він співпадає з Європейським маршрутом Е85, що бере свій початок у литовській Клайпеді і закінчується у грецькому Александруполісі [4]. Вказаним автомобільним шляхом користується значна частина населення нашої держави, активно присутній також іноземний транзитний транспорт, тому гостро постає проблема повного, якісного та впорядкованого розташування ОПС.

Даною проблематикою займалися вчені географи, економісти, соціологи і управлінці. У більшій мірі наукові дослідження проводилися в аспекті розвитку будівельної, економічної чи туристичних галузей народного господарства. Деякі проблеми придорожного сервісу розглядалися у працях таких зарубіжних і вітчизняних науковців, як Орнатський Н.П., Серова О.Ю., Тамов А.І., Конєв О.А., Каталімова К.В., Дриль О.І., Ч. Бернарда, Р. Браймера, В. Демінга, О. Дуровича, М. Кабушкіна, М. Мальської, І. Пандяка, Г. Папіряна, Т. Ткаченко та ін.. Однак на сьогодні відсутні наукові розвідки щодо забезпеченості та аналізу стану об'єктів придорожного сервісу на автомобільних шляхах Волинської області. Тому метою роботи є дослідження сучасного стану забезпеченості та функціонування придорожного сервісу автомобільної дороги М 19 на території Волинської області.

Результати досліджень. Волинська область знаходиться на перехресті важливих транспортних шляхів із Східної Європи в Центральну й Західну, що створює вигідні умови для її становлення як регіону активної міжнародної взаємодії. Основними напрямками транзитних потоків є: Західна Європа - Росія; Західна Європа - Молдова, Румунія, країни Балтії; Західна Європа - Азербайджан, Грузія, Казахстан, Іран. Протяжність автомобільних шляхів загального користування області на кінець 2012 року становила близько 6,2 тис. км, із них державного значення — 0,6 тис. км, місцевого й обласного - 5,6 тис. км. Із загальної протяжності доріг - із твердим покриттям - 5,7 тис. км, що становить 90,5 %. Щільність транспортної мережі області складає 307 км/тис. км², у тому числі з твердим покриттям - 283,4 км /тис. км².

За літературними даними, якість доріг у Волинській області становить 3,42 бали, щільність автошляхів із твердим покриттям загального користування – 285 км на 1 тис км², зношеність автошляхів загального користування середнє за 5 років (2006-2012) – 49%, частка автошляхів 1-ї категорії у мережі всіх доріг із твердим покриттям загального користування – 0,8%, відношення довжини автошляхів із твердим покриттям загального користування до кількості АЗС – 37 шт [5].

Міжнародний автомобільний шлях М-19 (Доманове (на Брест)-Ковель- Чернівці-Тереблече (на Бухарест) (рис. 1.) пролягає через територією Волинської області протяжністю 166,1 км, що складає 32,5% від його загальної довжини, і проходить через два найбільш населених пункти - міста Луцьк і Ковель. Також на ділянці шляху Ковель – Луцьк - Підгайці (на Тернопіль) автомобільна дорога М 19 співпадає з двома національними міжнародними транспортними коридорами МТК Балтійське море - Чорне море та МТК Європа-Кавказ-Азія (ТРАСЕКА) [6].



Рис. 1. Автомобільна дорога М19 на території України

Закономірно, перебуваючи на автошляхах Волинської області, водії та пасажери при потребі користуються наявним сервісним обслуговуванням. Комфортний проїзд із якісним сервісом покликана забезпечити оптимізована система ОПС, до якої відносять автозаправні станції, автостанції, автовокзали, готелі, кемпінги, мотелі, пункти громадського харчування, станції технічного обслуговування, інші місця відпочинку водіїв і стоянки транспортних засобів тощо.. Надійне функціонування даної системи також дозволить забезпечити і підвищити безпеку дорожнього руху, що є основним критерієм вибору та формування маршруту [6].

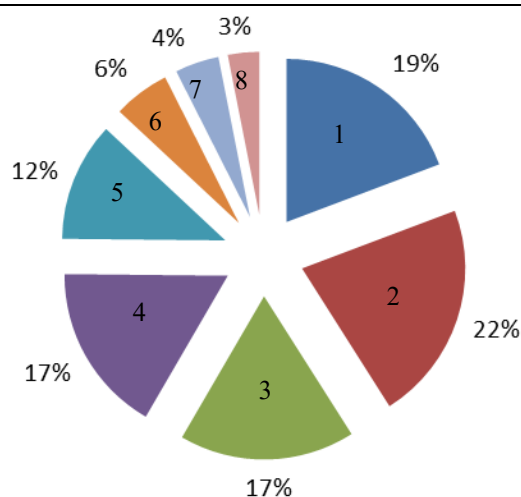
Свій початок в Україні та Волинській області вказана автомобільна дорога бере з Міжнародного Автомобільного пункту пропуску через державний кордон із Республікою Білорусь «Доманове». На пункті пропуску здійснюється радіологічний, митний та прикордонний санітарний, фітосанітарний, ветеринарний, екологічний контроль та контроль Служби міжнародних автомобільних перевезень [7]. Біля території переходу розміщене відділення Укрінтеравтосервіс, де знаходяться АЗС, пункт видачі дозволів, мотель, кафе, автосервіс.

За результатами проведених досліджень встановлено, що на автошляху М–19 на території Волинської області знаходиться 164 об'єкти придорожного сервісу.

На рис.2 представлено структуру підприємств придорожного сервісу автомобільної дороги М 19 на території Волині.

П'яту частину (22%) придорожного сервісу складають підприємства торгівлі, в основному продуктивні магазинчики, хоча зустрічаються і великі супермаркети, такі як «Колібрис» та магазини автозапчастин і витратних матеріалів.

Пункти громадського харчування в загальній структурі займають 19%. До них відносять кафе, ресторани, піцерії, які розміщені вздовж автомобільної дороги. Пункти громадського харчування також розміщені на автозаправних комплексах (АЗК) та автозаправних станціях (АЗС), загальна кількість яких становить 19 шт.(11%), з них 12 – АЗК, 4 – АЗС та 2 одиниці автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС). Всі АЗК обладнані місцями для паркування та відпочинку, пунктами торгівлі і харчування, санвузлами, мийками, на деяких є зона WI-FI.



1 - пункти громадського харчування ; 2 - магазини; 3 - пункти ТО; 4 - місця відстоювання транспорту;
5 - АЗК/АЗС; 6 - готелі; 7 - місця відпочинку; 8 - історичні та культурні пам'ятки

Рис. 2. Структура ОПС автомобільної дороги М 19 Доманове – Тербелече

Ринок нафтопродуктів представлено 9 торговими марками. Найбільшу частку, по п'ять АЗК (АЗС), мають мережі «Аветра» і «WOG», по дві- «Укрнафта» та «Укрінтеравтосервіс», по одній- «Укрпетроль», «Аргос», «Амік», «Мавекс» і «Лагуна».



Рис.2. Автозаправний комплекс «WOG» (69 км)



Рис. 3. АГНКС «Аветра» (161 км)

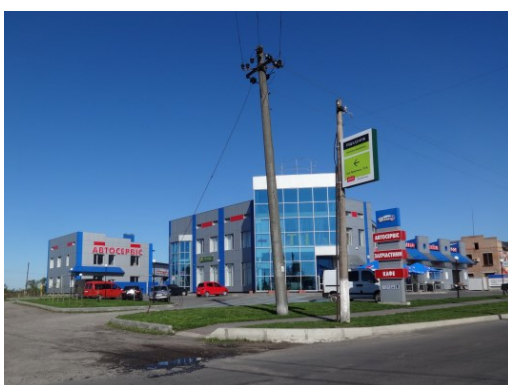


Рис. 4. «Авто Рома Сервіс»



Рис. 5. Пункт автомобільного сервісу «UA Servise» (86км)

Близько 17% складають пункти технічного обслуговування (ТО) транспортних засобів. Серед найбільших можна відмітити «Авто Рома Сервіс» (рис. 4), «UA Servise» (рис. 5), «Автодімсервіс» та ін.

Місця для відстоювання великогабаритного транспорту займають в структурі 18%. Найменш розповсюдженими є готелі та місця відпочинку вздовж дороги, які займають 5 і 4 проценти відповідно.

Окрім наведеного, в структурі придорожного сервісу нами виділено 3 відсотки, які належать до історичних та культурних пам'яток. Ця інформація буде корисною для туристів, які подорожують даним шляхом. Серед найбільш цікавих об'єктів є Жидичинський чоловічий монастир Святителя Миколая Чудотворця (162 км), літературно-меморіальний музей-садиба Лесі Українки (118 км), Церква Архангела Михаїла, побудована 1542-1588р. (68 км), музей історії сільського господарства Волині-скансен (163 км) та ін.

Автошлях М 19 проходить через 5 районів області. У табл. представлено результати дослідження щодо забезпеченості ОПС кожного з районів та довжину автошляху у кожному із них.

Таблиця. 1.

Довжина та забезпеченість сервісними об'єктами районів Волині, через які проходить автомобільний шлях М–19

Райони Волинської області	Довжина дороги, км	Кількість ОПС, шт.
Ратніський	40,4	42
Старовижівський	15,2	5
Ковельський	50,5	50
Рожищанський	21,4	18
Луцький	33,6	49
Разом	161,1	164

Висновки. Представлені результати експериментальних досліджень кількісної оцінки придорожного обслуговування на прикладі автомобільної дороги М-19 Доманове – Тереблече на території Волинської області, яка була основним об'єктом дослідження і нараховує 164 об'єкти придорожного сервісу, з них 4 об'єкти знаходяться в стадії будівництва та оформлення проектної документації. Більшість надавачів послуг розміщені на під'їзді і на території населених пунктів обласного і районного значення, таких як Луцьк і Ковель.

Щодо забезпеченості сервісом досліджуваної автомобільної дороги у розрізі районів, через які вона проходить, можна констатувати наступне: приблизно 60% усіх об'єктів припадає на територію Луцького та Ковельського районів. Деякі сервісні об'єкти розміщені в комплексі з іншими, інші - одинично. Лідируючу позицію займає Ковельський район, де зосереджено майже третину всіх підприємств придорожного сервісу.

Встановлено дефіцит об'єктів, особливо на ділянках дороги, які віддалені від великих населених пунктів, а також брак інформації про склад і якість послуг. Відсутні роздільні стоянки для різних видів транспортних засобів, пункти медичної допомоги, кемпінги, велосипедні доріжки, служби мобільної технічної допомоги та кімнати відпочинку для водіїв.

Аналіз проведеного дослідження придорожного обслуговування вказує також на відсутність системи контролю за станом придорожного сервісу, необхідність його вдосконалення з урахуванням сучасних вимог, адже він бурхливо і безладно розвивався після розпаду Радянського Союзу. На сьогоднішній день відзначається незадовільний стан більшості підприємств придорожного сервісу, їх невідповідність сучасним умовам та місцю розташуванню, міжнародним вимогам, вимогам нормативних документів, екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху.

На нашу думку, в подальших дослідженнях варто приділити особливу увагу питанням обґрунтування конфігурації об'єктів у проектах придорожного сервісу; узгоджувати з вимогами стандартів Євросоюзу розміщення, облаштування і якість обслуговування з метою прискорення інтеграції державної автодорожньої інфраструктури у європейську систему автомобільних доріг, підвищення рівня туристичної привабливості регіону в рамках реалізації транспортних проектів транскордонного співробітництва і євроінтеграційних процесів України.

1. Орнатский Н.П. Благоустройство автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.

2. Єремеева А. С. Обґрунтування розміщення об'єктів придорожного сервісу в умовах інноваційного розвитку автодорожньої інфраструктури / Єремеева А. С., Магруппова З. М. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2015. – № 2 (19). – с. 100-105.

3. Конев А. А. Научно-практические методы и подходы формирования придорожного автомобильного сервисного кластера в регионе : диссертация кандидата технических наук : 05.22.10 / Конев Алексей Александрович; - Белгород, 2013.- 162 с.

4. Автомобільні дороги України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://euro2012highway.blogspot.com/2008/08/highway-yagodin-khmelnitskiy.html>

5. Грабовець В. В. Основні проблеми транспортної системи Волинської області/В. В. Грабовець, І. С. Мурованій // Вісник СевНТУ. -Севастополь: Вид-во Севастоп. нац. техн. ун-ту, 2012. Вип. 135: Машиноприладобудування та транспорт.-С.127-131
6. Зеркалов Д. В. Транспортна система України. – К.: Основа, 2006. – 704 с.
7. Пункт пропуску Мокрани - Доманово граница таможня Беларусь – Україна [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.sanatorii.by/?Mokransy_Domanovo_granica_tamozhnya.

REFERENCES

1. Ornatskiy, N. (1986). *Improvement of roads [Bkaguustrojstvo avtomobilnuh dorog]*. Moscow, Transport Publ. 136 p.
2. Eremeeva, A. & Margupova, Z. (2015). Justification placement of roadside service in terms of innovative development of road infrastructure. [Obosnovanie razmeshchenija ob'ektov pridorognego servisa v usloviah innovatsionnogo razvitia avtodorney infrastruktury]. *Modern technologies , materials and constructions in building*. Vol. 2 (19), Viinnitsja, pp. 100-105.
3. Konev, A. (2013). *Scientific and practical methods and approaches formation of roadside service automotive cluster in the region*. [Naychno-prakticheskie metodu I podhodu formirovanija pridorognego avtomobil'nogo servisa klastera v regione]. Belgorod, 162 p.
4. *Roads of Ukraine*. [Avtomobilni dorogu Ukrainu]. Access mode: <http://euro2012highway.blogspot.com/2008/08/highway-yagodin-khmelnitskiy.html>
5. Grabovets, V. & Myrovanuy, I. (2012). The main problems of the transport system Volyn region. [Osnovni problem transportnoi sistemu Volynskoi oblasti]. *Machine instrumentation and transportation*. Vol.135, Sevastopol', pp. 127-131.
6. Zerkalov, I. (2006). *The transport system of Ukraine*. [Transportna sistema Ukrainu]. Kyiv, Osнова Publ. 704 p.
7. *Mokransy - Domanovo border customs Checkpoint Mokransy - Domanovo customs border of Belarus – Ukraine*. Available at: http://www.sanatorii.by/?Mokransy_Domanovo_granica_tamozhnya.

Грабовець В.В., Руденець Н.В., Павлова І.А. Количественный анализ продорожного сервиса автомобильной дороги М 19 в Волынской области.

Рассмотрены обеспеченность объектами придорожного сервиса международной автомобильной дороги М -19 Доманово - Тереблече на территории Волынской области . Установлено общее количество сервисных объектов , предоставляющих услуги и их распределение по видам в общей структуре . Проанализированы обеспеченность каждого из районов области объектами придорожного сервиса , через которые проходит автомобильная дорога

Ключевые слова: придорожный сервис, объекты придорожного сервиса, автомобильная дорога, автозаправочные станции, Волынская область.

V. Grabovets, N. Rudenets, I. Pavlova. Quantitative analysis of road M 19 roadside service facilities in the Volyn region.

The article describes roadside services provided on the international highway M-19 from Domanove to Terebleche, Volyn Region. This road is of economic importance to Ukraine, as it is a part of European route E 85 and coincides with two international transport corridors ITC Baltic Sea - Black Sea and ITC Europe-Caucasus-Asia (TRACECA). The extent of the road in Volyn region is 166.1 km, which is 32.5% of its total length in Ukraine, passes through the two large towns - Lutsk and Kovel, starts on the international automobile checkpoint "Domanovo" the Republic of Belarus.

The current state of roads in Volyn region and issues in the development of roadside services were analysed. Road M-19 is considered not only as a hard coating with desired characteristics designed to implement dynamic qualities of vehicles, but also as part of a large road infrastructure, designed for the safe and convenient movement of vehicles, as well as opportunities for timely and quality services for road users ensuring aesthetic and physiological needs of drivers and passengers.

The detailed quantification of the structures of investigated objects of roadside service in the region was done and in terms of the areas through which it passes. It was found that highway M-19 is provided with trading companies, catering, Service Stations, parking spaces for large vehicles. Their share in the total segment of roadside infrastructure is 75%. The most valued infrastructure roadside objects were pointed and their characteristics given. Separately, objects of cultural heritage which would be interesting for tourists were allocated.

The poor state of most businesses of roadside service were marked, their discrepancy with modern standards of social and economic development, international standards, European integration processes, regulatory requirements, location, environmental safety and road safety in general.

Based on the study of obtained results, reasoned conclusions were outlined, to prospect for developing of roadside service that will contribute to solve the problem of the formation, development and deployment of transport infrastructure.

Determined roadside infrastructure deficit and the absence, in particular, of its elements as separate parking for various types of vehicles, points of care, camping, bicycle paths, the mobile services of technical assistance, rest rooms for drivers and more.

The studies can be used both for scientific and practical purposes in improving existing or developing new projects on the basis of systematic approach in their implementation.

Keywords: roadside service, objects of roadside service, road, transport, infrastructure, Volyn region.

АВТОРИ:

ГРАБОВЕЦЬ Віталій Валерійович, к.т.н., доцент кафедри Автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: vgrabovets@ukr.net;

РУДИНЕЦЬ Микола Віталійович, к.т.н., доцент кафедри Туризму та цивільної безпеки, Луцький національний технічний університет, e-mail: rudinetc@mail.ru

ПАВЛОВА Ірина Олексіївна, к.т.н., доцент кафедри Автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: iruna_pavlova@ukr.net

АВТОРЫ:

ГРАБОВЕЦЬ Виталий Валерьевич, к.т.н., доцент кафедры Автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: vgrabovets@ukr.net

РУДИНЕЦЬ Николай Витальевич, к.т.н., доцент кафедры Туризма и гражданской безопасности, Луцкий НТУ, e-mail: rudinetc@mail.ru

ПАВЛОВА Ирина Алексеевна, к.т.н., доцент кафедры Автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: iruna_pavlova@ukr.net

AUTHORS:

Vitalii HRABOVETS, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of the Automobiles and Transport Technology Department, Lutsk National Technical University, e-mail: vgrabovets@ukr.net;

Mykola RUDYNETS, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of the Tourism and Civil Security Department, Lutsk National Technical University, e-mail: rudinetc@mail.ru

Iryna PAVLOVA, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of the Automobiles and Transport Technology Department, Lutsk National Technical University, e-mail: iruna_pavlova@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 15.04.2016р.

Гуменюк П.О., Лотиш В.В.
Луцький національний технічний університет

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРНОСТІ АВТОПОЇЗДА

Розроблена самохідна масштабна модель автомобільного поїзда, що відтворює автопоїзд у складі автомобіля-тягача КамАЗ-6460 і тривісний напівпричіп Schmitz Cargobull AG 24/LZG з керованою задньою віссю. Модель обладнана необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою.

Ключові слова: автопоїзд, маневреність, фізична модель, програмування.

Постановка проблеми. Метою експериментальних досліджень явилася розробка самохідної масштабної моделі автомобільного поїзда для перевірки адекватності математичної моделі і вихідних положень, покладених в основу розрахунку параметрів автомобіля-тягача КамАЗ-6460.

У зв'язку з цим **метою роботи** є отримання фізичної моделі для експериментального дослідження кінематичних параметрів і відхилень траєкторій ланок при сталому круговому русі, поворотах на 90° , на 180° (розворот), зміні смуги руху як при русі вперед, так і заднім ходом.

Результати досліджень. Моделювання представляє один з основних методів пізнання, є формою відображення дійсності і полягає в дослідженні властивостей реальних об'єктів, процесів, явищ або з допомогою абстрактного опису.

Фізичною моделлю є зменшена копія об'єкта дослідження, наділена тими ж фізичними властивостями, що і оригінал. Для фізичної моделі не обов'язкова модель математична, отже спрощуються розрахунки, а дані можна отримувати напряму з об'єкта дослідження, використовуючи датчики, записуючі елементи і т.п., а рух задавати виконавчими пристроями. Разом з тим, точність результатів залежить від точності копіювання оригіналу.

При інтегруванні комп'ютерних елементів у системи керування та безпеки транспортних засобів постановка реального експерименту зазвичай непрактична. Наприклад, для перевірки рішень і контролюючих алгоритмів додатків інтелектуальних транспортних систем потрібно було б кілька автомобілів і водіїв, для чого необхідно було б знайти площу для маневрів, кошти на ремонт машин у випадку проблем реалізації алгоритмів і сам експеримент становив би загрозу здоров'ю і життю людей. Тому для проведення експерименту було створено тестовий стенд, що використовує масштабовану копію реального автомобіля.

Модель автомобільного поїзда складається із моделі автомобіля-тягача і напівпричепа [1]. Базою для моделі тягача було обрано сидельний тягач КамАЗ-6460. Це автомобіль з колісною формулою 6x4. Його споряджена маса 9350 кг, допустиме навантаження на сидельно-зчипний пристрій 16500 кг. Повна довжина складає 6580 мм, колія 2550 мм, відстань між першою і другою віссю 3020 мм, між другою і третьою 1430 мм, висота сидла 1300 мм, шини 315/80 R22,5.

Основою для розрахунку моделі напівпричепа є тривісний напівпричіп Schmitz Cargobull AG 24/LZG з керованою задньою віссю. Довжина його кузова 13410 мм, колісна база 8075 мм, відстань від першої до другої осі 1310 мм, від другої до третьої – 1810 мм, колія 2425 мм, загальна ширина 2600 мм, висота зчипки 1150 мм, шини 385/65 R22,5. Повна маса автопоїзда 36 т.

Для розробки моделі перш за все потрібно визначити розмірність елементів (розмірна чи безрозмірна величина) і похідність (які величини будуть прийняті за базові, а які можна визначити з інших). Для вивчення механічних явищ достатньо ввести три основні одиниці виміру: для довжини, маси або сили і часу. Залежність одиниці виміру похідної величини від одиниць виміру базових величин можна представити у вигляді формули розмірності. Для визначення фізичної подібності найбільше поширена на даний час система розмірності СГС (названа за розмірностями базових величин сантиметр, грам, секунда) [2]. У даній системі розмірності всіх фізичних величин мають вигляд степеневого одночлена:

$$L^l M^m T^t \quad (1)$$

При розрахунку подібності прийнято використовувати π -теорему, згідно з якою для побудови моделі необхідно і достатньо $p=n-k$ безрозмірних величин, де n – кількість фізичних змінних, які описуються за допомогою k фундаментальних фізичних величин. З π -теореми випливає, що якщо дві

динамічні системи описані однаковими диференціальними рівняннями, то рішення диференціальних рівнянь буде масштабно незмінним при тих самих π групах. Щоб модель була динамічно подібна до оригіналу, величини цих π груп повинні бути однакові для обох систем. Базуючись на цій ідеї, можна підібрати параметри моделі, відповідні реальним.

Масштаб для зменшення 1:20. Довжина шасі реального і зменшеного автомобіля є фіксованою. Повна довжина моделі тягача 330 мм, колісна база 150 мм, відстань між середньою і задньою осями 70 мм, колія 125 мм, висота сидла 65 мм. Повна довжина напівпричепа 670 мм, відстань від точки зчеплення з тягачем до першої осі 404 мм, від першої до другої осі 65 мм, від другої осі до задньої, керованої 90 мм, від третьої осі до кінця причепа 96 мм, колія 120 мм. Розмір шин моделі розраховується прирівнюванням π групи, що відповідає розміру шин зменшеної копії, до π групи реального автомобіля, що є

$$(R/l)_{\text{оригіналу}} = (R/l)_{\text{моделі}} \quad (2)$$

Розмір шин тягача 315/80 R22,5; напівпричіп використовує шини 385/65 R22,5. Підставляючи значення оригіналу, отримуємо $R_{\text{моделі}} = 52$ мм. Ширина шин моделі тягача 16 мм, напівпричепа 20 мм. Для обчислення маси моделі припускаємо, що густина моделі і оригіналу однакова, тоді з подібності

$$(\rho l^3/m)_{\text{моделі}} = (\rho l^3/m)_{\text{оригіналу}} \quad (3)$$

отримуємо споряджену масу моделі тягача 1,17 кг, масу моделі напівпричепа при максимальному завантаженні 4,5 кг.

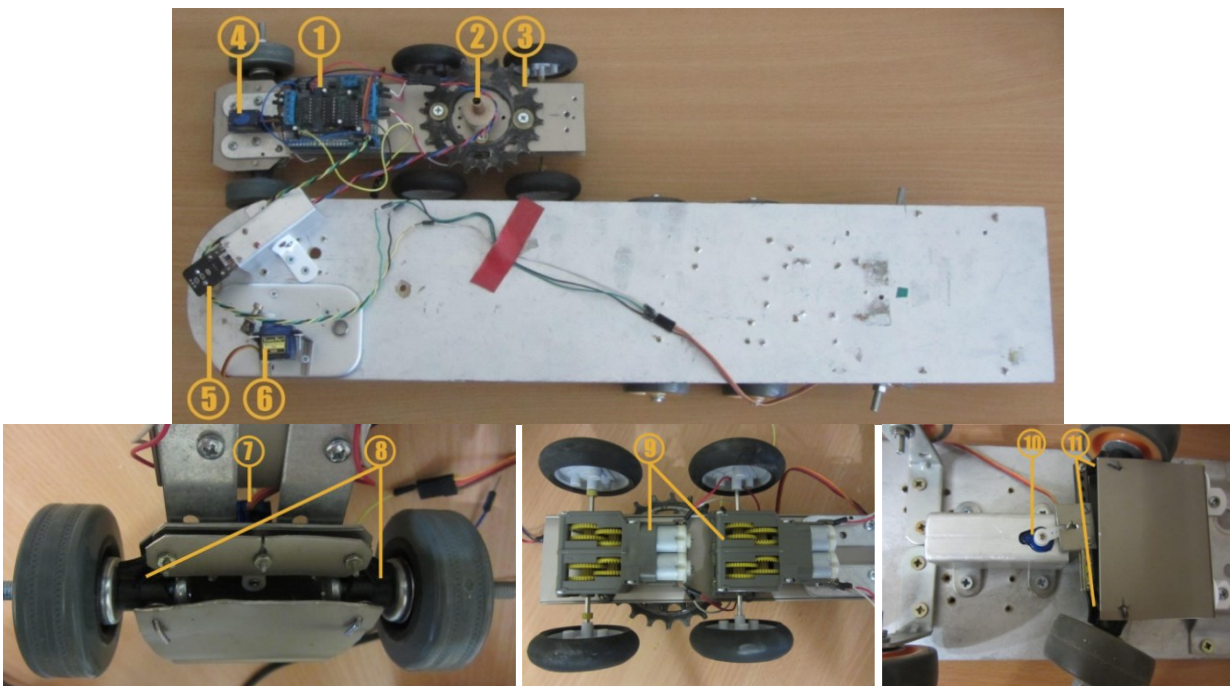


Рис. 1. Основні елементи моделі:

1 – контролер Arduino з платою MotorShield; 2 – зчпний пристрій; 3 – пристрій для блокування кута складання; 4, 7 – сервопривід для управління керованою віссю моделі тягача; 5 – датчик кута повороту; 6 – сервопривід пристрою блокування кута складання; 8, 11 – поворотні кулаки керованих осей; 9 – електромотори з редукторами; 10 – сервопривід для управління керованою віссю моделі напівпричепа.

Рама тягача зроблена з алюмінієвих пластин товщиною 2 мм. Даний матеріал легко піддається обробці, дозволяє швидко і просто замінити елементи, а також підгонку отворів для кріплення зчитуючих пристроїв. Для керованої осі з наявних коліс було обрано найбільш підходящі за розмірами, їхня ширина становить $d=17$ мм, радіус $R=50$ мм. Поворотом керує сервопривід TowerPro SG90, який приводить у рух поздовжню тягу рульової трапеції, котра, у свою чергу, повертає пластмасові поворотні кулаки із болтами, що виконують роль півосей, - таким чином задається кут γ_0 . Рульова трапеція виконана із алюмінієвої пластини товщиною 1 мм із вузьким поперечним отвором

для перетворення обертового руху вала сервопривода у поступальний рух трапеції. Модель приводиться у рух двома електромоторами, від яких крутний момент передається через редуктор Dual Motor GearBox на півосі. Редуктор складається з чотирьох шестерень на кожну піввісь, одна з яких входить у зчеплення з шестернею на моторі. Дана система залежно від розміщення шестерень дозволяє отримати передатне відношення 203:1 або 58:1 при максимальній потужності мотора 12,6 Вт і швидкості обертання 12300 об/хв. Редуктори встановлено на другу і третю осі тягача, таким чином модель має колісну формулу 6x4. Шини ведучих осей мають діаметр 58 мм і ширину 15 мм, оскільки це найближча подібність до потрібних розмірів серед наявних коліс, що запресовані під використовуваний редуктором шестигранні 3 мм осі виробництва Tamiya. Зчипний пристрій зроблено з алюмінієвої трубки, у яку вставляється шворінь напівпричепа. Маса тягача становить 0,7 кг, тому при проведенні заїздів використовується додаткове навантаження 0,5 кг на передній частині моделі.

Модель напівпричепа виконано із МДФ з використанням алюмінієвих кріплень. Передній звис укорочений через габарити керівних плат, що розміщені на тягачі. Зчипним шворнем виступає датчик кута повороту V1, що використовується для вимірювання кута складання γ_1 . На напівпричепі використовуються колеса з шинами шириною $d = 20$ мм і радіусом $R = 50$ мм.

Колеса першої і другої осей жорстко закріплені, третя вісь керована. Принцип керування аналогічний керованій осі тягача: обертовий рух сервопривода перетворюється у поступальний рух рульової трапеції, котра обертає поворотні кулаки з півосями і задає величину γ_1 . Площа платформи напівпричепа дозволяє використовувати потрібне додаткове навантаження. Модель обладнана необхідною контрольно-вимірною і реєструючою апаратурою [3 - 6].

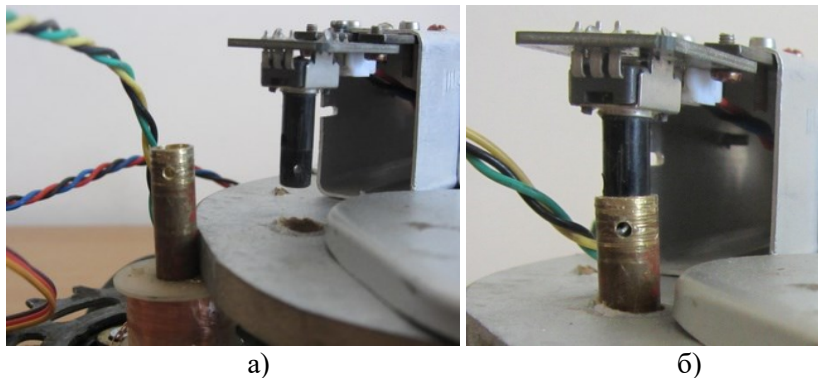


Рис.2. Точка зчипки у роз'єднаному (а) та з'єднаному (б) вигляді

Зважаючи на те, що модель розроблялася для оцінки маневрених властивостей автопоїзда за розробленого закону управління на задню вісь напівпричепа при русі з невеликою швидкістю і русі заднім ходом, елементи підвіски не моделювались.

Для дослідження руху заднім ходом у моделі реалізовано механізм блокування кута складання, що складається із двох частин: на моделі тягача нерухомо розміщена зірка велосипедної передачі, на напівпричепі знаходиться запірний елемент, що приводиться у рух сервоприводом. Коли контролер посилає сигнал блокування, сервопривід опускає запірний елемент між зубці зірки і кут складання блокується. Для розблокування сервопривід піднімає запірний елемент.

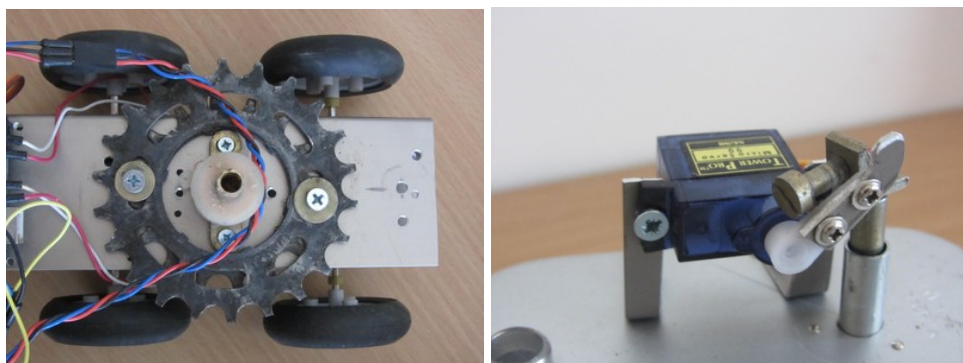


Рис.3. Механізм блокування кута складання:
а) - зірка, жорстко закріплена у точці зчипки на тягачеві;
б) – запірний механізм, розміщений на напівпричепові

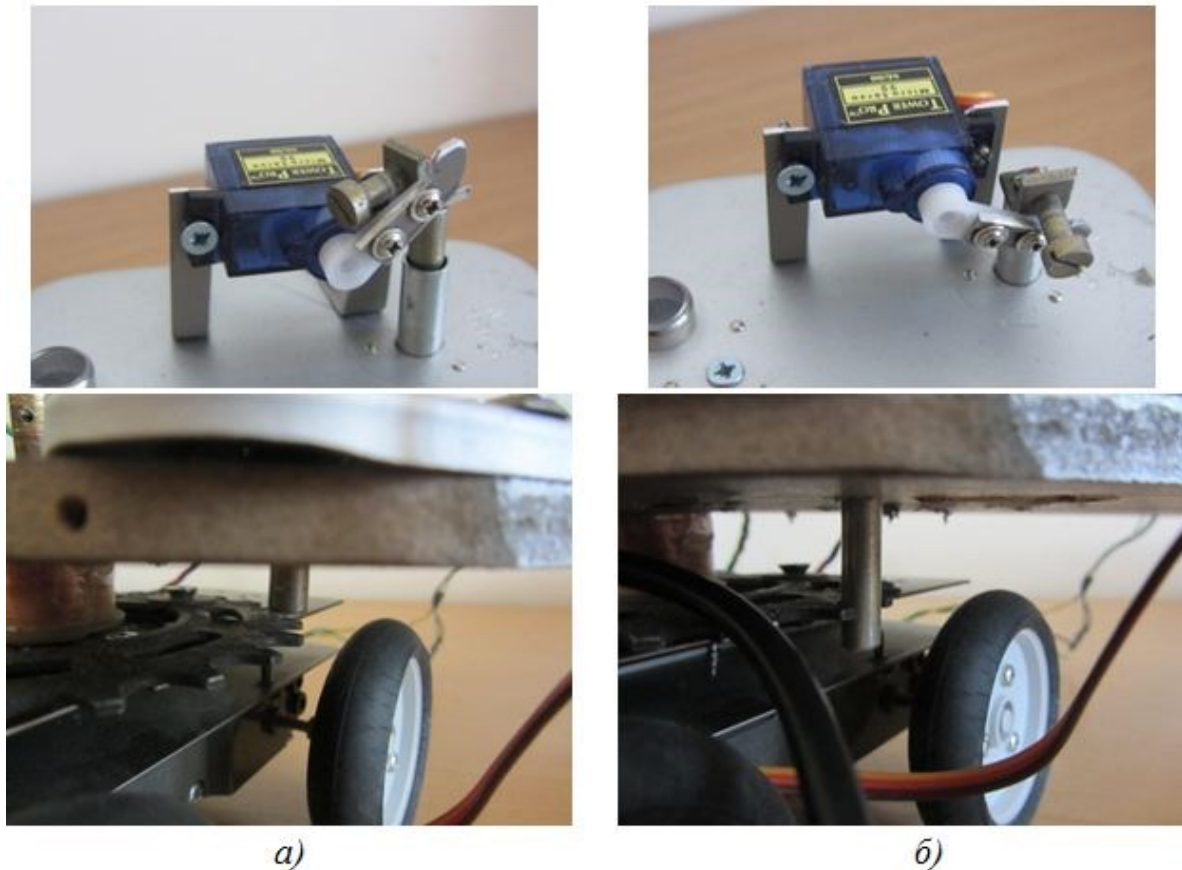


Рис.4. Розблоковане (а) та заблоковане (б) положення елементів механізму блокування кута складання

Виконавчі елементи моделі - контролер Arduino Uno, сервопривід Mini Servo SG-90, плата розширення Arduino Motor Shield L293D, редуктор Dual Motor GearBox, аналоговий датчик обертання V1, інфрачервоний датчик вимірювання відстані GP2Y0A21.

Arduino Uno це апаратна плата, побудована на базі мікроконтролера ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватись як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP та кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї.

У фізичній моделі для повороту керованих коліс використовується сервопривід Mini Servo SG-90. Даний пристрій підключається по трипровідній схемі. Один провідник (чорний або коричневий) приєднується на землю (GND), живлення (червоний провідник) на +5 V, і ще один провідник, по якому передаються сигнали (оранжевий або жовтий) підключається до одного із виходів контролера Arduino Uno.

Плата розширення Arduino Motor Shield виготовлена на основі мікросхеми L293, що є подвійним повномостовим драйвером, розробленим для керування індуктивними навантаженнями, такими як реле, соленоїди, сервоприводи, двигуни постійного струму і крокові двигуни. Вона дозволяє керувати чотирма двигунами постійного струму за допомогою плати Arduino, незалежно регулюючи швидкість і напрям кожного з них.

Редуктор Dual Motor GearBox, представляє собою подвійну коробку передач виробництва Tamiya. Даний редуктор може керувати двома колесами у прямому чи зворотному напрямі. Можливі два варіанти співвідношення передач - 58:1 і 203:1. Двигуни працюють від напруги 3-6В.

Аналоговий датчик обертання V1 Arduino – сумісний датчик обертання, максимальний кут повороту 300°, точність вимірів 0,2°. У даній системі використовується для визначення кута складання між тягачем і напівпричепом. Підключення датчика відбувається по трьох контактах: на живлення 5В, на землю і на аналоговий вхід мікроконтролера. У моделі автопоїзда датчик обертання жорстко закріплений на напівпричепові, а його обертальний елемент відіграє роль шворня, що вставляється у зчпний пристрій

тягача і фіксується у ньому. Під час руху положення ручки датчика відповідає напрямку тягача, а положення плати – напрямку причепа. Таким чином, покази датчика рівні куту складання автопоїзда.

Для вимірювання швидкості перед виконанням маневру використано інфрачервоний датчик GP2Y0A21. Принцип роботи датчика полягає у генеруванні і прийнятті відбитих інфрачервоних імпульсів. Світлодіодна схема генерує інфрачервоні імпульси, які відбиваються від об'єкта і потрапляють на модуль обробки вхідного сигналу з фотоелементом, який генерує вихідну величину від 0 до 3,5В. Програмно вихідна величина може бути переведена у розмірність відстані. Діапазон вимірювання датчика від 0,1 до 0,8 м, час відклику 38мс, робоча напруга 5В.

Датчик визначає відстань до найближчої перешкоди, після чого починає прямолінійний рух протягом наперед заданого проміжку часу. Після зупинки знову вимірюється відстань до перешкоди і, маючи відстань, пройдено за певний час, розраховується швидкість моделі.

Оскільки частота обертання моторів редуктора є сталою, тому достатньо визначити швидкість один раз перед проведенням маневру або при зміні вказаних вище значущих умов.

Програмне забезпечення. Скетч записаний безпосередньо у мікроконтролер Arduino, після успішної компіляції програма керування моделлю передається у процесор засобами віртуального СОМ-порта. Він дозволяє діалог із користувачем, котрий вводить команди із клавіатури для виконання руху, поворот коліс чи певних маневрів. Дані про кути повороту керованих коліс, кут складання, напрям і сторону руху виводяться один раз на дві секунди.

У програмі керування використовуються дві зовнішні бібліотеки: AFMotor.h і Servo.h для роботи моторної плати із двигунами постійного струму і сервоприводами відповідно. Бібліотека AFMotor.h дозволяє задати частоту мотора 1, 2, 4, 8, 16 або 64 КГц. У даному випадку встановлено 8 КГц на обидва мотори.

У функції setup ініціалізуються змінні, визначаються режими роботи виводів, встановлюється тип з'єднання і т.п. Для виведення отриманих даних на екран використовується послідовне з'єднання серійного порту. Його швидкість може бути 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 або 115200 біт/с, для даного випадку достатньо з'єднання на 9600 біт/с. Функція setup викликається при запуску скетча, тому в ній також обнуляються масиви даних руху і таймери, встановлюються початкові кути повороту керованих осей.

Функція data використовується для виведення на екран і/або запису даних про рух моделі у форматі, зручному для подальшої обробки. Всього виводиться 6 величин: час від початку роботи контролера у секундах, кути повороту коліс керованих осей (передньої у тягача і задньої у напівпричепа) в градусах, кут складання, напрям руху автопоїзда і напрям повороту. Таймер роботи контролера дозволяє записувати час безперервної роботи контролера до 50 днів, чого достатньо для розглядуваних задач.

Функція Key використовується для обробки вхідної команди з клавіатури і генерування вихідної команди відповідно до запиту. Описані команди: вирівнювання керованих коліс, поворот вправо і вліво керованих коліс тягача і причепа окремо, встановлення напрямку руху вперед-назад або зупинка, вимірювання поточної швидкості, виконання маневру кола, повороту на 90° або переставки.

Функція loop викликається після функції setup і циклічно виконує всі описані в ній оператори. В ній прописані виклики всіх інших функцій і встановлена частота виведення отриманих даних 2с.

Вбудований у середовище розробки монітор дозволяє реалізувати зворотній зв'язок із платою у процесі виконання програми. Можлива передача команд процесору, а також зчитування і відображення даних. Разом з тим, серійний монітор не має графічної оболонки чи механізму збереження відображуваних даних.

Для полегшення роботи з моделлю і нарощування її функціональності було розроблено Windows-сумісний додаток, написаний мовою Delphi. Застосовуючи даний додаток, керування моделлю здійснюється через панель управління натисканням на відповідні кнопки замість введення команди із клавіатури, що зручніше і економить час користувача.

Висновки. Розроблена самохідна масштабна модель автомобільного поїзда, що відтворює автопоїзд у складі автомобіля-тягача КамАЗ-6460 і тривісний напівпричіп Schmitz Cargobull AG 24/LZG з керованою задньою віссю. Модель обладнана необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою.

1. Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами. – М.:Наука. – 2010.
2. Гуменюк П.О. Апаратне забезпечення системи моніторингу автоперевезень /П.О.Гуменюк, В.В.Лотиш //Луцький національний технічний університет: Наукові нотатки. – Луцьк. – 2010. – С. 169-171.
- 3.Сахно В.П. До вибору приводу управління напівпричепом довгобазового автопоїзда-контейнеровоза /В.П.Сахно, Р.М.Марчук, В.М. Сондак, П.О.Гуменюк // Автошляховик України. Вісник центрального наукового центру транспортної академії України. - №14, 2011. – с.87-90.

4. Гуменюк П.О. Програмне забезпечення для керування фізичною моделлю багатоланкового транспортного засобу /П.О.Гуменюк, В.В.Лотиш //Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. Серія Машиноприладобудування та транспорт. Випуск 142/2013. – С. 23 - 26.

5. Лотиш В.В. Методологія застосування модельно-базового дизайну для розробки системи ESP /В.В.Лотиш, П.О.Гуменюк //LXVIII Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ.: НТУ. - 2012. - С.46.

6. Гуменюк П.О. Система управління автомобільного поїзда /П.О.Гуменюк //LXVII Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів університету. Київ. НТУ. 2013.

7. Сахно В.П. До розробки алгоритму управління напівприцепом сідельного автопоїзда /В.П.Сахно, В.М.Босенко, П.О.Гуменюк // Вісник Національного транспортного університету.- К.: НТУ, 2013.- Випуск 26.

REFERENCES

1. Sedov, A.V. (2010). *Modeling objects with discrete distributed parameters*. Moscow, Science Publ.
2. Gumeniuk, P. & Lotysh, V. (2010). Hardware for monitoring transportation systems. *Naukovi Notatky, Lutsk*. pp. 169-171.
3. Sakhno, V., Marchuk, R., Sondak, V. & Gumeniuk, P. (2011). Selection of control of long-base container trailer. *Avtoshliakhovyk Ukrainy. Visnyk tsentralnoho naukovoho tsentru transportnoi akademii Ukrainy*, No. 14, pp.87-90.
4. Gumeniuk, P. & Lotysh, V. (2013). Software to manage model of multi-link physical vehicle. *Bulletin of SevNTU. Collected Works. Series Instrumentation and Transport*. Issue 142, pp. 23 - 26.
5. Lotysh, V. & Gumeniuk, P. (2012). Methodology of use of model-base design for the development of ESP. *LXVIII Scientific conference of faculty members, graduate students and employees of structural subdivisions University*. Kyiv, National Transport University, pp. 46.
6. Gumeniuk, P. 2013. Control system of road vehicle. *LXVII Scientific conference of faculty members, graduate students and employees of structural subdivisions University*. Kyiv, National Transport University.
7. Sakhno V. Bosenko, V. & Gumeniuk, P. (2013). By developing the control algorithm for semitrailer truck train. *Bulletin of the National Transport University*. Kyiv, National Transport University, Issue 26.

Гуменюк П.О., Лотиш В.В., Физическая модель для исследования маневренности автопоезда.

Разработана самоходная масштабная модель автомобильного поезда воспроизводящая автопоезд в составе автомобиля-тягача КамАЗ-6460 и трехосного полуприцепа Schmitz Cargobull AG 24/LZG с управляемой задней осью. Модель оборудована необходимой контрольно-измерительной аппаратурой.

Ключевые слова: автопоезд, маневренность, физическая модель, программирование..

Gumeniuk P.O., Lotysh V.V., Physical model for the study of road train maneuverability.

Developed a scale model of a road train including truck KamAZ-6460 and three-axle semi-trailer Schmitz Cargobull AG 24/LZG with a controlled rear axle. The model is equipped with the necessary test equipment.

Keywords: trailer, maneuverability, physical model, programming.

АВТОРИ:

ЛОТИШ Володимир Вячеславович, к.т.н., доцент кафедри автоматизованого управління виробничими процесами Луцького НТУ, e-mail: admin@lntu.edu.ua

ГУМЕНЮК Павло Олександрович, к.т.н., асистент кафедри автоматизованого управління виробничими процесами Луцького НТУ, e-mail: nacacom@gmail.com

AUTHORS:

Volodymyr LOTYSH, Ph.D. in Engineering, Assoc. Professor of the Automated Management of Production Processes Department, Lutsk National Technical University; e-mail: admin@lntu.edu.ua

Pavlo HUMENIUK, Ph.D. in Engineering, Professor Assistant of the Automated Management of Production Processes Department, Lutsk National Technical University; e-mail: nacacom@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 14.04.2016р.

Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В., Шуба Є.В.
Національний транспортний університет

ВПЛИВ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ ДО ПОВІТРЯНОГО ЗАРЯДУ НА ІНДИКАТОРНІ ПОКАЗНИКИ СУЧАСНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

В даній статті наведені результати досліджень по впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на нерівномірність послідовних циклів та індикаторні показники сучасного бензинового двигуна.

Ключові слова: водневмісний газ, індикаторні показники, індикаторна діаграма, паливна економічність, бензиновий двигун.

Постановка проблеми. Відомо, що одним з недоліків бензинових двигунів є значне погіршення паливної економічності в режимах малих навантажень і холостого ходу [1]. Однією з причин цього є погіршення процесу згоряння. Одним з напрямів інтенсифікації процесу згоряння є добавка до свіжого заряду речовини, яка прискорює цей процес. До таких речовин відноситься водень та сполуки, які його включають. Однією з таких сполук є водневмісний газ, який в технічній літературі часто називають газ Брауна або «тримучий газ». Тому актуальним є дослідження по впливу добавки цього газу до повітряного заряду бензинових двигунів, зокрема дослідження робочого процесу.

В роботах [2, 3] представлені результати експериментальних досліджень по впливу добавки водневмісного газу на ефективні показники роботи бензинових двигунів з різними системами живлення в режимах малих навантажень і холостого ходу. В літературних джерелах не виявлено результатів добавки названого газу на протікання робочого процесу бензинових двигунів, зокрема на його індикаторні показники.

Мета досліджень: визначити вплив добавки водневмісного газу на індикаторні показники сучасного бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком, обладнаного нейтралізатором відпрацьованих газів.

Результати досліджень. На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проведені дослідження впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на індикаторні показники сучасного бензинового двигуна. Об'єктом експериментальних досліджень обрано бензиновий двигун 4С 7,65 / 7,56 (VW BBU) з системою впорскування та зворотнім зв'язком (рис. 1).

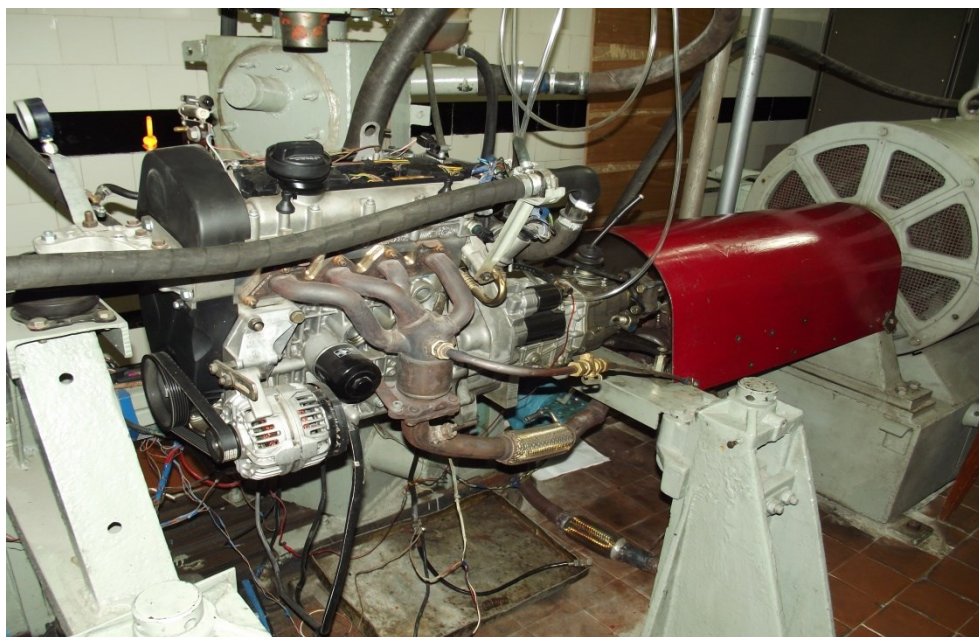


Рисунок 2 - Двигун 4С 7,65 / 7,56 (VW BBU) з системою впорскування та зворотнім зв'язком на гальмівному стенді

Відомо, що в умовах експлуатації режими роботи автомобільних двигунів змінюються в широких межах по частоті обертання і навантаженню. Режими роботи двигуна імітуються в процесі виконання їздових циклів автомобілем. Для дослідження було обрано середню точку по частоті обертання і навантаженню за Європейським їздовим циклом для автомобілів категорії М1 з названим вище двигуном. Ця точка відповідає таким показникам роботи двигуна: частоті обертання $n=2140 \text{ хв}^{-1}$ та крутному моменту 20 Н м.

Проведені раніше дослідження впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду за роботи двигуна в цьому режимі [3] показали, що ефективні показники двигуна, зокрема крутний момент та питома витрата палива поліпшуються із збільшенням добавки до 4...6% від витрати бензину. Індицирування робочого процесу проведено за роботи двигуна на бензині та на бензині з добавкою 4 л/хв (6,6 % від витрати бензину) водневмісного газу до повітряного заряду. Запис тиску в циліндрі двигуна проводили за допомогою сигналу від високотемпературного тензометричного датчика тиску типу МИДА–ДИ–12П–081 з діапазоном вимірювання тиску від 0 до 10 МПа і температурою вимірювальної мембрани до 350 °С. Електричний сигнал з датчика тиску через підсилювач на базі мікросхеми КР544УД2 надходив на багатоканальний аналогово-цифровий USB осцилограф з'єднаний з ПК, на якому встановлена програма "USB Oscilloscope".

В процесі індицирування двигуна одночасно з записом тиску в циліндрі двигуна записувались сигнали від датчика частоти обертання колінчастого вала та управляючого імпульсу котушки запалювання в циліндрі, в якому проводилось індицирування.

Для визначення ВМТ в циліндрі, який індицирувався, визначався момент часу, що відповідає початку 14-го зубця від синхронізуючої мітки (пропущеного зубця) на діаграмі записаній від датчика частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Момент запалювання визначався як момент припинення подачі імпульсу управляючої напруги в первинній обмотці котушки запалювання циліндра, який індицирувався.

За результатами експериментальних досліджень отримані показники паливної економічності, енергетичні показники, концентрації шкідливих речовин (ШР) у відпрацьованих газах (ВГ) двигуна, ефективні показники двигуна та осцилограми тиску в циліндрі двигуна за роботи при добавці та без добавки водневмісного газу до повітряного заряду двигуна.

Добавка водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна привела до зростання ефективної потужності з 4,48 до 4,71 кВт та зменшення годинної витрати палива з 1,85 до 1,82 кг/год. Питома ефективна витрата палива g_e знизилася з 413 до 386 г/(кВт·год). Економія палива становить 6,5%.

Добавка водневмісного газу не вплинула на кут випередження запалювання для даного швидкісного та навантажувального режиму і він складає 36° п.к.в.

Концентрації оксиду вуглецю, двооксиду вуглецю, вуглеводнів залишилися майже незмінними, при цьому концентрації оксидів азоту зросли з 560 до 750 млн⁻¹, що свідчить про зростання температури в циліндрах двигуна за роботи з добавкою водневмісного газу.

За результатами випробувань визначені різні показники, що характеризують робочий цикл. Відомо, що значення тиску в різних циклах характеризується певною нерівномірністю. Для розрахунку нерівномірності робочих циклів δ_{pz} , було обрано 50 послідовних робочих циклів. Даний розрахунок проводився за значеннями максимального тиску в циліндрі в кожному робочому циклі.

Нерівномірність робочих циклів оцінювалась за залежністю:

$$\delta_{pz} = \frac{\sum_{i=1}^m (|p_{zi} - p_{zcp}|)}{\sum_{i=1}^m p_{zi}} 100, \quad (1)$$

де p_{zi} - максимальний тиск i -ого робочого циклу;

p_{zcp} - середній максимальний тиск для обраної кількості індикаторних діаграм, який визначався за залежністю:

$$p_{zcp} = \frac{\sum_{i=1}^m p_{zi}}{m}, \quad (2)$$

де m – кількість робочих циклів;

Середній максимальний тиск для обраної кількості індикаторних діаграм складає 23,8 бар за роботи без добавки водневмісного газу та 24,4 бар з добавкою водневмісного газу.

За роботи двигуна з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду нерівномірність робочих циклів δ_{Pz} зменшилась з 4,38% до 3,71%.

Для визначення впливу водневмісного газу на індикаторні показники двигуна обрано середні індикаторні діаграми за максимальним тиском в циліндрі двигуна за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду.

Переведення значень тиску індикаторної діаграми з мВ в бар здійснювалось підбором тарувальних коефіцієнтів так, щоб отримана індикаторна потужність та значення тиску на такті впуску відповідала експериментальним даним. Для цього під час експериментальних досліджень вимірювали тиск у впускному колекторі та визначали індикаторну потужність двигуна.

Експериментально індикаторну потужність двигуна визначали відповідно до [4], а саме шляхом короткотермінового вимкнення запалювання в одному циліндрі на заданому режимі. В результаті цього відбувається зменшення ефективної потужності двигуна на величину індикаторної потужності одного циліндра. При множенні цієї величини на загальну кількість циліндрів отримується індикаторна потужність двигуна. Потужність механічних втрат визначалась як різниця між індикаторною і ефективною потужністю.

Під час роботи двигуна на заданому режимі без добавки газу при виключенні запалювання в одному циліндрі ефективна потужність зменшується на 1,79 кВт. Відповідно, індикаторна потужність двигуна без добавки водневмісного газу складає 7,16 кВт, механічні втрати для даного режиму роботи двигуна - 2,68 кВт. При добавці газу індикаторна потужність дорівнює 7,39 кВт.

На рис. 1 показані індикаторні діаграми двигуна за роботи на бензині та на бензині з добавкою водневмісного газу до повітряного заряду, а також лінії стиснення-розширення для даних діаграм.

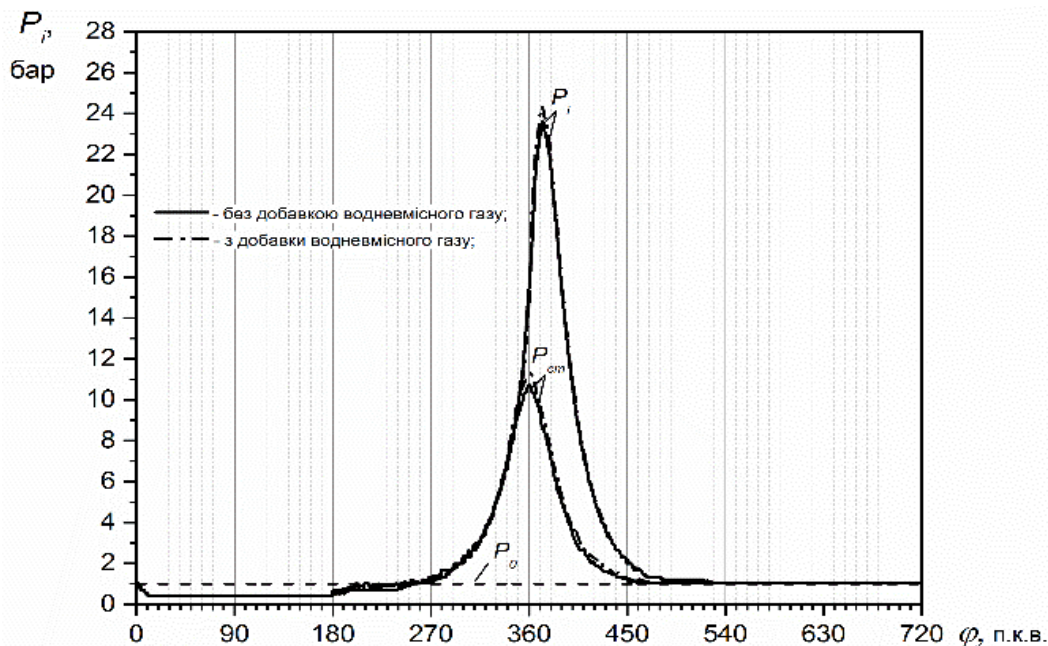


Рис. 1 – Індикаторні діаграми двигуна VW BBY 1.4 з та без добавки водневмісного газу ($n=2140$ хв⁻¹; $\Delta P_k=59,1$ кПа; $\theta=36$ °п.к.в.)

З наведених індикаторних діаграм отримано, що максимальний тиск P_z в циліндрі при добавці водневмісного газу зростає з 23,8 бар до 24,4 бар, при цьому положення колінчастого вала, як за роботи на бензині так і на бензині з добавкою водневмісного газу відповідає значенню 372 °п.к.в.

Точка відриву індикаторної діаграми від лінії стиснення-розширення при добавці водневмісного газу змістилась на 3 °п.к.в., відповідно з 336°п.к.в. до 339°п.к.в. Це свідчить про зростання I фази згоряння.

Середня швидкість наростання тиску $dP/d\phi$ на лінії згоряння при добавці водневмісного газу зросла з 0,417 бар/°п.к.в. до 0,427 бар/°п.к.в., що призведе до незначного підвищення жорсткості роботи двигуна.

Добавка водневмісного газу привела до зростання середнього індикаторного тиску з 2,99 бар до 3,17 бар та розрахункової індикаторної потужності з 7,41 кВт до 7,85 кВт.

Близькі розрахункові значення потужності до експериментальних свідчать про достовірність проведених розрахунків.

Висновки. Таким чином, результати експериментальних досліджень показали, що добавка водневмісного газу до повітряного заряду в сучасному бензиновому двигуні призводить до зростання індикаторних показників та зменшення годинної витрати палива, і, як наслідок, до покращення паливної економічності.

1. Платонов В.Ф. О режимах движения автомобилей в различных дорожных условиях / Платонов В.Ф., Устименко В.В., Назаров С.К. // Автомобильная промышленность. – 1977. - №11. – С. 19-23
2. Гутаревич Ю.Ф. Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корпач, Є.В. Шуба, О. Д. Філоненко, І. В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. –Вип. 30. –С.78-85
3. Гутаревич Ю. Ф. Вплив добавки водневмісного газу до повітряного заряду на паливну економічність бензинового двигуна із системою впорскування / Ю. Ф. Гутаревич, М. П. Цюман, Є. В. Шуба // Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza Monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Seria: Transport. – 2014. – № 5. – С. 149 – 154.
4. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – Введ. 01.01.82– Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 42 с.

REFERENCES

1. Platonov, V. Ustimenko, V. & Nazarov, S. (1977). O rezhimakh dvizheniya avtomobiley v razlichnykh dorozhnykh usloviyakh. *Avtomobilnaya promyshlennost*. No. 11. pp. 19-23.
2. Hutarevych, Yu., Korpach, A., Shuba, Ye., Filonenko, O. & Samoilenko, I. (2014). Vplyv dodavannya sumishi vodnyu z kysnem na palyvnu ekonomichnist' i toksychnist' benzynovoho dvyhuna v rezhymy kholostoho khodu. *Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu*. Kyiv, NTU Publ., Issue 30, pp. 78-85.
3. Hutarevych, Yu., Tsyuman, M. & Shuba, Ye. (2014). Vplyv dobavky vodnevemisnoho hazu do povitryanoho zaryadu na palyvnu ekonomichnist' benzynovoho dvyhuna iz systemoyu vporskuvannya. *Monografia pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy*. Seria: Transport. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza, No. 5. pp. 149-154.
4. *GOST 14846-81*. (1988). [National Standard 14846-81]. *Automobile Engines. Methods of stand tests*. Moscow, Izdatelstvo Standartov Publ., 42 p. (In Russian)

Гутаревич Ю.Ф., Карев С.В., Шуба Е.В. Влияние добавки водородосодержащего газа до воздушного заряда на индикаторные показатели современного бензинового двигателя.

В данной статье представлены результаты исследований по влиянию добавки водородосодержащего газа до воздушного заряда на неравномерность последовательных циклов и индикаторные показатели современного бензинового двигателя.

Ключевые слова: водородосодержащий газ, индикаторные показатели, индикаторная диаграмма, топливная экономичность, бензиновый двигатель.

Yu. Gutarevich, S. Karev, Ye. Shuba. Influence of additive gas with hydrogen to air charge on indicated indicators of modern petrol engine.

This article presents the results on the effect of additives gas with hydrogen to air charge indicator on the performance of modern gasoline engine and the irregularity of sequential cycles.

Key words: gaswithhydrogen, indicated parameters, indicator diagram, fuel economy, gasoline engine.

АВТОРИ:

ГУТАРЕВИЧ Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com

КАРЕВ Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри “Двигуни і теплотехніка”.

ШУБА Євгеній Васильович, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: shuba90@i.ua

AUTHORS:

Yurii GUTAREVICH, D. Sc. Eng., Professor, National Transport University, Head of the Department "Engines and Heating", e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com.

Stanislav KAREV, Ph.D., Assistant Professor of the Department "Engines and Heating Engineering".

Yevgeniy SHUBA, National Transport University, assistant of the department "Engines and Heating", e-mail: shuba90@i.ua.

Дмитриченко М.Ф., Левківський О.П., Ковальов М.Ф., Сопощко Ю.О.
Національний транспортний університет

АДАПТАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ АВТОРЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА ДО СТРУКТУРИ РУХОМОГО СКЛАДУ

В статті розглянуто організаційні аспекти адаптації виробничих структур та технологічних процесів ремонту автотранспортних засобів за умов значної різномарочності рухомого складу. Встановлено, що процеси адаптації визначаються складом та структурою цілей, які формуються для виробничої структури з урахуванням технологічних та організаційних особливостей її функціонування, зв'язків з зовнішнім середовищем, специфіки прийнятих методів управління в системі, інформатизації ремонтного виробництва.

Ключові слова: адаптація, ремонтне виробництво, автотранспортний засіб, складна система, інформаційна модель.

Постановка проблеми. Адаптація виробничих систем авторемонтного виробництва пов'язана із рядом ускладнень, обумовлених недостатнім розвитком теоретичних аспектів аналізу і синтезу таких систем за умов значної зміни структури автопарку України та відсутністю формалізованого опису, який дозволив би оптимізувати виробничі процеси, що забезпечують роботоздатність автотранспортних засобів (АТЗ) в процесі експлуатації.

В роботах [1, 2, 3] сформульовані основні аспекти адаптивності технічних систем на основі їх аналізу і синтезу. Дослідження щодо адаптації виробничих структур авторемонтного виробництва на сучасному етапі відсутні.

Результати досліджень. Проведений аналіз [4, 5] показує, що процеси адаптації авторемонтного виробництва, головним чином, базуються на інформаційній моделі, яка є основою для побудови бази даних та знань системного управління процесами ремонту АТЗ.

Процеси управління визначаються складом та структурою цілей, які формуються для виробничої структури з урахуванням технологічних та організаційних особливостей її функціонування, зв'язків з зовнішнім середовищем, специфіки прийнятих методів управління в системі, інформатизації ремонтного виробництва і т.і.

Цілі, що визначаються для адаптації виробничої структури (технологічного процесу) можуть бути представлені відповідною множиною параметрів, які характеризують рівень складності системи, що підлягає розгляду (рис. 1).

Для систем першого рівня складності (*ЕС*) це – функціональні і структурні елементи деталі.

Для систем другого рівня складності (*ПС*) це – складальні одиниці

Для систем третього рівня складності (*СФС*) це – складні функціональні системи.

Для систем четвертого рівня складності (*СОТС*) це – складні організаційно – технологічні системи

З точки зору системного підходу виробничі авторемонтні структури відносяться до четвертого рівня складності (авторемонтні підприємства, комплексні автотранспортні підприємства, станції технічного обслуговування і ремонту, спеціалізовані ремонтні майстерні, технологічні процеси ремонту АТЗ та відновлення деталей тощо) і є складними організаційно-технологічними системами (СОТС).

Характерними ознаками СОТС є багатомірність, ієрархічність і складність структурних взаємозв'язків між складовими системи [6, 7].

Адаптації таких систем характеризується значною складністю. Складність системи визначається кількістю компонентів, що входять до її складу та числом виконуваних операцій, ступенем зв'язків компонентів на різних ієрархічних рівнях, складністю вибору алгоритмів управління та значними обсягами інформації, яка підлягає обробці.

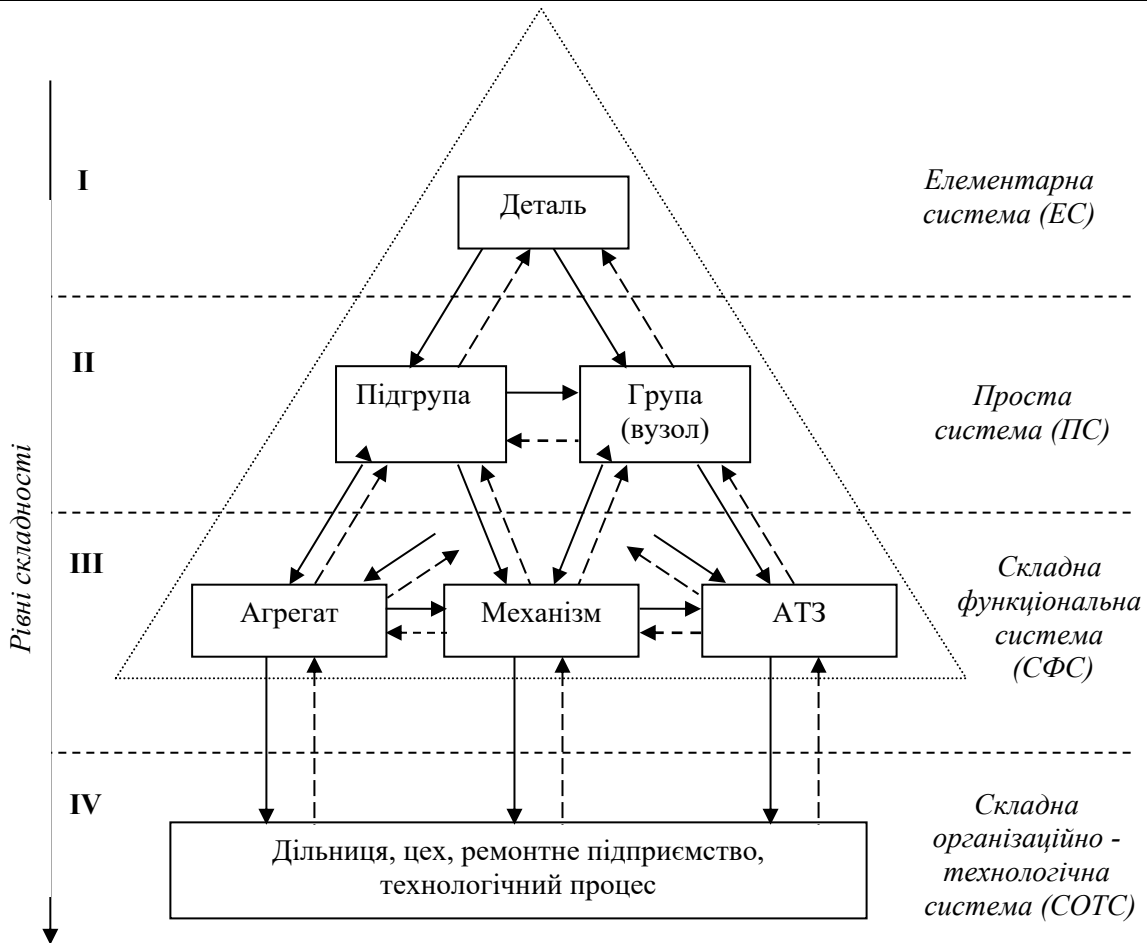


Рис. 1. Ієрархія системних зв'язків в авторемонтному виробництві:

- > координаційний зв'язок;
- - - - -> інформаційний (зворотній) зв'язок.

При дослідженні таких систем можливі помилки, які необхідно корегувати в процесі дослідження.

З теорії управління складними системами [8, 9, 10] відомо, що кожна цілеспрямована і стійка система має замкнуті контури – зворотні зв'язки.

Якщо розглядати виробничо-технологічні процеси авторемонтного виробництва, як складні системи, то схема зв'язків в таких системах має вигляд замкнутого контуру (рис. 2).

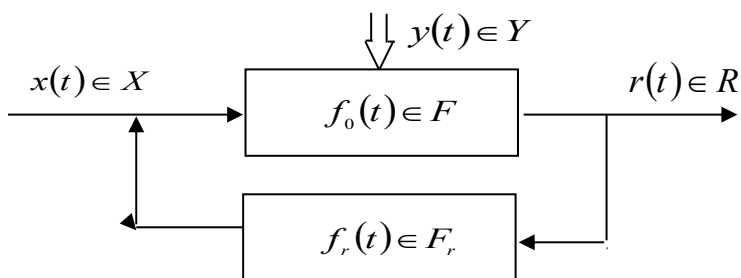


Рис. 2. Структурна схема системи з зворотнім зв'язком

Модель системи з зворотнім зв'язком (наприклад, виробничого процесу відновлення деталей) буде мати вигляд:

$$r(t) = \{x(t), y(t), f_0(t), f_r(t)\}; \tag{1}$$

$$r(t) = \frac{f_0(t)}{1 \pm f_0(t)f_r(t)} \{x(t), y(t)\}, \quad (2)$$

де $x(t)$ – вхідна, що характеризує систему (виробничий процес);

$r(t)$ – результуюча (вихідна) системи (виробничого процесу);

$y(t)$ – змінна впливу на систему (виробничий процес);

$f_0(t), f_r(t)$ – відповідно функції, що характеризують стан виробничого процесу і системи управління (корегування) процесом.

Використовуючи модель управління системою з зворотнім зв'язком, сформуємо складну систему у вигляді множини локальних підсистем

$$\begin{aligned} x_m(t) &\in \{x_{m1}(t), x_{m2}(t), \dots, x_{mn}(t)\}; \\ y_m(t) &\in \{y_{m1}(t), y_{m2}(t), \dots, y_{mn}(t)\}; \\ R_m(t) &\in \{r_{m1}(t), r_{m2}(t), \dots, r_{mn}(t)\}; \\ f_0^m(t) &\in \{f_0^{m1}(t), f_0^{m2}(t), \dots, f_0^{mn}(t)\}; \\ f_r^m(t) &\in \{f_r^{m1}(t), f_r^{m2}(t), \dots, f_r^{mn}(t)\}, \end{aligned} \quad (3)$$

де $x_{mn}(t), y_{mn}(t), R_{mn}(t), f_0^{mn}(t), f_r^{mn}(t)$ – параметри і функції n -го локального технологічного процесу m -ої виробничої системи.

$$R_m(t) = \frac{f_0^{mn}(t)}{1 \pm f_r^{mn}(t)f_0^{mn}(t)} \{x_{mn}(t), y_{mn}(t)\}; \quad (4)$$

Проблема забезпечення цільової спрямованості процесів управління на кінцеві результати діяльності безпосередньо залежить від іншої проблеми – забезпечення єдності цих процесів на загальній інформаційній основі.

Модель функції, що характеризує стан (єдність) виробничої системи (технологічного процесу) буде мати вигляд:

$$f_0^c(t) = \prod_{m=1}^n \left\{ \frac{f_0^{mn}(t)}{1 \pm f_r^{mn}(t)f_0^{mn}(t)} \right\} \quad (5)$$

Тобто, функції управління f_r^{mn} локальними процесами є одночасно об'єктами адаптації СОТС в цілому.

Технологія адаптації повинна проектуватись таким чином, щоб інформація, яка характеризує виробництво в статистиці і міститься в базі даних системи управління, а також дані про стан окремих виробничих процесів в різні проміжки часу, отримані на рівні матеріальних потоків, багаторазово використовувались на всіх рівнях організаційної структури управління (при здійсненні різних аналізів, необхідних для формування управлінських дій на виробництво, при зміні структури рухомого складу, значень критеріїв надійності, економічності, екологічності тощо).

Висновки. Розглянутий підхід адаптації дає можливість провести комплексну технологічну оцінку ремонтного виробництва і покращити ефективність управління виробничими процесами, оскільки є можливість оцінити ефективність того чи іншого технологічного процесу (виробничої структури), об'єднати номенклатуру відновлюємих об'єктів за групами, підгрупами і т.і. Це в свою чергу дає можливість визначитись з рівнем спеціалізації виробничих структур (робочих місць) тощо.

Запропонована методика адаптації авторемонтного виробництва, є конструктивним напрямком подальшого розвитку інформаційно-цільових методів забезпечення роботоздатності АТЗ в умовах експлуатації.

1. Левковець П.Р. Управління проектами виробництва і технічної експлуатації автотранспортних засобів: Монографія / П.Р.Левковець, О.П.Левківський – К.: НТУ, 2006 – 142 с.
2. Левковець П.Р. Системні аспекти організації праці і управління виробництвом/ П.Р.Левковець // Навч. посіб. для слухачів ф-ту післядиплом. освіти. – К.: УТУ, 1998. – 200 с.
3. Організаційно-функціональні аспекти економіки і менеджменту: Навч. посіб. / Під редакцією П.Р.Левковця. – К.: УТУ, ІЕБТ, 2000. – 397 с.
4. Левківський О.П. Адаптивність технологічних процесів відновлення деталей до гнучких систем ремонту автотранспортних засобів / О.П.Левківський // Високі технології в машинобудуванні: Зб. наук. пр. НТУ "ХПІ". – Харків, 2003. – Вип. 1(6) – С. 69 – 72.
5. Левківський О.П. Оцінка адаптивності технологічних процесів відновлення деталей до сучасного авторемонтного виробництва / О.П.Левківський, В.І.Амуров, О.О.Туриця // Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях: Материалы Восьмой ежегодной международной Промышленной конференции, 11–15 февраля 2008 г., п. Славское, Карпаты – К.: УИЦ "Наука. Техника. Технология." – 2008. – С. 153 – 155.
6. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем: Пер. с англ. / Месарович М., Мако Д., Такаха Я. – М.: Мир, 1973. – 244 с.
7. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем/ А.И.Уемов – М.: Мысль, 1978.– 314 с.
8. Левковець П.Р. Ремонтні структури автотранспортного комплексу – складні організаційно-технологічні системи / П.Р.Левковець, О.П.Левківський // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: Науковий журнал. – К.: НТУ, ТАУ. – 2003. – Вип. 16 – С. 20 – 25.
9. Левківський О.П. Управління складними організаційно-технологічними системами ремонту дорожніх транспортних засобів / Олександр Левківський, Олександр Кононенко // Monografia nr 3. Seria: Transport. – Rzeszow (Poland): Politechnica Rzeszowska, 2012. – С. 101 – 104.
10. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів / А.А.Тимченко // Підручник: У двох книгах. Книга 1. Основи САПР та системного проектування складних об'єктів. – К.: Либідь, 2000. – 272 с.

REFERENCES

1. Levkovets, P. & Levkivskiy O. (2006) *Project management of production and vehicles technical operation* [*Upravlinnya proektami virobnitsva I tehnicnoyi ekspluatatsii avtotransportnykh zasobiv*], Kyiv, NTU, 142 p.
2. Levkovets, P. (1998) *System aspects of labor and production management* [*Sistemni aspekty organizatsii pratsi I upravlinnij vyrobnitsvom*], Kyiv, UTU, 200 p.
3. Levkovets, P. (2000) *Organizational and functional aspects of economics and management* [*Organizatsiyno-funtsionalni aspekty ekonomiky I menedzhmentu*], Kyiv, UTU, IEBT, 2000, 397 p.
4. Levkivskiy O. (2003) *Adaptability processes to restore parts of the flexible vehicles repair system* [*Adaptyvnyist tehnologichnykh protsesiv vidnovlennya detaley do gnuchkikh system remontu avtotransportnykh zasobiv*], NTU "Kharkov Politechnic Institute", Vol. 1(6), pp. 69 – 72.
5. Levkivskiy, O. Amurov, V. & Turitsya, O. (2008) *Evaluation of adaptability recovery processes to a modern automotive parts production*. [*Otsinka adaptyvnosti tehnologicnykh protsesiv vidnovlennya detaley do suchasnogo avtoremontnogo vyrobnytsva*], Slavskoe – Kyiv, UIC "Science. Technique. Technology." pp. 153 – 155.
6. Mesarovich, M. Mako, D. & Takahara, Ya (1973) *The theory of hierarchical multilevel systems* [*Teoriya ierarkh ichtskikh system*] Moscow, Myr, 244 p.
7. Uemov, A. (1978) *System approach and general systems theory* [*Systemniy podkhod I obshaya teoriya system*], Moscow, Mysl, 314 p.
8. Levkovets, P. & Levkivskiy O. (2003) *Repair structure of automotive repair - complex organizational and technological systems*. [*Remontni struktury avtotransportnogo kompleksu – skladni organizatsiyno-tehnologichni systemy*]. System methods of management, technology and organization of production, repair and exploitation of cars, Vol. 16. Kyiv, UTU, TAU, pp. 20 – 25.
9. Levkivskiy, O. & Kononenko, O. (2012) *Management of complex organizational and technological systems repair of road vehicles* // Monografia nr 3. Seria: Transport. – Rzeszow (Poland): Politechnica Rzeszowska, pp. 101 – 104.
10. Timchenko, A. (2000) *Fundamentals of system design and complex objects system analysis*. [*Osnovy sistemnogo proektuvanniy ta sistemnogo analizu skladnykh obektiv*]. Kyiv, Lybid, 272 p.

Дмитриченко Н.Ф., Левковський А.П., Ковалев М.Ф., Сопочко Ю.А. Адаптація виробничих систем авторемонтного виробництва к структурі подвижного складу.

В роботі розглянуті організаційні аспекти адаптації виробничих структур і технологічних процесів ремонту автотранспортних засобів при умовах значительної різномарочності подвижного складу. Установлено, що процеси адаптації визначаються складом і структурою цілей, які формуються для виробничої структури з урахування технологічних і організаційних особливостей її функціонування, зв'язей з зовнішнім середовищем, специфіки прийнятих методів управління в системі, інформатизації ремонтного виробництва.

Ключові слова: адаптація, ремонтне виробництво, автотранспортне засіб, складна система, інформаційна модель.

М. Dmytrychenko, O. Levkivskiy, M. Kovalov, Y. Sopotsko. Manufacturing systems of automotive repair production adaptation to rolling stock structure.

In article discusses the organizational aspects of production structures adaptation and technological processes of vehicles repair under conditions of considerable different rolling stock. It was found that the adaptation processes are determined by the composition and structure of the objectives, which are formed for the industrial structure based on technological and organizational features of its functioning, relations with the external environment, the specifics adopted by the management system, informatization repair production.

Keywords: adaptation, repair production, vehicle, complex system, information model.

АВТОРИ:

ДМИТРИЧЕНКО Микола Федорович, доктор технічних наук, професор, ректор Національного транспортного університету, e-mail: general@ntu.edu.ua;

ЛЕВКІВСЬКИЙ Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Національний транспортний університет, e-mail: levkovskyy@ukr.net;

КОВАЛЬОВ Михайло Францевич, кандидат технічних наук, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Національний транспортний університет, e-mail: material@ntu.edu.ua;

СОПОЦЬКО Юрій Олександрович, старший викладач кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Національний транспортний університет, e-mail: material@ntu.edu.ua.

АВТОРЫ:

ДМИТРИЧЕНКО Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, ректор Национального транспортного университета, e-mail: general@ntu.edu.ua;

ЛЕВКОВСКИЙ Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Производство, ремонт и материаловедение», Национальный транспортный университет, e-mail: levkovskyy@ukr.net;

КОВАЛЕВ Михаил Францевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедение», Национальный транспортный университет, e-mail: material@ntu.edu.ua;

СОПОЦКО Юрий Александрович, старший преподаватель кафедры «Производство, ремонт и материаловедение», Национальный транспортный университет, e-mail: material@ntu.edu.ua.

AUTHORS:

Mykola DMYTRYCHENKO, D.Sc. Eng., Professor, Rector of National Transport University, e-mail: general@ntu.edu.ua;

Oleksandr LEVKIVSKIY, D.Sc. Eng., Professor, Head of the Manufacturing, Repair and Materials Engineering Department, National Transport University, e-mail: levkovskyy@ukr.net;

Mihailo KOVALOV, Ph.D. Eng., Professor of the Manufacturing, Repair and Materials Engineering Department, National Transport University, e-mail: material@ntu.edu.ua

Yurij SOPOTSKO, Senior lecturer of the Manufacturing, Repair and Materials Engineering Department, National Transport University, e-mail: material@ntu.edu.ua

Стаття надійшла в редакцію 19.04.2016

Захарчук В.І., Цикун Ю.О., Захарчук Ю.В.
Луцький національний технічний університет**ПЕРЕВІРКА АДЕКВАТНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ
КОЛІСНОГО ТРАКТОРА У ЇЗДОВОМУ ЦИКЛІ**

Колісні трактори часто використовуються в якості технологічних транспортних засобів. Сформовано їздовий цикл для використовуваного в якості технологічного транспортного засобу колісного трактора, який включає основні режими руху трактора: розгін, рух з постійною швидкістю та сповільнення. Описана математична модель руху колісного трактора за сформованим їздовим циклом, в якій окремі етапи руху описуються своїми рівняннями. Така математична модель буде використана для дослідження паливо-економічних та екологічних показників колісного трактора під час роботи його двигуна на різних паливах. Наведені результати експериментальних досліджень дизеля Д-243 під час роботи на різних паливах у вигляді навантажувальних характеристик. Вказані результати використані в математичній моделі руху колісного трактора для опису двигуна як джерела енергії, споживача моторного палива та повітря та джерела викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Наведена методика перевірки адекватності математичної моделі руху колісного трактора шляхом порівняння результатів розрахунків окремих параметрів з результатами експериментальних досліджень. Наведені результати перевірки адекватності математичної моделі, які показали, що математична модель руху колісного трактора достатньо адекватно описує рух колісного трактора в експлуатаційних умовах і може бути використана для оцінки ефективності заходів, направлених на зменшення шкідливих викидів колісного трактора в умовах експлуатації.

Ключові слова: математична модель, колісний трактор, їздовий цикл, дорожні випробування, перевірка адекватності.

Постановка проблеми. В даний час перед людством стоять дві глобальні проблеми: світовий дефіцит нафти та забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ВГ) різних видів техніки. Суттєво вирішити ці проблеми можна використанням альтернативних моторних палив.

На сьогоднішній день у нашій державі є великий парк колісних транспортних засобів та мобільної сільськогосподарської техніки, які працюють на паливі нафтового походження. Але вартість палива весь час зростає, погіршується також екологічна ситуація в країні. Одним з основних шляхів виходу з цієї ситуації є адаптація техніки до роботи на альтернативних паливах[1].

Значна частина колісних тракторів, зокрема класу 1,4, в сільськогосподарському виробництві, комунальному господарстві та промисловості використовується в якості технологічного транспорту [2]. В цьому випадку передбачений їх заїзд у приміщення та тривала робота в цих приміщеннях. Вже через декілька хвилин роботи в двигуна в закритому приміщенні гранично допустимі концентрації викидів з відпрацьованими газами (ВГ) шкідливих речовин (ШР) перевищують допустиму норму. В зв'язку з цим, дослідження, спрямовані на підвищення екологічної безпеки цього виду транспорту шляхом обґрунтованого вибору альтернативних моторних палив, є актуальними.

Можливість застосування певного виду альтернативного моторного палива (АМП) визначається його регіональними ресурсами, співвідношенням цін між альтернативними та традиційними паливами, затратами на адаптацію двигунів для роботи на АМП, на інфраструктуру доставки, зберігання та заправки техніки. Стосовно технологічних транспортних засобів, то на даний час пріоритет щодо АМП належить біопаливам на основі рослинних олій [3].

Переведення транспортних засобів, які знаходяться в експлуатації, на альтернативні палива призводить до зміни ряду їх експлуатаційних якостей, в тому числі до зміни екологічних характеристик відпрацьованих газів. В цьому випадку правильний вибір палив дозволяє вирішити відразу два завдання: підвищити екологічну безпеку транспортних засобів (ТЗ) та зменшити використання нафти на потреби транспорту.

Зазвичай моделювання руху транспортних засобів виконується за режимами стандартних їздових циклів, які імітують рух транспортних засобів [4]. Оскільки стандартні їздові цикли для колісних тракторів, використовуваних в якості технологічного транспорту відсутні, то для оцінки показників такої техніки сформований їздовий цикл (рис. 1), який включає основні режими його руху. **Метою роботи** є перевірка адекватності математичної моделі руху колісного трактора в прийнятому їздовому циклі.

Результати досліджень. Визначення показників колісного трактора під час роботи на біопаливі здійснювалось шляхом моделювання його руху на математичній моделі в прийнятому їздовому циклі, який показаний на рис. 1.

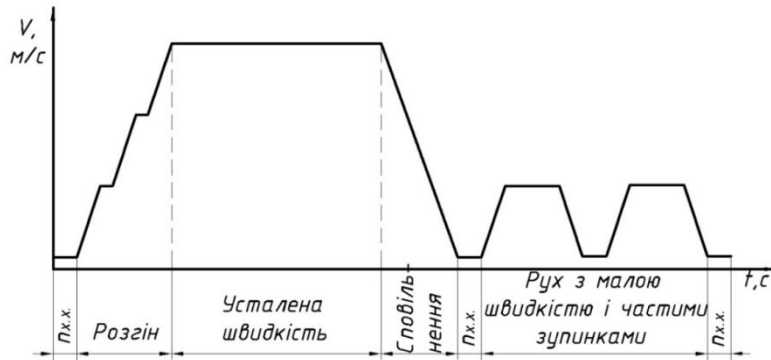


Рис. 1 – Їздовий цикл засобів технологічного транспорту

Математична модель [4, 5] представлена низкою диференціальних і алгебраїчних рівнянь, що описують закономірності зміни швидкості трактора, витрати палива і викидів шкідливих речовин (ШР) у відпрацьованих газах (ВГ) на кожній елементарній ділянці їздового циклу. Вхідними параметрами математичної моделі прийнята величина переміщення важеля керування паливоподачею φ_{op} і швидкість V_{op} переміщення важеля, передаточне число U_i коробки передач, час переключення передач t_{cki} і частота обертання двигуна n_d , при якій оператор включає більш високу передачу при розгоні. Задані оператором φ_{op} , V_{op} і n_d визначають крутний момент двигуна. Крутним моментом і частотою обертання визначаються режими роботи двигуна, годинні витрати палива G_n і повітря $G_{нов}$, вміст у ВГ сажі С, оксидів вуглецю CO , вуглеводнів C_mH_n і оксидів азоту NO_x [4].

Вихідним параметром двигуна є крутний момент M_k , величина якого при заданому оператором положенні важеля керування паливоподачею визначається умовами на виході: характеристиками дороги (поздовжній ухил i , коефіцієнт опору коченню коліс трактора та причепа f), власною масою тракторного поїзда M_0 і масою вантажу $M_в$, обраної оператором передачі U_i , фактором опору повітря kF , тому що ці умови визначають швидкість руху трактора і, відповідно, частоту обертання колінчастого вала двигуна.

В математичній моделі імітується рух колісного трактора з причепом по дорозі, визначаються в кожний момент виконання циклу режими роботи його двигуна (частота обертання і крутний момент двигуна), виходячи з яких за експериментально визначеними в роботі характеристиками з урахуванням особливостей роботи двигуна в неусталених режимах та виду палива розраховується витрата палива, шкідливі викиди, тягово-швидкісні властивості трактора на елементарній ділянці шляху, в цілому в режимі та за весь цикл руху трактора.

Наприклад, рушання трактора з пробуксовуючим зчепленням описується рівняннями для двигуна і веденої частини зчеплення.

Рух двигуна описується рівнянням:

$$\frac{dn_d}{dt} = (M_{кн} - M_{зч}) \cdot \frac{30}{J_d \cdot \pi}, \quad (1)$$

де $\frac{dn_d}{dt}$ – сповільнення чи прискорення колінчастого вала двигуна, $хв^{-1} \cdot c^{-1}$; J_d – момент інерції двигуна, $(кг \cdot м^2)$; $M_{кн}$ – крутний момент двигуна в неусталеному режимі роботи, $Нм$; $M_{зч}$ – момент тертя зчеплення, $Нм$.

Рівняння руху трактора, отримане з тягового балансу, має вигляд:

$$\frac{dV_{mp}}{dt} = \frac{1}{\delta \cdot (M_o + M_{np} + M_e) \cdot \left(1 + \frac{\lambda \cdot U_i^2 \cdot U_0^2 \cdot U_k^2 \cdot \eta_r}{\delta \cdot (M_o + M_{np} + M_e) \cdot r_k \cdot r_d} \right)} \times \left(\frac{M_k \cdot U_i^2 \cdot U_0^2 \cdot U_k^2 \cdot \eta_r}{r_d} - P_f \pm P_i - P_w - P_{кр} \right), \quad (3)$$

де M_0 – маса колісного трактора, кг; M_{np} – маса причепа, кг; M_e – маса вантажу, кг; r_0 – динамічний радіус колеса, м; U_i – передаточне число i -ї передачі; U_0 – передаточне число головної передачі; U_k – передаточне число колісної передачі; P_f, P_b, P_w – сили опору відповідно коченню, підйому та повітря, Н; δ – коефіцієнт, який враховує маси трактора, що обертаються; λ – експериментальний коефіцієнт неусталеного режиму; η_T – ККД трансмісії; $P_{кр}$ – сила тяги на кроюку, Н.

В математичній моделі використовуються результати експериментальних досліджень двигуна під час роботи на новому біопаливі. Були проведені стендові випробування дизеля Д-243 при його роботі на ізопропіловому ефірі ріпакової олії (ІЕРО) та нафтовому ДП в результаті яких отримані навантажувальні характеристики (рис. 2) при різних частотах обертання з заміром викидів шкідливих речовин. Як видно з наведених характеристик, потужність N_e дизеля при роботі на цих паливах практично однакова. У випадку роботи дизеля на ІЕРО має місце збільшення питомої витрати g_e палива в межах 4...6 % в результаті меншої теплоти згорання та збільшення концентрації оксидів азоту NO_x у відпрацьованих газах через більший вміст кисню в біопаливі та підвищення температури робочого тіла в циліндрах дизеля [6]. Димність ВГ є меншою при роботі на біопаливі, особливо при навантаженнях близьких до максимальних. Це говорить про більш повне вигорання сажі в циліндрах дизеля.

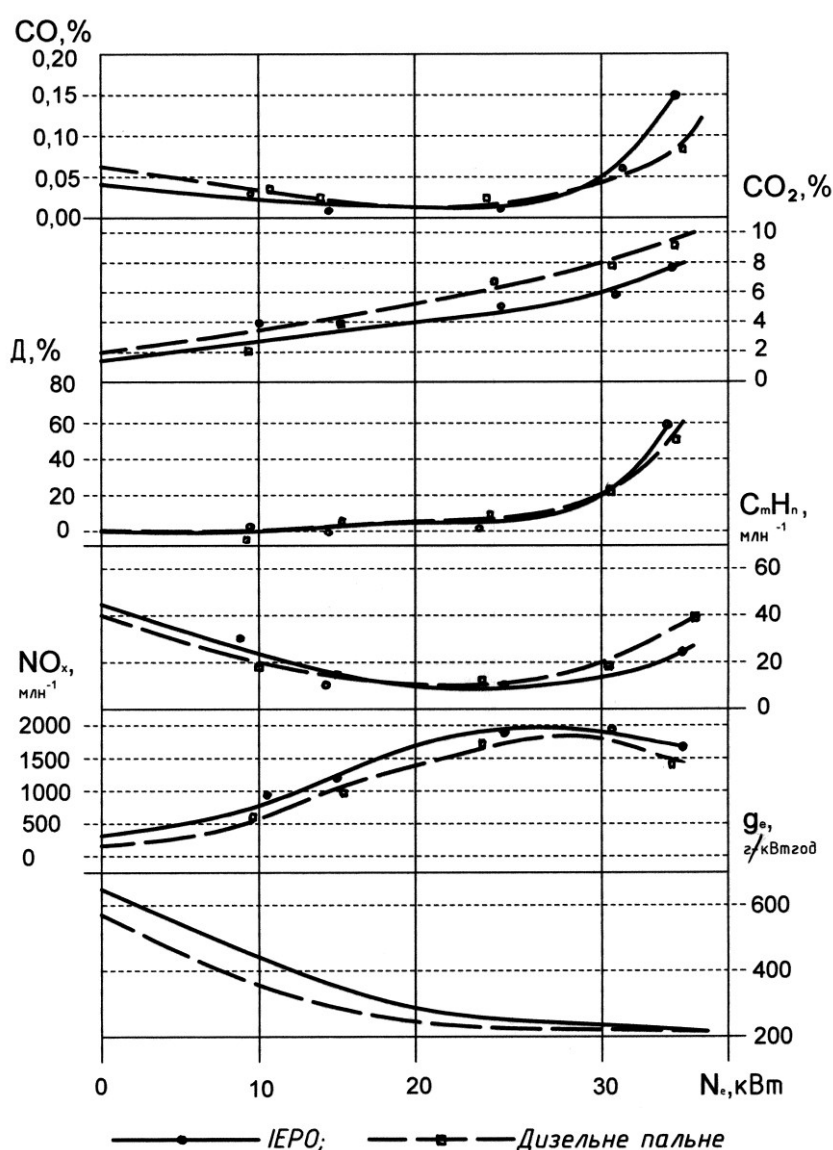


Рис. 2. Навантажувальні характеристики дизеля Д-243 з заміром викидів ШР

Відхилення величин решти порівнюваних показників знаходиться в межах можливої точності їх вимірювання. Концентрація продуктів неповного згорання при низьких навантаженнях вищі при роботі на ІЕРО, але при високих навантаженнях ситуація протилежна.

Перевірка адекватності математичної моделі руху колісного трактора проводилась шляхом порівняння розрахункових швидкостей трактора з даними експериментальних досліджень, отриманих при реалізації їздового циклу на колісному тракторі.

Дорожні випробування трактора МТЗ-80 з причепом 2ПТС-4, який перевозив вантаж, проводились за прийнятим їздовим циклом. Тракторний дизель було переобладнано для роботи на біодизельному паливі.

Під час дорожніх випробувань визначались витрата палива $G_{п}$, швидкість руху V , час t руху трактора в циклі та відстань S , на якій проводились дослідження руху колісного трактора.

Для перевірки адекватності математичної моделі створений спеціальний апаратний комплекс, який дає можливість вимірювати і реєструвати параметри дослідного зразка в режимі реального часу під час руху в їздовому циклі. Такими параметрами обрано: положення важеля керування паливopoдачею, положення рейки паливного насоса та швидкість руху трактора. Основою апаратного комплексу є магнітоелектричний осцилограф К12-22.

Розрахунки на математичній моделі за режимами їздового циклу проводились для трактора масою 3160 кг з причепом з вантажем масою 2550 кг. Коефіцієнт опору кочення прийнятий $f=0,016$.

На рис. 3. показано фрагмент їздового циклу колісного трактора при дорожніх випробуваннях та при моделюванні руху на математичній моделі.

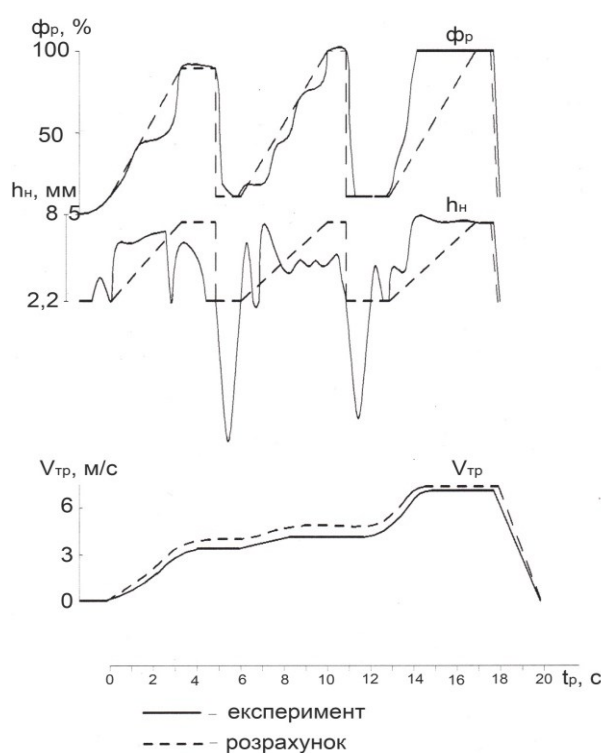


Рис. 3. Діаграми зміни показників колісного трактора МТЗ-80 при русі за їздовим циклом з використанням біодизельного палива

За даними рис. 3 видно, що час t та швидкість руху V , отримані шляхом розрахунку, відрізняється від даних, отриманих в результаті експерименту, на 2,5% та 1,5%. Витрата палива $G_{п}$, отримана в результаті експерименту, відрізняється від розрахункових даних до 5%, тобто математична модель досить точно описує характер руху колісного трактора в їздовому циклі і може бути використана для оцінки його показників під час роботи на різних паливах.

Висновки. Математична модель руху колісного трактора достатньо адекватно описує рух колісного трактора в експлуатаційних умовах і може бути використана для оцінки ефективності заходів, направлених на зменшення шкідливих викидів колісного трактора в умовах експлуатації.

1. Захарчук В.І. Аналіз властивостей альтернативних палив для автотракторних дизелів / В.І.Захарчук, В.В.Ткачук // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – 2010. – Вип. 28. – С. 227–230.
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. – К.:Урожай, 2002. – 324 с.
3. Захарчук В.І. Експлуатаційні показники біодизельних палив / В.І.Захарчук, В.В.Ткачук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2010. – Вип. № 7. – С. 98–102.

4. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях. – К.: Выща шк., 1991. – 179 с.
5. Захарчук О.В. Особливості математичної моделі руху колісного трактора з газовим двигуном// Наукові нотатки: Міжвузівський збірник. За напрямом “ Інженерна механіка ”. – Випуск 28. – 2010.
6. Захарчук В.І. Перспективи застосування ізопропілового ефіру ріпакової олії в якості дизельного палива / В.І.Захарчук, В.В.Ткачук // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – 2010. – Вип. №20. – С. 78–84.

REFERENCES

1. Zakharchuk, V., Tkachuk, V. (2010) The analysis properties of alternative fuels for autotractor diesel engines. [Analiz vlastyvostryy al'ternatyvnykh palyv dlya avtotraktornykh dyzeliv]. *Naukovi Notatky*, Vol. 28., pp. 78-85.
2. Bilokon' Ya., Okocha A. (2002). *Tractors and cars*. [Traktory i avtomobili]. Kyiv, Urozhai Publ. 324 pp.
3. Zakharchuk, V. (2010). Operating indicators of biodiesel fuels. [Ekspluatatsiyni pokaznyky biodyzel'nykh palyv]. *Bulletin of the Volodymyr Dal' East Ukrainian National University*. Vol.6., pp. 98-102.
4. Hutarevych Yu. (1991). *Reduction of harmful emissions vehicle during operating conditions*. [Snizheniye vrednykh vybrosov avtomobilya v ekspluatatsionnykh usloviyakh]. Kyiv, Vyshcha shkola Publ. 179 pp.
5. Zakharchuk, O.(2010). Peculiarities of mathematical model motion of wheeled tractor during operating on gas engine. [Osoblyvosti matematychnoyi modeli rukhu kolisnoho traktora z hazovym dvyhunom]. *Naukovi Notatky*, Vol. 28.
6. Zakharchuk, V., Tkachuk, V. Prospects of application isopropyl ester of rapeseed oil as a diesel fuel. [Perspektyvy zastosuvannya izopropilovoho efiru ripakovoyi oliyi v yakosti dyzel'noho palyva]. *Silskohospodarski mashyny*, Vol. 20., pp. 78-84.

Захарчук В.І., Цикун Ю.А., Захарчук Ю.В. Проверка адекватности математической модели движения колесного трактора в ездовом цикле.

Колесные тракторы часто используются в качестве технологических транспортных средств. Сформирован ездовой цикл для используемого в качестве технологического транспортного средства колесного трактора, который включает основные режимы движения трактора: разгон, движение с постоянной скоростью и замедление. Описанная математическая модель движения колесного трактора по сложившемуся ездовым циклом, в которой отдельные этапы движения описываются своими уравнениями. Такая математическая модель будет использована для исследования топливно-экономических и экологических показателей колесного трактора при работе его двигателя на различных топливах. Приведенные результаты экспериментальных исследований дизеля Д-243 при работе на различных топливах в виде нагрузочных характеристик. Указанные результаты использованы в математической модели движения колесного трактора для описания двигателя как источника энергии, потребителя моторного топлива и воздуха и источники выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Приведенная методика проверки адекватности математической модели движения колесного трактора путем сравнения результатов расчетов отдельных параметров результатам экспериментальных исследований. Приведенные результаты проверки адекватности математической модели, которые показали, что математическая модель движения колесного трактора достаточно адекватно описывает движение колесного трактора в эксплуатационных условиях и может быть использована для оценки эффективности мероприятий, направленных на уменьшение вредных выбросов колесного трактора в условиях эксплуатации.

Ключевые слова: математическая модель, колесный трактор, ездовой цикл, дорожные испытания, проверка адекватности.

Zakharchuk V., Tsykun Yu., Zakharchuk Yu. Adequacy verification of the mathematical model of wheel tractor in driving cycle.

Wheel tractors are often used as technological vehicles. The driving cycle was generated for a wheel tractor as a technological vehicle. It includes the main modes of the vehicle: acceleration, motion with constant speed and deceleration. Driving cycle consists of two stages. The first stage is tractor movement with almost maximal speed, which describes cargo delivery for production. The second stage is low tractor motion with frequent stops, which describes the tractor movement in the production areas. The mathematical model describes wheel tractor motion in the generated driving cycle. Separate stages of motion are described by their equations. Besides the equation of the tractor motion is obtained from the equation of tractor traction balance. Differential equations of the mathematical model are solved by the Runge-Kutt method. This mathematical model will be used to study the tractors fuel consumption and environmental performance with its engine work on different fuels. The results of experimental studies of diesel D-243 during its operating on different fuels are shown, including the new biodiesel fuel. Load characteristics with concentrations of harmful substances in the exhaust gases are shown too. The obtained characteristics was approximated by polynomial dependencies by least squares method and used in the mathematical model of the wheel tractor motion to describe the tractors engine as an energy source, as consumer of fuel and air and as a source of emissions with exhaust gases. Adequacy of mathematical model of wheel tractor movement was cheked by comparing the results of calculations of the individual parameters with the experimental results obtained during the driving tests.

The results of the mathematical model adequacy verifying showed that the maximum deviation of the calculated and experimental values does not exceed 5%. Therefore, the mathematical model of the wheel tractor adequately describes its motion in operating conditions. The mathematical model may be used for describing of the

wheel tractor parameters and can be used for effectiveness evaluation of activities which designed to reduce wheel tractor emissions in operating conditions.

Keywords: mathematical model, wheeled tractor, driving cycle, road tests, adequacy verification.

АВТОРИ:

ЗАХАРЧУК Віктор Іванович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортних технологій, Луцький національний технічний університет

ЦИКУН Юрій Олександрович, аспірант кафедри автомобілів та транспортних технологій, Луцький НТУ,

ЗАХАРЧУК Юрій Вікторович, аспірант кафедри автомобілів та транспортних технологій, Луцький НТУ.

АВТОРЫ:

ЗАХАРЧУК Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий национальный технический университет;

Цыкун Юрий Александрович, аспирант кафедры «Автомобили и транспортные технологии», Луцкий НТУ;

ЗАХАРЧУК Юрий Викторович, аспирант кафедры «Автомобили и транспортные технологии», Луцкий НТУ.

AUTHORS:

Viktor ZAKHARCHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University;

Yuriy TSYKUN, Postgraduate Student of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University;

Yuriy ZAKHARCHUK, Postgraduate Student of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University.

Стаття надійшла в редакцію 16.04.2016р.

Кищун В.А.
Луцький національний технічний університет

АКЦИЗНИЙ ПОДАТОК – ГАЛЬМО АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ КРАЇНИ

Проведений аналіз стану вітчизняного ринку легкових автомобілів та рівня автомобілізації країни. Розглянуто роль акцизного податку, як основного фактора, що формує неадекватно високу ціну на європейський уживаний легковик. Показано, що під час сплати усіх платежів у разі розмитнення 6-ти річного авто його вартість зростає вдвічі.

У сучасних економічних умовах українські споживачі не мають можливості придбати новий якісно укомплектований легковий автомобіль середнього класу, тому намагаються замінити його аналогічним, але який перебував в експлуатації кілька років. Виконані розрахунки підтвердили, що знизивши ставки або повністю відмінивши акцизний податок на авто, надходження у бюджет країни суттєво не зменшаться, натомість роль акцизу, як протекціоніста для вітчизняного автовиробника давно втрачена.

Лібералізація торгівлі уживаними автомобілями не призведе до суттєвого погіршення екологічної ситуації в державі через запровадження норм “ЄВРО-5”, забезпечить поступове зменшення середнього віку автомобільного парку та дозволить задовольнити соціальні і економічні потреби значних верств населення.

Ключові слова: акцизний податок, уживаний автомобіль, автомобільний парк, автомобілізація.

Постановка проблеми. Реалізація цілеспрямованої обґрунтованої політики держави на ринку легкових автомобілів значною мірою мала б визначитися адекватною зворотною реакцією з боку інших учасників – покупців, які формують споживчий попит відповідно до своїх соціальних і економічних потреб. Зокрема, соціальна ефективність автомобільного транспорту визначається такими факторами, як мобільність (доставка за схемою “від дверей до дверей”), надання нових можливостей, які без автомобіля не могли б бути реалізовані, зайнятість, зростання культурного і освітнього рівня, комфортність та задоволення від їзди, престиж. Економічна ефективність автомобіля полягає у тому, що він сприяє розвитку економічних процесів, служить засобом виробництва (джерелом доходу), економить час.

Однак, як свідчать статистичні дані, процес автомобілізації України під яким прийнято розуміти розвиток парку транспортних засобів, ріст показника забезпечення населення автомобілями індивідуального користування та пов’язані з цим процеси, які характеризують участь автомобільного транспорту у вирішенні соціально-економічних завдань в останні сім років практично призупинився. Продаж у післякризовий 2008 рік нових легковиків зменшився у кілька разів, а їх випуск вітчизняними заводами навіть – у десятки (див. рис. 1). Особливо різкою виглядає ця різниця в останні два роки.

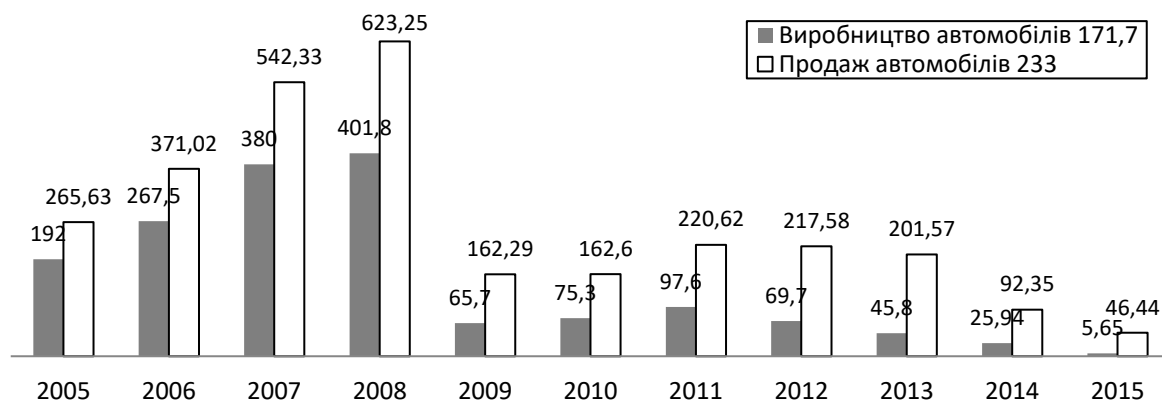


Рисунок 1 – Динаміка обсягів виробництва і продажу в Україні легкових автомобілів у 2005–2015 роках, тис. одиниць [1]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як свідчать статистичні дані в Україні, на тисячу жителів припадає 202 автомобіля, при тому, що в Європі цей показник – 400...600 одиниць на 1000 [2]. Результати опитування показали, що у переважній більшості (74%) домогосподарств України немає

автотранспортних засобів. Одним автомобілем на сім'ю володіють 22% українців, а ще 1% жителів країни має 2-3 і більше транспортних засобів на родину, про що свідчать результати дослідження компанії Research & Branding Group [3]. Не дивлячись на такий потенціал вітчизняного ринку, продажі не ростуть.

У 2015 році усе більше покупок нових легкових автомобілів, які здійснили українці перейшли у категорію відкладеного попиту. Причини лежать на поверхні – погіршення економічної ситуації і військові дії на Сході країни, знецінення національної валюти та різке падіння платоспроможності населення. Як наслідок, продажі нових легковиків, ціни на які прив'язані до валюти різко скоротилися. Окрім того, ринок через АТО втратив свою частку у Луганській і Донецькій областях.

Падіння продажу нових автомобілів (на 49,7%) у 2015 році було наймасштабнішим в Європі. Україна почала продавати менше авто, ніж такі країни, як Фінляндія, Румунія, Словаччина, Угорщина, Греція, Словенія і навіть Люксембург. Менше ніж в Україні нових автомобілів реалізовувалося лише у Хорватії, Болгарії, країнах Балтики, Ісландії і Кіпру. Натомість, майже на всіх сусідніх (за рейтингом) ринках спостерігався ріст продажу [2]. Як наслідок, 2015 рік увійде в історію українського автомобільного ринку як антирекордний – обсяг продажів виявився найменшим із початку 2000-х років.

Ще гіршою виглядає ситуація з віковою структурою автомобільного парку України. На початок 2016 року загальний парк легковиків і легких комерційних автомобілів склав 9,121 млн одиниць, а їх середній вік – 19,6 роки [2]. До того ж більше половини з них (53,4%) – це транспортні засоби виробництва колишнього Радянського Союзу і країн СНД.

У минулому році спостерігався ще один тренд українського ринку. Багато покупців, яким був необхідний транспортний засіб, вибирали автомобіль на ринку вживаних авто, завезених з-за кордону. У 2015 році також зріс внутрішній перепродаж легкових автомобілів у порівнянні з попереднім роком, на 66% – до 457 тис. одиниць [2]. Така кількість трансакцій свідчить про потенційні можливості вітчизняного автомобільного ринку вже сьогодні. Тим не менше, автомобільні експерти і дилери прогнозують незначне зростання ринку нових легковиків у 2016 році до 55...60 тис. одиниць, однак багато в чому це буде залежати від стабілізації економіки і курсу гривні. Разом із тим, зростання продажів торкнеться далеко не усіх сегментів ринку.

Аналізуючи статистику останніх двох років можна констатувати, що попитом користувалися дешеві, так званого сегмента Low Cost, бізнес- та вищого класу авто, які купувалися переважно за готівку. Моделі середнього класу у минулі роки оформлялися в кредит, а так як обсяги автомобільного кредитування різко скоротилися і власне сам середній клас споживачів зменшився практично до нуля, цей сегмент нових авто, швидше за все звузиться. У грошовому еквіваленті тенденція виглядає таким чином: середня митна вартість імпортованого легковика у 2014 році склала 19,3 тис. доларів (на дві тисячі більше ніж у 2013 р.), а вже у 2015 – лише \$13,2 тис.[4].

Однак, українські споживачі вже привикли до якісно укомплектованих іномарок (термін, який у 2016 році буде очевидно остаточно нівельований через фактичну відсутність на ринку вітчизняного автовиробника) і не бажають миритися з подібною ситуацією. Переглядати свої переваги на користь менш престижних марок чи бюджетних моделей скромної комплектації більшість водіїв не хоче. За суму нового легковика у базовій комплектації з автосалону, можна реально купити 3...5-річну модель доволі престижної специфікації, про що свідчить власний досвід автора статті. Тому шукають компроміс на ринку уживаних, розраховуючи за прийнятну ціну придбати автомобіль відповідно до своїх уподобань. Продукція вітчизняного виробника у вигляді двадцятирічного за конструкцією ЗАЗ Lanos/Sens чи більш сучасного “китайця” ЗАЗ Forza великою популярністю у покупців не користується.

Питання ввезення із-за кордону автомобілів, які експлуатувалися за доступною ціною в українському суспільстві порушується на різних рівнях і у різний спосіб, починаючи, від так званої “пересічки” (власників автомобілів із іноземною реєстрацією, змушених пересікати український кордон кожних п'ять днів) до депутатів Верховної Ради України, які продукують різноманітні законопроекти. Справа дійшла навіть до направлення двох електронних петицій на ім'я Президента України з приводу зменшення податків під час імпорту вживаних авто, які отримали необхідні 25 тис. підписів за декілька днів. У переважній більшості – це пропозиція відмінити чи зменшити окремі митні платежі під час ввезення на територію України легковика, який перебував в експлуатації; першочергово це стосується акцизного податку.

Мета досліджень. Вплив фіскального навантаження, зокрема акцизу, на вітчизняний ринок легкових автомобілів та рівень автомобілізації країни.

Результати досліджень. Податковий кодекс України трактує акцизний податок, як непрямий податок на споживання окремих видів товарів (продукції), визначених цим Кодексом як підакцизні, що включається до ціни таких товарів (продукції) [5].

Залежно від мети, яку переслідує держава, перелік таких товарів може бути досить різноманітним. Так акцизним податком можуть обкладатися дефіцитні товари, або товари, які є монополією держави. Це можуть бути товари, віднесені до предметів розкоші або товари, які становлять сферу споживання забезпечених верств населення. Сюди ж входять товари не першої необхідності, які споживаються здебільшого населенням із рівнем доходів вище середнього або товари, які під час споживання наносять шкоду здоров'ю. Акцизами обкладаються також, як правило, високорентабельні товари для вилучення в дохід державного бюджету отриманих виробниками надприбутків.

Акцизний податок містить у собі, як фіскальну функцію, наповнюючи державний бюджет, так і регулюючу функцію податків. Остання корегує попит і пропозицію, збільшуючи ціну на товар за рахунок акцизу або зменшуючи шляхом виключення з переліку товарів, що підлягають акцизному збору. Вони включаються в структуру ціни підакцизної продукції і багато в чому визначають її ціновий рівень. Однак, під час вибору виду продукції, на яку можуть бути встановлені ставки акцизів, необхідно приділяти увагу не тільки фіскальним можливостям цього податку, але і рівню доходів населення. За необґрунтованого завищення цін можливі негативні явища, що сьогодні спостерігається на вітчизняному ринку легкових автомобілів.

Статтею 215 Податкового кодексу України визначено такий перелік підакцизних товарів:

- спирт етиловий та інші спиртові дистиляти, алкогольні напої, пиво;
- тютюнові вироби, тютюн та промислові замітники тютюну;
- пальне;
- автомобілі легкові, кузови до них, причепа та напівпричепа, мотоцикли, транспортні засоби, призначені для перевезення 10 осіб і більше, транспортні засоби для перевезення вантажів;
- електрична енергія [6].

Доречно буде зауважити, що до 2015 року третій абзац у статті 215 Податкового кодексу звучав як “нафтопродукти, скраплений газ”, четвертий – закінчувався на слові “мотоцикли”, а п'ятий взагалі був відсутнім.

Ставки акцизного податку, визначені в Податковому кодексі України, не є постійними, а щорічно переглядаються. Передбачається щорічне внесення Кабінетом Міністрів України до 1 червня до Верховної Ради України проекту закону про внесення змін до Податкового кодексу України щодо абсолютних ставок оподаткування акцизним податком із урахуванням індексів споживчих цін та цін виробників промислових товарів.

Передбачено три види податкових ставок: адвалорні, специфічні та змішані. До таких підакцизних товарів (продукції), як етиловий спирт, алкогольні напої, нафтопродукти, скраплений газ, транспортні засоби застосовуються специфічні ставки. Під час обчислення податку із використанням специфічних ставок базою оподаткування є величина товару (продукції), визначена в одиницях виміру ваги, об'єму, кількості товару (продукції), об'єму циліндрів двигуна автомобіля або в інших натуральних показниках.

Ввезення автомобілів із зарубіжжя регламентується “Правилами ввезення транспортних засобів на територію України”, затверджених Постановою КМ № 341 від 31 травня 1994 р. Із моменту перетину митного кордону транспортний засіб знаходиться під митним контролем і його власник має пройти процедуру розвантаження з подальшим отриманням вантажної митної декларації (ВМД) для реєстрації транспортного засобу в реєстраційних центрах України, а також сплатити митні платежі.

Основою для визначення розміру митних платежів є митна вартість (*МВ*). Визначення митної вартості транспортних засобів, ввезених в Україну, здійснюється на підставі наявних договорів купівлі-продажу, дарування, міни, рахунків-фактур, фактур, інвойсів. Розміри митних платежів залежать від того із якою метою вони ввозяться, а також віку транспортного засобу, типу двигуна і робочого об'єму його циліндрів.

Для легкових автомобілів (код УКТ ЗЕД 8703) передбачено чотири (!) види митних платежів за такими позиціями:

- митний збір (*МЗ*) – \$15 для фізичної особи або у розмірі, еквівалентному 0,2% від митної вартості (*МВ*), для юридичної на підставі Постанови КМУ № 65 від 27.01.1997 р.;
- ввізне мито (*М*) та акцизний податок (*А*) – виходячи з типу двигуна, робочого об'єму його циліндрів і віку авто (див. таблицю 1);
- податок на додану вартість (*ПДВ*) – 20%, який визначається на підставі документально засвідченої митної вартості (*МВ*) автомобіля з урахуванням належних до сплати митних збору (*МЗ*), мита (*М*) та акцизного податку (*А*).

Оплата за митне оформлення автомобіля здійснюється у гривнях України, однак нарахування чомусь прописані у доларах і євро, – законодавчих актах держави, яка, варто зазначити, має власну національну валюту.

Процес розрахунку можна описати таким чином:

1) митний збір:

$$MЗ = 0,002MB;$$

2) ввізне мито:

$$M = 0,01C_M \cdot MB,$$

де C_M – ставки ввізного мита у відсотках (див. таблицю 1);

3) акцизний збір:

$$A = V \cdot C_{AZ},$$

де V – робочий об'єм циліндрів двигуна, см³;

C_{AZ} – ставки акцизного збору, євро (див. таблицю 1);

4) податок на додану вартість:

$$ПДВ = 0,2(MB + MЗ + M + A);$$

5) митні платежі:

$$МП = MЗ + M + A + ПДВ;$$

6) ціна автомобіля:

$$Ц = MB + МП;$$

7) ріст ціни автомобіля в результаті розмитнення:

$$\Delta = \{(Ц/MB) - 1\} \cdot 100, \%$$

Таблиця 1 – Ставки акцизного збору (євро) за 1 см³ робочого об'єму циліндрів двигуна та ввізного мита у відсотках від митної вартості [5]

Бензинові двигуни										
Об'єм циліндрів двигуна, см ³	До 1000		Більше 1000, але не більше 1500		Більше 1500, але не більше 2200		Більше 2200, але не більше 3000		Більше 3000	
	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито
Нові автомобілі	0,102	10%	0,063	10%	0,267	10%	0,276	10%	2,209	5%
Уживані до 5 років включно	1,094	10%	1,367	10%	1,643	10%	2,213	10%	3,329	5%
Уживані понад 5 років	1,438	10%	1,761	10%	2,441	10%	4,985	10%	4,985	5%
Дизельні двигуни										
Об'єм циліндрів двигуна, см ³	До 1500		Більше 1500, але не більше 2500		Більше 2500					
	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито	акциз	мито
Нові автомобілі	0,103	10%	0,327	10%	2,209	10%				
Уживані до 5 років включно	1,367	10%	1,923	10%	2,779	10%				
Уживані понад 5 років	1,761	10%	2,441	10%	4,715	10%				

Із 1 січня 2016-го року в Україну заборонено ввезення автомобілів, які не відповідають стандарту екологічної безпеки “ЄВРО-5”, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах автомобілів. Він став обов'язковим для усіх вантажних автомобілів, що продавалися у Євросоюзі, з жовтня 2008 року і для всіх легкових авто – з 1 вересня 2009 року. Тому, як приклад, для розрахунків були взяті ціни легковиків із кузовами “седан” і “універсал”, що виготовлені і перебувають в експлуатації з 2010 року. За

європейською класифікацією – це автомобілі нижнього середнього “С” і середнього “D” класів габаритною довжиною від 4,2 до 4,8 метри, зокрема такі як BMW 316d, Alfa Romeo 159, Chevrolet Cruze, Citroen C4, Citroen C5, Honda Civic, Ford Focus, Ford Mondeo, Mazda 6, Mitsubishi Lancer, Opel Astra, Opel Insignia, Peugeot 308, Renault Megane, Renault Laguna, Toyota Auris, Škoda Octavia, Volkswagen Golf, Volkswagen Passat і інші.

Комплектація автомобілів передбачала бензиновий (дизельний) двигун “ЄВРО-5”, механічну коробку передач, кондиціонер, бортовий комп’ютер, круїз-контроль, багатофункціональне кермо, центральний замок, кріплення дитячих сидінь типу isofix, тунер/радіо, електросклопідіймачі, дві подушки безпеки, ABS, задній датчик паркування, іммобілайзер. Середня митна вартість бралася із європейських автомобільних сайтів [6, 7].

Принагідно слід зазначити, що в Україні діє Закон, який передбачає запровадження з 1 січня 2018 року норм не нижче рівня “ЄВРО-6” [8]. А оскільки у Європі цей екологічний “зелений” стандарт почав діяти з 1 вересня 2015 року, то у 2018 році українцям буде заборонено ввозити автомобілі віком три і більше років, а скористатися сьогоднішніми тарифами, наведеними у рядках “уживані понад 5 років” таблиці 1 можна буде тільки у 2021 році та пізніше.

Як видно з таблиці 2, лише акциз для шестирічних легкових автомобілів підвищує їх ціну до 60 і більше відсотків. У той же час, за умови розмитнення авто, як нового, це зростання складає лише 6...10%.

Таблиця 2 – Розрахунок митних платежів для 6-річного легковика, євро

Рік випуску	Тип двигуна	Об’єм циліндрів двигуна, см ³	Митна вартість	Мито	ПДВ без акцизу	Акциз для 6-ти річного авто з ПДВ	% від митної вартості	Акциз, як для нового авто з ПДВ	% від митної вартості
2010	Бензиновий	1600	8000	800	1760	4686,72	58,58	512,64	6,41
2010	Дизельний	2000	7500	750	1650	5858,4	78,11	784,8	10,46

У таблиці 3 наведений розрахунок ціни шестирічного легковика, який пройшов процедуру розмитнення. У разі застосування сьогоднішніх тарифів його вартість зростає вдвічі; за умови розмитнення, як нового – на 40%, а за відміни акцизного податку на третину. Таким чином, український споживач змушений платити за уживаний шестирічний автомобіль як за новий, у той час, коли він мав би за логікою коштувати удвічі дешевше. Те, що українці купують такі самі легковики за подвійну ціну дивує не лише американців, але і європейців. Як наслідок – петиції до Президента, тіньові схеми імпорту автомобілів, яких нараховується більше десятка, їзда на іноземних номерах тощо.

Таблиця 3 – Ціна 6-річного легковика після розмитнення, ЄВРО

Тип двигуна	Об’єм циліндрів двигуна, см ³	Митна вартість	Ціна включно з акцизом для 6-річного авто	Ріст ціни, %	Ціна включно з акцизом, як для нового авто	Ріст ціни, %	Ціна без акцизного податку	Ріст ціни, %
Бензиновий	1600	8000	15246,72	90,58	11072,64	38,40	10560	32,00
Дизельний	2000	7500	15758,4	110,11	10684,8	42,46	9900	32,00

Рішення про форми і розміри мита на імпорт легковиків уряд подає як протекціоністський захід. Хоча тарифний протекціонізм у сучасному світі вважають грубим і застарілим інструментом стимулювання економічного зростання, який лише за певних умов і у певний період може бути ефективним. Спеціалісти CASE Україна – незалежної громадської організації, яка проводить економічні дослідження та прогнозування макроекономічної політики у 2015 році провели аналіз 11 схем імпорту автомобілів, що існують або існували в Україні в недалекому минулому. Вони хотіли показати, що тарифні обмеження на імпорт автомобілів, деклароване завдання яких – “захистити вітчизняного виробника”, сьогодні не виконують своєї функції [9].

Наслідком існування різного роду обмежень стали численні схеми, завдяки яким винахідливі мешканці оминають чинне законодавство. Занадто високими поборами держава сама провокує громадян, які готові платити розумні податки, на пошук “обхідних шляхів”. Масове ухиляння від сплати митних платежів при автомобільному імпорті свідчить про необхідність їх зменшення. Запроваджені акцизи та мита не виправдовують очікуваних результатів фіскальної політики та сприяють нерівності у суспільстві.

Зниження або відміна акцизного податку при імпорті автомобілів забезпечила б адекватну вартість розмитнення, і тоді виграють усі – і покупці, і бюджет. Сьогодні акциз на автомобільний імпорт в українських реаліях захищає не бюджет, а інтереси приватного вітчизняного автобізнесу, однак розвиток галузі, як показує статистика він не стимулює [1].

Залишаються питання екологічності, надійності і безпеки ввезених транспортних засобів, які перебували в експлуатації кілька років та проблема зменшення середнього віку автомобільного парку

України. Адже, середній вік – це не лише індикатор споживчих здібностей країни, а й показник екологічної безпеки транспорту та його технічних характеристик, що впливають на безпеку всіх учасників дорожнього руху.

Без сумніву, запровадження екологічного стандарту “ЄВРО-5”, а пізніше “ЄВРО-6” сприятиме зменшенню негативного впливу автомобіля на довкілля. Вжити більш суворіших заходів і заборонити експлуатацію далеко не нових транспортних засобів, якими володіють українці, – суспільство не зрозуміє. Можливо, для вирішення проблеми, потрібно ще раз повернутися до питання екологічного збору та стимулювання утилізації автомобіля. На початках, не брати з резидента вже згаданого 750...800 євро мита за ввезення легковика за умови, що він здасть в утиль свій старий, оскільки сьогодні держава не в змозі виділяти кошти на компенсацію за системою “trade-in” на нові автомобілі вітчизняного виробництва.

Крім екологічної загрози автомобіль, особливо уживаний, є потенційним носієм підвищеної небезпеки. Щорічно в Україні до 5% ДТП відбувається через несправний технічний стан транспортних засобів. Це пояснюється зменшенням коефіцієнта безпеки автомобіля $K_{ба}$ з кожним наступним роком його експлуатації. Якщо для нового автомобіля $K_{ба}=1,0$, то для п'ятирічного $K_{ба}=0,7...0,8$, а десятирічного $K_{ба}=0,4...0,5$. Очевидно, що найбільш безпечними є нові автомобілі і автомобілі з терміном експлуатації 5...7 років.

З іншого боку, за узагальненням показника “якість-ринкова ціна” нові легковики, виготовлені в СНД, наприклад, марки ВАЗ (до них можна віднести вітчизняні моделі ЗАЗ Sens/Lanos і Богдан 110) еквівалентні “однокласникам” сімейства TOYOTA з терміном експлуатації 10...11 років, а ГАЗ “Волга” – моделі Audi-A6 віком 9...10 років [10]. Причому “іноземці”, як правило, їздили хорошими дорогами і регулярно проходили технічне обслуговування.

За даними інформаційно-аналітичної групи AUTO-Consulting саме російські ВАЗи і ГАЗи та українські ЗАЗи і DAEWOO переважають у вітчизняному автопарку, а найбільш масовими легковиками є моделі 2008 року випуску – їх більше 744 тис. одиниць [2]. Зрозуміло, що ввезення шести-, семирічних легковиків на відміну від нових не знизить миттєво середній вік вітчизняного автопарку, однак, поступово буде його оновлювати і що важливо – заперечує, враховуючи вищесказане, таку дефініцію у супротивників імпорту, як “дешевий автобрухт”.

У разі ввезення 20 тис. шестирічних автомобілів і встановлення для них митних ставок як для нових, у бюджет держави відповідно до розрахунків (див. табл. 3) може надійти приблизно 1,4 млрд гривень. Аналогічні міркування були наведені у пояснювальній записці до законопроекту №3251 щодо стимулювання розвитку ринку вживаних транспортних засобів, який був прийнятий у першому читанні. Там же зазначалося, що доходи державного бюджету від сплати акцизного збору під час постачання автотранспортних засобів у 2014 році становили 904,2 млн грн, що на 22 % менше порівняно з 2013 роком [11]. Таким чином, напрашується висновок: розмір надходжень акцизного податку до Державного бюджету України в останні роки показує, що його (акциз) можна безболісно відмінити.

Ще одна пересторога ввезенню уживаних авто висловлена вітчизняними офіційними імпортерами і дилерами, які побоюються падіння попиту на ринку нових легковиків. Так, дійсно, статистика свідчить, що продаж нових авто впав, у тому числі, і за рахунок сегмента “бюджетників”. Натомість, продаж автомобілів вищих класів практично не змінився, а за деякими моделями навіть зріс.

Зрештою, у Західній Європі обіг підприємств автосервісу розподіляється такими долями: 80,8% – продаж нових і уживаних автомобілів, 11,5 % – продаж запасних частин і 7,7% – продаж автомобільних послуг [12]. У кризові часи відсотки з продажу авто зменшувалися, а з продажу запасних частин та сервісу зростали. Сьогодні в Україні крупні автосалони ще утримуються на плаву, а дрібніші змушені перелаштовуватися на ремонт і обслуговування, скорочувати персонал або закриватися.

Ситуацію на офіційному ринку вживаних авто покращить прийнятий Верховною Радою законопроект №3046-Д, який передбачає запровадження справедливого застосування податку на додану вартість до операцій на ринку вживаних товарів (зокрема вживаних транспортних засобів), що полягає в оподаткуванні маржі, тобто, різниці між ціною продажу та документально підтвердженою ціною придбання вживаного товару [13]. До тепер дилер під час торгівлі старими авто змушений був платити 20% ПДВ з повної вартості автомобіля, а це впливає на ціну транспортного засобу – він стає значно дорожчим, ніж на автобазарах.

У такий спосіб депутати планують надати поштовх розвитку ринку уживаних товарів, зокрема автомобільного, виведення його з тіні та забезпечення прозорих і конкурентних умов ведення бізнесу офіційними автосалонами відповідно до норм країн Європейського Союзу, принагідно забезпечивши додаткові надходження до держбюджету. Закон створить умови для нормального повноцінного функціонування загальноприйнятої у розвинутих країнах Європи і світу програми “trade-in” на базі офіційних автомобільних салонів та сприятиме додатковій дохідності підприємств у кризові часи.

Звуження останніми роками ємності автомобільному ринку України, особливо в сегменті нових автомобілів, у тому числі, вироблених в Україні, відбулося, головню, через падіння реальної купівельної

спроможності населення, з одного боку, та зниження рівня доступності нових автомобілів внаслідок їх суттєвого подорожчання через курсові ризики та посилення фіскального тиску у зазначеній сфері шляхом підвищення митних платежів. Різка девальвація гривні у 2014-2015 роках зробила вартість авто недоступною для більшості українських споживачів.

Ситуація, яка склалася, відповідним чином провокує ланцюгову реакцію негативних тенденцій на ринках пального, ремонту автомобілів, запасних частин до них, туризму, авто-кредитування, страхування тощо. Низький попит на автомобілі призвів до значного скорочення робочих місць як у сфері продажів, так і у виробництві, а разом з цим, і до зменшення надходжень до державного бюджету. Споживачі не в змозі купувати нове імпортне авто через його високу вартість у гривнях і не можуть купувати вживану іномарку через високі фіскальні ставки, зокрема акцизний податок, що робить її ціну не конкурентоздатною.

Висновки. 1. Погіршення останніми роками економічної ситуації в Україні призвело до різкого зменшення кількості трансакцій (без врахування внутрішнього перепродажу) на вітчизняному ринку легкових автомобілів. Через відсутність коштів на нові легковики та зростання фіскального навантаження – на уживані утворився відкладений попит. Процес автомобілізації держави уповільнився.

2. Запровадження розмірів акцизного податку для автомобілів, що були в експлуатації до 6-7 років як для нових, або його відміна збільшило б купівельну спроможність громадян, які хочуть володіти якісним транспортним засобом за адекватною ціною.

3. Боязнь масового ввезення в Україну, так званого “автобрухту” безпідставна через запровадження у державі екологічного стандарту “ЄВРО-5” та відомих переваг уживаної іномарки над новим, але двадцятилітньої конструкції вітчизняним легковиком, з точки зору її безпеки і надійності.

4. Ввезення автомобілів, які перебували в експлуатації дозволить знизити, хоча і повільно, середній вік українського парку легкових автомобілів, підвищити рівень автомобілізації країни, збільшити завантаженість СТО, продаж запасних частин, паливно-мастильних матеріалів зрештою створити або відновити робочі місця. Покупці іномарок у такий спосіб зможуть задовольнити свої соціальні і економічні потреби.

5. Розрахунки показують, що за певної кількості імпортованих автомобілів надходження до Державного бюджету за зниження розмірів акцизу не зменшаться, а навіть зростуть. Відпаде необхідність у пошуку “обхідних шляхів” з метою ухиляння від сплати митних платежів у разі автомобільного імпорту. Запроваджений урядом тарифний протекціонізм, як свідчить статистика не виправдав надій вітчизняних автовиробників.

1. Статистика. Укравтопром. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ukrautoprom.com.ua/uk/statistika.

2. В Украине вырос уровень автомобилизации. Лидирует Киев. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=35442>.

3. На яких автомобілях їздять українці. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ubr.ua/market/auto/na-kakih-avtomobiliah-ezdiat-ukraincy>.

4. За іномарки Україна заплатила понад 1,6 млрд. доларів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrautoprom.com.ua/uk/za-inomarki-ukraina-zaplatila-bolee-16-mlrd-dollarov>.

5. Податковий кодекс України в редакції від 01.02.2016 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

6. Крупнейшая в Германии торговая площадка для транспортных средств. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mobile.de>.

7. Samochody. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://allegro.pl/dzial/motoryzacja>.

8. Закон України “Про деякі питання ввезення на митну територію України та реєстрації транспортних засобів” // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2013. – № 31. – С. 360.

9. Актуальні способи ввезення авто в Україну. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrautoneews.com>.

10. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник / Грибут И. Э., Артюшенко В. М., Мазаева Н. П. и др. / Под ред. В. С. Шуплякова, Ю. П. Свириденко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. – 480 с.

11. Рада має намір знизити акцизи на імпорт б/у автомобілів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://economics.unian.ua/transport/1317402-rada-mae-namir-zniziti-aktsizi-na-import-b-u-avtomobiliv.html>.

12. Марков О. Д. Станции технического обслуживания автомобилей /О.Д. Марков – К.: Кондор, 2008. – 536 с.

13. Рада дозволила продаж вживаних автомобілів через офіційних дилерів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://economics.unian.ua/transport/1317378-rada-dozvolila-prodaj-b-u-avtomobiliv-cherez-ofitsiynih-dileriv.html>.

REFERENCES

1. *Statistics. Ukravtoprom.* Available at: ukrautoprom.com.ua/uk/statistika. (accessed 26.02.2016).

2. *Ukraine has increased the level of motorization. Kiev in the lead.* Available at: <http://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=35442>. (accessed 15.03.2016).

3. *What cars drive Ukrainian.* Available at: <http://ubr.ua/market/auto/na-kakih-avtomobiliah-ezdiat-ukraincy>. (accessed 20.03.2016).

4. *For cars Ukraine has paid over 1.6 billion dollars.* Available at: <http://ukrautoprom.com.ua/uk/za-inomarki-ukraina-zaplatila-bolee-16-mlrd-dollarov>. (accessed 20.03.2016).
5. *Tax Code of Ukraine was amended on 01.02.2016.* Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>. (accessed 22.03.2016).
6. *Germany's largest marketplace for vehicles.* Available at: <http://www.mobile.de>. (accessed 26.03.2016).
7. *Samochody.* Available at: <http://allegro.pl/dzial/motoryzacja>. (accessed 26.03.2016).
8. *Law of Ukraine "On some issues of import to the customs territory of Ukraine and registration of vehicles". [Zakon Ukrainu "Pro deiakі putannia vvezennia na mytnu terytoriiu Ukrainy ta reestratsii transportnykh zasobiv"]* // List of Verkhovna Rada (LVR). – 2013. – No31. – P. 360.
9. *Recent ways to import cars in Ukraine.* Available at: <http://ukrautonews.com/aktualni-sposobi-vvezennya-avto-v-ukranu>. (accessed 30.03.2016).
10. Hribut, I., Artiushenko, V., Mazaieva, N. and ot. / Ed. Shupliakova, V., Sviridenko, Yu. (2008). *Driving: Car service station: Tutorial.* [Avtoservis: stantsii tehnitheskoho obsluzhivaniia avtomobilei]. Moscow, Alfa-M, INFARA-M Publ. 480 p.
11. *Parliament intends to reduce the excise duty on the import of used cars.* Available at: <http://economics.unian.ua/transport/1317402-rada-mae-namir-zniziti-aktsizi-na-import-b-u-avtomobiliv.html>. (accessed 12.04.2016).
12. Markov, O. (2008). *Stations vehicle maintenance.* [Stantsii tehnitheskoho obsluzhivaniia avtomobilei]. Kyiv, Kondor Publ. 536 p.
13. *Parliament authorized the sale of used vehicles to authorized dealers.* Available at: <http://economics.unian.ua/transport/1317378-rada-dozvolila-prodaj-b-u-avtomobiliv-cherez-ofitsiynih-dileriv.html>. (accessed 12.04.2016).

Кишун В.А. Акцизный налог - тормоз автомобилизации страны.

Выполненный анализ состояния отечественного рынка легковых автомобилей и уровня автомобилизации страны. Рассмотрена роль акцизного налога, как основного фактора, формирующего неадекватно высокую цену на европейский легковой автомобиль, бывший в эксплуатации. Показано, что при уплате всех платежей в случае растаможки 6-летнего авто его стоимость возрастает вдвое.

В современных экономических условиях украинские потребители не имеют возможности приобрести новый качественно укомплектованный легковой автомобиль среднего класса, поэтому стараются заменить его аналогичным, который эксплуатировался уже несколько лет. Произведенные расчеты подтвердили, что снизив ставки или полностью отменив акцизный налог на авто, поступления в бюджет страны существенно не уменьшатся, а роль акциза, как протекциониста отечественного автопроизводителя давно утеряна.

Либерализация торговли подержанными автомобилями не приведет к существенному ухудшению экологической ситуации в государстве в связи с внедрением норм "ЕВРО-5", обеспечит постепенное уменьшение среднего возраста автомобильного парка и позволит удовлетворить социальные и экономические потребности широких слоев населения.

Ключевые слова: акцизный налог, подержанный автомобиль, автомобильный парк, автомобилизация.

V. Kyshchun. Excise tax - a brake to motorization of the country.

The analysis was conducted on the state of domestic car market and the level of motorization. An overview was done on the influence of excise tax as the main factor for shaping inadequately high prices for used European passenger cars. It is shown that after the payment of all charges in the case of 6-year old car clearance, the price of the car doubles.

In today's economy Ukrainian consumers do not have the ability to buy a new high quality middle class car, so they choose a similar used one. The calculations confirmed that in case of lowering rates or completely canceling the excise tax on cars, national budget will not lose its revenues, since the excise, as a tool for protectionism in domestic automaker, has long lost its role.

Liberalization of used cars trade will not lead to significant environmental degradation in the country by introducing standards "EURO-5", ensuring a gradual reduction of the car park average age, and meeting social and economic needs of large segments of people.

Keywords: excise tax, used car, car park, motorization.

АВТОР:

КИЩУН Володимир Андрійович, кандидат економічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: kyshchun52@ukr.net.

АВТОР:

КИЩУН Владимир Андреевич к.е.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: kyshchun52@ukr.net.

AUTHOR:

Volodymyr KYSHCHUN, PhD. in Economic, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: kyshchun52@ukr.net.

Стаття надійшла в редакцію 25.04.2016р.

Колодницька Р.В., Москвін П.П.
Житомирський державний технологічний Університет, Україна

НОВІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПИЛЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА У ДВЗ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Мультифрактальний аналіз відеозображень слідів крапель альтернативних палив після розпилювання був виконаний. Були розглянуті біодизельне паливо та три його суміші з дизельним паливом в різних пропорціях. Результати аналізу показали можливе порушення порядку в сумішах з однаковою долею дизельного та біодизельного палив. В роботі також описана розроблена LP-модель для моделювання довжини конуса розпилювання для альтернативних палив, що базується на визначенні параметра довжини Егерса, який враховує фізичні властивості палив. Модель була застосована до аналізу розпилювання трьох біодизельних палив (метилових ефрів на основі ріпакової, соєвої і конопляної олій). Було показано, що довжина конуса розпилювання для біодизельного палива більша, ніж для дизельного, що підтверджується експериментальними даними. Параметри довжини Егерса альтернативних палив також оцінені в цій роботі.

Ключові слова: альтернативні палива, біодизельне паливо, розпилювання палива, мультифрактальний аналіз, LP-модель.

Постановка проблеми.

Проблеми глобального потепління, а також залежність від нафтових джерел приводять до необхідності швидкої заміни нафтових палив в автомобільному транспорті на альтернативні. Серед альтернатив дизельному паливу сьогодні є не тільки біодизельне паливо, яке вже давно прижилося в Європі, але й інші більш сучасні замітники. Наприклад, компанія Вольво поряд з біодизельним паливом використовує відновлювальне біопаливо або HVO. В нашій країні поки ще недостатньо використовуються біопалива, хоча ДСТУ на біодизель був прийнятий ще в 2009 році (ДСТУ 6081:2009). В стандарті біодизель називають «дизельним біопаливом». Метиловий ефір ріпакової олії в країнах Європи та метиловий ефір соєвої олії в Америці є найбільш розповсюдженими дизельними біопаливами, що використовуються у звичайному дизельному ДВЗ. В той же час, розвивається виробництво біопалив другого покоління, що, виготовляються з продуктів, які не придатні для їжі, наприклад, з водоростів або відходів виробництва [1].

Данна робота сфокусована в основному на моделюванні розпилювання крапель біодизельного палива. Розпилювання рідини являє собою складний процес, багато деталей якого досі повністю не зрозумілі. У разі використання палива в дизельному двигуні, у нас є ще більші складності. І, нарешті, процес стає найскладнішим, коли ми замінюємо дизельне паливо на новий альтернативний вид, наприклад на біодизельне паливо. Властивості біодизельного палива зовсім інші, ніж дизельного палива. Саме тому ми повинні використовувати деякі комплексні методи аналізу, щоб зрозуміти різницю між розпилюванням дизельного та альтернативного палива (наприклад, біодизельного). Один з таких методів, ми вважаємо, є мультифрактальний аналіз (МФА), в який вчені ЖДТУ зробили значний вклад [2].

Інший момент, якому потрібно приділити увагу при розпилюванні альтернативних палив, пов'язаний з визначенням параметрів розпилювання. Одним із основних параметрів розпилювання палива є довжина конуса розпилювання. Цей параметр легко виміряти, і він є достатньо важливим, оскільки при збільшенні цього параметру (у випадку альтернативних палив) існує небезпека попадання палива на стінки камери згоряння. При виборі альтернативного палива важливо виконати розрахунки швидко, але на жаль методи і моделі, що напрацьовані у випадку дизельного палива для визначення довжини конуса розпилювання дають інколи хибні результати [3]. Отже, ще одне питання, яке буде розглянуто в даній статті – це ознайомлення з новою простою моделлю, що дає змогу визначити досить швидко основний параметр розпилювання: довжину конуса розпилювання. Ми назвали цю модель LP- моделлю. Така назва пов'язана з використанням в моделі нового параметру, що має розмірність довжини («length parameter» (LP), тобто параметр довжини). Цей параметр побудований на таких властивостях палива, як густина, поверхневий натяг та кінематична в'язкість.

Аналіз останніх досліджень. Актуальність використання фрактальної концепції для дослідження рідини та первинного процесу атомізації було продемонстровано в роботі [4]. Було

показано, що розпилювання потоку рідини є фрактальний об'єкт і атомізація рідини є фрактальним процесом. Фрактальна розмірність розпилювання нафтового палива була знайдена в [5]. Мультифрактальний характер розподілення розмірів крапель в процесі розпилювання був вивчений в [6]. У цій роботі ми застосовуємо мультифрактальний аналіз для аналізу розпилювання крапель біодизельного палива і дизельного палива та їх сумішей.

Існує також декілька моделей для прогнозування довжини конуса розпилювання, які можуть бути використані для дизельного палива [7,8]. Біодизельне паливо має інші термодинамічні властивості в порівнянні з дизельним паливом [9,10]. Експериментальні дані показують, що довжина рідкої серцевини та довжина конуса розпилювання в основному більша для біодизельного палива, ніж для дизельного палива [11-13]. Ця експериментальна тенденція не може бути точно відображена за допомогою КН або КН-RT моделей [12,14,15]. КН-АСТ модель, що недавно була розроблена [12] дає хороший результат у випадку прогнозування конуса розпилювання для соєвого біодизельного палива. У той же час, ця модель достатньо складна, щоб бути застосованою для моделювання нового покоління біодизельного палива (наприклад, біодизельне паливо з конопляної олії [9,10,16]). Отже потрібно створити нову просту модель для прогнозування конуса розпилювання, яка бере до уваги особливості фізичні властивості палива.

Ціль статті. Отже ціллю є аналіз розпилювання альтернативних палив за допомогою мультифрактального аналізу а також представлення методики визначення довжини конуса розпилювання за допомогою LP-моделі.

Мультифрактальний аналіз розпилювання палива.

Експериментальне дослідження впорскування крапель біодизельного палива, дизельного палива і сумішей біодизельного палива з дизельним паливом були виконано в лабораторіях ЖДТУ. Паливо було впорскнуто на скляні пластинки, що були вкриті шаром копоті. Для отримання більш докладної інформації про методи і обладнання цього експерименту див. [17].

Біодизель - метиловий ефір ріпакової олії (RME) був виготовлений з ріпакової олії (м.Харків). Дизельне паливо було взято з місцевої автозаправної станції (м. Житомир). Докладний аналіз молекулярної структури RME і моделювання властивостей біодизельного палива можна знайти в роботах [9, 10]. Моделювання було зроблено на передумові, що властивості компонентів RME залежать від кількості атомів вуглецю, а потім властивості RME були визначені зі значень молярної частки компонентів.

Зображення відбитків крапель трьох видів палива: дизельного палива, 50 % біодизеля та 50% дизельного палива, та 100 біодизеля на скляній пластині після впорскування показані на рисунку 1.

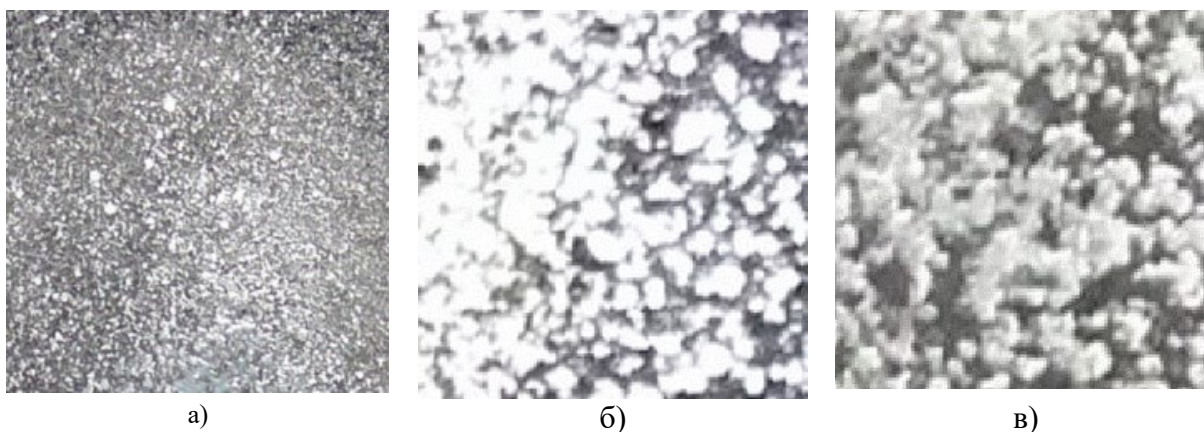


Рис. 1. Відеозображення відбитків крапель розпилюваних палив, що бомбардували скляну пластинку, поверхня якої покрита шаром копоті

а) дизельне паливо,

б) 50% дизель 50% біодизель

в) біодизельне паливо

Зображення, аналогічні тим, що показані на рис. 1 були також одержані для сумішей: 30% та 75% біодизельного палива та дизельного палива. Таким чином, в цілому, ми використовували п'ять різних зображень в якості вхідних даних для мультифрактального аналізу. Аналіз було проведений з програмним забезпеченням, що було розроблено і протестовано на різних типах об'єктів [2].

Ключовим моментом в застосуванні мультифрактального аналізу (МФА) для опису стану об'єкта є вибір того фізичного параметру, який найбільш вірогідно характеризує його. Серед

можливих геометричних параметрів, ми вибрали площу відбитків бризок крапель палива, які видно на рисунках (див. рис.1, білий колір).

Далі був використаний метод огрублених розбиттів для отримання мультифрактальних спектрів відповідно до методики, що викладена в [18,19]. Були підраховані характерні функції мультифрактального аналізу для всіх зображень, (див. рис. 1) та узагальнені кореляційні функції. Ми вибрали число Реньї D_0 і параметр порядку Δ в якості найбільш інформативних параметрів. У таблиці 1 наведені ці параметри для різних видів палива, що розпилювалось: біодизелю (RME), дизельного палива і трьох різних сумішей біодизельного палива та дизельного палива.

Таблиця 1. Число Реньї D_0 та параметр порядку Δ для розпилювання різних палив

Палива	% RME	D_0	Δ
RME	100	2.688	0.445
30 RME	30	2.618	0.4114
50 RME	50	2.576	0.3585
75 RME	75	2.5989	0.471
Дизель	0	2.731	0.426

Як видно з таблиці 1, дизельне паливо та біодизельне паливо має дуже близькі характеристики. В той же час змішування дизельного палива в однакових пропорціях з біодизельним приводить до порушення порядку, що відображається у зменшенні параметрів мультифрактального спектру для розпилювального палива. Але ми не можемо сказати, що біодизельне паливо краще розпилюється, ніж суміш його з дизельним паливом. Це б суперечило б відомим експериментальним дослідженням.

На заправках в Україні вже можна знайти паливо з додаванням до 10% біодизельного палива, але використання сумішевих палив з більшим вмістом біодизельного палива, а також чистого біодизельного палива потребує окремої уваги, оскільки відомі випадки пошкодження паливної апаратури відкладеннями біодизельного палива при невмілому використанні. Отже розпилювання біодизельного палива має бути досліджено більш детально з врахуванням властивостей палив, які використовуються.

LP-модель для моделювання довжини конуса розпилювання. Параметр довжини (LP).

Наступні палива використовувалися для наших досліджень: конопляний Метиловий Ефір (HME), що вироблений з конопляної олії в Євросоюзі [3], ріпаковий Метиловий ефір, що вироблений з ріпакової олії в Україні (RME) [9,10] та соєвий Метиловий Ефір (SME), що вироблений з соєвої олії [9,10]. Детальне описання складу і термодинамічних властивостей біодизельного палива надано в [9,10]. Таблиця 2 показує фізичні властивості біодизельного палива в порівнянні з властивостями дизельного палива за температури 80° С, які були визначені в [16].

Табл. 2

Фізичні властивості та LP біодизельного і дизельного палив при 80° С

	HME	SME	RME	Дизель
Густина	845	841	841	788
Кінематична в'язкість	$1,96 \times 10^{-6}$	$2,01 \times 10^{-6}$	$2,58 \times 10^{-6}$	$1,09 \times 10^{-6}$
Поверхневий натяг	$27,41 \times 10^{-3}$	$27,15 \times 10^{-3}$	$27,82 \times 10^{-3}$	$24,14 \times 10^{-3}$
LP [м]	1.18×10^{-7}	1.25×10^{-7}	2.01×10^{-7}	0.388×10^{-7}

Параметр довжини (LP) був введений для описання руйнування потоку рідини в роботі Егерса [21], тому і цій роботі він інколи називається параметром довжини Егерса. Він зв'язаний з утворенням шийки при руйнуванні в'язкої рідини та руйнуванням лігаментів (що відриваються від рідкої серцевини) і базується тільки на фізичних властивостях рідини:

$$LP = \frac{v_f^2 \rho_f}{\sigma}, \quad (1)$$

де LP – параметр довжини (м); v_f – кінематична в'язкість палива ($\text{м}^2 \text{с}^{-1}$); ρ_f – густина палива (кг м^{-3}); σ – поверхневий натяг палива (Н м^{-1}).

В роботі [16] ми успішно використали LP для описання розпилювання палива, нам вдалося зв'язати середній діаметр крапель при розпилюванні з LP параметром палив.

Аналіз наявних експериментальних даних дозволив визначити, що довжина конуса розпилювання для біодизельного палива буде пропорційною до $LP^{0.1}$. На основі цього була запропонована нова емпірична модель для розрахунків довжини конуса розпилювання палива за умов, що релевантні для двигунів внутрішнього згорання:

$$S_{tip} = A_{tip} LP^{0.1} t_{inj}^{0.5} \quad (2)$$

$$A_{tip} = Ad_{noz}^{0.5} P_{inj}^{0.36} \rho_a^{-0.29}, \quad (3)$$

де $A=0.066$ – коефіцієнт; A_{tip} – коефіцієнт розпилювання; d_{noz} – діаметр сопла (м); P_{inj} – тиск впорскування (Па); S_{tip} – довжина конуса розпилювання (м); ρ_a – густина газу в циліндрі (кг м^{-3}); t_{inj} – час після впорскування (мс);

Довжина конуса розпилювання для трьох типів біодизельного палива і дизельного палива, властивості яких наведені в таблиці 2, були розраховані за формулами (1), (2) і (3) при різних тисках впорскування та тисках у циліндрі. Рисунок 2 і рисунок 3 показують довжину конуса розпилювання залежно від часу впорскування, що спрогнозовано за допомогою рівняння (1) для SME, RME і дизельного палива. ефіру ріпакової олії (RME) та метилового ефіру соєвої олії (SME) в порівнянні з дизельним паливом. Результати моделювання показують, що довжина конуса розпилювання для Метилового ефіру конопляної олії дуже близькі до тих, що одержані для Метилового ефіру соєвої олії.

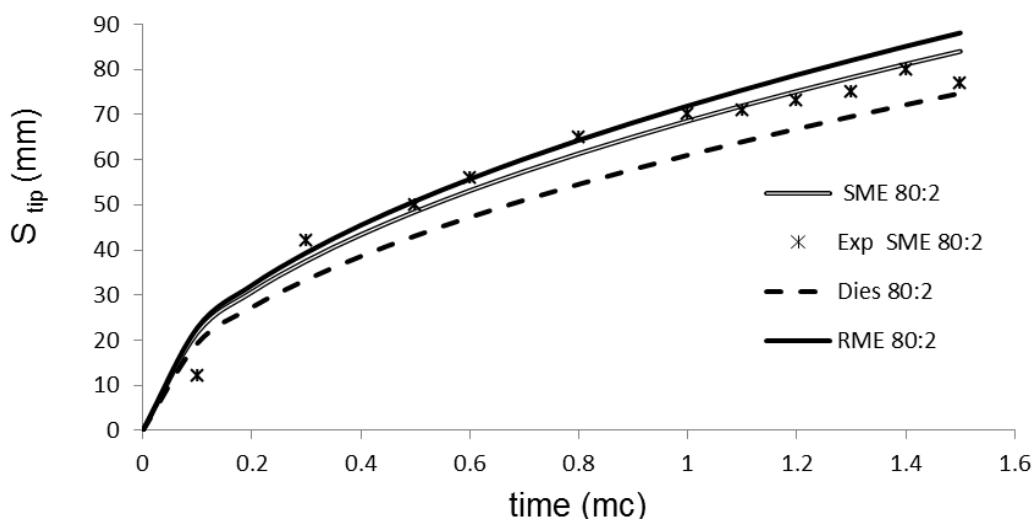


Рис. 2. Довжина конуса розпилювання S_{tip} в залежності від часу впорскування (time), що розрахована за рівнянням (2) для SME (SME 80:2), та RME (RME 80:2), дизельного палива (Dies 80:2) та експериментальні дані S_{tip} для SME (Exp SME 80:2), що взяті з [14]. Тиск впорскування та тиск у циліндрі 80 МПа та 2 МПа відповідно

Теоретичні результати були підтверджені експериментальними даними [14] для форсунки з діаметром 0,5 мм з одним отвором. Наші результати показують, що RME має трохи довшу довжину конуса розпилювання, ніж SME або HME (графіки для HME дуже близькі до відповідних графіків для SME і не представлені на рисунках 2 та 3).

Із рисунків 2 - 3 витікає, що запропонована формула дає добре узгодження з експериментальними даними, які відомі для дизельного та біодизельного палива. За допомогою знайденого виразу було розраховано довжини конуса розпилювання при різних тисках впорскування та тисках в циліндрі для метилового ефіру конопляної олії (HME), метилового ефіру ріпакової олії (RME) та метилового ефіру соєвої олії (SME) в порівнянні з дизельним паливом. Результати моделювання показують, що довжина конуса розпилювання для Метилового ефіру конопляної олії дуже близькі до тих, що одержані для Метилового ефіру соєвої олії.

Описані вище підходи можуть використовуватися також для таких альтернативних палив як гідронізована рослинна олія (англ. "hydrogenated vegetable oil" (HVO)) та синтетичне дизельне паливо з біомаси ("gas to liquid" GTL). В таблиці 3 ми порівнюємо фізичні властивості та LP біодизеля (RME), суміші HVO 30 (30% HVO) та RME 30 (30% RME) з дизельним паливом.

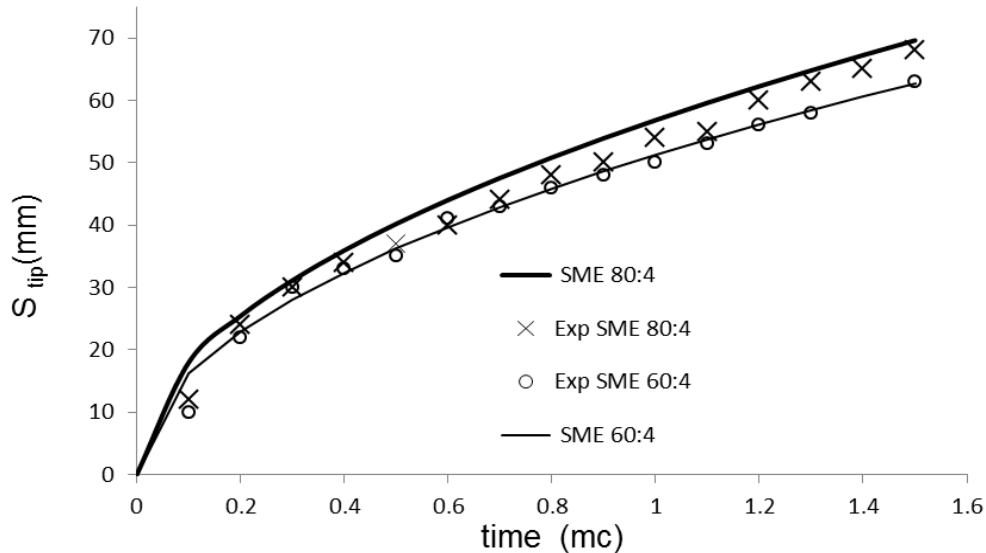


Рис.3. Довжина конуса розпилювання S_{tip} в залежності від часу (time) впорскування, що розрахована за рівнянням (2) для SME при тиску впорскування 60 МПа (SME 60:4) та 80 МПа (SME 80:4) та експериментальні дані S_{tip} для SME

Таблиця 3. Порівняння фізичних властивостей [21, 22] та LP біодизеля (RME), суміші HVO 30 та RME 30 з дизельним паливом

	B5	B30	RME	RME 30	Дизель	HVO 30
Густина(15°C)	831	851	879	853	837.5	812.2
Кінематична в'язкість (40°C)	2.38×10^{-6}	3.12×10^{-6}	4.47×10^{-6}	3.183×10^{-6}	2.681×10^{-6}	2.545×10^{-6}
Поверхневий натяг (20°C)	23.0×10^{-3}	25.00×10^{-3}	28×10^{-3}	31.3×10^{-3}	30.4×10^{-3}	28.0×10^{-3}
LP [м]	2.05×10^{-7}	3.31×10^{-7}	6.27×10^{-7}	2.76×10^{-7}	1.98×10^{-7}	1.88×10^{-7}
$LP^{0.1}$	0.210	0.220	0.240	0.221	0.214	0.213

Як ми можемо бачити з таблиці, найкращим замінником дизельного палива буде HV30 якщо за критерій якості розпилювання палива взяти значення LP . Найкраще це, видно коли порівнювати значення $LP^{0.1}$ для палив.

Висновки.

Був виконаний мультифрактальний аналіз слідів крапель після розпилювання у випадку альтернативних палив (біодизельного палива та його сумішей) з підрахуванням параметрів мультифрактального спектру. Число Ренї та параметр порядку показують можливість порушення порядку в сумішах, де біодизельне та дизельне паливо використовується у рівних пропорціях.

Була представлена нова LP - модель, що дає можливість швидко порахувати довжину конуса розпилювання для біодизельних палив у порівнянні з дизельним. Параметр, який ми назвали параметр довжини Егерса (LP), був введений, щоб визначити вклад властивостей палив у довжину конуса розпилювання. Модель дає хороше узгодження з експериментальними даними для біодизельного палива. Показано співпадання довжини конуса розпилювання для біодизельного палива з конопляної та соєвої олії. Параметри довжини Егерса підраховані також для широкого діапазону альтернативних палив, що можуть використовуватися у дизельних двигунах.

1. Колодницька Р.В., Аль К'юбезі М.. Моделювання випаровування крапель біодизельного палива. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк, 2015. Випуск № 52. С.33-40.
2. Moskvин, P., Kryzhanivskyy, V., Rashkovetskyi, L., Lytvyn, P., Vuichyk, M., Journal of Crystal Growth. 404:204–209 (2014).
3. Grabar, I.G., Kolodnytska, R.V., Semenov, V.G., Biofuel based on oil for diesel engines, ZDTU; 2011
4. Grout, S., Dumouchel, C., Cousin, J., Noglisch, H., Inter. Journal of Multiphase Flow. 33:1023-1044 (2007).
5. Garcia, C. R. Fractals, 11:155-161 (2003).

6. Zhou, W.X. and Yu, Z.H., Physical Review-Series. E 63 (I, Part A) 16302 –16312 (2001).
7. Roisman, V.I., Araneo, L., Tropea, C., International journal on multi-phase flow 33:904–920 (2007).
8. Kolodnytska, R.V., Karimi, K., Crua, C., Heikal, M.R., Sazhina, E.M., Internal combustion engines 1:42–46 (2008).
9. Sazhin, S.S., Al Qubeissi, M., Kolodnytska, R., Elwardany, A., Nasiri, R., Heikal, M.R. Fuel. 115:559–572 (2014).
10. Kolodnytska, R., Al Qubeissi, M., Sazhin, S.S., 25th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Chania, Greece, 1 - 4 September 2013.
11. Higgins, B.S., Mueller, C.J., Siebers, D.L., SAE 01–0519:135–148 (1999).
12. Som, S., Longman, D.E., Ramirez AI, Aggarwal S.K., Fuel 89:4014–4024 (2010).
13. Chen, P.C., Wang W.C., Roberts, W.L., Fang T., Fuel 103:850–861 (2013).
14. Park, S.H., Kim, H.J., Suh, H.K., Lee, C.S., International Journal of Heat and Fluid flow 30:108–116 (2009).
15. Chen, L., Liu, Z., Sun, P., Huo, W. Fuel 153:355–360 (2015).
16. Kolodnytska, R.V. Visnik Shydno Ukrainського Natsionalnogo Universitetu 6(148):41–46 (2010)
17. Simulation of Biofuels Combustion in Diesel Engines [online]. <http://dx.doi.org/10.5772/52333>
18. Vstovsky, G.V., Found. Phys. 27:1413 –1444 (1997).
19. Feder, J. Fractals. Plenum Press, 1988.
20. Eggers, J. Rev. Mod. Phys. 69:865–929 (1997).
21. Dragomirov, P., Sauerhering, J., Schmidt, J., Rottengruber, H., Tschüke, H., Hadler, J., Backofen, D., Sep. 1.–4. 2013, 25th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems.
22. Millo, F., Debnath, B. K., Vlachos, T., Ciaravino, C., Postrioti L., Buitoni G., 2015, Fuel. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2015.06.096>.

REFERENCES

1. Kolodnytska RV, Al Qubeissi M. “Modelling of evaporation of biodiesel droplets”. Interuniversity collection "Naukovi dodanti ". Lutsk, 2015. Issue № 52. C.33–40.
2. Moskvyn, P., Kryzhanivskyy, V., Rashkovetskyi, L., Lytvyn, P., Vuichyk, M., Journal of Crystal Growth. 404:204–209 (2014).
3. Grabar, I.G., Kolodnytska, R.V., Semenov, V.G., Biofuel based on oil for diesel engines, ZDTU; 2011
4. Grout, S., Dumouchel, C., Cousin, J., Nuglisch, H., Inter. Journal of Multiphase Flow. 33:1023–1044 (2007).
5. Garcia, C. R. Fractals, 11:155–161 (2003).
6. Zhou, W.X. and Yu, Z.H., Physical Review-Series. E 63 (I, Part A) 16302 –16312 (2001).
7. Roisman, V.I., Araneo, L., Tropea, C., International journal on multi-phase flow 33:904–920 (2007).
8. Kolodnytska, R.V., Karimi, K., Crua, C., Heikal, M.R., Sazhina, E.M., Internal combustion engines 1:42–46 (2008).
9. Sazhin, S.S., Al Qubeissi, M., Kolodnytska, R., Elwardany, A., Nasiri, R., Heikal, M.R. Fuel. 115:559–572 (2014).
10. Kolodnytska, R., Al Qubeissi, M., Sazhin, S.S., 25th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, Chania, Greece, 1 - 4 September 2013.
11. Higgins, B.S., Mueller, C.J., Siebers, D.L., SAE 01–0519:135–148 (1999).
12. Som, S., Longman, D.E., Ramirez AI, Aggarwal S.K., Fuel 89:4014–4024 (2010).
13. Chen, P.C., Wang W.C., Roberts, W.L., Fang T., Fuel 103:850–861 (2013).
14. Park, S.H., Kim, H.J., Suh, H.K., Lee, C.S., International Journal of Heat and Fluid flow 30:108–116 (2009).
15. Chen, L., Liu, Z., Sun, P., Huo, W. Fuel 153:355–360 (2015).
16. Kolodnytska, R.V. Visnik Shydno Ukrainського Natsionalnogo Universitetu 6(148):41–46 (2010)
17. Simulation of Biofuels Combustion in Diesel Engines [online]. <http://dx.doi.org/10.5772/52333>
18. Vstovsky, G.V., Found. Phys. 27:1413 –1444 (1997).
19. Feder, J. Fractals. Plenum Press, 1988.
20. Eggers, J. Rev. Mod. Phys. 69:865–929 (1997).
21. Dragomirov, P., Sauerhering, J., Schmidt, J., Rottengruber, H., Tschüke, H., Hadler, J., Backofen, D., Sep. 1.–4. 2013, 25th European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems.
22. Millo, F., Debnath, B. K., Vlachos, T., Ciaravino, C., Postrioti L., Buitoni G., 2015, Fuel. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2015.06.096>.

Колодницька Р.В., Москвін П.П. Новые подходы к анализу и моделированию распыливания альтернативного топлива в двс для автомобильного транспорта.

Мультифрактальный анализ видеоизображений следов капель альтернативных топлив после распыливания был выполнен. Были рассмотрены биодизельное топливо и три его смеси с дизельным топливом в разных пропорциях. Результаты анализа показали возможное нарушение порядка в смесях с одинаковой долей дизельного и биодизельного топлива. В работе также описана разработанная LP -модель для моделирования длины конуса распыливания для альтернативных топлив, основанная на определении параметра длины Егерса, который учитывает физические свойства топлива. Модель была применена к анализу распыливания трех биодизельных топлив (метиловых эфиров на основе рапсового, соевого и конопляного масел). Было показано, что длина конуса распыливания для биодизельного топлива больше, чем для дизельного, что подтверждается экспериментальными данными. Параметры длины Егерса альтернативных топлив также были оценены в этой работе.

Ключевые слова: альтернативные топлива, биодизельное топливо, распыливание топлива, мультифрактальный анализ, LP –модель

R. Kolodnytska, P. Moskvин. New approaches to spray analysis and modelling of the alternative fuels for automotive diesel engine.

Multifractal analysis of video images of tracks of alternative fuels drops after injection was performed. Biodiesel and three biodiesel and diesel blends are used in our analysis. The analysis showed a possible disturbance in mixtures when 50% diesel and 50% biodiesel are used. A LP-model for biodiesel spray penetration under conditions relevant to internal combustion engines is suggested. A parameter referred to as “Length parameter” is introduced to define the fuel properties. The model predictions are validated for Hemp oil Methyl Ester (HME), Rapeseed oil Methyl Ester (RME) and Soybean oil Methyl Ester (SME) comparing with those of diesel fuel under different injection conditions and ambient pressures. The model is shown to produce a good agreement with the experimental data that available both for diesel and biodiesel fuels. It has been found that the spray penetration for Hemp oil Methyl Ester is very close to that of Soybean oil Methyl Ester.

Key words: alternative fuel, biodiesel, biodiesel fuel, biodiesel spray, multifractal analysis, LP-model

АВТОРИ:

КОЛОДНИЦЬКА Руслана Віталіївна, к.т.н., доцент, кафедра автомобілі та автомобільне господарство, Житомирський державний технологічний Університет, Україна, e-mail: ruslanakolod@gmail.com.

МОСКВІН Павло Петрович, доктор фізико-математичних наук, професор, кафедри фізики та вищої математики, Житомирський державний технологічний Університет, Україна, e-mail: moskvin_pp@mail.ru

AUTHORS:

R. KOLODNYTSKA, PhD., Assoc. Professor of Automotive Engineering Department, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, e-mail ruslanakolod@gmail.com.

Pavlo MOSKVIN, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Physics and Higher Mathematics Department, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, e-mail: moskvin_pp@mail.ru

Стаття надійшла в редакцію 03.04.2016р.

Крайник Т.Л.
ВАТ “Український інститут автобусо-тролейбусобудування”

ОПТИМІЗАЦІЯ СУМІЩЕННЯ КІНЕМАТИКИ КЕРМОВОГО ПРИВОДУ ТА ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ МЕТОДАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО 3D-СИНТЕЗУ

Опрацьовано методику комп'ютерного просторового (3D) синтезу та оптимізації суміщення кінематики кермового приводу та передньої підвіски автомобіля з умов мінімізації відхилень траєкторій осей поворотного кулака кермового приводу коліс та переміщення – амплітуди ходу коліс, заданих кінематикою підвіски.

Ключові слова: кінематика кермового приводу і передньої підвіски, суміщення, просторова оптимізація кінематики.

Постановка проблеми. Відчутне підвищення законодавчих нормативних вимог з 2015р. в Україні [1] стосовно стійкості і керованості руху колісних транспортних засобів (КТЗ) обумовлює особливу значимість ретельного опрацювання даної проблематики ще на етапі дослідно – конструкторських робіт. Однією з проблем в цьому плані є суміщення кінематики переміщення керованих коліс, що задаються, з одного боку, траєкторією переміщення передньої підвіски, з іншого боку – траєкторією переміщення поворотного кулака кермового приводу. Обидві колові траєкторії певних радіусів, що задаються кінематикою напрямних передньої підвіски та кінематикою кермової трапеції/поздовжньої тяги, формуються з умов мінімізації відхилень впродовж всієї амплітуди ходу підвіски та повороту керма. Розузгодженість накладання цих траєкторій більше 2-3⁰ обумовлює втрату стійкості руху на відповідних режимах руху [2,3]. Класичне вирішення цієї проблеми конструктивного синтезу кінематики обидвох систем базується на двомірному аналізі у поперечній та поздовжній площинах стосовно напрямку руху/кузова автомобіля. Зростаючі вимоги що до безпеки руху, а, відповідно стійкості і керованості [1], поряд з можливостями об'ємного (3D) моделювання – аналізу і синтезу систем на базі сучасної комп'ютерної техніки, обумовлюють перехід до методології об'ємного, просторового синтезу і оптимізації кінематики систем, що дозволяє більш повно (в т.ч. з врахуванням просторових суміщень і кутів установки ланок) реалізувати, як аналіз, так і параметричну оптимізацію обидвох систем (насамперед кермового приводу).

Відповідно метою роботи є формування методики оптимізації суміщення кінематик кермового приводу та передньої підвіски КТЗ з умов забезпечення стійкості та керованості руху.

Результати досліджень. В роботах [4-5] викладено основні засади просторового 3D синтезу кінематики кермового приводу та суміщення з передньою підвіскою на прикладі розробки у ВАТ “Укравтобуспром” малотоннажної вантажівки (категорії N1) ТУР В031 з переднім, некласичним розміщенням кермової трапеції та незалежною пружинною підвіскою. Стосовно автобусів задне моторної компоновки (категорії М3) та великотоннажних спеціальних самохідних шасі у найбільш складному варіанті - з винесенням вперед робочим місцем водія/ кермовим механізмом а, відповідно, необхідністю використання розрізної поздовжньої тяги, та незалежною передньою пневмопідвіскою, просторова кінематична схема, рис.1, описується системою рівнянь, що характеризує для прийнятих початково на етапі ескізної компоновки довжин і кутів установки ланок:

– переміщення важелів підвіски А і В, К і L та маятникового важеля Е, Н і G у поздовжній та поперечній площинах (стосовно напрямку руху);

– переміщення 5 поворотних важелів (АВ, CD, DI, KJ, KL);

– переміщення жорстко пов'язаних з осями обертання шарнірів С і М.

Загалом еквівалентна кінематична схема (рис.10) складається з 15 рухомих ланок, що сполучені 26 сферичними шарнірами та 8 циліндричними парами і описується 24 рівняннями вищезгаданих 3 типів (без врахування податливості – пружно-демпфуючих характеристик ланок і з'єднань).

Очевидно, що з умов практики проектних робіт і навантажень пріоритетним в плані корегування конструктивних параметрів (довжин і кутів установки) є власне кінематика кермового приводу (з одночасним дотриманням першочергових умов дотримання співвідношення кутів повороту внутрішнього і зовнішнього керованих коліс згідно [3]. Загальна структура кінематичного синтезу системи «підвіска-кермовий привід» надано у нашій роботі [5]. Структура деталізації оцінки суміщення площин обертання і повороту керованих коліс представлена на рис.2.

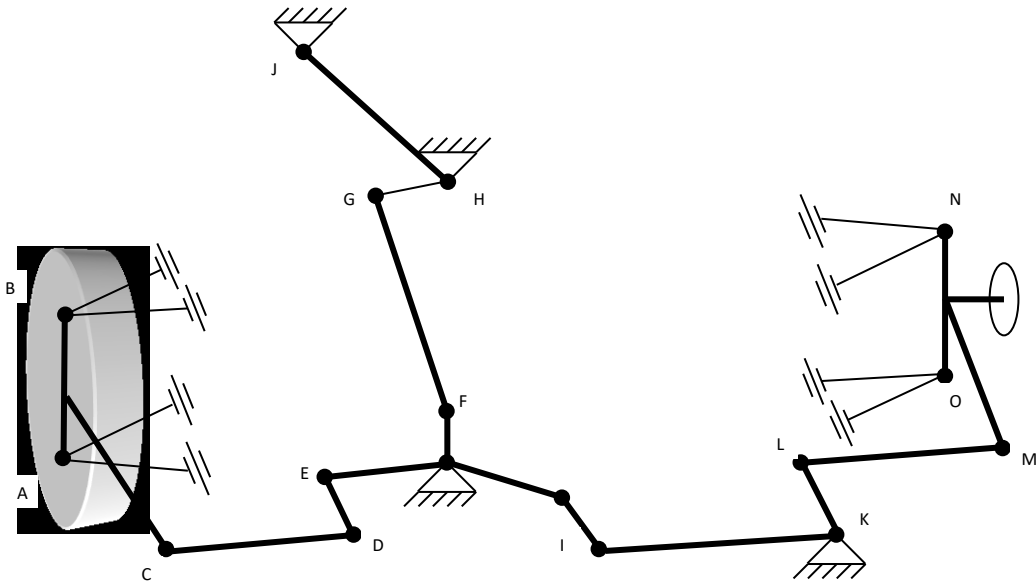


Рис. 1 Просторова кінематична схема кермового приводу автобуса вагонної компоновки з незалежною передньою підвіскою

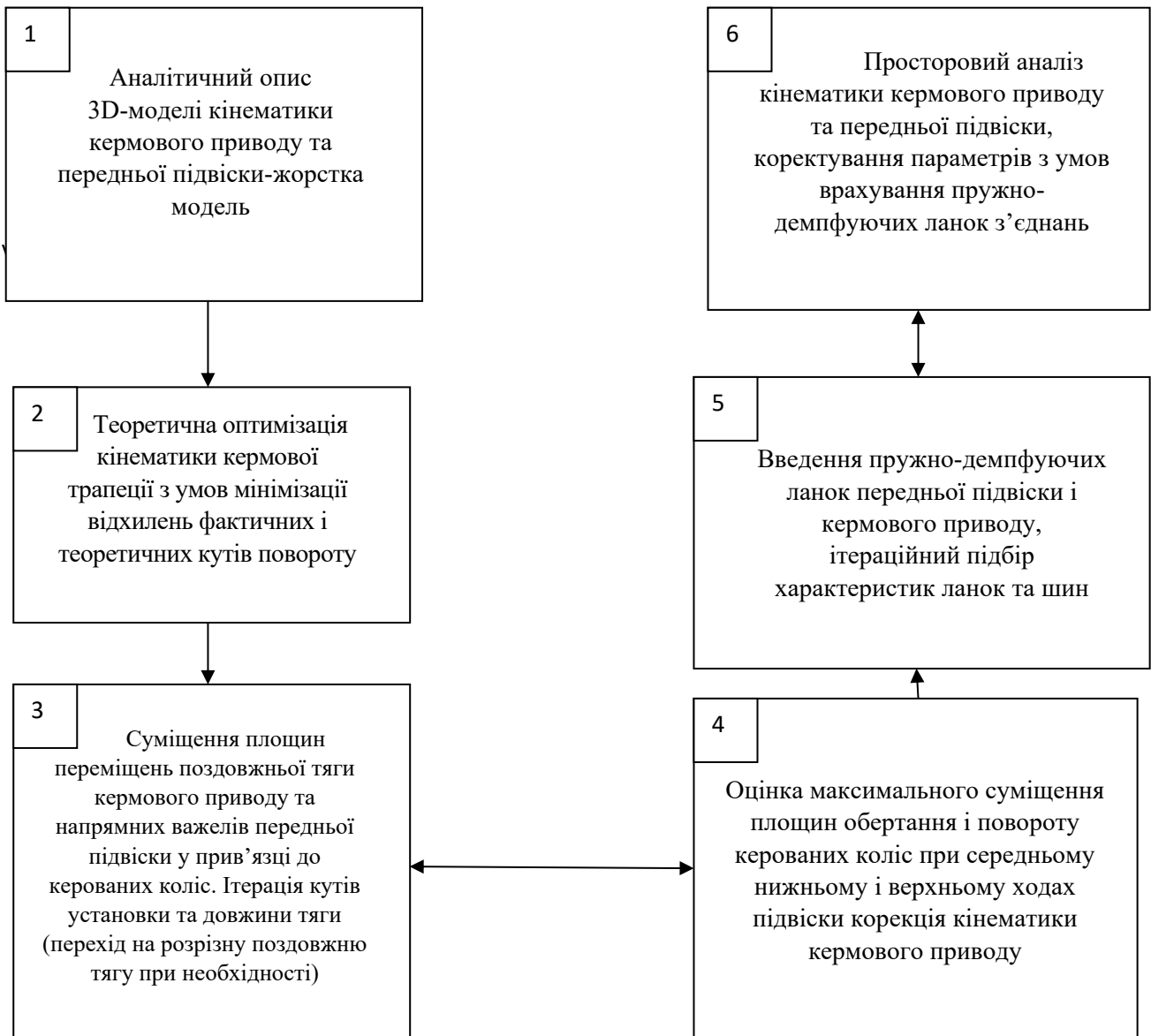


Рис. 2 Структура оптимізації кінематики суміщення кермового приводу та передньої підвіски

Процес оптимізації значень довжин і кутів установки ланок кермового приводу, як правило, у проектній практиці легше здійснювати методом ітераційного – змін конструктивних (вищезазначених) ланок з умов оцінки наближення площин переміщень до мінімально можливих відхилень. (Повне накладання) суміщення цих площин впродовж амплітуди ходу підвіски є нереальним). Можливий і більш складний, автоматизований алгоритм комп'ютерного розрахунку (на базі так зв. градієнтних методів чи інших), однак при цьому майже співставимі затрати часу конструктора щодо формування граничних умов автоматизованого пошуку і умов уникнення ефекту локального екстремума до досягнення кращого результату.

Паралельно необхідно здійснювати на кожному кроці ітерації перевірку дотримання допустимого співвідношення кутів повороту зовнішнього і внутрішнього керованих коліс при повороті вліво-вправо, що мають суттєвий вплив на керованість і стійкість руху.

Однак з умов сертифікації автомобіля, де чітко регламентується курсова стійкість при екстремому гальмуванні (Правил ЄЕК ООН №13) без утримання водієм керма, власне незадовільне суміщення кінематики кермового приводу і передньої підвіски, як показує реальний досвід робіт по автобусах [6], є першопричиною невідповідності конструкції.

Отримане таким чином кінематична схема приводу з визначеними довжинами і кутами установки ланок дозволяє перейти до силового аналізу (підбору необхідних поперечних перерізів тяг та наконечників приводу), а також до підбору необхідних осьових та радіальних жорсткостей гумометалевих шарнірів приводу та характеристик шин. Податливість приводу і шин у свою чергу змінює раніше визначену теоретичну кінематику переміщень / суміщення апіорі абсолютно жорсткої структурної схеми приводу, що обумовлює необхідність відповідного корегування геометричних параметрів ланок приводу (рис. 2).

Для цього у еквівалентну схему рис.1, вводяться відповідні елементи податливості (жорсткості) і демпфування з'єднань та самих шин з прикладанням взаємін кінематичних в'язей відповідних радіальних і осьових навантажень при реальних, граничних режимах роботи приводу.

Очевидно, враховуючи появу додаткових елементів і їхнього опису (для схеми на рис. 1. – 7б рівень) процес параметричної оптимізації здійснюється поетапно, починаючи з найбільш навантажених вузлів з завершенням оцінкою кінематики переміщень приводу в цілому на граничних режимах навантажень і амплітуд переміщень підвіски.

Практична реалізація даного підходу у дослідно-конструкторських роботах ВАТ Укравтобуспром, зокрема по малотоннажній вантажівці ТУР ВО31 та автобусах III класу, проведені в об'ємі приймальних дорожніх випробування щодо забезпечення нормативно обумовлених показників стійкості та керованості руху засвідчили ефективність методики 3D – синтезу та практичну значимість для галузі.

Висновки. Представлена методика просторового, об'ємного синтезу кінематики кермового приводу та суміщення з кінематикою передньої на базі сучасних комп'ютерних технологій підвіски вигідно вирізняється від класичних, двомірних методів графоаналітичного аналізу і підбору та забезпечує відчутно вищу точність і ефективність у процесі дослідно-конструкторських робіт.

1. Накази Міністерства економічного розвитку та торгівлі України від 02.12.2014 р. №1430 та №1431.
2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля./ Литвинов А.С. – Москва, Машиностроение, 1971. – 246 с.
3. Раймпель Й. Шасси автомобиля: рулевое управление/пер. с немецкого В.Н. Пальянова. – Москва, Машиностроение, 1977 – 232 с.
4. Крайник Т.Л. Суміщення кермового проиводу і незалежної підвіски автомобіля./ Крайник Т.Л., Гудз Г.С. // Весник ХНАДУ, вип. 41, Харків, 2008. – С. 62-64.
5. Крайник Т.Л. Структурний синтез та кінематика суміщення кермового приводу і незалежної підвіски автомобіля /Крайник Т.Л., Гудз Г.С.// Вісті Авто-дорожного інституту Дон НТУ, вип. 6(14), Горлівка, 2008, – С. 3-6.
6. Попович В.В. Деякі дорожні дослідження стійкості та керованості автобуса А074 з різними видами кермового приводу./ В.В. Попович // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Щорічний науково-виробничий журнал – Львів, 2014. Випуск 22. – С. 113-118.

REFERENCES

1. Orders of Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine of 02.12.2014 p. №1430 and №1431.
2. Litvinov, A. (1971). *Controllability and stability of the car*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 246 p.
3. Raumpel, J. (1977). *Car Chassis: Steering*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 232 p.

4. Krainyk, T. & Gudz, G. (2008). Combining proyvodu steering and independent suspension car. *Visnyk HNADU*, no. 41, Kharkiv, pp. 62-64.
5. Krainyk, T. & Gudz, G. (2008). Structural synthesis and kinematics of combining a steering drive and independent suspension car. *Visti Avto-dorozhnoho instytutu Don NTU*, No. 6 (14), Horlovka, pp. 3-6.
6. Popovich, V. (2014). Some road of stability and control bus A074 with different types of steering actuator. *Design, manufacture and operation of vehicles and trains: Annual Scientific Production Journal - Lviv*, Issue 22. pp. 113-118.

Крайник Л.В. Оптимизация совмещения кинематики рулевого привода и передней подвески автомобиля методами 3D-синтезу.

Представлено методику компьютерного пространственного (3D) синтеза и оптимизации совмещения кинематики рулевого привода и передней подвески автомобиля из условий минимизации отклонений траекторий осей поворотного кулака рулевого привода колес и перемещения – амплитуды хода колес, заданных кинематикой подвески.

Ключевые слова: кинематика рулевого привода и передней подвески, совмещение, оптимизация пространственной кинематики.

L. Krainyk. Optimization of combination steering gear kinematics and front suspension of the car-synthesis techniques 3D.

Presented method of computing the spatial (3D) synthesis and optimization of combination of kinematics of the steering gear and front suspension of the car of the conditions of minimizing deviations rotary steering knuckle drive axles and wheels trajectories move - the amplitude of the stroke of the wheels, axle kinematics given.

Keywords: kinematics of the steering gear and front suspension alignment, optimization of spatial kinematics.

АВТОР:

КРАЙНИК Тарас Любомирович, головний конструктор, ВАТ «Укравтобуспром», м.Львів, e-mail: lbusua@gmail.com

АВТОР:

КРАЙНИК Тарас Любомирович, главный конструктор ОАО «Укравтобуспром», г.Львов, e-mail: lbusua@gmail.com

AUTHOR:

Taras KRAINYK, chief designer of "Ukravtobusprom", Lviv; e-mail: lbusua@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 18.04.2016р.

Мгебришвили Х.А., Вутхузи Н.В., Квабелашвили Х.А.
Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ЛОГИСТИКЕ

В статье выявлены причины, обуславливающие необходимость развития экологической логистики. Рассматривается экологизация функциональных областей логистики, учет экологического фактора в рамках логистики города, определена роль ретрологистики как инструмента решения проблемы отходов. Обозначено эколого-экономическое противоречие применения экологистики и приведены меры его преодоления. Показан опыт зарубежных компаний, практикующих экологическое управление логистической деятельностью.

Ключевые слова: городская логистика, зеленая логистика, логистика, ретрологистика, экологизация, экологическая логистика.

Постановка проблемы. Безответственная хозяйственная деятельность людей и их эксплуататорское отношение к природе привело к нарушению экологического баланса и породило ряд экологических проблем. Логистика как одно из направлений хозяйственной деятельности вносит свой вклад в ухудшение экологической обстановки, поэтому логистика как научная и практическая дисциплина в рамках своей деятельности должна учитывать экологические аспекты, чтобы минимизировать экодеструктивные последствия логистических операций.

Можно выделить следующие отрицательные воздействия на окружающую среду, связанные с логистической деятельностью:

- строительство объектов логистической инфраструктуры, которое сопровождается вырубкой деревьев, повреждением почвенного покрова, нарушением экосистем грунтовых вод;
- загрязнение воздуха, воды и почвы вредными выбросами;
- запыленность окружающей среды;
- шумовые и вибрационные воздействия, вызванные транспортными средствами;
- транспортные аварии, сопровождающиеся гибелью людей и нанесением ущерба природе (взрыв опасных грузов, разлив нефти, аварии на трубопроводах).

Экологические аспекты необходимо учитывать на всех этапах жизненного цикла продукции и всех стадиях функционирования цепи поставок, включая разработку товара, выбор сырья, процесс производства, операции по доставке готовой продукции до потребителей, а также организацию и координацию процессов утилизации и переработки отходов. Все эти аспекты проектирует, внедряет и осуществляет на практике такое новое направление, как экологическая логистика (экологистика, «зеленая» логистика).

Под экологической логистикой понимается такой вид логистики, научно-практическая деятельность которого направлена на учет экологических аспектов на всех стадиях движения материального и других сопутствующих ему потоков с целью оптимизации ресурсопотребления и минимизации деструктивных воздействий на окружающую среду.

Учет экологических факторов в логистике представляет собой экологизацию ее функциональных областей. Рассмотрим каждую из них более подробно.

1. **Снабженческая логистика.** Экологизация снабжения предполагает предоставление экологически приемлемых факторов производства, необходимых для производственной деятельности, чтобы минимизировать нагрузку на окружающую среду. В связи с этим необходимо выполнять отбор поставщиков сырья и материалов, основываясь не только на критериях затрат, времени и качества, но и на основе экологичности.

2. **Производственная логистика.** В соответствии со стандартами ISO 14000, система экологического менеджмента – это составная часть общей системы менеджмента, которая включает в себя организационную структуру, планирование деятельности, распределение обязанностей, практическую деятельность, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, оценивания достигнутых результатов реализации и усовершенствования экологической политики. Стандарт ISO 14000 также регламентирует понятие «экологическая политика», которое означает принципы и обязанности предприятия, связанные с экологическими аспектами деятельности предприятия и обеспечением основы для формирования экономических целей и задач, задекларированных предприятием публично.

3. Распределительная логистика. При учете экологических факторов в распределительной логистике необходимо проводить анализ каналов распределения на основе критерия воздействия на окружающую среду. Помимо этого, необходимо сформировать и организовать каналы движения обратного и возвратного материальных потоков, а также использовать экологически приемлемые упаковочные материалы, которые можно неоднократно использовать и переработать. Следует отметить, что распределительная логистика и маркетинг тесно взаимосвязаны, поэтому должно проводиться комплексное исследование конъюнктуры рынка с учетом экологических предпочтений клиентов, чтобы рационально организовать каналы сбыта.

4. Складская логистика. Экологизация этой функциональной области предполагает экологически обоснованное размещение складского хозяйства, использование тепло- и энергосберегающих технологий, а также сокращение количества отходов на складе. Следует обратить внимание на складирование опасных грузов (взрывчатые вещества, легковоспламеняющиеся химические вещества, сжатые газы, токсичные вещества, радиоактивные вещества и другие), которые могут нанести вред людям и окружающей среде. При хранении такого рода грузов необходимо применять определенные меры безопасности: склады должны быть удаленно размещены от мест проживания людей и хрупких экосистем, построены из огнеупорных материалов и специально оборудованы, такие склады должны строго охраняться и обслуживаться квалифицированным персоналом.

Площади, занимаемые складами, можно использовать не только для хранения материальных ресурсов. Например, международный логистический оператор FM Logistic ввел в эксплуатацию складскую платформу, особенностью которой является размещение на кровле здания фотогальванических систем [2]. Другим примером может послужить установка компанией Eurogate ветряных генераторов на своем контейнерном терминале в Гамбурге (Германия) [3]. В обоих случаях использование возобновляемых источников энергии позволяет не только уменьшить нагрузку на окружающую среду, но и покрывать потребности компании в электроэнергии.

5. Транспортная логистика. Транспорт оказывает огромное экодеструктивное воздействие, которое сопровождается выбросом большого количества вредных веществ (оксиды углерода, оксиды серы, оксиды азота, соединения свинца, сажа), что приводит не только к ухудшению экологической обстановки, но и негативно сказывается на здоровье людей. Чтобы минимизировать отрицательное влияние транспортной системы на окружающую среду, предусматриваются следующие меры:

использование экологичных транспортных средств с электрическими, газовыми, водородными и гибридными двигателями;

использование экологичных горюче-смазочных материалов и топлива;

повышение уровня квалификации водителей, их обучение по энергоэффективности вождения;

оптимизация маршрутов транспортировки с учетом воздействия на окружающую среду;

увеличение доли железнодорожных и водных перевозок;

реализация схем мультимодальных перевозок с использованием преимущественно железнодорожного и водного транспорта, так как именно эти виды транспорта наносят меньше ущерба окружающей среде;

использование трейлеров с двухъярусным прицепом, а также погрузка контейнеров на вагоны-платформы в два яруса, что позволяет рационально использовать пространство подвижного состава и задействовать меньшее количество транспортных средств;

использование внутри производства и в складском хозяйстве экологически безопасной погрузочно-разгрузочной техники.

6. Информационная логистика. Потоки информации неразрывно связаны с движением других логистических потоков. Нередко именно информационные технологии позволяют сделать логистические процессы эффективными и гибкими. Необходимо принимать следующие меры:

обработка информации экологического характера внутри и вне логистической системы;

рациональное планирование и оптимизация маршрутов с использованием информационных технологий, что обеспечивает максимально эффективное использование транспортных средств и способствует уменьшению транспортного потока и, соответственно, сокращению уровня вредных выбросов;

сокращение бумажного документооборота и переход на электронный обмен данными;

применение в логистической деятельности специального программного обеспечения, которое обеспечивает оптимальное использование и экономию ресурсов (времени, площадей, персонала, энергии и материалов), снижая при этом отрицательные экстерналии;

использование экологической маркировки, которая информирует об экологичности продукции;

информирование об эколого-экономических результатах логистической деятельности.

Отдельно следует рассмотреть учет экологических факторов в городской логистике. В каждом городе сосредоточено множество грузо- и пассажиропотоков, организация и функционирование которых сопровождается рядом проблем. Возрастающий с каждым годом уровень автомобилизации населения отражается не только в перегрузке транспортных коммуникаций города, но и в ухудшении экологии. Городские власти должны принять меры, чтобы стимулировать население пользоваться общественным транспортом и минимизировать использование личного транспорта. К таким мерам можно отнести:

повышение качества услуг общественного транспорта (обеспечить доступность, регулярность, комфортабельность и беспересадочность перевозок, увеличить скорость движения);

выделение обособленных полос движения для общественного транспорта;

обеспечение взаимодействия средств общественного и личного транспорта в городской транспортной системе посредством организации систем пересадки пассажиров «park & ride» и «bike & ride»;

контроль использования парковочного пространства;

развитие парка троллейбусов и трамваев – наиболее экологичных видов транспорта;

развитие электрического автотранспорта и создание инфраструктуры для его функционирования.

Кроме этого, городским властям необходимо рационализировать градостроительную политику. Следует преодолеть моноцентричное развитие городов: в центре города сосредоточены точки притяжения людей (торговые зоны, рабочие места, рекреационные и культурные объекты), что приводит к пересечению множества транспортных потоков, усложнению движения и повышению уровня загрязнения вредными выбросами. Поэтому при строительстве объектов притяжения товаротранспортных и людских потоков необходимо не только обеспечить баланс функциональной нагрузки (плотность, этажность, назначение застройки) с пропускной способностью транспортной сети, но также задуматься о грамотном размещении таких объектов, об их переносе в периферийные районы. Строительство жилых зон должно сопровождаться организацией мест труда и созданием прочей необходимой инфраструктуры, чтобы минимизировать потребность населения в транспортном передвижении [4].

В решении проблемы оптимизации грузопотоков в городе может помочь строительство городского логистического центра, деятельность которого заключается в координации и консолидации логистических субъектов, обслуживающих город и доставляющих грузы на его территорию. Такой центр обеспечивает информационную поддержку пользователей, связывает их материальные потоки и осуществляет дальнейшее распределение грузов. Размещение городского логистического центра в периферийной зоне освобождает городскую транспортную систему от маломобильного и крупногабаритного грузового транспорта, что облегчает движение и положительно отражается на экологии города. Еще один способ оптимизации грузопотоков – переход на поставки в ночное время, когда транспортная активность в городе наименьшая. Это позволит повысить скорость доставки грузов, а также снизить уровень эксплуатационных затрат [5, с. 298].

Особое внимание необходимо уделить ретрологистике, инструментарий которой может помочь в решении проблемы отходов. Ретрологистика (реверсивная, обратная логистика) – это процесс управления обратными и возвратными материальными потоками. В состав обратного и возвратного материальных потоков входят: использованная тара и упаковка, производственные отходы, некондиционная и неликвидная продукция, а также прочие материалы и изделия, которые могут быть повторно включены в производственный процесс или которые необходимо уничтожить.

Одним из инструментов ретрологистики является рециклинг. Рециклинг – это совокупность операций, включающих сбор, заготовку, сортировку, хранение, транспортировку, захоронение, переработку и утилизацию отходов. Применение рециклинга позволяет существенно сократить объем отходов, отправляемых на свалки, поскольку значительная их часть представляет собой вторичные материальные ресурсы (макулатура, стеклобой, металлолом, вторичное полимерное сырье, вторичные текстильные материалы), которые после соответствующей переработки могут быть вновь включены в производственный процесс.

Что касается возвращаемой продукции, то ее необходимо должным образом проверить, доработать и вновь отправить на продажу. Если же возвращаемая продукция не подлежит повторной продаже, то будет рационально изъять из нее полезные детали и запчасти, которые можно использовать в производстве или ремонте.

Одной из проблем применения экологической логистики является возникновение эколого-экономического противоречия, поскольку одной из главных задач логистики является минимизация издержек, а соблюдение экологических принципов и внедрение «зеленых» технологий в логистические процессы требует немалых дополнительных затрат. Это противоречие может быть преодолено с помощью государственной поддержки, а именно: предоставлением субсидий и дотаций, введением систем льготного кредитования и льготного налогообложения для организаций, ведущих свою деятельность с учетом принципов экологически устойчивого развития.

Кроме того, государственное регулирование, направленное на преодоление негативных экологических воздействий и стимулирование эколого-ориентированной логистической деятельности, предполагает использование следующих инструментов:

совершенствование экологического законодательства;

введение экологических стандартов;

введение системы штрафных санкций, применяемых к эмитентам вредных выбросов;

установление лимита выбросов;

введение системы торговли квотами на выбросы;

поощрение использования «зеленых» технологий;

эффективное применение транспортного налога;

ограничения доступа в некоторые географические зоны для определенных категорий транспорта;

инвестирование в создание экологически безопасной транспортно-логистической инфраструктуры.

К сожалению, в России экологистика не получила широкого распространения, так как для отечественных компаний первостепенной задачей является обеспечение экономической эффективности, а внедрение и использование «зеленых» технологий считается нерентабельным. На российском рынке основными критериями, которыми руководствуются в своей деятельности логистические операторы, являются время груза в пути и стоимость перевозки. К тому же и сами клиенты при проектировании цепей поставок не учитывают экологические факторы. В России вопросам экологии не уделяется должного внимания. Это связано с недостаточным государственным участием, отсутствием экологической культуры населения и низким уровнем социальной ответственности организаций.

Опыт зарубежных компаний, которые практикуют экологически ориентированное управление логистической деятельностью, показывает, что экологические и экономические факторы не всегда находятся в противоречии друг с другом и применение экологического подхода может принести свои плоды. Так, например, компания Unilever снизила уровень выбросов за счет мультимодальных перевозок, сократив автомобильные перевозки и увеличив долю перевозок железнодорожным и морским транспортом. Благодаря этому компания уменьшила величину транспортных издержек [8]. Корпорация Toshiba уменьшает нагрузку на окружающую среду с помощью рационального проектирования упаковки. Сокращение размера упаковки позволяет загрузить большее количество продукции и, следовательно, задействовать меньшее количество транспортных средств.

Выводы: экологическая логистика – это новый вид логистики, основанный на использовании «зеленых» технологий, предусматривающий экологизацию функциональных областей логистики, направленный на преодоление экодеструктивных воздействий логистической деятельности и обеспечение устойчивого развития организации и общества в целом. Применение экологистики позволяет не только минимизировать величину ущерба, причиняемого окружающей среде, но и обеспечить эффективное управление логистическими потоками, снизить логистические издержки, а также повысить конкурентоспособность, улучшить имидж и репутацию компании.

1. ISO 14000 – Environmental management//Режим доступа: http://www.iso.org/iso/iso.catalogue/management_and_leadership_standards/environmental_management.htm
2. Левкин Г.Г. О некоторых терминологических неточностях /Г.Г. Левкин//Логистика №1. - 2010. - С. 16-17.
3. Solar-powered logistics. RL: <http://www.worldcargonews.com/htm/w20080628.481896.htm> (дата обращения: 23.12.2014).
4. Кизим А.А., Кабертай Д.А. Современные тренды «зеленой» логистики в условиях глобализации // Логистика. 2013. № 1. С. 46 – 49.

REFERENCES

1. ISO 14000. Environmental management. Available at: http://www.iso.org/iso/iso.catalogue/management_and_leadership_standards/environmental_management.htm
2. Levkin, G. (2010). About some terminological inaccuracies. *Logistics*, No. 1, pp. 16-17.
3. Solar-powered logistics. Available at: <http://www.worldcargonews.com/htm/w20080628.481896.htm> (Accessed on 23.12.2014).
4. Kizim, A. & Kabertay, D. (2013). Modern trends in "green" logistics in the context of globalization. *Logistics*, No. 1, pp. 46-49.

Kh. Mgebrishvili, N. Butkhuzi, Kh. Qvabelashvili. Environmental considerations in logistics

This paper identifies causes which determine the necessity to develop ecological logistics. Ecologization of the functional areas of logistics and consideration of environmental aspects within city logistics are reviewed. In the article the role of retrologistics as a tool for solving the waste problem is defined. It is shown the controversy between environment and economics in the use of green logistics as well as approaches to overcome it are named. The article also considers the experience of companies worldwide practicing ecological logistics.

Keywords: city logistics, ecological logistics, ecologization, green logistics, logistics, retrologistics.

АВТОРЫ:

МГЕБРИШВИЛИ Хатуна Арчиловна, к.т.н., профессор, департамент „Автомобильный транспорт”, Грузинский технический университет, e-mail: xatuli1501@rambler.ru

ВУТХУЗИ Натия Вондоевна, академнй доктор, профессор, департамент „Транспортная логистика”, Грузинский технический университет, e-mail: n.butkhuzi@gtu.ge

КВАБЕЛАШВИЛИ Хатия Антоновна, Бакалавр, специальность Бизнес-администрирование, Грузинский технический университет, e-mail: Xatulinika@mail.ru

AUTHORS:

Khatuna MGEBRISHVILI, Ph.D., Proffesor, Department of Road Transport, Georgian Technical University, e-mail: xatuli1501@rambler.ru

Natia BUTKHUZI, D.Sc, Proffesor, Department of Transport Logistics, Georgian Technical University, e-mail: n.butkhuzi@gtu.ge

Khatia QVABELASHVILI, Bachelor, specialty Business Administration, Georgian Technical University, e-mail: Xatulinika@mail.ru

Стаття надійшла в редакцію 29.04.2016р.

Онищук В.П., Кузнецов Р.М., Козачук І.С.
Луцький національний технічний університет

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕЛЕМАТИЧНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

У статті наведено типові задачі, які здатна виконувати телематична транспортна система. Наведено аргументи доцільності створення такої системи. Для вирішення проблеми оптимізації використання транспортної мережі міста, запропоновано створити інтелектуальну транспортну систему. Наведений опис типової структури такої системи та перелік задач, які вона здатна була б вирішувати. Запропоновано підхід до вирішення задач прогнозування і оптимізації дорожнього руху.

Ключові слова: телематика, транспортна система, інтелектуальна телематична система.

«Телематика» є відносно новим словом і є загальним терміном для систем і протоколів, які включають передачу даних на великі відстані комп'ютеризованої інформації. Телематика (як часто називають «інтелектуальні транспортні системи») забезпечує великий набір інструментів аудіо/електронного устаткування для планування і прогнозування транспортних систем. Телематика включає в себе системне обладнання, програмне забезпечення і зв'язок, протоколи передачі даних.

Телематична транспортна система – це інформаційна система, що забезпечує автоматизований збір, обробку, передачу і надання споживачам даних про місцезнаходження і стан транспортних засобів, а також інформації, одержуваної на основі цих даних, з метою ефективного та безпечного використання транспортних засобів різного призначення і приналежності.

Інтелектуальна телематична транспортна система (ІТТС) – це телематична транспортна система, що забезпечує реалізацію функцій високої складності з обробки інформації і виробленню оптимальних (раціональних) рішень і керуючих дій [1].

За допомогою телематичних транспортних систем можуть вирішуватися такі завдання:

стягнення плати за проїзд транспортних засобів по дорогах (ділянкам вулично-дорожньої мережі), на яких встановлена така плата;

дистанційний контроль і нагляд за здійсненням перевезень небезпечних і цінних вантажів;

контроль часу роботи і відпочинку водіїв та припинення порушень встановленого режиму;

забезпечення транспортної безпеки транспортних засобів, які перебувають в рейсі;

управління системами (групами) транспортних засобів, наприклад, автотранспортом оперативних служб, дорожньо-експлуатаційних і комунальних організацій, вантажних і пасажирських автопідприємств, таксопарками і т. д.;

формування оптимальних (раціональних) маршрутів руху ТЗ, які повідомили пункти свого призначення, і прогнозування тривалості поїздки;

оптимальне управління дорожнім рухом;

інформування користувачів ТТС (водіїв і пасажирів);

екстрене реагування на аварійні ситуації;

розшук викрадених ТЗ;

використання надходять в ТТС даних про транспортні засоби для вирішення завдань правоохоронних органів.

Проведений аналіз розвитку транспортних телекомунікаційних систем за кордоном дозволяє зробити висновок, що дане питання є актуальним і на часі.

Зокрема рішення компанії ІВМ (IBM Traffic Prediction Tool, запроваджене, зокрема, в Сінгапурі в 2007 р), яке забезпечує прогнозування транспортних потоків [2], однак завдання оптимізації в ньому не ставляться.

У США Управління шосейних доріг (Federal Highway Administration, FHWA) Міністерства транспорту в 1994 р ініціювало створення проекту Динамічного призначення трафіку (Dynamic Traffic Assignment, DTA) з метою створення Транспортної системи оцінки і прогнозування в реальному часі (Traffic Estimation and Prediction System, TrEPS) в рамках якого були розроблені прототипи зазначеної системи DynaMIT-R and DYNASMART-X. В даний час ці продукти використовуються як інструменти при проведенні досліджень, для керування транспортними потоками їх застосування обмежене.

У країнах, що досягли найвищого рівня розвитку телекомунікаційних транспортних систем (Японія, Південна Корея, ряд європейських країн, США), ці системи створювалися протягом

десятиліть, а початок їх створення припав на час, коли можливостей масового доступу до даних глобальних навігаційних супутникових систем не було або вони були обмежені. Тому основою їх телекомунікаційних транспортних систем були позабортові засоби збору інформації, які мали набагато менші можливості отримання даних про стан і пункт призначення окремих транспортних засобів.

Зокрема за даними Міністерства транспорту ФРН транспортна телематика застосовується у наступних сферах управління на громадському транспорті, керування рухом на автомагістралях, у системах забезпечення динамічного пошуку паркувального місця. Остання сфера особливо актуальна для великих міст у яких постійно виникають проблеми із пошуком місця парковки.

Результати досліджень. В наш час серйозною проблемою є оптимізація використання пропускну здатності вулично-дорожньої мережі. Для вирішення даного питання доцільно було б створити інтелектуальну телематичну транспортну систему, яка б дала змогу реалізувати наступні функції:

прогнозування транспортних потоків і дорожньої обстановки на території міста з околицями, приміської дорожньої мережі або навіть цілого регіону;

вироблення команд, що забезпечують оптимізацію транспортних потоків і дорожньої обстановки і даних для засобів інформування водіїв;

формування оптимальних маршрутів руху і прогнозування тривалості поїздки транспортного засобу, які повідомили пункти свого призначення і знаходяться на зв'язку з ІТТС;

формування оптимальних планів застосування (нарядів) для груп транспортних засобів.

Виходячи з вище наведеного об'єктами управління ІТТС можуть бути як одиничні ТЗ, групи ТЗ, а також транспортні потоки в цілому.

Задачі керування одиничними ТЗ можна поділити на наступні групи:

контроль;

керування;

інформування;

екстренне реагування на дорожню ситуації чи дорожні пригоди.

В результаті збільшення обсягу транскордонних перевезень, питання транспортної телематики є також важливим європейським питанням, потенціал застосування транспортної телематики повинен бути використаний для міжнародних перевезень.

Рішення про застосування телематики в області транспорту, прийнято Радою Міністрів ЄС із транспорту у жовтні 1994 року.

В рамках трьох із вище наведених задач можна виділити однотипні логіко-математичні задачі, розв'язок яких може здійснюватись відомими методами динамічного програмування. Такий підхід дозволяє значно зменшити час і ресурси на створення і експлуатацію ІТТС.

До одного з різновидів таких задач, можна віднести, наприклад, задачу контролю руху транспортного засобу. Ця задача є основою для стягування плати за проїзд з пасажира. У більш складних випадках цієї задачі її розв'язок дозволить стягувати оплати залежності від напряму руху по рейсу чи навіть залежно від району перебування маршрутного транспортного засобу.

Другим різновидом задач управління є управління системами. Метою розв'язку таких задач є оптимальне виконання нарядів і за необхідності побудову оптимального маршруту ТЗ. Такий тип задач характерний для автопідприємств, що займаються перевезенням вантажів, дорожніх чи комунальних служб і т.і.

Даний клас також можна розділити на групи завдань, наприклад, статичні і динамічні. У статичних задачах задається вихідне положення ТЗ, що становлять групу, початкові і кінцеві пункти на маршруті та характеристики завдань, наприклад, ваги і обсяги вантажів, які повинні бути доставлені з вихідних пунктів в кінцеві. Такі завдання характерні для вантажних автопідприємств, дорожніх, комунальних служб і т. п. У динамічних задачах завдання заздалегідь невідомі, вони можуть вступати у будь-який момент, при цьому потрібно оптимально вибрати ТЗ, якому буде призначене завдання, яке поступило, а також маршрут до початкового пункту і, можливо, з початкового в кінцевий пункт. Таким чином можуть вирішуватися завдання керування ТЗ оперативних служб, таксопарків і т. д.

Набувши складним випадком є керування транспортними потоками на заданій території, яке здійснюється з метою найбільш раціонального використання вулично-дорожньої мережі для задоволення транспортних потреб користувачів. Управління здійснюється шляхом вироблення командної інформації для засобів управління дорожнім рухом, даних для відображення на засобах інформування водіїв і передачі сформованої інформації відповідним адресатам.

Більшість перерахованих завдань повинно вирішуватися шляхом оптимізації відповідних показників якості. Для отримання адекватних рішень цих завдань необхідно сформулювати прогноз транспортних потоків і дорожньої обстановки на найбільш тривалий з періодів, для яких повинні бути отримані рішення. Прогноз являє собою динамічну модель вулично-дорожньої мережі, наприклад, у вигляді графа змінної структури з заданими змінними в часі величинами завантаження його ребер транспортом на інтервалі часу, для якого здійснюється прогнозування. Зміни структури графа відображають вводяться і скасовуються (в тому числі за допомогою змінних дорожніх знаків) обмеження на рух по певних ділянках УДС, а змінні величини завантаження його ребер транспортом – інтенсивність прогнозованих транспортних потоків.

Вихідними даними для прогнозування є відомості про місцезнаходження і стан ТЗ на вулично-дорожній мережі, а також про пункти призначення тих ТЗ, які видали дані про них в систему.

Інформація про місцезнаходження і стан ТЗ надходить від бортових автомобільних навігаційно-інформаційних комплексів, а також від позабортових засобів збору інформації. Необхідно також використовувати інформацію про поточні та прогнозовані погодні умови.

На основі зібраної інформації повинні формуватися дані для таких користувачів, як органи транспортного нагляду, оператори платіжних систем, аварійно-рятувальні структури, власники ТЗ і т.і.

Якість вирішення перерахованих вище оптимізаційних задач в значній мірі визначається повнотою і достовірністю інформації про поточний і прогнозований стан транспортних потоків. Дані про їх поточний стан можна отримати від бортових навігаційно-інформаційних комплексів ТЗ і позабортових засобів збору інформації, що вказує на необхідність інтеграції даних, одержуваних усіма телекомунікаційними транспортними системами. Для прогнозування необхідно отримати дані про пункти призначення якомога більшої кількості ТЗ, що рухаються по вулично-дорожній мережі.

Ці дані можуть бути видані власниками державних і комерційних ТЗ, а також водіями індивідуальних ТЗ, якщо оптимізовані маршрути дозволять отримати помітний вигравш в тривалості поїздки або хоча б достовірний прогноз тривалості, якщо значне перевантаження вулично-дорожньої мережі не дозволяє досягти такого вигравшу.

Можлива функціональна структура підсистеми прогнозування та оптимізації ІВТС показана на рис. 1. Її функціонування може здійснюватися в такий спосіб.

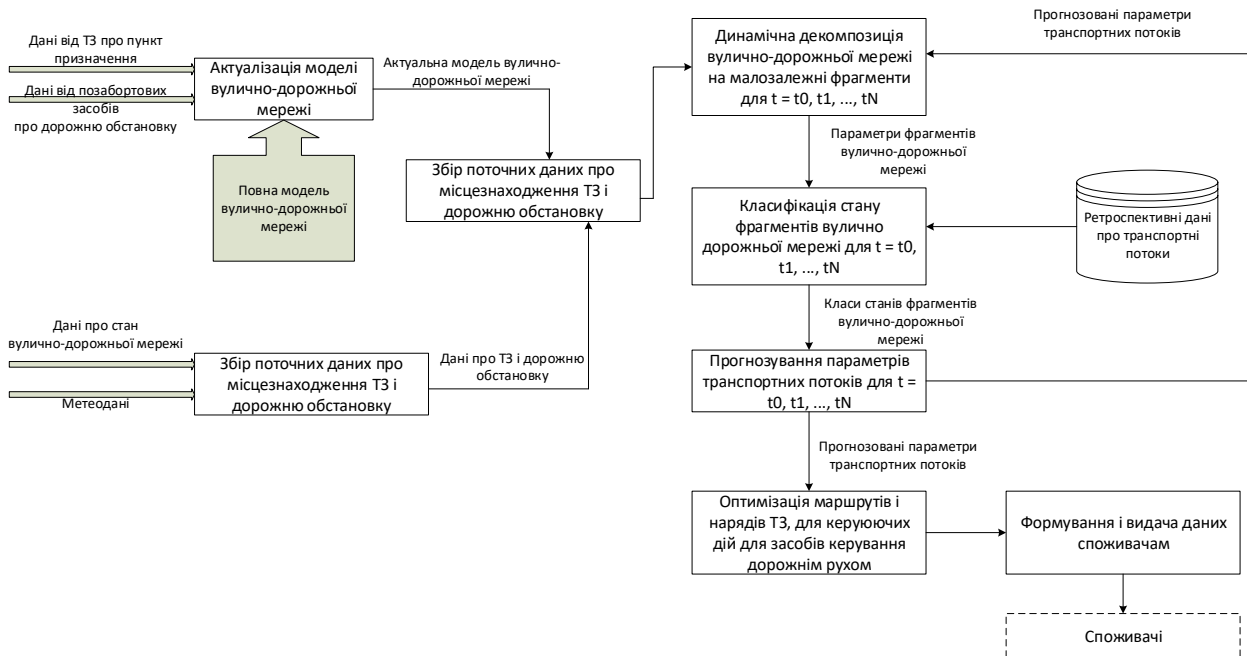


Рис. 1. Можлива функціональна структура підсистеми прогнозування і оптимізації інтелектуальної телематичної транспортної системи

За даними про стан вулично-дорожньої мережі від центрів організації дорожнього руху, поліції, дорожніх служб, та інших джерел на базі повної моделі вулично-дорожньої мережі з урахуванням метеоданих проводиться актуалізація моделі, тобто формується модель, відповідна поточної ситуації. Для цієї моделі з використанням даних про ТЗ і дорожню обстановку, зібраних від бортових і внебортових коштів, виконується агрегування даних і оцінка поточних параметрів транспортних

потоків. При цьому необхідно мати на увазі, що не всі ТЗ можуть бути оснащені відповідним обладнанням і не всі наявні навігаційно-інформаційні комплекси можуть бути включені. У зв'язку з цим необхідно враховувати статистичні дані про співвідношення кількості ТЗ, що передають інформацію про своє місцезнаходження і стан, і загальної кількості рухомих ТЗ з врахуванням факторів, що впливають на це співвідношення в різних умовах.

На основі поточних параметрів транспортних потоків, а також параметрів, спрогнозованих на попередніх кроках процесу, проводиться динамічна декомпозиція вулично-дорожньої мережі на малозалежні фрагменти, що відповідають заданим для прогнозування моментів часу $t = t_0, t_1, \dots, t_n$. Малозалежними вважаються ті фрагменти вулично-дорожньої мережі, ситуації на яких мають незначний вплив один на одного.

Очевидно, що склад і межі таких фрагментів істотно залежать від ступеня завантаженості та пропускної здатності вулично-дорожньої мережі.

Для отриманих фрагментів проводиться рішення задачі класифікації, яка дозволяє віднести ситуацію в даному фрагменті до одного з класів, раніше сформованих на основі ретроспективних даних про транспортні потоки, або створити новий клас.

Виходячи з результатів класифікації здійснюється прогнозування параметрів транспортних потоків для виділених фрагментів і вулично-дорожньої мережі в цілому. Отриманий прогноз використовується при вирішенні вищепованих оптимізаційних задач, результати яких перетворюються в необхідні формати і представляються споживачам. Необхідною елементом підсистеми повинна бути досить точна математична модель транспортної системи, що дозволяє досліджувати транспортні потоки в динаміці їх зміни. На цій моделі можуть перевірятися різні рішення, що приймаються в ході розробки, відпрацьовуватися ситуації, рідко виникають на практиці і вирішуватися інші завдання з метою забезпечення якості функціонування підсистеми. [3], [4], [5]

Висновки. Таким чином, найбільш перспективним напрямком розвитку телематичних транспортних систем є створення інтегрованої інтелектуальної транспортної системи, що забезпечує поряд з вирішенням завдань окремих систем підвищення ефективності транспортного процесу в цілому. Така система може як впроваджуватися в містах і регіонах, так і поставлятися в комплексі з послугами з її адаптації, що може в значній мірі компенсувати витрати на створення системи.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок, що раціональний процес створення і розвитку ІВТС повинен включати чотири напрямки робіт:

- розробка базової відкритої архітектури телематической транспортної системи, інваріантної до функціональних завдань, і створення на її основі універсальної інфраструктури телекомунікаційної транспортної системи;
- розробка компонентів телекомунікаційної транспортної системи, які забезпечують вирішення специфічних функціональних завдань, і підключення їх до універсальної інфраструктури;
- розробка підсистеми прогнозування та оптимізації;
- розробка нормативно-правової і нормативно-технічної бази створення таких систем.

При цьому роботи по всіх напрямках, крім другого, повинні виконуватися за державними замовленнями, а по другому – як за державними, так і за корпоративними.

1. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богутил. - М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
2. W. Min, L. Wynter, Y. Amemiva. IBM Research Report. Road Traffic Prediction with Spatio-Temporal Correlations. IBM Research Division. Thomas J. Watson Research Center. Yorktown Heights. RC24275 (W0706-018) June 5, 2007
3. Г. Г. Малинецкий, В.В Семенов. Дорожное движение в контексте фундаментальных исследований. Препринт. Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша (ИПМ РАН) № 64, Москва, 2007.
4. А.С. Алиев, А.И. Стрельников, В.И. Швецов, Ю.З. Шершевский. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации. Автоматика и Телемеханика, № 11, 2005.
5. В.И. Швецов. Алгоритмы распределения транспортных потоков. Автоматика и Телемеханика, № 10, 2009.

REFERENCES

1. Vlasov, V., Efimenko, D. & Bohumil, V. (2013). *Transport telematics in the road sector*. Moscow, MADI Publ., 80 p.
2. W. Min, L. Wynter, Y. Amemiva. IBM Research Report. *Road Traffic Prediction with Spatio-Temporal Correlations*. IBM Research Division. Thomas J. Watson Research Center. Yorktown Heights. RC24275 (W0706-018) June 5, 2007

3. Malinetskii, G. & Semenov, V. 2007. *Road traffic in the context of fundamental research*. Keldysh Institute of Applied Mathematics. (IPM RAS), No 64, Moscow.
4. Aliev, A. Strelnikov, A., Shvetsov, V. & Shershevsky, Yu. (2005). Modelling of transport streams in a large city with the use of the Moscow metropolitan area. *Automatics and Telemechanics*, No. 11.
5. Shvetsov, V. (2009). Algorithms for distributing of transport streams. *Automatics and Telemechanics*, No. 10.

Оныщук В.П., Кузнецов Р.М., Козачук І.С. Интеллектуальные телематических транспортные системы.

В статье приведены типичные задачи, которые способна выполнять телематическая транспортная система. Приведены аргументы целесообразности создания такой системы. Для решения проблемы оптимизации использования транспортной сети города, предложено создать интеллектуальную транспортную систему. Приведено описание типовой структуры такой системы и перечень задач, которые она способна была бы решать. Предложен подход к решению задач прогнозирования и оптимизации дорожного движения.

Ключевые слова: телематика, транспортная система, интеллектуальная телематическая система.

V. Onyshchuk, R. Kuznietsov, I. Kozachuk. Intellectual telematic transport systems.

The article describes the typical tasks that can perform telematics transport system. Arguments feasibility of establishing such a system. To solve the problem of optimizing the use of the city's transport network, it is proposed to create intelligent transport system. A description of a typical structure of such a system and a list of tasks that it is capable of would have been solved. An approach to solving problems of forecasting and optimization of traffic.

Keywords: telematics, transport systems, intelligent telematics system.

АВТОРИ:

ОНИЩУК Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: wasylo@ukr.net;

КУЗНЕЦОВ Руслан Михайлович, кандидат технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: avto@lntu.edu.ua

КОЗАЧУК Ілля Святославович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

АВТОРЫ:

ОНЫЩУК Василий Петрович, к.т.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: wasylo@ukr.net;

КУЗНЕЦОВ Руслан Михайлович, к.т.н., профессор кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: avto@lntu.edu.ua;

КОЗАЧУК Илья Святославович, к.т.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

AUTHORS:

Vasyl ONYSHCHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: wasylo@ukr.net;

Ruslan KUZNIETSOV, PhD. in Engineering, Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: avto@lntu.edu.ua;

Ilyya KOZACHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: illyakozachuk@gmail.com.

Стаття надійшла в редакцію 13.04.2016р.

Павлюк В.І., Булік Ю.В., Дембіцький В.М.
Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРУЖИН ПІДВІСКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЇХ ЖОРСТКОСТІ

Проведено дослідження характеристик жорсткості пружин легкового автомобіля малого класу. За допомогою прикладних комп'ютерних програм здійснене тривимірне моделювання процесу стиску гвинтової циліндричної пружини. Проаналізовано вплив деяких основних параметрів пружин на характеристики їх жорсткості.

Ключові слова: підвіска автомобіля, пружина, жорсткість, моделювання, симуляція, параметри.

Постановка проблеми. Конструкція підвіски автомобіля повинна задовольняти ряд вимог щодо безпеки його руху, шляхом забезпечення оптимальних показників плавності ходу, керованості, стійкості та інших експлуатаційних властивостей транспортного засобу. Характеристики жорсткості підвіски залежать від характеристик жорсткості окремих її елементів [1, 2, 3]. Значний вплив, при цьому, мають основні пружні елементи (пневматичні пружні елементи, листові ресори, торсіони, гвинтові пружини та ін.). Зважаючи на простоту конструкції та можливість реалізації основних вимог, у підвісках легкових автомобілів і до сьогодні використовують гвинтові навиті пружини. Використання у підвісці циліндричних пружин зі сталими геометричними параметрами (товщина прутка, діаметр та крок навивки) забезпечує відповідні лінійні характеристики її жорсткості. У такому випадку забезпечення необхідної характеристики пружності підвіски потребує використання додаткових пружних елементів [1, 2]. Потрібна прогресивна характеристика може бути забезпечена використанням гвинтових пружин зі змінними характеристиками жорсткості, що зумовлені, в першу чергу, їх геометричними параметрами [3].

Через необхідність врахування багатьох одночасно змінних параметрів виникають труднощі проведення аналітичних досліджень характеристик жорсткості складних за конструкцією пружин. Отримання потрібної характеристики пружності підвіски з врахуванням її конструкційних особливостей та можливостей використання того чи іншого виду виконання пружин має здійснюватися з використанням прикладних комп'ютерних програм для 3D моделювання з можливістю статичного та динамічного аналізу процесу симуляції. Отримані характеристики пружин можуть бути використані для математичного моделювання криволінійного руху автомобіля. Жорсткість пружних елементів визначатиме кінематику підвіски під час руху транспортного засобу [4, 5] та впливатиме на показники його керованості та стійкості.

Аналіз досліджень і публікацій. Отримати характеристики жорсткості пружини можливо використовуючи різні розрахункові, графоаналітичні методи [1, 2, 3]. Аналізуючи інформацію, щодо використання програмних розрахункових модулів для визначення характеристик пружних елементів, зокрема пружин, можна умовно виділити серед них окремі групи. Одна з них, так звані калькулятори, мають відносно прості алгоритми роботи, програмні рішення і розрахунковий математичний апарат [6]. Такі програми, для вибраного виду пружини, дозволяють за визначеною кількістю вхідних геометричних параметрів і властивостей матеріалу отримати певні пружні характеристики. Інша група – програми тривимірного моделювання, що мають окремі опції чи вмонтований спеціальний модуль для дослідження пружних характеристик. Більш досконалі з них мають можливість поглибленого статичного та динамічного аналізу процесів, зокрема тих, що відбуваються всередині тіл, на рівні взаємодії елементарних частин [7, 8, 9]. Такі програми дозволяють досліджувати складні тіла різноманітних геометричних форм. В окрему групу можливо виділити ті програмні комплекси, які спеціально розроблені, або мають спеціалізовані модулі для вирішення конкретних задач розрахунку та оптимізації параметрів. Складність вибраного програмного комплексу визначає його функціональні можливості. Інколи ці можливості можуть бути обмеженими ліцензійними умовами використання продукту.

Метою роботи є визначення впливу деяких параметрів пружин підвіски легкового автомобіля на характеристики їх жорсткості з використанням комп'ютерного моделювання (симуляції) процесу стиску пружини.

Результати досліджень. Для визначення жорсткості циліндричної гвинтової пружини з витками круглого поперечного січення користуються відомою залежністю:

$$c = \frac{G \times d^4}{8 \times D^3 \times n}, \text{ Н/мм} \quad (1)$$

де G – модуль пружності зсуву матеріалу пружини, МПа ;

d – діаметр прутка, мм ;

D – діаметр навивки, мм ;

n – кількість робочих витків.

З виразу видно, збільшення жорсткості пружини може бути досягнене використанням для її виготовлення матеріалу з вищим значенням модуля зсуву (модуль пружності другого роду) та зі збільшенням діаметра прутка, або зменшенням діаметра навивки чи кількості робочих витків.

Для сталей з яких виготовляють автомобільні пружини [2, 4, 10] модуль пружності зсуву матеріалу – $G = 7,8 \times 10^4 \text{ МПа} \div 8,5 \times 10^4 \text{ МПа}$ [2, 3, 11]. Під час проектних розрахунків приймають $G = 8 \times 10^4 \text{ МПа}$ [1]. Діаметр навивки визначається компоновкою елементів підвіски (обмеженнями накладеними на їх габарити і переміщення, потребою розміщення амортизаторів в середині пружини та ін.). Змінювати характеристики пружності підвіски шляхом зміни характеристик пружин можливо варіаціями їх геометричних параметрів, наприклад використовують фасонні пружини [1, 4] (зокрема конічні).

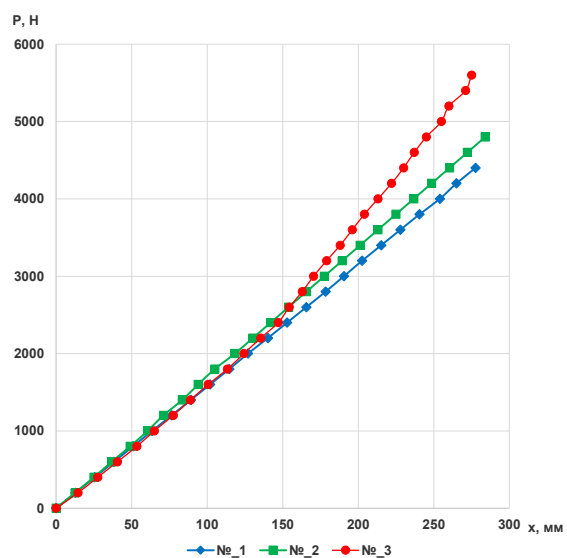
Модернізуючи існуючі підвіски з циліндричними пружинами, найбільш зручно застосовуючи змінний діаметр прутка або змінний крок навивки (змінну кількість робочих витків).

Оскільки в роботі не враховуються характеристики підвіски окремого автомобіля, для досліджень було вибрано пружні елементи (циліндричні пружини, змінна комплектація) задньої підвіски легкового автомобіля малого класу з яких, у подальшому, отримано необхідні параметри для моделювання. Діаметр прутка пружини $d = 11,0 \text{ мм}$, діаметр навивки $D = 94 \text{ мм}$, кількість витків $n = 11$.

Для визначення характеристики жорсткості проведено стендові дослідження у лабораторії кафедри технічної механіки Луцького національного технічного університету (рис. 1а). Результатами вимірювання є зусилля стиску пружини як функція переміщення. Програмне забезпечення установки «МІ-40» передбачає відображення зазначених параметрів у числовому та графічному вигляді. Характеристика досліджуваних пружин наведена на рисунку (рис. 1б): для стандартної жорсткості (пружина з двома мітками) позначена на графіку – №_1, для пружини підвищеної жорсткості (три мітки) – №_2 та пружини з прогресивною характеристикою (змінний крок навивки) – №_3.



а



б

Рис. 1. Експериментальне визначення характеристик жорсткості циліндричної пружини задньої підвіски легкового автомобіля установкою: а – обладнання для стендових досліджень; б – характеристики жорсткості досліджуваних пружин.

Зважаючи на лінійність характеристики пружності гвинтових циліндричних пружин зі сталими геометричними параметрами і відносну простоту аналітичного визначення жорсткості з виразу (1),

зацікавлення викликає дослідження процесу стискання пружини з прогресивним кроком навивки. Через потребу врахування зміни кількості її робочих витків у процесі стискання, варто застосувати комп'ютерну симуляцію цього процесу. Необхідно врахувати, що у деяких програмах, які можуть використовуватися для моделювання нелінійних характеристик процесу стиску, контакт поверхонь окремих витків відтворений не завжди коректно.

У роботі для побудови моделі пружини використано програмний комплекс Creo Parametric 3.0.

Комп'ютерну симуляцію стиску пружини здійснено з використанням програмного комплексу ANSYS 17.0. Програма дозволяє досить точно імітувати всі види нелінійностей (nonlinearities), зокрема геометричних, задавати граничні умови нелінійностей, у тому числі і контакт поверхонь (рис.2).

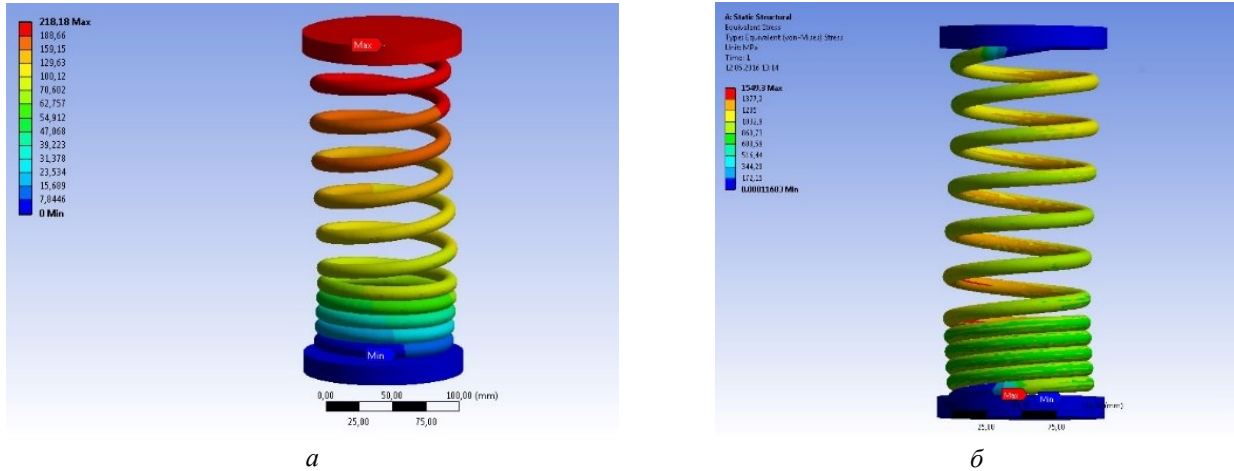


Рис. 2. Моделювання процесу стиску гвинтової циліндричної пружини з прогресивною характеристикою жорсткості: *a* – зони величини деформацій по осі стискання; *б* – зони напружень, що виникають у витках пружини.

На основі аналізу результатів експерименту та комп'ютерної симуляції процесу стискання пружини № 3 можна припустити, що вона виготовлена зі сталі з властивостями наближеними до властивостей пружинної сталі з модулем зсуву близько $8,5 \times 10^4 \text{ МПа}$. Невідповідність теоретичної та експериментальної кривих на графіку для діаметра прутка $d=11\text{мм}$ (рис. 3а) спричинена, в першу чергу, прийнятою схемою моделі закріплення крайніх витків пружини та можливою невідповідністю властивостей матеріалу виготовлення реальної пружини, обробки її поверхні та інших причин, неврахованих при моделюванні.

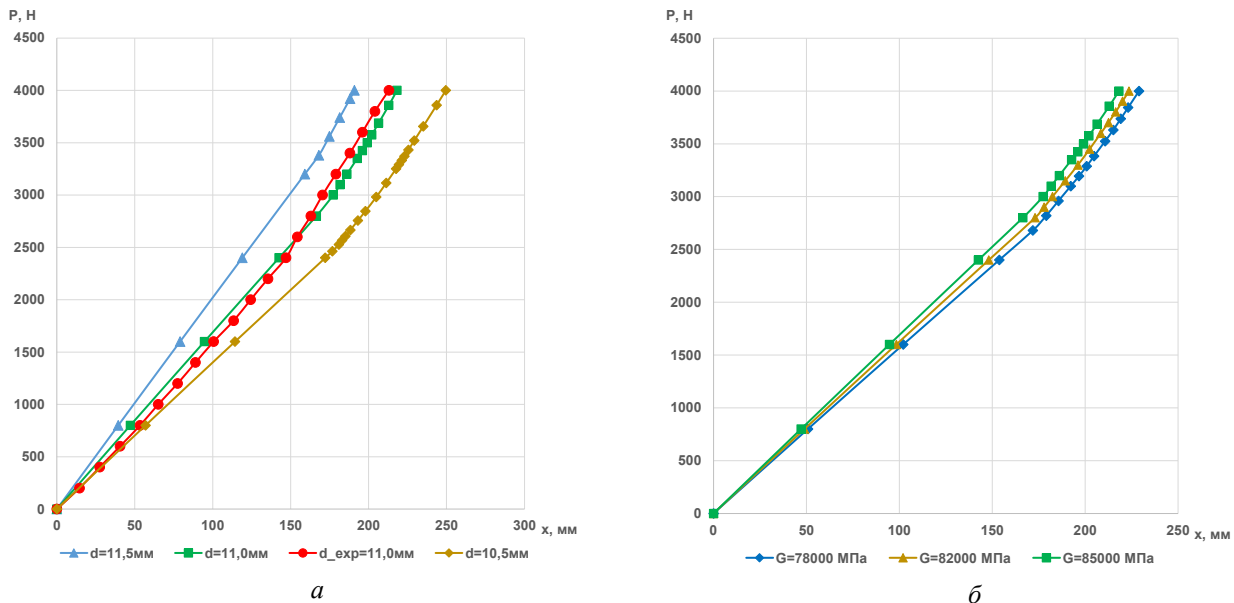


Рис. 3. До визначення жорсткості гвинтової циліндричної пружини з вибраним прогресивним кроком навивки ($D=95\text{мм}$, $n=11$) залежно від: *a* – товщини прутка d , (сталь пружинна – $G = 8,5 \times 10^4 \text{ МПа}$), де d_{exp} – характеристика отримана експериментально; *б* – модуля зсуву матеріалу G , ($d=11\text{мм}$).

Оскільки відхилення жорсткості, розрахованої за експериментальними даними та результатами симуляції на основних ділянках, не перевищує 6% прийнято рішення використати вказану модель для дослідження впливу деяких основних параметрів пружини на характеристики її жорсткості.

Вибір матеріалу виготовлення пружини серед рекомендованих сталей дає зміну модуля зсуву до 9%, при цьому отримана моделюванням жорсткість пружини змінюється також на 9%, що узгоджується з даними отриманими за розрахунковою залежністю (1).

Зміна діаметра прутка на 0,5 мм (4,5%) (рис. 3а) змінює жорсткість до 20%, на початковій ділянці змодельованої характеристики, що також відповідає розрахунку.

Висновки. Незважаючи на припущення і спрощення, прийняті в моделі пружини, збіжність результатів теоретичних і експериментальних досліджень є задовільною, близько 6%. Таким чином, є потреба у подальшому покращенні такої моделі, зокрема щодо удосконалення контакту взаємодіючих поверхонь.

Отримані результати підтверджують суттєвий вплив досліджуваних параметрів на жорсткість пружини, зокрема зміна діаметра прутка до 5% призводить до зміни жорсткості до 20%. Проведені дослідження підтверджують доцільність застосування комп'ютерного моделювання для дослідження характеристик пружин, особливо тих, що мають складну геометричну форму, тобто виражену нелінійність характеристик пружності.

1. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Элементы подвески / Й. Раймпель. Пер. с нем. А.Л. Карпухина; Под ред. Г.Г. Гридасова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.

2. Лукин П. П. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» / П. П. Лукин, Г. А. Гаспарянц, В. Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.

3. Емельянов А.Е. Расчет цилиндрических пружин подвески автомобиля с нелинейной характеристикой упругости. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности «Автомобиле - и тракторостроение» / А.Е. Емельянов, И.И. Зверев – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 31 с. URL: <http://www.mami.ru/storage/files/kaf/auto/books/77.pdf>

4. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Конструкция подвесок / Й. Раймпель. Пер. с нем. В.П. Агапова. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

5. Павлюк В.І. Поперечні переміщення елементів задньої підвіски легкового автомобіля малого класу під час бокового крену / В.І. Павлюк // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015. – №1 (3). – 178 с., С. 116–120.

6. FED 6. Software for Calculation of Nonlinear Helical Compression Springs [Електронний ресурс]. Copyright 1993-2015 by HEXAGON, Berlin, Kirchheim, Neidlingen. URL: http://www.hexagon.de/fed6_e.htm

7. Бажанова А. Ю. Сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния пружин с линейной и прогрессивной упругими характеристиками [Електронний ресурс] / А. Ю. Бажанова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. - 2014. – № 6 (80) : Серія "Технології та дизайн". – С. 18–23. URL: http://er.knutd.com.ua/bitstream/123456789/730/1/V80_P018-023.pdf

8. Static Analysis of Helical Compression Spring Used In Vibration Absorber with Nonlinear Parameters [Електронний ресурс] / Mr. Amit A. Hingane¹, Prof. Dr. S. H. Savvant // IJSRD – International Journal for Scientific Research & Development Vol. 2, Issue 04, 2014 \ ISSN (online): 2321-0613. P.568-570. URL: <http://www.ijrsrd.com/articles/IJSRDV2I4319.pdf>

9. Дашенко А. Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А. Ф. Дашенко, Д. В. Лазарева, Н. Г. Сурьянинов; под ред. Н. Г. Сурьянинова. – Одесса: Астропринт, 2007. – 484с.

10. ГОСТ 37.001.027-90. Пружины цилиндрические винтовые подвесок автотранспортных средств. Общие технические условия. [Електронний ресурс]. Дата введения 01.01.92. – 11 с.

URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293834/4293834605.pdf>

11. Материалы в машиностроении выбор и применение. Справочник в пяти томах. Под общей редакцией И. В. Кудрявцева Том 2. Конструкционная сталь. Под ред. Е. П. Могилевского. – М.: Машиностроение, 1967. – 496 с.

REFERENCES

1. Raympel, J. (1987). *Car chassis: Suspension elements*. [Shassi avtomobilya: Elementy podveski]. Moscow, Mashinostroenie Publ. 288 p.

2. Lukin, P. (1984). *Design and calculation of the car*. [Konstruirovaniye i raschet avtomobilya: Uchebnik dlya studentov vtuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti «Avtomobili i traktory»]. Moscow, Mashinostroenie Publ. 376 p.

3. Emelyanov, A. (2007) Calculation of coil spring suspension of the car with a non-linear elastic characteristic. Methodical instructions to course and degree designing for students of a specialty "vehicles – and tractors construction"[Electron resource]. [Расчет tsilindricheskikh pruzhin podveski avtomobilya s nelineynoy kharakteristikoy uprugosti. Metodicheskiye ukazaniya k kursovomu i diplomnomu proyektirovaniyu dlya studentov spetsial'nosti «Avtomobile - i traktorostroyeniye»]. Moscow, MSTU "MAMI" Publ, 31 p. URL: <http://www.mami.ru/storage/files/kaf/auto/books/77.pdf>

4. Raympel J. (1989) Car Chassis: Design suspension [Shassi avtomobilya: Konstruktsiya podvesok]. Moscow, Engineering Publ, 328 p.

5. Pavlyuk, V. (2015). Transverse moving elements of the rear suspension of the car small class during lateral roll [Poperechni peremishchennia elementiv zadnoi pidvisky lehkovooho avtomobilia maloho klasu pid chas bokovooho krenu]. *Advances in Mechanical Engineering and Transport*. No.1 (3), Lutsk, pp. 116-120.

6. FED 6. *Software for Calculation of Nonlinear Helical Compression Springs* [Electron resource]. Copyright 1993-2015 by HEXAGON, Berlin, Kirchheim, Neidlingen. URL: http://www.hexagon.de/fed6_e.htm
7. Bazhanova, A. (2014). Comparative analysis of tense-deformed condition of the springs with linear and progressive elastic characteristics. [Srvnitel'nyy analiz napryazheno-deformirovannogo sostoyaniya pruzhin s lineynoy i progressivnoy uprugimi kharakteristikami]. *News of KNUVD №6 (80), "Technology and Design"*, pp. 18-23.
8. Mr. Amit, A. Hingane¹, Prof. Dr. S. H. Savvant. (2014). Static Analysis of Helical Compression Spring Used In Vibration Absorber with Nonlinear Parameters. *IJSRD – International Journal for Scientific Research & Development* Vol. 2, Issue 04, pp. 568–570.
9. Dashchenko, A. (2007). *ANSYS in problems of engineering mechanics* [ANSYS v zadachakh inzhenernoy mekhaniki]. Odessa, Astroprint Publ, 484 p.
10. *OST 37.001.027-90. Springs of cylindrical screw suspension vehicles. General specifications*. Available at: <http://gostrf.com/normadata/1/4293834/4293834605.pdf>
11. *Materials selection in mechanical and application*. (1967) [Materialy v mashinostroyenii vybor i primeneniye] Edited by I. Kudryavtsev. Volume 2. Structural Steel. Edited by E. Mogilevskiy. Moscow, Engineering Publ, 496 p.

Павлюк В.І., Булік Ю.В., Дембіцький В.М. Влияние параметров пружин подвески легкового автомобиля на характеристики их жесткости.

Проведено дослідження характеристик жорсткості пружин легкового автомобіля малого класу. С допомогою прикладних комп'ютерних програм совершено трьохмерне моделювання процесу сжаття винтової циліндричної пружини. Проаналізовано вплив деяких основних параметрів пружин на характеристики їх жорсткості.

Ключевые слова: подвеска автомобиля, пружина, жесткость, моделирование, симуляция, параметры.

V. Pavliuk, Y. Bulik, V. Dembitskiy. Influence of car suspension springs parameters on the characteristics of their rigidity.

The parameters that can be the subject of the research are selected. Experimental research characteristics of elasticity of helical cylindrical springs of back suspension of a small car are made. Linear and nonlinear elastic characteristics of some investigated springs are defined. The obtained data of the experimental research indicate on using of different materials for manufacturing of springs.

The software for modeling of the spring compression process is chosen. The parameters of the research as input values for the computer simulation are selected. By means of computer 3D modeling the process of compression of the helical spring is implemented. Creating of the model of the spring is made in Creo 3.0 and research of the deformation processes is realized in Ansys17.0.

Influence of some basic parameters of the springs on the characteristics their rigidity is analyzed. It is found that the deviation of the rod diameter on 4,5% from the specified values leads to change in stiffness 20%. A similar change of the shear modulus of the material by 9% causes a change in stiffness on 9%.

It is indicated on the benefits of using of computer simulation, it is noted the problems appeared in the simulation. In this regard, it is indicated on expedience of using of specialized software modules adapted for specific conditions of research of the characteristics of a vehicle suspension.

Keywords: vehicle suspension, spring, stiffness, simulation, parameters.

АВТОРИ:

ПАВЛЮК Василь Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: wasilijpi@mail.ru

БУЛІК Юрій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: by_lutsk@ukr.net

ДЕМБІЦЬКИЙ Валерій Миколайович, асистент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: dvm2@meta.ua

АВТОРЫ:

ПАВЛЮК Василий Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: wasilijpi@mail.ru

БУЛИК Юрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: by_lutsk@ukr.net

ДЕМБИЦКИЙ Валерий Николаевич, ассистент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: dvm2@meta.ua

AUTHORS:

Vasyl **PAVLIUK**, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: wasilijpi@mail.ru

Yurii **BULIK**, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: by_lutsk@ukr.net

Valerii **DEMBITSKIY**, Assistant Professor of Motor Cars and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: dvm2@meta.ua

Стаття надійшла в редакцію 11.04.2016р.

Поляков А.П., Галушак О.О., Галушак Д.О.
Вінницький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИНАМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВІДСОТКОВОГО СКЛАДУ СУМІШІ ПАЛИВ НА ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛЯ ЯМЗ-238

В статті представлено результати дослідження впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив на показники дизеля ЯМЗ-238 залежно від навантаження та режимів роботи.

Ключові слова: біодизель, дизель, система живлення, паливна суміш.

Вступ. В часи тотальної залежності економік держав від енергетичних ресурсів імпорту енергоносіїв в Україні складає приблизно 43 % від загальних потреб. Одним з найбільших споживачів рідких нафтових палив є двигуни внутрішнього згоряння. Їх масове використання також стало причиною значного погіршення екологічного стану навколишнього середовища.

З метою зниження залежності двигунів внутрішнього згоряння від нафтових палив та зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів перспективним є використання альтернативних відновлюваних видів палива, які могли б частково, а в подальшому повністю, замінити традиційні палива викопного походження. Біодизельне паливо є одним з найбільш перспективних замінників традиційного палива на основі нафти. Його використання дозволяє не тільки зменшити експлуатаційні витрати на двигуни внутрішнього згоряння, а й зменшити кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів.

Фізико-хімічні властивості біодизельного палива відрізняються від дизельного [1]. Різниця проявляється в більшій густині та в'язкості, більшому цетановому числі, більшій кількості кисню в складі палива та меншій нижчій теплоті згоряння біодизельного палива. Це обумовлює деякі особливості протікання робочих процесів двигуна і впливає на його техніко-економічні та екологічні показники. Тому, для збереження базових показників двигуна при переводі його на роботу на біодизельному паливі, виникає потреба у корегуванні управління системою живлення дизеля.

Для зменшення негативного впливу біодизельного палива на протікання робочих процесів двигуна, на нашу думку, доцільно використовувати його в суміші з дизельним паливом. Залежно від режиму роботи дизеля, для забезпечення ефективного протікання робочих процесів, буде змінюватись раціональний відсотковий склад суміші палив. Враховуючи те, що дизелі в процесі експлуатації працюють переважно на режимі часткових навантажень, проте 10 – 15 % часу роботи працюють на режимі максимальних навантажень, то доцільно змінювати відсотковий склад суміші палив, що забезпечить ефективне протікання робочих процесів при збереженні технічних показників дизеля на всіх його режимах роботи.

В роботі запропонована гіпотеза: оскільки двигун працює в широкому діапазоні навантажень та частот обертання колінчастого валу, то для збереження його технічних показників на базовому рівні виникає необхідність в зміні відсоткового складу суміші палив залежно від режимів роботи двигуна. Для практичної реалізації запропонованої гіпотези була розроблена система живлення дизеля сумішшю палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу, яка забезпечує необхідні циклову подачу та відсотковий склад суміші палив залежно від режимів роботи двигуна, зберігаючи його технічні показники на базовому рівні. Система забезпечує запуск та прогрів двигуна на дизельному паливі, для цього перед його зупинкою, система живлення (паливні трубопроводи низького тиску після змішувача, паливні трубопроводи високого тиску, ПНВТ, форсунки) заповнюються дизельним паливом.

Дана стаття присвячена дослідженню впливу динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на показники дизеля ЯМЗ-238.

Основна частина. Для визначення впливу на показники дизеля динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив проведено розрахункове дослідження з використанням удосконаленої математичної моделі «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив» [2]. В якості об'єкта дослідження обрано двигун ЯМЗ-238.

В математичній моделі в якості навантаження на колінчастий вал дизеля використовувалась залежність моменту навантаження від часу, який пропорційний моменту опору руху автомобіля КрАЗ-6510, який рухається за магістральним циклом відповідно до ГОСТ 20306-90 [3].

Автомобіль КрАЗ-6510 відноситься до вантажних транспортних засобів. При дослідженнях приймалось, що повна маса автомобіля без вантажу складає 11015 кг, з повним завантаженням 23015 кг. Магістральний цикл руху автомобіля повною масою понад 3,5 т реалізується на ділянці прямолінійної, горизонтальної дороги з асфальтобетонним або цементобетонним покриттям, протяжністю 4000 м і складається з 8-ми ділянок, на яких автомобіль рухається з усталеними швидкостями 30, 50, 70, 50, 70, 75, 65 і 45 км/год. Між цими ділянками відбуваються розгони або сповільнення автомобіля.

Проте, у зв'язку з тим, що максимальна швидкість автомобіля КрАЗ-6510 рівна 68 км/год [4], а згідно вимог ГОСТ 20306-90 при русі за магістральним циклом найбільша швидкість складає 75 км/год, то його швидкість на ділянках руху зі швидкостями 70 та 75 км/год була зменшена на 10 км/год. Змінена схема магістрального циклу показана на рис. 1. Для даного дослідження ця зміна практичного значення не має.

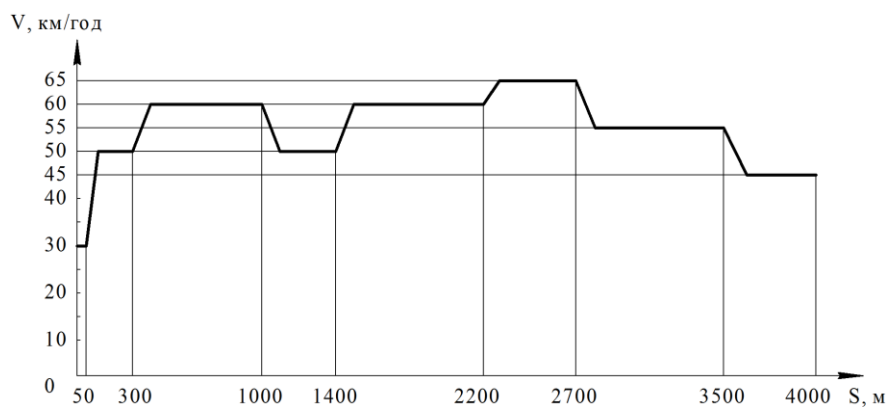


Рис. 1. Схема магістрального циклу руху автомобіля КрАЗ-6510

Для оцінки ефективності застосування динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на показники дизеля ЯМЗ-238 використовувались моменти навантаження, які пропорційні моменту опору руху автомобіля КрАЗ-6510 без завантаження та з повним завантаженням, результати яких наведені на рис. 2.

У чотиритактному двигуні робочий процес здійснюється за два оберти колінчастого валу, тобто за 720° повороту колінчастого валу (п.к.в.). При цьому приймається, що $0 - 180^\circ$ – такт впуску; $180 - 360^\circ$ – такт стиснення; $360 - 540^\circ$ – робочий хід; $540 - 720^\circ$ – такт випуску. Випередження впорскування палива для дизеля ЯМЗ-238 приймається рівним 20° п.к.в. до верхньої мертвої точки, тобто паливо починає впорскуватись в циліндр двигуна в точці, що відповідає положенню колінчастого валу 340° .

Відмінності фізико-хімічних властивостей дизельного і біодизельного палив та необхідність збільшення циклової подачі суміші палив для збереження технічних показників дизеля, призводять до зростання тривалості її впорскування, випаровування та згорання, зі збільшенням відсоткового вмісту біодизельного палива в суміші.

Проведено розрахункове дослідження впливу режиму роботи дизеля на тривалість протікання робочих процесів в циліндрі двигуна, яка визначалась за тривалостями процесів впорскування, випаровування та згорання палива і оцінювалась значенням кута п.к.в. дизеля при закінченні горіння суміші палив (φ_{3z}). Максимальне значення тривалості процесів впорскування, випаровування та згорання дизельного палива, незалежно від режимів роботи дизеля, не перевищує 105° п.к.в., що відповідає його положенню 445° . В дослідженні прийнято, що на всіх режимах роботи дизеля при використанні дизельного палива відбувається ефективно протікання робочих процесів і тривалість впорскування, випаровування та горіння палива знаходиться в допустимих межах. В удосконаленій математичній моделі значення відсоткового складу суміші палив та її циклової подачі, для дизеля ЯМЗ-238, визначаються виходячи з умови не перевищення допустимого значення φ_{3z} (445° п.к.в.).

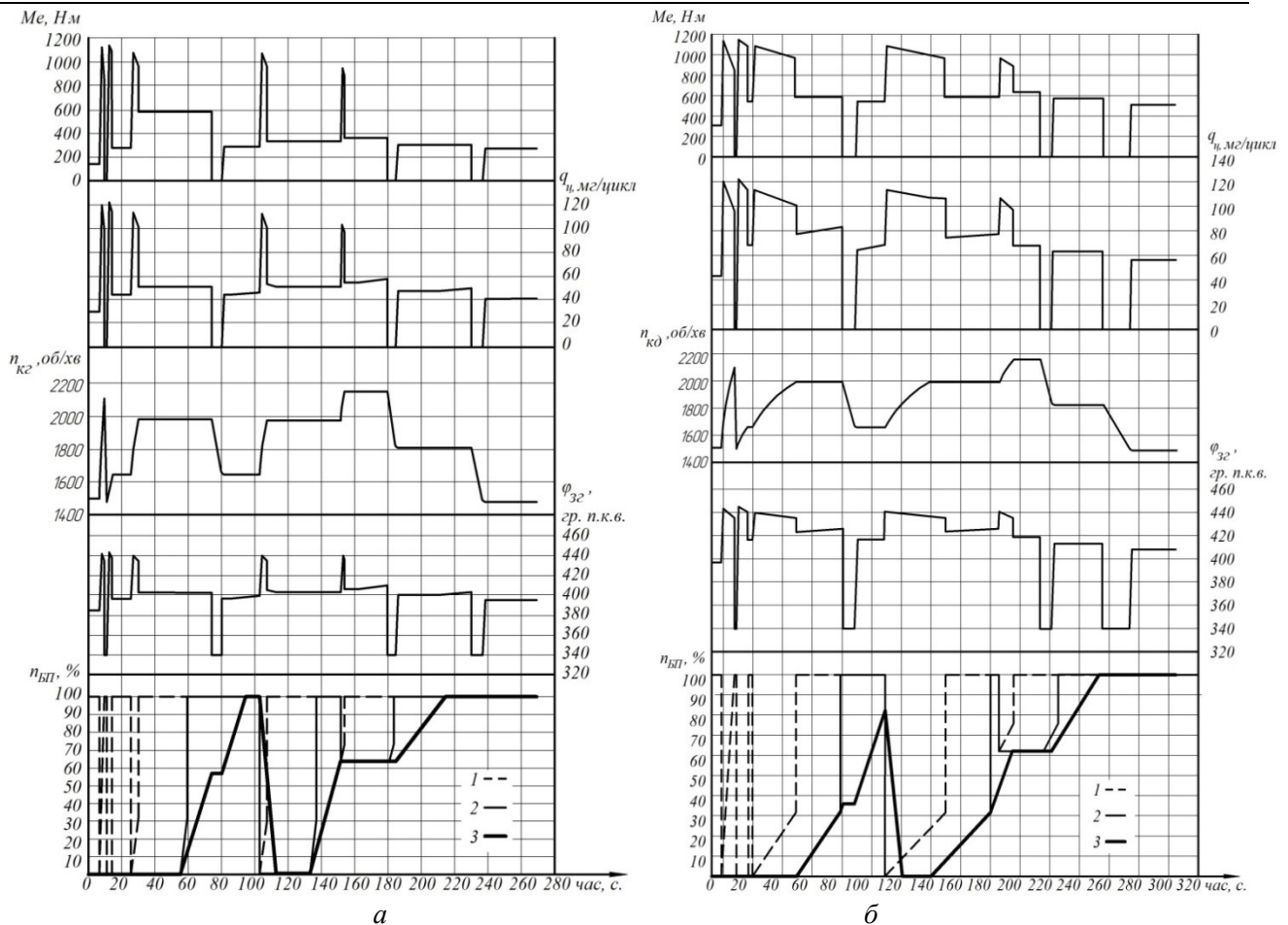


Рис. 2. Графік залежності ефективного крутного моменту M_e , циклової подачі палива $q_{ц}$, частоти обертання колінчастого валу дизеля $n_{кв}$, значення кута п.к.в. при закінченні горіння суміші палив $\varphi_{зг}$ та відсоткового складу суміші палив $n_{БП}$ від часу роботи дизеля при русі автомобіля без завантаження (а) та з повним завантаженням (б)

Збільшення циклової подачі суміші палив можливе до 12,4 % залежно від її відсоткового складу, оскільки таке збільшення навіть за використання біодизельного палива, забезпечить крутний момент рівний тому, який забезпечується при роботі дизеля на дизельному паливі. Що дає можливість компенсувати менше значення нижчої теплоти згорання суміші палив та забезпечується повітрям для повного її згорання [6].

Для визначення відсоткового складу суміші палив проведено аналіз її тривалості впорскування, випаровування та горіння. Вміст біодизельного палива в суміші збільшується поки значення $\varphi_{зг}$ не досягло 445° [5] або відсотковий вміст біодизельного палива в суміші не стане рівним 100 %. Якщо значення $\varphi_{зг}$ більше 445° , то вміст біодизельного палива в суміші палив зменшується.

Як видно з графіків (рис. 2 а та б) на всіх режимах роботи дизеля, крім режиму примусового холостого ходу, значення $\varphi_{зг}$ змінюється в межах від 385° до 443° . На режимі примусового холостого ходу паливо в циліндр дизеля не подається, тому на графіках $\varphi_{зг}$ дорівнює 340° .

При визначенні відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив була врахована інертність системи живлення. Тому в алгоритмі визначення відсоткового складу суміші палив закладено не реагувати на короточасні зміни режиму роботи двигуна, оскільки поки потрібний відсотковий склад суміші палив потрапить безпосередньо в циліндр дизеля, то його режим роботи вже зміниться. Тобто, на виконавчий механізм змішувача подається сигнал зі значенням відсоткового складу суміші палив, який забезпечить ефективне протікання робочих процесів в циліндрі дизеля протягом останніх 30 с.

Для оцінки інертності системи живлення дизеля було проведено експериментальне дослідження, в результаті якого встановлено, що час, який витрачається на забезпечення подачі палива нового відсоткового складу в циліндр двигуна при роботі на холостому ходу, не перевищує 30 с; при роботі на навантаженнях, близьких до максимальних – 10 с.

На рис. 2 наведені графіки залежності відсоткового складу суміші палив від часу роботи дизеля з врахуванням інертності, де 1 – розрахункове значення раціонального відсоткового складу суміші палив; 2 – значення відсоткового складу суміші палив, яка подається на виконавчий механізм змішувача; 3 – відсотковий склад суміші палив, яка впорскується в циліндр двигуна з урахуванням інертності системи живлення. Приймаємо, що інертність не перевищує 30 с роботи дизеля.

Для визначення ефективності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив проведено техніко-економічне обґрунтування. Для цього було проаналізовано ринок нафтопродуктів України станом на 20.10.2015 року [7]. Вартість дизельного палива на автозаправних станціях, в середньому, становить 19,27 грн/л. Вартість БП (за даними компанії "АВТ Груп" [8], яка займається його виробництвом) становить 14,5 грн/л, що на 24,8% менша за вартість дизельного палива. В розрахунковому дослідженні роботи дизеля ЯМЗ-238, при використанні динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив, збільшення її витрати складає 12,01 % в порівнянні з дизельним паливом (при русі автомобіля за магістральним циклом без завантаження) та 9,94 % (при русі автомобіля за магістральним циклом з повним завантаженням) при збереженні динамічних показників двигуна та автомобіля відповідно. Зменшення витрат на паливо становить 15,07 % та 11,35 % відповідно.

Висновки. Використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив на дизелі ЯМЗ-238 забезпечує ефективне протікання робочих процесів та збереження технічних показників дизеля на рівні базових. Залежно від режиму його роботи змінюється відсотковий склад суміші палив з максимальним використанням біодизельного палива. Для забезпечення технічних показників дизеля на потрібному рівні збільшується витрата суміші палив порівняно з дизельним, проте вартість її зменшується за рахунок меншої вартості біодизельного палива.

1. Марченко А. П. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла / А. П. Марченко, В. Г. Семенов, Д. У. Семенова, О. Ю. Лінков // Вісник Харківського державного політехнічного університету. – 2000. – Вип. 101. – С. 159–163.

2. Поляков А. П. Математична модель системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив» / А. П. Поляков, О. О. Галушак // Міжвузівський збірник "НАУКОВІНОТАТКИ" Луцьк, 2014. Випуск №45. – С. 438–443.

3. Приходько В.И. Справочник по автомобилям КраЗ / В.И. Приходько, И.Т. Селин. – Х.: Прапор. – 1977. – 152 с.

4. ГОСТ 20306-90 Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. [Действующий с 1992-01-01]. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 34 с.

5. Poliakov A.P. Technique of motor vehicle indices calculation while transition of its engine for operation at the mixture of diesel and biodiesel fuels / A.P. Poliakov, O.O. Galushchak, D.O. Galushchak // New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, Tehnomus. Suceava, Romania, 2015. – №22. – P. 76–81.

6. Поляков А. П. Вплив керування подачею повітря та сумішевого палива на робочі процеси двигуна / А. П. Поляков, О. В. Вдовиченко, О. О. Галушак, М. В. Кривцов // Сборник научных трудов SWorld. Выпуск 1. Том 1, Одесса, 2013 С. 120 – 123.

7. Паливо [Електронний ресурс]: Ціни на паливо на АЗС України. – Режим доступу: <http://finance.i.ua/fuel/5>

8. АВТ груп [Електронний ресурс]: АВТ Груп - альтернативные виды топлива. – Режим доступу: <http://avt-group.com.ua/produksiya.html>

REFERENCES

1. Marchenko, A., Semenov, V., Semenova, D. & Linkov, O. (2000). Research of physical and chemical parameters of alternative biofuels based on rapeseed oil. [Doslidzhennia fizyko-khimichnykh pokaznykh alternatyvnoho biopalyva na osnovi ripakovoho masla]. *Visnyk Kharkivskoho derzhavnoho politekhnichnoho universytetu*, No. 101, pp. 159–163.

2. Polyakov, A. & Galushchak, O. (2014). Mathematical model of the system "The engine - power supply system with a mixture of diesel and biodiesel fuels". [Matematychna model systemy «Dvyhun – systema zhyvlennia sumishshiu dyzelnoho ta biodyzelnoho palyv»]. *Naukovi Notatki*, No. №45, Lutsk, pp. 438–443.

3. Prihodko, V. & Celine, I. (1977). *Handbook of KrAZ vehicles*. [Spravochnik po avtomobilyah KrAZ]. Kharkiv, Prapor Publ., 152 p.

4. *GOST 20306-90*. [State Standard 20306-90]. *Motor vehicles. Fuel economy. Test methods*. Moscow, 1990. 34 p. (In Russian).

5. Poliakov, A., Galushchak, O. & Galushchak, D. (2015). Technique of motor vehicle indices calculation while transition of its engine for operation at the mixture of diesel and biodiesel fuels. *New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies*, Tehnomus. Suceava, Romania, No.22. pp. 76–81.

6. Poliakov A., Vdovichenko, O. & Krivtsov, M. (2013). The impact of control of air and fuel mixtures supply on engine workflow. [Vplyv keruvannya podatchey povitrya ta sumishevoogo paliva na robochi processesu dviguna]. *Sbornik nauchnyh trudov SWorld*. Issue 1, Vol. 1, Odessa, pp. 120-123.
7. Fuel. Fuel prices on filling stations in Ukraine. Available at: <http://finance.i.ua/fuel/5>
8. AVT Group: AVT Group - alternative fuels. Available at: <http://avt-group.com.ua/produksiya.html>

Поляков А. П., Галушак А. А., Галушак Д. А. Исследование влияния использования динамического регулирования процентного содержания смеси топлив на показатели дизеля ЯМЗ-238

В статье представлены результаты исследования влияния динамического регулирования процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлива на показатели дизеля ЯМЗ-238 в зависимости от нагрузки и режимов работы.

Ключевые слова: биодизель, дизель, система питания, топливная смесь.

A. Poliakov, O. Galushchak, D. Galushchak. The study of the impact of fuel blends percentage dynamic regulation on indicators of diesel YAMZ -238.

The article presents the results of influence of research dynamic regulation percentage of the mixture diesel and biodiesel fuels on the performance of diesel YMZ 238 depending on load and operating modes.

Keywords: biodiesel, diesel, supply system, fuel mixture.

АВТОРИ:

ПОЛЯКОВ Андрій Павлович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@vntu.edu.ua;

ГАЛУЩАК Олександр Олександрович, здобувач, кафедра автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galushchak_o@meta.ua;

ГАЛУЩАК Дмитро Олександрович, к.т.н., кафедра автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak_d@meta.ua.

АВТОРЫ:

ПОЛЯКОВ Андрей Павлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: farv@vntu.edu.ua;

ГАЛУЩАК Александр Александрович, соискатель, кафедра автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: galushchak_o@meta.ua;

ГАЛУЩАК Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, кафедра автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: galuschak_d@meta.ua.

AUTHORS:

Andrii POLIAKOV, Dr.Sc. Egn., Professor, Professor of the Automobiles and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, e-mail: farv@vntu.edu.ua;

Oleksandr GALUSHCHAK, applicant, Automobiles and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galushchak_o@meta.ua;

Dmytro GALUSHCHAK, PhD. in Engineering, Automobiles and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, e-mail: galuschak_d@meta.ua.

Стаття надійшла в редакцію 30.04.2016р.

Попович П.В.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя***ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПОСЛУГ 3PL ОПЕРАТОРІВ
ВІТЧИЗНЯНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ**

Досліджено розвиток логістичного сектору Third Party Logistics в Україні враховуючи досвід зарубіжних країн. Розглянуто економічні аспекти та перспективи використання послуг 3PL провайдерів порівняно з розподільчою логістикою для вітчизняних підприємств.

Ключові слова: 3PL провайдер, ритейл, розподільча логістика, логістичні послуги.

За даними Державного комітету статистики України, оборот роздрібною торгівлі в Україні за січень-грудень 2013р. становив 884,2 млрд. грн. (+9,5% like-to-like). За період січень-грудень 2014 р. – 903,5 млрд гривень, що у порівнянних цінах становить 91,4% обсягу січня-грудня 2013 р., у порівнянні з аналогічним періодом 2013 р. маємо скорочення 8,6% [1]. В ритейлі домінують: значне зменшення сукупного попиту; EBITDA ритейлерів і поставників знижується, причинами збільшення оборотів є ріст цін, а не кількість реалізованих товарів, що для операторів ринку нівелюється курсовими ризиками, інфляцією, ін.; з метою залучення капіталу на IPO, рідше SPO, або пошук стратегічного інвестора, до 2013р., значна кількість національних компаній проводила підготовку для «прозорої» діяльності, проте АТО, економічна криза, непрогнозованість політики і макроекономіки вказані процеси припинили; кардинально змінюється комплекс функцій дистрибуції за рахунок негативних змін при роботі з товарними кредитами і запозиченими коштами.

Доцільно провести аналітичне дослідження проблематики використання послуг 3PL провайдерів порівняно з розподільчою логістикою для вітчизняних підприємств.

За оцінками Meibach Logistik, Armstrong & Associates, Inc. [2, 3], найбільший приріст об'ємів транспортно-логістичного ринку спостерігався у 2007р. (збільшення 33% відносно 2006 р.) з причини розвитку азійських ринків, особливо Китаю, а також ринків Індії, Бразилії. Під впливами глобальної економічної кризи темпи росту вказаного ринку знизились до 9%, а в 2009 р. обсяг знизився на 12%. З 2010р. по 2012 р. відбулось зростання ринку на 1 трлн. дол. (з 6,3 до 7,3 трлн. дол.). Встановлена динаміка обсягу логістичного аутсорсингу: 2010р. – ріст 17%, 2011р. – ріст 10 %, 2012 р. – зниження темпів росту до 5% з подальшим сповільненням у 2013р. і 2014р. [2, 3]. Отже, у середньостроковій перспективі світова і вітчизняна економічна кон'юнктура буде нестабільною і матиме негативний вплив на логістичний ринок. У структурі світового ринку логістичних послуг з 2005р. до 2013р. [3] частка транспортно-експедиторських послуг зменшилася на 14%, частка комплексних логістичних послуг (включаючи послуги зберігання і дистрибуції товарів) виросла на 8%, частка управлінської логістики виросла на 6%. Структура транспортно - логістичного ринку України на сьогодні: послуги транспортні логістики - 89%, послуги складського зберігання - 8%, транспортно-експедиторські операції- 2%, управлінська логістика - 1% , причому, за аналітичними оцінками, на ринку логістичних послуг частка контрактної логістики становить до 9-20 %, [1, 4]. Згідно досліджень Всесвітнього банку, у рейтингу «торгова логістика в глобальній економіці» Україна знаходиться на 66-м місці з 155 країн (102-е в 2010р.) [5].

Основою позитивного тренду динаміки міжнародної торгівлі, відповідно інвестиційної привабливості ринків є розвиток логістичної інфраструктури, причому важливим є вибір методики оцінювання розвитку логістичних систем за регіонами. Міжнародною фінансовою групою «Agility» запропоновано і успішно застосовується більше п'яти років індекс розвитку ринку логістики Agility Emerging Markets Logistics Index який відображає ступінь привабливості ринку логістики для інвестицій [9, 10]. Рівень інвестиційної привабливості оцінюється за сукупністю показників: розвитку транспортних комунікацій, вел ичини і динаміки розвитку, ринкової сумісності [9, 10, 11]. Рейтинг країн згідно Agility Emerging Markets Logistics Index 2016 , в тому числі з деталізацією за субіндексами наведено на рис. 1, 2 [9] . Україна, порівняно з 2013р. [10, 11] , погіршила показники, знизившись більше 10 місць.

Ranking	Country	2016 Index	2015 Index
1	China	7.91	8.09
2	UAE	7.00	6.63
3	India	6.76	6.66
4	Malaysia	6.66	6.36
5	Saudi Arabia	6.62	6.76
6	Brazil	6.40	6.71
7	Indonesia	6.36	6.70
8	Mexico	6.17	6.30
9	Russia	6.16	6.57
10	Turkey	5.95	6.06
11	Chile	5.94	5.93
12	Qatar	5.83	5.87
13	Thailand	5.63	5.58
14	Oman	5.48	5.70
15	Philippines	5.34	5.15
16	South Africa	5.30	5.46
17	Nigeria	5.28	4.56
18	Kazakhstan	5.28	5.08
19	Vietnam	5.10	4.95
20	Morocco	5.05	5.11
21	Kuwait	5.02	4.91
22	Egypt	4.99	4.38
23	Pakistan	4.99	4.77
24	Uruguay	4.93	4.92
25	Colombia	4.91	4.86
26	Bahrain	4.90	4.78
27	Bangladesh	4.73	4.56
28	Peru	4.70	4.84
29	Sri Lanka	4.55	4.43
30	Algeria	4.46	4.10
31	Argentina	4.42	4.67
32	Ecuador	4.29	4.14
33	Jordan	4.28	4.54
34	Ukraine	4.09	4.46
35	Paraguay	3.71	3.74
36	Tunisia	3.69	3.87
37	Ethiopia	3.62	3.76
38	Bolivia	3.61	3.58
39	Venezuela	3.60	3.81
40	Tanzania	3.57	3.60
41	Libya	3.52	3.58
42	Lebanon	3.43	3.56
43	Kenya	3.38	3.47
44	Cambodia	3.36	3.46
45	Uganda	3.33	3.31

Рис. 1- Рейтинг країн за Agility Emerging Markets Logistics Index 2016 [9]

Ranking	Country	Market size and growth sub-index	Market compatibility sub-index	Market connectedness sub-index	Total Index
1	China	9.48	6.79	6.75	7.91
2	UAE	5.58	8.61	7.73	7.00
3	India	9.32	4.80	4.95	6.76
4	Malaysia	6.41	6.56	7.00	6.66
5	Saudi Arabia	6.84	6.89	6.23	6.62
6	Brazil	7.87	6.09	4.91	6.40
7	Indonesia	8.66	4.44	4.81	6.36
8	Mexico	7.73	4.56	5.29	6.17
9	Russia	6.83	5.58	5.72	6.16
10	Turkey	6.74	5.63	5.23	5.95
11	Chile	5.26	6.62	6.32	5.94
12	Qatar	4.83	7.62	5.97	5.83
13	Thailand	6.72	4.33	5.13	5.63
14	Oman	3.93	7.54	6.11	5.48
15	Philippines	6.56	4.79	4.27	5.34
16	South Africa	5.54	4.81	5.31	5.30
17	Nigeria	7.79	3.40	3.50	5.28
18	Kazakhstan	4.60	6.94	5.14	5.28
19	Vietnam	5.42	5.15	4.72	5.10
20	Morocco	4.15	6.05	5.52	5.05
21	Kuwait	4.63	6.59	4.59	5.02
22	Egypt	6.12	2.85	4.90	4.99
23	Pakistan	6.85	2.86	4.06	4.99
24	Uruguay	3.38	6.71	5.69	4.93
25	Colombia	5.88	2.86	4.95	4.91
26	Bahrain	3.27	6.21	6.01	4.90
27	Bangladesh	5.91	4.45	3.56	4.73
28	Peru	4.91	4.03	4.84	4.70
29	Sri Lanka	3.25	5.96	5.26	4.55
30	Algeria	4.87	4.49	3.98	4.46
31	Argentina	4.14	4.99	4.42	4.42
32	Ecuador	2.80	4.65	5.77	4.29
33	Jordan	2.81	5.52	5.25	4.28
34	Ukraine	3.48	3.99	4.84	4.09
35	Paraguay	2.82	4.76	4.15	3.71
36	Tunisia	3.06	4.18	4.14	3.69
37	Ethiopia	3.37	4.39	3.48	3.62
38	Bolivia	2.76	4.52	4.06	3.61
39	Venezuela	3.38	3.69	3.79	3.60
40	Tanzania	3.15	4.52	3.53	3.57
41	Libya	2.68	2.08	5.25	3.52
42	Lebanon	2.46	4.33	4.04	3.43
43	Kenya	3.34	2.23	4.06	3.38
44	Cambodia	2.53	4.34	3.77	3.36
45	Uganda	2.90	3.48	3.74	3.33

Рис. 2- Субіндекси Agility Emerging Markets Logistics Index 2016 [9]

Раціональним при дослідженнях логістичних ринків країн за Agility Emerging Markets Logistics Index є візуалізація результатів Emerging Markets Quadrant, рис. 3 [9], для оцінки перспектив ринків,

які розвиваються в квадрантах відображено відносні позиції країн за індексом. У залежності від розміру і потенціалу бар'єрів входу на ринок, діаграма розділена на чотири квадранти - зони. Верхня частина діаграми: країни у правому верхньому квадранті рекомендовані для роботи та логістичних інвестицій, країни у верхньому лівому квадранті надають, відносно правого, менше можливостей, але забезпечують нескладне входження в ринок. Нижня частина діаграми включає країни з суттєвими бар'єрами для входу з проблемною роботою на ринку логістики.

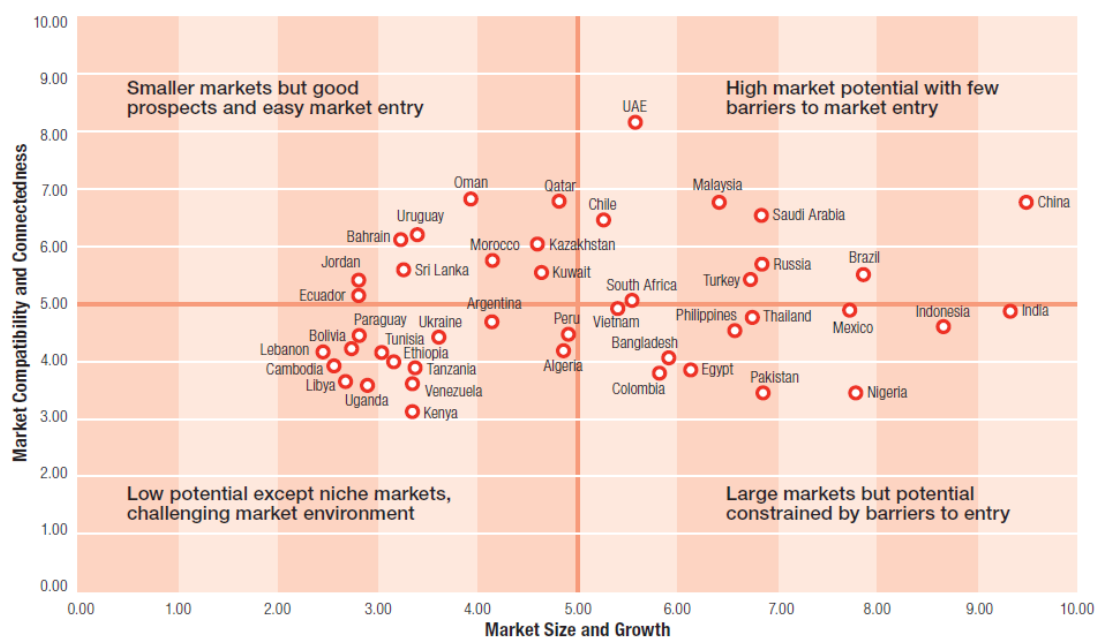


Рис. 3- Діаграма Emerging Markets Quadrant за Agility Emerging Markets Logistics Index 2016 [9]

У 2016 році Україна знаходиться на 34-му місці, мінус чотири пункти до попереднього року, сумарна оцінка знизилася на 0,37 пункти. Субіндекс розміру і привабливості ринку впав на 0,42 пункти до 3,48 (рис. 2), причому, за оцінками МВФ, реальні зміни ВВП склали -6,8% у 2014 році, і -9,0% в 2015 році [9, 10]. Також субіндекс сумісності впав до рівня 3,99 пункти, знизившись на 1,30 пункти (рис. 2). Також потоки FDI в Україну зменшились на 91%, або \$410 мільйонів в 2014 р., що є найнижчим рівнем за 15 років [9, 10].

Проте, в даних складних умовах на вітчизняному ринку відбуваються процеси трансформації логістичних фірм у логістичні оператори, що працюють з наданням комплексу логістичних послуг, також має місце вихід окремих потужних логістичних операторів на ринок, що сприятиме посиленню конкуренції та розширенню портфелю пропозицій. Значимою тенденцією є трансформація логістичних фірм в логістичні оператори.

Відомі наступні типи операторів 3PL послуг [4]:

- Standard 3PL Provider, виконує базові функції логістики - упаковку, складування, розподіл, для більшості підприємств 3PL функція не є їх основною діяльністю;
- Service Developer, використовує системи виявлення і відстеження упаковки, забезпечуючи системою безпеки. Оператори пропонують сучасні WMS, інші IT сервіси;
- The Customer Adapter, забезпечує повний контроль логістичної діяльності компанії не розвиваючи нові послуги;
- The Customer Developer, 3PL оператор, інтегрується з клієнтом шляхом забезпечення логістики в повному об'ємі, має кілька надвеликих клієнтів, зазвичай вказані провайдери виконують весь обсяг поставлених контрагентом задач.

На сьогодні оборот 3PL-сегменту в Україні, без врахування міжнародних перевезень і експедиторських послуг, становить 2,5 млрд. грн. [1, 5], що є 1% від обороту роздрібною торгівлі [1] і до 3% від товарообороту в «modern trade» [5]. З більше ста існуючих в Україні логістичних компаній, рівень 3PL, з суттєвими окремими відхиленнями, мають до 10 підприємств, зокрема [6]: «Комора-С», «Ост-Вет Експрес», «Kuehne&Nagel», «Maersk Line», «РЕП-транс», «ТБН-Логістика», «Українські вантажні кур'єри», «ICT», «Raben-Україна». Особливостями вітчизняного бізнесу є, що «СAB-Сервіс», «Комора-С» зосереджені виключно на внутрішньому ринку, маючи в контрагентах потужні

“Проктер енд Гембл Україна”, “Крафт Фудз Україна”, “ГласкоСмітКлайн Хелекер Юкрейн”, ін., такі логістичні фірми як, зокрема, “Kuehne&Nagel”, “Maersk Line”, експедиційна компанія “ТБН Логістик Україна”, зосереджені на одному секторі, що нетипово для 3PL провайдера [6, 7].

Узагальнюючи, з урахуванням досліджень [5 - 8], базовими проблемами сектора 3PL послуг в Україні є:

недостатня кількість складських приміщень відповідної якості в регіонах України для створення національних систем фізичної дистрибуції;

непрозорість логістичних операцій, неструктурованість провайдерів 2PL послуг (кількість в Україні «офіційних» транспортних компаній – приблизно 50, що мають біля 5% загального обсягу автопарку, «офіційних» експедиторів – біля 100, «неофіційних» експедиторів – більше 1000). Окремими компаніями транспорт фрахтується за готівку з метою здешевлення послуг до 20%, зменшуючи базу і величину оподаткування;

з причини неякісної інфраструктури ROI інвестицій недостатня для їхнього залучення;

непрозорість процедури одержання дозволів для міжнародних транспортно – експедиторських перевезень, також проблематика митної очистки вантажів;

вимога вантажовласників щодо низьких тарифів для логістичного сервісу високої якості;

недостатня кількість персоналу належної кваліфікації.

Порівняння трендів оптової і роздрібною торгівлі [1] свідчить, що розвиток ринку ритейлу детермінується рівнем розвитку дистрибуторської компоненти оптової торгівлі. Частка обороту великих мереж в загальному обороті роздрібною торгівлі, зокрема групи продовольчих товарів, становить до 10% [1, 7], отже значного впливу на ринок вони не мають. З метою скорочення витрат на шляху товару до кінцевого споживача раціонально застосовувати методології розподільчої логістики і управління товарними запасами шляхом передачі логістичних функцій оператору, конкурентною перевагою якого є менші сукупні видатки у порівнянні з дистриб'ютором.

Об'єктивно, в Україні практично відсутня конкуренція між ритейлерами, торгові мережі передають логістичні функції поставникам товарів, виробники гостро конкурують у питаннях власної присутності в торгових мережах, що посилює конкуренцію між підприємствами – виробниками і дистрибуторами, підвищуючи рівень логістичного сервісу. Використання послуг 3PL провайдерів вітчизняними підприємствами з делегуванням операторам функцій управління ланцюгами постачань, товарними запасами буде доцільним при умовах стабільних ринків як значна конкурентна перевага, що полягатиме у скороченні затрат шляхом передачі логістики як непрофільної функції на аутсорсинг з виключенням дистрибуторів. Діяльність 3PL провайдерів детермінується, концептуально, пошуком поставника і споживача з передачею управління ланцюгами постачань безпосередньо оператору 3PL, який при цьому вимушений конкурувати з чистим дистрибутором як комерційні посередники на товарному ринку. Обернено, дистрибутор з розвинутими стабільними технологіями продаж шляхом розвитку функцій логістики матиме переваги і можливість конкурувати в наданні 3PL послуг.

Висновки. Споживчий та оптовий ринки мають близькі тренди розвитку і є відносно збалансованими, ринок логістичних послуг в Україні має стійку тенденцію розвитку при об'єктивному зниженні темпів росту, перспективи форматів 3PL і дистрибуції рівноцінні.

1. Державний комітет статистики України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Meibach Logistik [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.miebach.com>
3. A&A's [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.3plogistics.com/>
4. Тюріна Н. М. Логістика [Текст]: Навч. посіб. / Н. М.Тюріна, І. В. Гой., І. В. Бабій. – К.: «Центр учбової літератури», 2015. – 392 с.
5. УВК [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uvk.ua/ua/reviews>
6. Станіславик О.В., Коваленко О.М. Сучасні аспекти розвитку логістичного аутсорсингу в Україні // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – 2012. – № 1 – С. 107-114.
7. Хобта В. М. Підвищення ефективності логістичної діяльності підприємства на основі аутсорсингу / В. М. Хобта, А. І. Кондратова // Вісник Одеського національного університету. Економіка. - 2013. - Т. 18, Вип. 3(3). - С. 127-130.
8. Third-Party Logistics (3PL) Market Information. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.3plogistics.com/3PL_Market_Information.htm
9. <http://www.agility.com/EN/AboutUs/Documents/Agility%20Emerging%20Markets%20Logistics%20Index%202016.pdf>
10. <http://www.agility.com/EN/About-Us/Pages/AEMLI-2016-Size-and-Growth-Attractiveness.aspx>

11. Пасічник А. М. Проблеми та перспективи розвитку логістичного аутсорсингу в транспортній системі України / А. М. Пасічник, І. Г. Лебідь, В. В. Кутирєв, К. М. Бугерко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. - 2014. - Вип. 14(1). - С. 146-159.

REFERENCES

1. State Statistics Committee of Ukraine. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Meibach Logistik. Available at: <http://www.miebach.com>
3. A&A's. Available at: <http://www.3plogistics.com/>
4. Tiurina, N., Hoi, I. & Babii, I. (2015). *Logistics*, Kyiv, 392 p.
5. UVK. Available at: <http://www.uvk.ua/ua/reviews>
6. Stanislavuk, O. & Kovalenko, O. (2012). Modern aspects of logistics outsourcing development in Ukraine. *Informatsiini tekhnologii v osviti, nauksi ta vyrobnytstvi*. No. 1, pp. 107-114.
7. Khobta, V. & Kondratova, A. (2013). Improving the efficiency of logistics activity of enterprises based on the outsourcing. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomika*. Vol. 18, Issue. 3(3), pp. 127-130.
8. Third-Party Logistics (3PL) Market Information. Available at: http://www.3plogistics.com/3PL_Market_Information.htm
9. <http://www.agility.com/EN/AboutUs/Documents/Agility%20Emerging%20Markets%20Logistics%20Index%202016.pdf>
10. <http://www.agility.com/EN/About-Us/Pages/AEMLI-2016-Size-and-Growth-Attractiveness.aspx>
11. Pasichnyk, A., Lebid, I., Kutyriev, V. Buhерko, K. (2014). Problems and prospects of logistics outsourcing development in Ukrainian transport system. *Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka*. Issue. 14(1). pp. 146-159.

П. Попович. Экономические аспекты использования услуг 3pl операторов отечественными предприятиями.

Исследовано развитие логистического сектора Third Party Logistics в Украине учитывая опыт зарубежных стран. Рассмотрены экономические аспекты и перспективы использования услуг 3PL провайдеров по сравнению с распределительной логистикой для отечественных предприятий.

Ключевые слова: 3PL провайдер, ритейл, распределительная логистика, логистические услуги.

P. Popovych. Economic aspects of services 3PL operator for domestic enterprises.

Studied the development of the logistics sector in Third Party Logistics Ukraine the experience of foreign countries. Economic aspects and prospects of 3PL services providers compared to the distribution logistics for domestic enterprises.

Keywords: 3PL provider, retail, distribution logistics, logistics services.

АВТОР:

ПОПОВИЧ Павло, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри «технічної механіки, с/г машин і транспортних технологій», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, e-mail: PPopovich@ukr.net

АВТОР:

ПОПОВИЧ Павел, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «технической механики, с/х машин и транспортных технологий», Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, e-mail: PPopovich@ukr.net

AUTHOR:

Pavlo POPOVYCH, Doctor of Engineering Science, Associate Professor, Professor of Technical Mechanics, Agricultural Machines and Transport Technologies Department, Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, e-mail: PPopovich@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 28.08.2015р.

Савін Ю.Х., Митко М.В.
Національний транспортний університет

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛІВ З ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В сучасних умовах не завжди є доцільним створювати на кожному автотранспортному або автосервісному підприємстві всю номенклатуру виробничих підрозділів з виконання усіх видів робіт з обслуговування та ремонту транспортних засобів. Це потребує значних капітальних вкладень та витрат на утримання виробничих підрозділів, внаслідок чого збільшується собівартість робіт з ТО і ремонту автомобілів, собівартість перевезень та зменшується конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортних і автосервісних послуг.

Розглядається методика визначення доцільності створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів в залежності від трудомісткості та собівартості окремих видів робіт на підприємстві, а також від вартості нормо-години виконання цих робіт на автосервісних підприємствах, які знаходяться поруч, вартості витрат на доставку транспортних засобів та їх складових на обслуговування та ремонт.

Ключові слова: автотранспортні підприємства (АТП), централізовані спеціалізовані виробництва (ЦСВ), станції технічного обслуговування (СТО), виробничо-технічна база, виробничі підрозділи, економічна доцільність, технічне обслуговування (ТО) та ремонт, транспортні засоби.

Постановка проблеми. Аналіз свідчить, що, незважаючи на значний розвиток підприємств різної форми власності, структура автотранспортних підприємств (АТП) практично не змінилася. Переважно на всіх АТП обслуговуються і ремонтуються, як і раніше, лише автомобілі, що належать підприємству. Діючі правила і норми проектування, незалежно від кількості автомобілів і наявності поруч інших підприємств, які також здійснюють обслуговування і ремонт транспортних засобів, направлені на формування у кожному підприємстві, як правило, всього переліку виробничих підрозділів, оснащення їх необхідним технологічним устаткуванням та укомплектування відповідним штатом фахівців. Наслідком цього є те, що виробничий потенціал на більшості підприємств використовується дуже неефективно, тим більше, що кількість рухомого складу за останні роки має стійку тенденцію до скорочення.

Отже, діюча структура виробництва з обслуговування і ремонту автомобілів та існуючі методи розвитку виробничо-технічної бази на сучасному етапі потребують великих капітальних та експлуатаційних витрат і не задовольняють вимогам ефективної та безпечної експлуатації автотранспортних засобів.

Тому, першочерговим завданням при вирішенні питання задоволення попиту на послуги з обслуговування і ремонту транспортних засобів є використання існуючих виробничих потужностей підприємств різних відомств, тобто необхідна трансформація відомчих виробничих інфраструктур у регіональну структуру.

Для забезпечення рівних умов конкуренції на ринку транспортних послуг структура виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту транспортних засобів підприємства повинна бути різною для АТП малої, середньої і великої потужності та визначатися обсягами робіт з ТО і ремонту автомобілів. Умовами створення того або іншого виробничого підрозділу є мінімум приведених витрат, за яких виконання конкретного виду робіт є економічно доцільно на зазначеному підприємстві. При недоцільності створення будь-якого з виробничих підрозділів, відповідні роботи передаються для виконання на найближчому АТП, СТО або іншому підприємстві, де виконуються ці послуги.

У зв'язку з цим метою роботи є визначення доцільності створення виробничих підрозділів в залежності від обсягів робіт з ТО і ремонту транспортних засобів та підвищення конкурентоспроможності автотранспортних підприємств шляхом зниження витрат на підтримання рухомого складу у роботоздатному стані.

Результати досліджень. Для визначення доцільності створення конкретного виробничого підрозділу з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів на підприємстві за критерій оптимальності приймаються питомі затрати на ТО і поточний ремонт, що припадають на 1 люд.-год. трудомісткості для даного виду робіт. Використання такого критерію пояснюється тим, що зараз

вартість робіт на СТО та інших централізованих спеціалізованих виробництвах (ЦСВ) з обслуговування і ремонту автомобілів визначається через вартість однієї нормо-години для кожного виду робіт, тобто через питомі затрати, що припадають на 1 люд.-год. трудомісткості, і трудомісткість виконуваних робіт.

Цільова функція визначення доцільності створення виробничого підрозділу з технічного обслуговування та ремонту на підприємстві для виконання k -го виду робіт має вигляд:

$$C_{k, АТП, i} \leq C_{k, ЦСВ, j}, \quad (1)$$

де $C_{k, АТП, i}$ – собівартість 1 люд.-год. виконання k -го виду робіт на i -ому АТП, грн./люд.-год.;

$C_{k, ЦСВ, j}$ – вартість 1 люд.-год. виконання k -го виду робіт на j -ому ЦСВ, грн./люд.-год.

Собівартість 1 людино-год. виконання k -го виду робіт на i -ому АТП визначається:

$$C_{k, АТП, i} = C_{ЗП, k, i} + C_{уст., k, i} + C_{прим, k, i}, \quad (2)$$

де $C_{ЗП, k, i}$ – питомі затрати на заробітну плату ремонтних робітників з урахуванням нарахувань, виконуючих k -ий вид робіт на i -ому АТП, що припадають на 1 люд.-год. трудомісткості, грн./люд.-год.;

$C_{уст., k, i}$ – питомі затрати на технологічне устаткування, необхідне для виконання k -го виду робіт, що припадають на 1 люд.-год. трудомісткості, грн./люд.-год. Питомі затрати ураховують не тільки вартість самого устаткування, амортизаційні відрахування, вартість його установки, але і затрати на електроенергію;

$C_{прим, k, i}$ – питомі затрати на приміщення, яке використовується для виконання k -го виду робіт, що припадають на 1 люд.-год. трудомісткості, грн./люд.-год. Затрати ураховують амортизаційні відрахування на приміщення, вартість опалення та освітлення.

Вважається, що як АТП, так і ЦСВ оснащені усім необхідним однотипним технологічним устаткуванням для виконання k -го виду робіт. Це дає можливість рахувати, що якість виконуваних робіт на АТП і ЦСВ є однаковою. Витрати на запасні частини та експлуатаційні матеріали при визначенні критерію оптимальності не ураховуються, оскільки при виконанні конкретного виду робіт на АТП або на ЦСВ застосовується однакові запасні частини та експлуатаційні матеріали.

Отримане значення $C_{k, АТП, i}$ порівнюється із середньою вартістю аналогічних робіт на інших спеціалізованих підприємствах з обслуговування і ремонту автомобілів по місту. Як видно з рис. 1 створення виробничого підрозділу на підприємстві для виконання конкретного виду робіт з ТО і ремонту автомобілів доцільне, якщо питома собівартість цих робіт не перевищує вартості таких робіт на інших спеціалізованих підприємствах з ТО і ремонту транспортних засобів (СТО, ЦСВ та ін.), що розташовані поряд з АТП.

Однак, слід також враховувати витрати, які пов'язані з доставкою автомобілів на обслуговування та ремонт. Вартість доставки автомобілів (ремонтного фонду) на відстань 1 км можна визначити за формулою:

$$C_{дос. 1 км} = C_{авт.} + ЗП_в + B_{нал.} + B_{ТОР}, \quad (3)$$

де $C_{авт.}$ – витрати на утримання автомобіля, грн./км;

$ЗП_в$ – заробітна плата водія, грн./км;

$B_{нал.}$ – витрати на паливо, грн./км;

$B_{ТОР}$ – витрати на ТО і ремонт автомобілів, грн./км.

Цільова функція визначення доцільності створення виробничого підрозділу технічної служби АТП для виконання певного виду робіт має вигляд:

$$C_{k, АТП} \leq C_{k, ЦСВ, j} + C_{дос.}, \quad (4)$$

де $C_{дос.}$ – вартість доставки автомобілів, агрегатів на ТО і ремонт, грн./люд.-год.

З рис. 1 видно, що вартість проведення робіт буде зростати пропорційно витратам на доставку ремонтного фонду. Зі збільшенням трудомісткості робіт доцільно буде залучати сервісні підприємства, розміщені лише на незначній відстані від основного АТП.

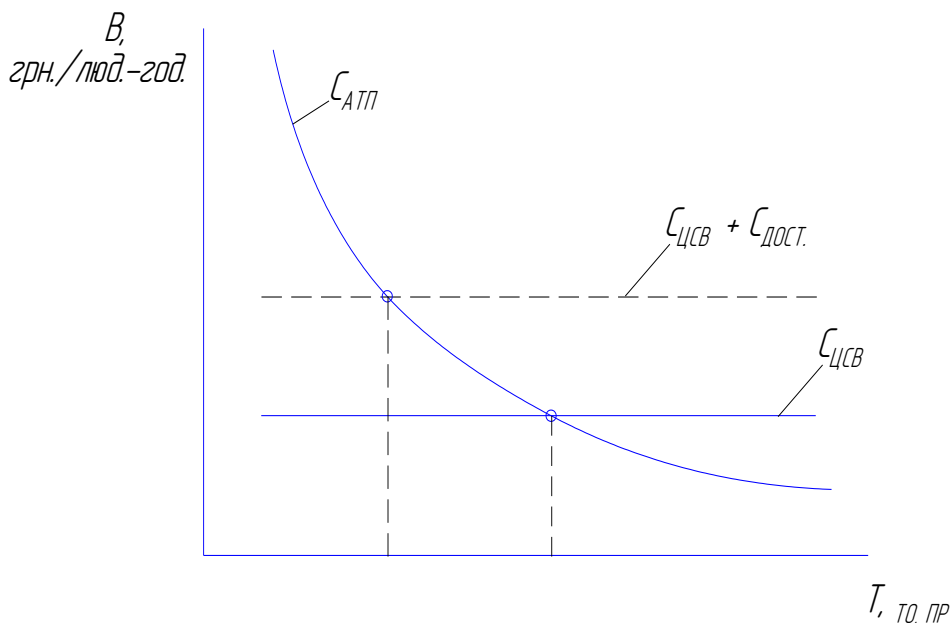


Рис. 1 – Визначення доцільності створення конкретного виробничого підрозділу з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів на АТП

Для визначення доцільності створення виробничого підрозділу з технічного обслуговування та ремонту на підприємстві необхідно вирішити наступні завдання:

- розрахувати виробничу програму і визначити обсяги робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів;
- розподілити трудомісткість робіт за виробничими підрозділами з технічного обслуговування та ремонту автомобілів, визначити чисельність персоналу підрозділів, кількість постів зон ТО і ремонту, підібрати технологічне устаткування та визначити площу приміщень;
- визначити собівартість робіт з ТО і ремонту автомобілів в кожному виробничому підрозділі;
- виконати розрахунки для АТП різної потужності та визначити доцільність створення виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту на даних підприємствах;
- провести аналіз отриманих результатів.

В якості прикладу в статті наведені результати розрахунків для таксомоторного підприємства для наступної облікової кількості автомобілів: 10, 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400. В якості базової моделі прийнято автомобіль ГАЗ-3110. Передбачається, що автомобілі працюють в III-й категорії умов експлуатації, середньодобовий пробіг складає 200 км. Умови зберігання автомобілів - відкрита стоянка без підігрівання.

Був виконаний повний технологічний розрахунок АТП, який включає визначення річної виробничої програми за видами технічних дій, річних обсягів робіт з ТО та поточного ремонту і розподіл робіт за виробничими підрозділами, чисельності ремонтних робочих в підрозділах, кількості робочих постів і поточкових ліній, площ виробничих підрозділів. Результати розрахунку наведені у таблиці 1.

Результати розрахунків свідчать, що для таксомоторних АТП з кількістю автомобілів до 50 одиниць, завантаженість більшості виробничих підрозділів технічної служби становить 10-20%, за виключенням агрегатної дільниці, завантаженість якої становить до 80%. Для АТП з кількістю автомобілів до 200 одиниць, завантаженість виробничих підрозділів становить 30-70%. Навіть при списочній кількості автомобілів до 400 одиниць, створення таких підрозділів, як шиномонтажний і вулканізаційний підрозділи, не доцільне, так як їх завантаженість становитиме до 30%.

Таблиця 1 – Розподіл трудомісткості робіт з ТО і поточного ремонту за видами робіт на таксомоторному підприємстві

Види робіт з ТО і поточного ремонту	Кількість автомобілів									
	10	20	50	100	150	200	250	300	350	400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Щоденне обслуговування, виконується щоденно										
Прибиральні	252,95	505,9	1264,75	2529,5	3794,25	5059,0	6323,75	7588,5	8853,25	10118,0
Мийні	151,77	303,54	758,85	1517,7	2276,55	3035,4	3794,25	4553,1	5311,95	6070,8
Заправні	121,41	242,82	607,05	1214,1	1821,15	2428,2	3035,25	3642,3	4249,35	4856,4
Контрольно-діагностичні	131,53	263,06	657,65	1315,3	1972,95	2630,6	3288,25	3945,9	4603,55	5261,2
Ремонтні	354,12	708,24	1770,6	3541,2	5311,8	7082,4	8853,0	10623,6	12394,2	14164,8
Разом	1011,78	2023,56	5058,9	10117,8	15176,7	20235,6	25294,5	30353,4	35412,3	40471,2
Щоденне обслуговування, що виконується перед ТО і ПР										
Прибиральні	16,0	32,0	80,0	160,0	240,0	320,0	400,0	480,0	560,0	640,0
Мийні по двигуну і шасі	24,01	48,02	120,05	240,1	360,15	480,2	600,25	720,3	840,35	960,4
Разом	40,01	80,02	200,05	400,1	600,15	800,2	1000,25	1200,3	1400,35	1600,4
Технічне обслуговування 1										
Загальне діагностування (Д-1)	102,83	205,66	514,15	1028,30	1542,45	2056,60	2570,75	3084,9	3599,05	4113,2
Кріпильні, регулювальні, мастильні	582,69	1165,38	2913,45	5826,90	8740,35	11653,8	14567,25	17480,7	20394,15	23307,6
Разом	685,52	1371,04	3427,6	6855,2	10282,8	13710,4	17138,0	20565,6	23993,2	27420,8
Технічне обслуговування 2										
Поглиблене діагностування (Д-2)	114,03	228,06	570,15	1140,3	1710,45	2280,6	2850,75	3420,9	3991,05	4561,2
Кріпильні, регулювальні, мастильні	836,2	1672,4	4181,0	8362,0	12543,0	16724,0	20905,0	25086,0	29267,0	33448,0
Разом	950,23	1900,46	4751,15	9502,3	14253,45	19004,6	23755,75	28506,9	33258,05	38009,2
Поточний ремонт: постові роботи										
Загальне діагностування (Д-1)	17,76	35,52	88,8	177,6	266,4	355,2	444,0	532,8	621,6	710,4
Поглиблене діагностування (Д-2)	17,76	35,52	88,8	177,6	266,4	355,2	444,0	532,8	621,6	710,4
Регулювальні і складально-розбірні	586,23	1172,46	2931,15	5862,3	8793,45	11724,6	14655,75	17586,9	20518,05	23449,2
Зварювальні	71,06	142,12	355,3	710,6	1065,9	1421,2	1776,5	2131,8	2487,1	2842,4
Жестяницькі	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Фарбувальні	142,12	284,24	710,6	1421,2	2131,8	2842,4	3553,0	4263,6	4974,2	5684,8
Разом постові роботи	870,46	1740,92	4352,3	8704,60	13056,90	17409,2	21761,5	26113,8	30466,1	34818,4
Поточний ремонт: дільничні роботи										
Агрегатні	284,23	568,46	1421,15	2842,3	4263,45	5684,6	7105,75	8526,9	9948,05	11369,2
Слюсарно-механічні	177,65	355,3	888,25	1776,5	2664,75	3553,0	4441,25	5329,5	6217,75	7106,0
Електротехнічні	106,59	213,18	532,95	1065,9	1598,85	2131,8	2664,75	3197,7	3730,65	4263,6
Акумуляторні	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1421,2
Ремонт приладів систем живлення	53,29	106,58	266,45	532,9	799,35	1065,8	1332,25	1598,7	1865,15	2131,6
Шиномонтажні	17,76	35,52	88,80	177,6	266,4	355,2	444,0	532,8	621,6	710,4
Вулканізаційні (ремонт камер)	17,76	35,52	88,80	177,6	266,4	355,2	444,0	532,8	621,6	710,4
Ковальсько-ресорні	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Мідницькі	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Зварювальні	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Жестяницькі	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Арматурні	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Оббивні	35,53	71,06	177,65	355,3	532,95	710,6	888,25	1065,9	1243,55	1412,2
Разом дільничні роботи	905,99	1811,98	4529,95	9059,9	13589,85	18119,8	22649,75	27179,7	31709,65	36239,6

Зміна вартості 1-ї людино-години виконання робіт з ТО і ремонту в залежності від обсягів робіт наведена в табл. 2. Необхідно відзначити, що вартість робіт, які виконуються з обслуговування і ремонту, залежить не тільки від обсягів робіт, але і від вартості технологічного устаткування, необхідної площі приміщень та кількості робітників.

Таблиця 2 – Вартість 1-ї людино-години виконання робіт з ТО і ПР за видами робіт на таксомоторному підприємстві в залежності від їх обсягів

Види робіт з ТО і поточного ремонту	Обсяги робіт, люд.-год.											
	100	250	500	750	1000	1250	1500	2000	2500	5000	7500	10000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Прибиральні та мийні	1995,08	799,02	399,01	265,81	270,30	332,46	276,99	315,83	280,89	169,55	141,85	110,56
Загальне діагностування (Д-1)	1361,08	546,72	273,04	182,17	136,69	109,24	91,10	68,32	75,99	37,97	25,31	18,99
Кріпильні, регулювальні, мастильні	1743,45	697,38	348,92	332,62	249,40	325,23	320,99	319,25	348,23	174,37	147,03	110,27
Поглиблене діагностування (Д-2)	1906,57	759,47	378,36	253,05	189,79	151,64	126,33	94,84	104,38	52,19	34,80	26,08
Кріпильні, регулювальні, мастильні	1692,76	677,50	488,83	532,25	399,19	379,34	419,27	429,36	435,36	232,70	175,74	139,82
Поточний ремонт: постові роботи												
Регулювальні і складально-розбірні	1709,51	984,02	491,95	535,59	401,65	381,30	421,65	468,93	467,49	264,89	217,31	163,03
Зварювальні та жестяницькі	3318,28	1327,35	661,85	442,09	331,44	264,76	220,97	165,58	132,42	81,22	54,15	40,60
Фарбувальні	3317,80	1323,83	661,78	440,97	330,62	264,85	220,67	165,56	25,63	126,92	84,59	76,97
Поточний ремонт: дільничні роботи												
Агрегатні	1791,37	717,05	358,68	238,99	179,21	203,44	273,95	242,92	256,98	128,48	106,52	79,89
Слюсарно-механічні	1831,35	732,52	366,74	244,31	183,29	146,76	172,31	206,98	165,67	97,81	85,96	64,47
Електротехнічні	1651,51	663,22	331,51	221,19	165,97	132,77	110,61	82,97	96,41	48,20	52,69	39,52
Акумуляторні	1545,51	624,31	314,44	209,21	157,46	125,62	104,79	78,57	62,85	31,42	20,95	15,72
Ремонт приладів систем живлення	2048,64	824,87	413,02	276,05	206,73	165,65	138,02	103,47	82,77	41,40	27,59	20,72
Шиномонтажні та вулканізаційні	1918,14	774,44	390,09	259,55	195,34	156,41	129,98	90,66	85,14	39,71	26,47	19,83
Ковальсько-ресорні	1714,81	692,56	348,80	232,08	173,87	139,36	116,25	87,15	69,72	34,87	23,23	17,43
Мідницькі	1568,37	633,55	319,07	212,32	159,06	127,50	106,34	79,73	63,78	31,90	21,29	15,95
Зварювальні та жестяницькі	3136,75	1267,10	638,16	424,61	318,11	254,99	212,66	159,44	127,56	63,78	42,56	31,90
Арматурні	1935,59	782,06	393,87	262,06	196,34	157,37	131,26	98,40	78,73	39,36	26,24	19,69
Оббивні	1579,83	638,05	321,33	214,42	160,17	128,39	107,09	80,28	64,24	32,15	21,43	16,07

З результатів розрахунків випливає, що чим вище вартість технологічного устаткування, яке використовується для виконання конкретного виду робіт, тим більше потрібна виробнича площа,

тобто вища вартість людино-години виконання робіт, тобто більша мінімально трудомісткість, при якій доцільно виконувати роботи на підприємстві (див. рис. 2, 3).

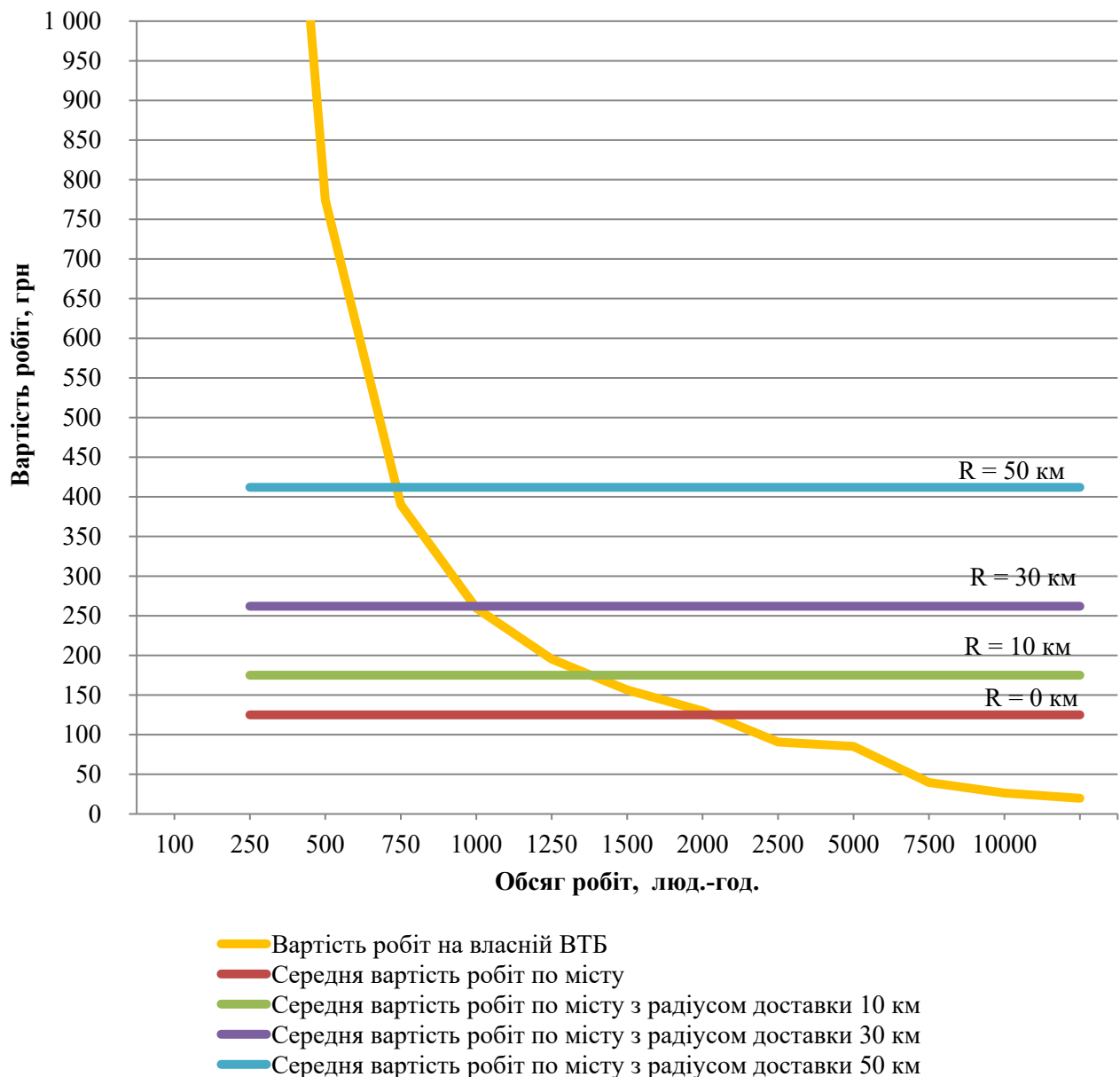


Рис. 2 – Залежність вартості шиномонтажних і вулканізаційних робіт на таксомоторних підприємствах

В табл. 3 наведено мінімальні обсяги робіт з обслуговування та ремонту автомобілів, при яких доцільно виконувати ці роботи на таксомоторному підприємстві.

Висновки. Створення регіональної інфраструктури дозволить зменшити капітальні вкладення, вартість робіт з обслуговування та ремонту транспортних засобів, більш ефективно використовувати існуючий виробничий потенціал, створити конкурентне середовище на ринку послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобілів та необхідні умови для повного забезпечення потреб власників транспортних засобів у виробничих послугах.

Доцільність створення того чи іншого виробничого підрозділу технічної служби АТП багато в чому залежать не тільки від трудомісткості робіт, але і від рівня коопераційних зв'язків, наявності в регіоні спеціалізованих підприємств з ТО і ремонту конкретних моделей автомобілів та окремим видам робіт, а також від відстані до цих підприємств.

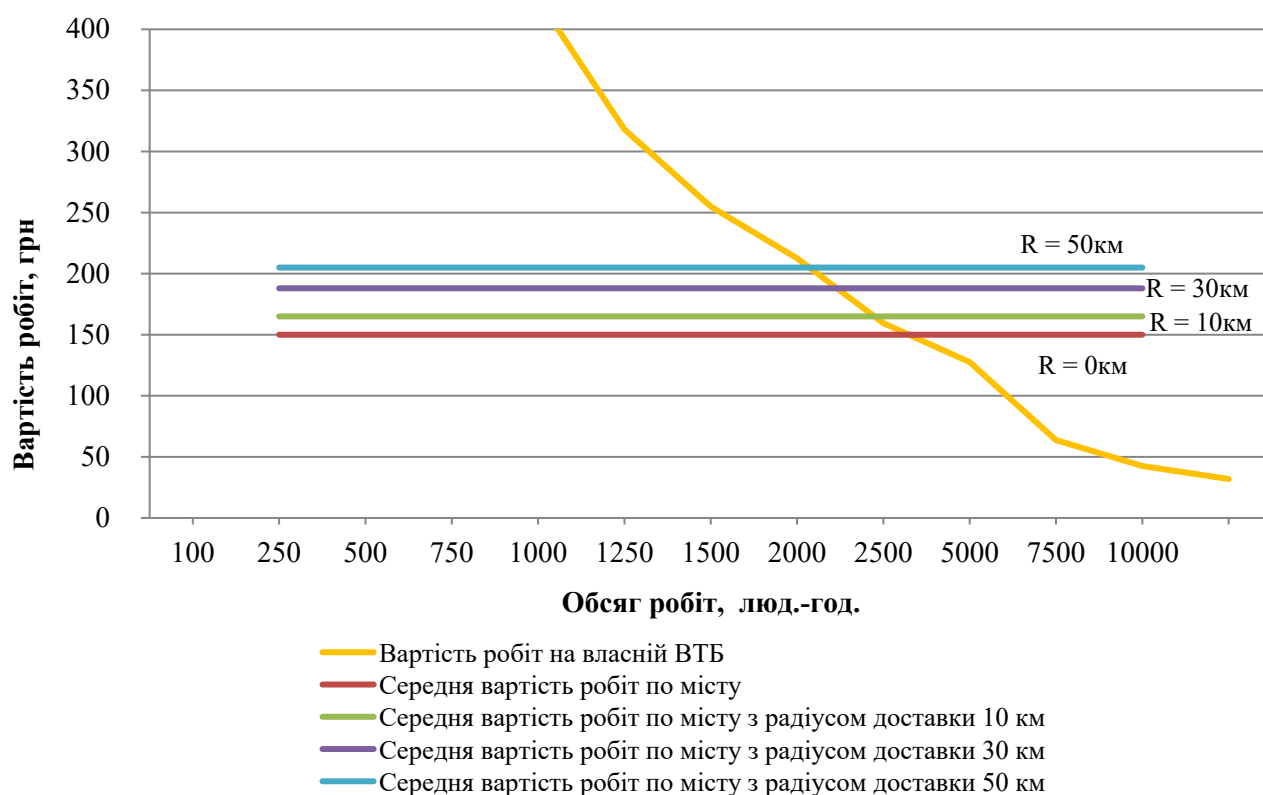


Рис. 3 – Залежність вартості зварювальних робіт на таксомоторних підприємствах

Таблиця 3 – Мінімальні обсяги робіт, при яких доцільно виконувати роботи на таксомоторному підприємстві

Найменування підрозділів і робіт	Мінімальні обсяги робіт, люд.-год.
Прибиральні та мийні	660
Загальне діагностування (Д-1)	380
Кріпильні, регулювальні, мастильні ТО-1	715
Поглиблене діагностування (Д-2)	530
Кріпильні, регулювальні, мастильні ТО-2	1270
Регулювальні і складально-розбірні	1180
Зварювальні та жерстяницькі	970
Фарбувальні	890
Агрегатні	530
Слюсарно-механічні	550
Електротехнічні	480
Акумуляторні	430
Ремонт приладів систем живлення	600
Шиномонтажні та вулканізаційні	550
Ковальсько-ресорні	510
Мідницькі	460
Зварювальні та жерстяницькі	820
Арматурні	600
Оббивні	470

1. Митко М.В. Визначення доцільності створення виробничих підрозділів з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів / М.В.Митко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - № 1(124) – 2016. -С. 138-141.

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

3. Канарчук В.Є. Виробничі системи на транспорті / В.Є. Канарчук, І.П. Курніков. – К.: Вища шк., 1997. – 359 с.
4. Кузнецов Е.С. Производственная база автомобильного транспорта / Е.С. Кузнецов, И.П. Курников. – М.: Транспорт, 1988. – 231с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91. – М.: Гипроавтотранс., 1991. – 184 с.
6. Дьяченко Г.В. Исследование и разработка методов централизации диагностирования автомобилей / Г.В. Дьяченко. М.: дис. к.т.н., 1982. – 192с.

REFERENCES

1. Mytko, N. (2016). Determining the feasibility of the establishment of production units for maintenance and repair of vehicles. *Bulletin of Vinnitsa Polytechnic Institute*. No 1 (124), pp. 138-141.
2. Napolskyu, G. (1993). *Technological designing motor transport enterprises and technical of service stations*. Moscow: Transport publ., 271 p.
3. Kanarchuk, V. & Kurnikov, I. (1997). *Manufacturing Systems Transport*. Kyiv, Vyshcha Shkola Publ., 359p.
4. Kuznetsov, E. & Kournikov, Y. (1988). *Productive base of automobile transport*. Moscow, Transport Publ., 231 p.
5. ОНТП – 01 – 91. (1991). *All – Union norms of automobile transport enterprises technical designing: ОНТП – 01 – 91*. Moscow: Гипроавтотранс Publ., 184 p.
6. Dyachenko, G. (1982). *Research and development of centralized methods of diagnosing vehicles*. Moscow, 192 p.

Савин Ю.Х., Митко Н.В. Методика определения целесообразности создания производственных подразделений с обслуживания и ремонта транспортных средств.

В современных условиях не всегда целесообразно создавать на каждом автотранспортном или автосервисном предприятии всю номенклатуру производственных подразделений для выполнения всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств. Это требует больших капитальных вложений и затрат на содержание производственных подразделений, вследствие чего увеличивается себестоимость работ по ТО и ремонту автомобилей, себестоимость перевозок и уменьшается конкурентоспособность предприятия на рынке транспортных и автосервисных услуг.

Рассматривается методика определения целесообразности создания производственных подразделений для обслуживания и ремонта автомобилей в зависимости от трудоемкости и себестоимости выполнения отдельных видов работ на предприятии, а также от стоимости нормо-часа выполнения этих работ на автосервисных предприятиях, которые находятся поблизости, стоимости затрат на доставку транспортных средств и их составляющих на обслуживание и ремонт.

Ключевые слова: автотранспортные предприятия (АТП), централизованные специализированные производства (ЦСП), станции технического обслуживания (СТО), производственно-техническая база, производственные подразделения, экономическая целесообразность, техническое обслуживание (ТО) и ремонт, транспортные средства.

Yu. Savin, N. Mytko. Method for determining expediency of creating industrial divisions of servicing and repair of vehicles.

In modern conditions is not always appropriate to create on each motor or auto service company all nomenclature production units to implement all kinds of works on maintenance and repair of vehicles. This requires considerable capital investments and the cost of maintaining production units, which increases the cost of work on MOT and repair of motor vehicles, cost of transportation and reduced competitiveness of enterprises in the market of auto service and transportation services.

Consider the method of determining the expediency of creating production units of servicing and repair of vehicles, depending on the complexity and the cost of certain types of work in the enterprise, and also on cost of man-hours of these works on auto service enterprises that are nearby, the cost of delivery costs vehicles and their components for servicing and repair.

Keywords: motor transport enterprise (MTE), specialized centralized production (SCP), service stations (ST), production – technical base (PTB), infrastructure units, economic efficiency, maintenance service (MS) and repair, vehicles.

АВТОРИ:

САВИН Юрій Хомич, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, e-mail: ghsavin@gmail.com

МИТКО Микола Васильович, аспірант кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс» Національний транспортний університет, e-mail: mytko_83@ukr.net

АВТОРЫ:

САВИН Юрий Фомич, к.т.н., доцент, Национальный транспортный университет, e-mail: ghsavin@gmail.com

МЫТКО Николай Васильевич, аспирант кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервис, Национальный транспортный университет, e-mail: mytko_83@ukr.net

AUTHORS:

Yuri SAVIN, PhD. in Engineering, Associate Professor of Technical operation of cars and car services, National Transport University, e-mail: ghsavin@gmail.com

Nikolai MYTKO, Postgraduate Student the department Technical operation of cars and car services, National Transport University, e-mail: mytko_83@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 14.04.2016р.

Сахно¹ В.П., Поляков¹ В.М., Марчук² Р.М., Босенко¹ В.М.

¹ Національний транспортний університет

² Національний університет водного господарства та природокористування

КІНЕМАТИКА ПОВОРОТУ ГІБРИДНОГО АВТОПОЇЗДА З ПОДВІЙНИМ ПРИВОДОМ УПРАВЛІННЯ НА ПОВОРОТНУ ВІСЬ НАПІВПРИЧЕПА

Показано, що стійкий рух автопоїзда заднім ходом за гібридної силової установки можна забезпечити за умови, що ведучою ланкою є возик напівпричепи, а веденою – автомобіль-тягач. Для такої схеми обрано тип приводу управління як напівприцепом, так і автомобілем-тягачем та визначені його передаточні відношення за нормованих показників маневреності.

Ключові слова: автопоїзд, привід управління, гібридна силова установка, маневреність, стійкість.

Постановка проблеми. Відомо, що однією із найбільш важливих експлуатаційних властивостей автопоїзда є маневреність.

Маневреністю автотранспортних засобів (АТЗ) називають співкупність таких властивостей, які забезпечують безперешкодний рух їх по опорній поверхні, яка має обмеження як за площею, так і за формою [1]. Такими обмеженнями при русі АТЗ можуть бути просторові, що зв'язані з довжиною і висотою транспортного засобу, а також обмеження за формою і розмірами дорожнього полотна, яка слугує опорною поверхнею для кочення коліс його ланок.

Експлуатаційні властивості включають дев'ять показників маневреності, шість з яких є кінематичними, а три динамічними. Однак для автопоїзда основними варто вважати два кінематичних одиничних показники маневреності, а саме [2]:

- габаритну смугу руху (ГСР), рівну різниці радіусів повороту точок автопоїзда, найбільш віддаленої і найбільш близької до центра, тобто різниці габаритних радіусів повороту – зовнішнього ($R_{ze}=12,5$ м) і внутрішнього ($R_{ze}=5,3$ м);

- можливість рухатися заднім ходом.

При русі автопоїзда заднім ходом причіпна ланка (напівпричіп) знаходиться попереду (є першою ланкою), а автомобіль (тягач) позаду (є другою ланкою). При чистому коченні коліс (без ковзання і буксування) автопоїзд являє собою неголономну систему, водій здійснює керування методом повороту вектора швидкості в точці j на кут θ_j щодо базової лінії другої ланки. При неправильних діях курсовий рух стає нестійким, внаслідок чого деякі параметри починають необмежено збільшуватися. З практичної точки зору інтерес представляють такі параметри курсового руху: відхилення точок ланок автопоїзда від необхідної траєкторії руху; кут складання ланок автопоїзда (φ_q); курсовий кут кожної ланки автопоїзда - кут повороту базової лінії ланки щодо абсолютної системи координат, пов'язаної з опорною поверхнею. Для того щоб довільна точка i ($i < k_i$) рухалася по прямій, необхідно і достатньо, щоб кут повороту θ_j змінювався у відповідності деяким законом керування, параметри якого необхідно визначити. Проте задачу забезпечення руху автопоїзда з керованим напівприцепом можна вирішити, якщо при русі заднім ходом ведучою ланкою зробити напівпричіп, а веденою – автомобіль-тягач. Цього можна досягти за гібридної силової установки на автопоїзді. Вибору потужності електродвигуна, розташованого на возику напівпричепи, присвячені роботи [3-6]. Потужність електродвигуна, встановленого на возику напівпричепи можна використовувати не тільки для поліпшення тягово-швидкісних властивостей, а і для управління возиком напівпричепи як при русі вперед, так і заднім ходом.

Метою роботи є визначення параметрів приводу управління гібридного автопоїзда при його русі заднім ходом.

Результати досліджень. Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що задовільна маневреність автопоїзда з довгобазовим напівприцепом досягається за керованих причіпних ланок і подвійного приводу управління або на передню, або задню вісь возика напівпричепи. Для цього розглянемо дві принципово різні системи управління [7]:

- схема №1 – автопоїзд з передніми керованими осями причіпних ланок;

- схема №2 – автопоїзд з задніми керованими осями причіпних ланок.

Зазначимо при цьому, що тривісний возик напівпричепи з двома задніми неповоротними осями

завжди можна звести до двовісного, зважаючи на те, що кінематика повороту багатовісного возика еквівалентна двовісному. Тому розглянемо спочатку дволанковий автопоїзд з двовісним напівприцепом [7].

За усталеного повороту і співпаданні основних траєкторій 1 автомобіля-тягача 2 і напівпричепа 3 поворотна вісь напівпричепа 4 повинна бути повернута на кут θ_{11} , рис. 1. При цьому між поздовжніми осями ланок автопоїзда будуть мати місце кути φ_1 і φ_2 , які є задаючими параметрами системи подвійного управління поворотом керованою віссю напівпричепа. Кут θ_{11} у цьому випадку є функцією першого кута складання (кут між поздовжніми осями автомобіля-тягача і кістяка напівпричепа) і другого кута складання (кут між поздовжніми осями кістяка напівпричепа і його возика), тобто $\theta_{11}=f(\varphi_1, \varphi_2)$.

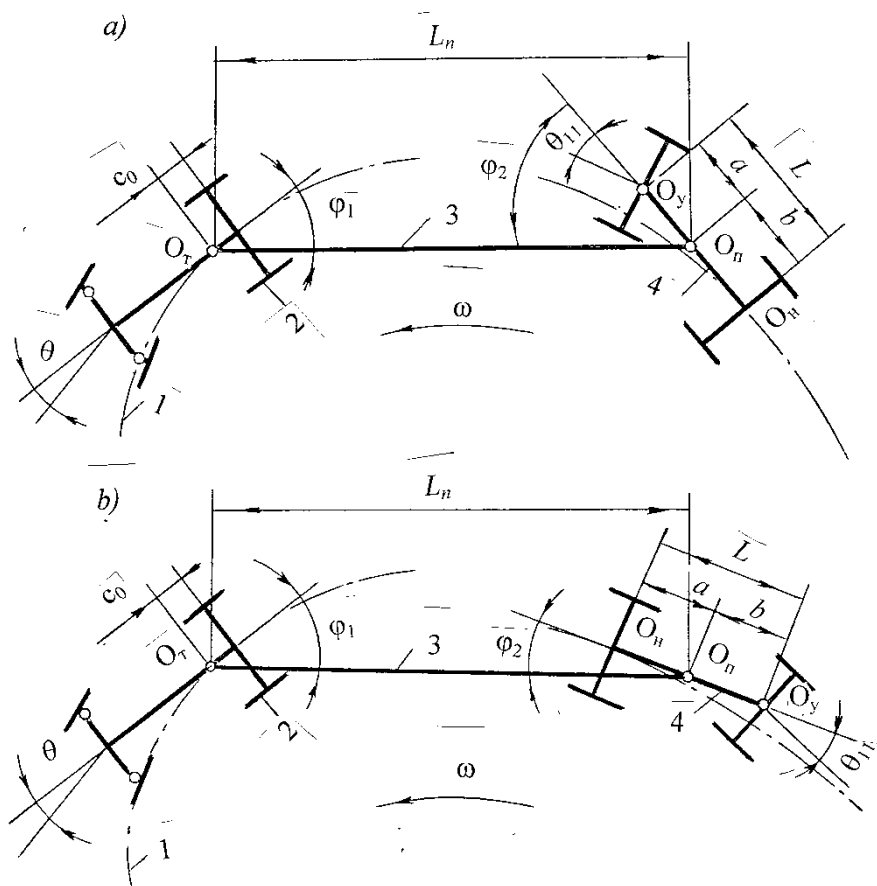


Рисунок 1 – Розрахункові схеми автопоїзда №1 (а) і автопоїзда №2 (б) на повороті

При русі автопоїзда вперед на вхідній перехідній траєкторії приведений кут повороту керованих коліс тягача θ збільшується на величину $\Delta\theta$. При цьому кут повороту керованої осі напівпричепа збільшиться на величину $\Delta\theta_{11}$ за рахунок роботи подвійної системи управління і збільшенні кутів складання відповідно на величини $\Delta\varphi_1$ і $\Delta\varphi_2$. Цей процес можна представити у вигляді [8]:

$$(\theta + \Delta\theta) \subset (\varphi_1 + \Delta\varphi_1) \subset (\theta_{11} - \Delta\theta_{11\varphi}) \subset (\varphi_2 + \Delta\varphi_2) \subset [(\theta_{11} - \Delta\theta_{11\varphi}) + \Delta\theta_{11\varphi_2}] \quad (1)$$

При русі автопоїзда на вихідній перехідній траєкторії маємо:

$$(\theta - \Delta\theta) \subset (\varphi_1 - \Delta\varphi_1) \subset (\theta_{11} + \Delta\theta_{11\varphi}) \subset (\varphi_2 - \Delta\varphi_2) \subset [(\theta_{11} + \Delta\theta_{11\varphi}) - \Delta\theta_{11\varphi_2}] \quad (2)$$

При русі автопоїзда заднім ходом, коли ведучою ланкою є возик напівпричепа, маємо:
- на вхідній перехідній траєкторії

$$[(\theta_{11} - \Delta\theta_{11\varphi}) + \Delta\theta_{11\varphi_2}] \subset (\varphi_2 + \Delta\varphi_2) \subset (\theta_{11} - \Delta\theta_{11\varphi}) \subset (\varphi_1 + \Delta\varphi_1) \subset (\theta + \Delta\theta) \quad (3)$$

- на вихідній перехідній траєкторії

$$\left[(\theta_{11} + \Delta\theta_{11\varphi}) - \Delta\theta_{11\varphi_2} \right] \subset (\varphi_2 - \Delta\varphi_2) \subset (\theta_{11} + \Delta\theta_{11\varphi}) \subset (\varphi_1 - \Delta\varphi_1) \subset (\theta - \Delta\theta) \quad (4)$$

Як слідує з виразів (1-4), зміна траєкторії возика напівпричепа при русі вперед і автомобіля-тягача при русі назад відбувається внаслідок дії прямого і зворотного керуючого зв'язку, тобто:

$$\Delta\theta_{11\varphi_1} = \frac{\Delta\varphi_1}{k_{\varphi_1}}; \Delta\theta_{11\varphi_2} = \frac{\Delta\varphi_2}{k_{\varphi_2}} \quad (5)$$

$$\Delta\theta_{11\varphi_2} = \frac{\Delta\varphi_2}{k_{\varphi_2}}; \Delta\theta_{11\varphi_1} = \frac{\Delta\varphi_1}{k_{\varphi_1}} \quad (6)$$

де k_{φ_1} – коефіцієнт пропорційності приводу системи подвійного управління, що відображає поворот осі напівпричепа у функції першого кута складання автопоїзда φ_1 (перше передаточне відношення системи подвійного управління);

k_{φ_2} – те ж у функції другого кута складання автопоїзда φ_2 (друге передаточне відношення системи подвійного управління).

Як видно з виразів (5) і (6), при русі заднім ходом передаточні відношення подвійного приводу управління змінюються так, що перше передаточне відношення стає другим, а друге – першим.

Кут повороту керованої осі напівпричепа може бути представлений у вигляді:

- при русі вперед

$$\theta_{11} = u_2 \times \varphi_2 - u_1 \times \varphi_1 \quad (7)$$

- при русі назад

$$\theta_{11} = u_1 \times \varphi_2 - u_2 \times \varphi_1 \quad (8)$$

де u_1, u_2 – передаточні відношення першої і другої ступені подвійного приводу управління віссю напівпричепа.

При визначенні кутів складання автопоїзда розглянемо послідовно системи, що складаються із автомобіля-тягача і напівпричепа, а потім – напівпричепа і його возика, рис. 2.

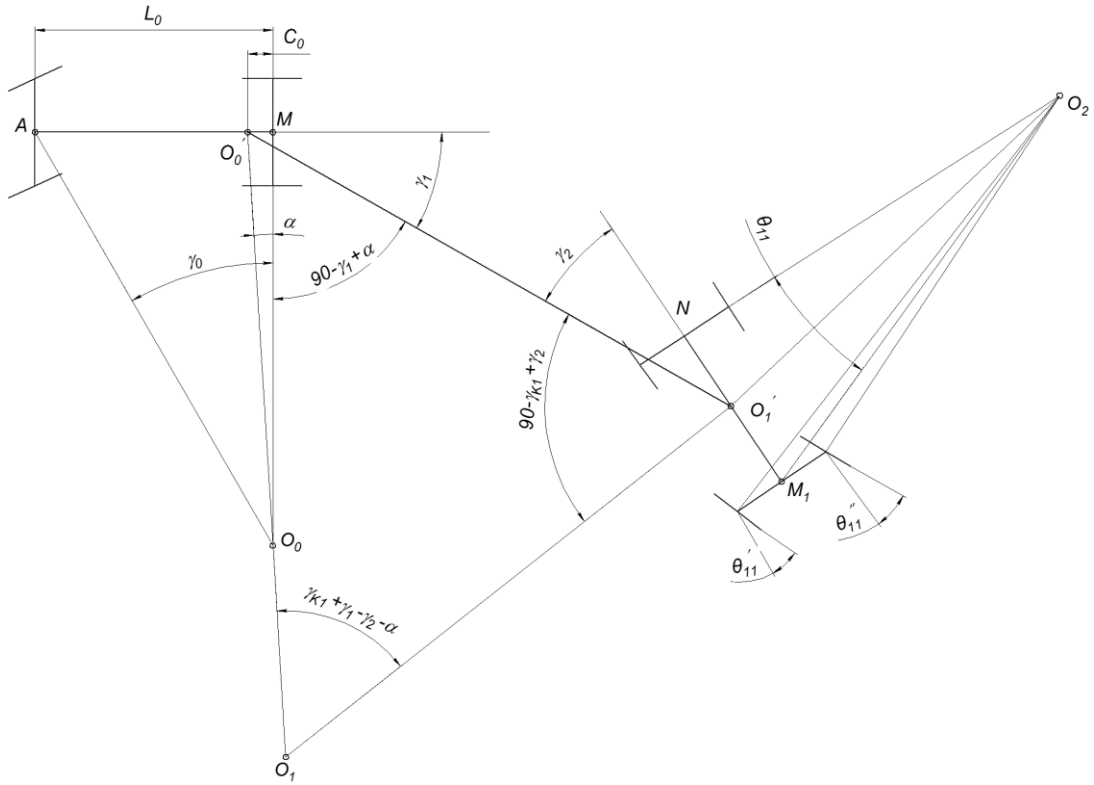
Ведена ланка $O'_0O'_1$ (кістяк напівпричепа), здійснюючи абсолютний рух навколо центра O_1 , одночасно переміщується відносно ведучої ланки (автомобіля-тягача) з миттєвим центром обертання у точці O'_0 . Між поздовжніми осями цих ланок утворюється перший кут складання φ_1 . Ведена ланка $O'_0O'_1$ здійснює складний рух, бо одночасно приймає участь у двох протилежно направлених обертаннях навколо паралельних осей. При цьому обертання ланки $O'_0O'_1$ навколо центра O'_1 з кутовою швидкістю ω_ϵ буде відносним, обертання тягача разом з ланкою $O'_0O'_1$ навколо центра O_0 з кутовою швидкістю ω_0 буде переносним, а обертання ланки $O'_0O'_1$ навколо центра O_1 з кутовою швидкістю ω_1 буде абсолютним.

Для возика напівпричепа ведучою ланкою є кістяк $O'_0O'_1$, який обертається з абсолютною кутовою швидкістю ω_1 навколо миттєвого центра O_1 . Возик переміщується разом з ведучою ланкою $O'_0O'_1$ і одночасно обертається з кутовою швидкістю $d\varphi_2/dt$ навколо осі, що проходить через точку O_2 ланки $O'_0O'_1$. З цього слідує, що возик напівпричепа здійснює також складний рух, тобто приймає участь у двох обертових протилежно направлених рухах відносно паралельних осей. Обертання ланки $O'_0O'_1$ разом з возиком з кутовою швидкістю ω_1 навколо центра O_1 буде переносним, а обертання возика з кутовою швидкістю $d\varphi_2/dt$ навколо центра O'_1 буде відносним. Обертання возика з кутовою швидкістю ω_2 навколо центра O_2 буде абсолютним.

Приймаючи до уваги відомі із кінематики залежності, а також результати роботи [8], отримаємо рівняння, що визначають кути складання ланок автопоїзда:

$$\frac{d\varphi_1}{dt} + \frac{v_A}{L \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_2 - \alpha\right)}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2 + \alpha)}} - \frac{v_{C_1} \cdot \operatorname{tg}\theta_{11}}{L_1} = 0 \quad (9)$$

а)



б)

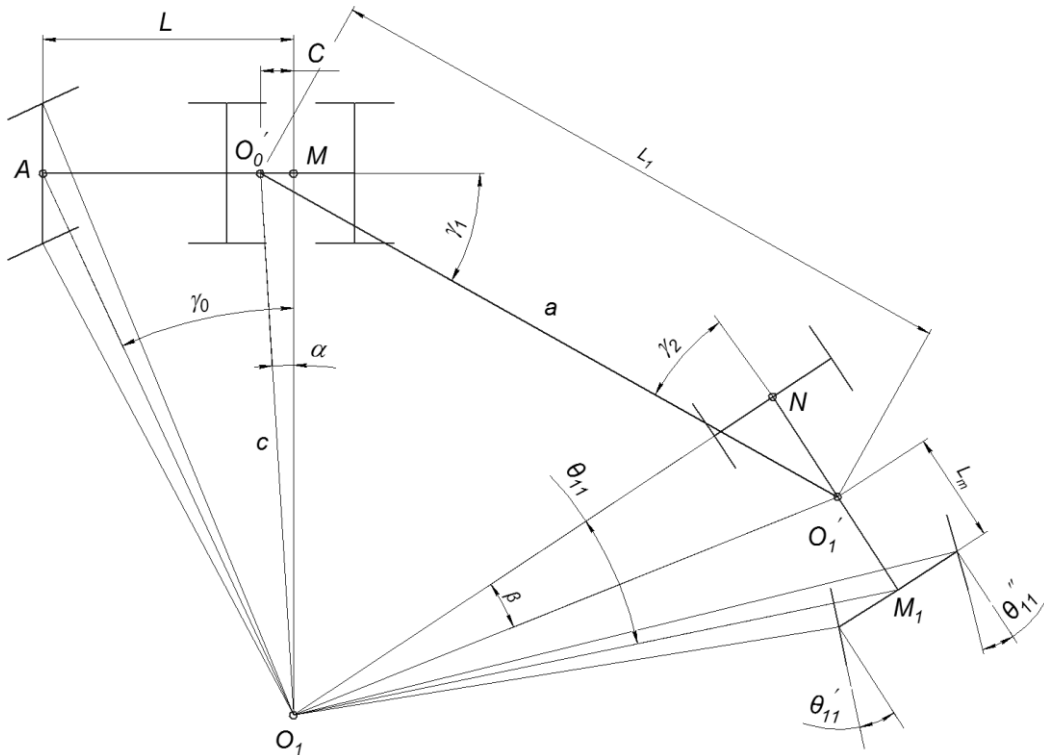


Рисунок 2 – Розрахункові схеми автопоїзда на неусталеному (а) і усталеному (б) повороті

$$\frac{d\varphi_2}{dt} - \frac{v_{C_1} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)}{\frac{a_1 + b_1}{\operatorname{tg}\theta_{11}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_2\right) \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{b_1}{a_1 + b_1} \cdot \operatorname{tg}\theta_{11}\right)^2}} - \frac{v_A \cdot \sin(\varphi_1 + \varphi_2)}{L \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_1\right)} = 0 \quad (10)$$

У наведеній системі рівнянь допоміжний кут α визначений як:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{c}{L} \quad (11)$$

Кути складання ланок автопоїзда і повороту керованої осі, які визначають собою передаточні відношення подвійного приводу управління, доцільно визначати за колового руху автопоїзда. У цьому випадку розрахункові формули для визначення кутів складання і кута повороту керованої осі напівпричепа визначаються геометричними параметрами ланок і задаючим параметром – кутом повороту відповідної ланки. Так, при русі вперед, коли в якості задаючого параметра прийняти кут повороту керованих коліс тягача, то

$$\varphi_1 = \arcsin \cdot \frac{L^2 - c^2}{2L_1 \cdot \sqrt{L^2 \cdot \operatorname{ctg}^2\theta + c^2}} - \operatorname{arctg} \frac{c}{L \cdot \operatorname{ctg}\theta} \quad (12)$$

$$\varphi_2 = \arcsin \cdot \frac{L_1^2 - c^2 + a^2}{2L_1 \cdot \sqrt{L^2 \cdot \operatorname{ctg}^2\theta + a^2}} - \operatorname{arctg} \frac{a}{L_T \cdot \operatorname{ctg}\theta} \quad (13)$$

$$\theta_{11} = \operatorname{arctg} \frac{L_1}{L_T \cdot \operatorname{ctg}\theta} \quad (14)$$

Кути складання ланок автопоїзда і повороту керованої осі напівпричепа дозволяють визначити передаточні відношення приводу системи подвійного управління. Зазвичай перше передаточне відношення приводу управління вибирають близьким до одиниці. Тоді друге передаточне відношення напівпричепа при русі вперед визначиться як:

$$u_2 = \frac{\theta_{11} + \varphi_1}{\varphi_2} \quad (15)$$

При русі заднім ходом передаточне відношення другої ступені приймаємо рівним одиниці. Тоді передаточне відношення першої ступені визначиться як:

$$u = \frac{\theta + \varphi_1}{\varphi_2} \quad (16)$$

Зважаючи на те, що передаточні відношення приводу управління u_1 і u_2 залежать від кутів складання ланок автопоїзда і задаючого кута, на рис. 3 у якості прикладу наведена залежність кутів складання і повороту керованих коліс автомобіля-тягача і напівпричепа за колового руху автопоїзда.

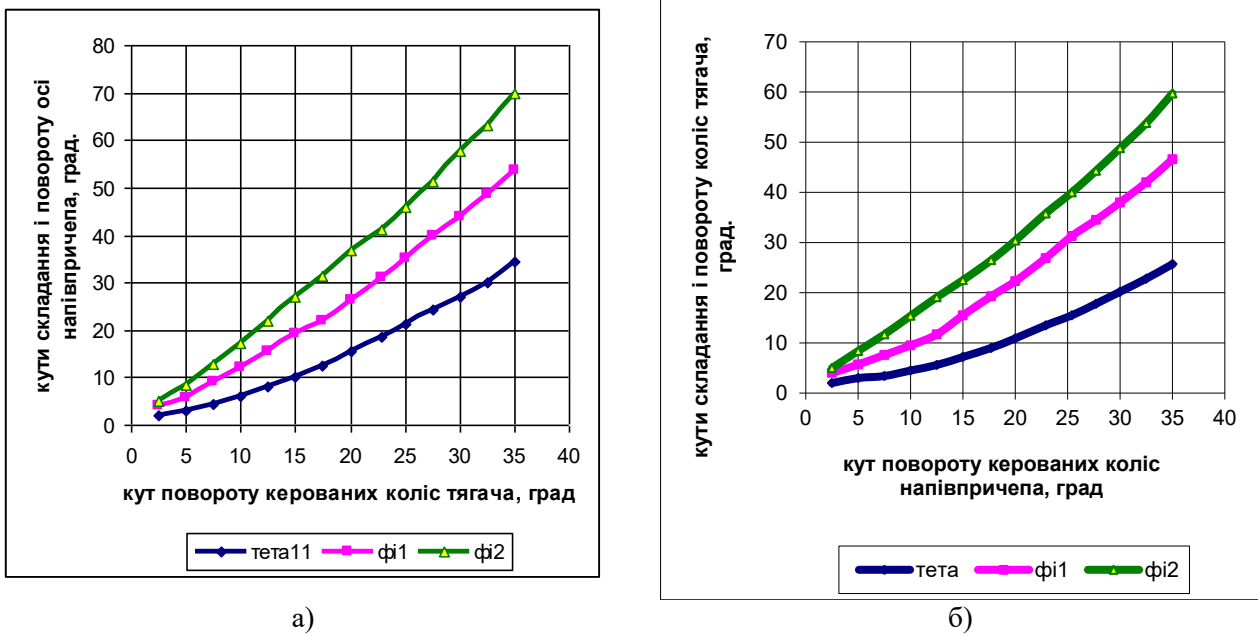


Рисунок 3 – Залежність кутів складання ланок автопоїзда і повороту керованих коліс при русі автомобіля вперед (а) і русі заднім ходом (б)

З наведеної залежності, рис. 3, слідує, що за інших сталих умов при русі заднім ходом кути складання автопоїзда дещо зменшуються. Пояснюється це тим, що база возика напівпричепа менша бази автомобіля-тягача.

За результатами розрахунків кутів складання і повороту керованої осі напівпричепа побудовані залежності передаточного відношення приводу управління до керованих коліс напівпричепа при русі вперед і тягача, при русі назад, рис. 4.

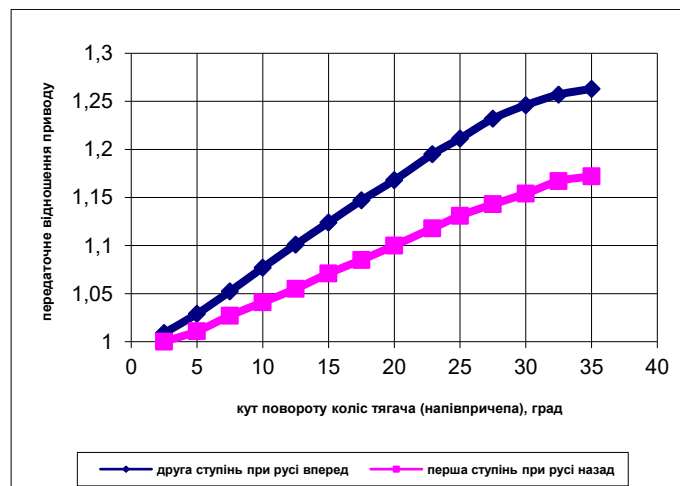


Рисунок 4 – Залежність передаточного відношення приводу управління від задаючого параметра – кута повороту керованих коліс тягача або возика напівпричепа

Аналіз наведених залежностей показує, що зі збільшенням кута повороту керованих коліс тягача (возика напівпричепа) збільшується і передаточне відношення приводу управління. Якщо прийняти до уваги, що привід управління повинен забезпечити нормовані показники маневреності (зовнішній габаритний радіус повороту приймався рівним $R_{z2}=12,5$ м), то передаточне відношення приводу управління за кута повороту керованих коліс тягача (возика напівпричепа) в межах 25...30° складе відповідно для другої ступені: 1,21...1,26 і першої ступені: 1,13...1,15.

Висновки. Показано, що стійкий рух автопоїзда заднім ходом за гібридної силової установки можна забезпечити за умови, що ведучою ланкою є возик напівпричепа, а веденою – автомобіль-тягач. Для такої схеми обрано тип приводу управління як напівприцепом, так і автомобілем-тягачем та визначені його передаточні відношення за нормованих показників маневреності.

1. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. - М.: Транспорт, 1986. - 137 с.
2. Фаробин Я.Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок /Я.Е.Фаробин, В.С.Щупляков. - М.: Транспорт. 1983. - 200 с.
3. Сахно В.П. Гібридні багатоланкові автопоїзди /В.П. Сахно, В.М. Поляков, О.М. Тімков, С.М.Шарай, Г.О.Ковальчук //Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-16 квітня 2015 року: збірник наукових праць/Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С.5-9.
4. Сахно В.П. Методика визначення агрегатів ГСУ та режимів їх роботи для вантажних автомобілів в залежності від умов експлуатації /В.П.Сахно, В.М.Поляков, О.М.Тімков, С.О.Іванов//Вісник НТУ «ХПІ», 2015, №10 (53). – С. 132-137.
5. Сахно В.П. Наукові основи створення гібридних автопоїздів з покращеними енергетичними характеристиками, прохідністю, маневреністю і стійкістю руху /В.П.Сахно, В.М.Поляков, О.М.Тімков, О.О.Лисенко //Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19-21 жовтня 2015 року /Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С.219-220.
6. Сахно В.П. До створення гібридних автопоїздів з покращеними енергетичними характеристиками, прохідністю, маневреністю і стійкістю руху/В.П.Сахно, В.М.Поляков, О.М.Тімков, С.М.Шарай, О.О.Лисенко //Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015. - №2(4). – С.128-134.
7. Сахно В.П. Аналіз криволінійного руху автопоїзда за подвійного приводу управління на передню вісь напівпричепа /В.П.Сахно, В.М.Поляков, В.М.Босенко, Д.Л.Мойся //Вісник Національного транспортного університету: – К.: НТУ, 2014. – Випуск 30. – С.330-338.
8. Сахно В.П. К определению передаточных отношений двойного привода управления полуприцепом /В.П.Сахно, В.М.Поляков, Д.М.Мойся, В.Н.Босенко //Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. Серія Машиноприладобудування та транспорт. – Випуск 152/2014. – С. 52-55.

REFERENCES

1. Zakin, Ya. (1986). *Maneuverability of the vehicle and lorry convoy*. [Manevrennost avtomobilia i avtopoezda]. Moscow, Transport Pub. 137 p.
2. Farobin, Ya. & Schupliakov, V. (1983). *Exploitation properties value of the lorry convoys for international transportation* [Otsenka ekspluatatsionnykh svoistv avtopoezdov dlia mezhdunarodnykh perevozk]. Moscow, Transport Pub. 200 p.
3. Sakhno, V., Poliakov, V., Timkov, O., Sharai, S. & Kovalchuk, G. (2015). Hybrid multilink lorry convoys. [Hibrydni bahatolankovi avtopoizdy]. *Proc. III International scientific and practical conference «Modern technology and development perspectives of the automobile transport»*. [Materialy III mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni tekhnologii ta perspektivy rozvytku avtomobilnoho transportu»]. Vinnytsia: VNTU, pp. 5-9.
4. Sakhno, V., Poliakov, V., Timkov, O. & Ivanov, S. (2015). Determination methodology of HSE units and their work regimes for lorries which depend on exploitation conditions. [Metodyka vyznachennia ahrehativ GSU ta rezhymiv ih roboty dlia vantazhnykh avtomobiliv v zalezhnosti vid umov ekspluatatsii]. *Bulletin of the NTU «KhPI»*. Vol. 10 (53), pp. 132-137.
5. Sakhno, V., Poliakov, V., Timkov, O. & Lysenko, O. (2015). Scientific foundations of hybrid lorry convoys creation with improved power characteristics, passability, maneuverability and motion stability. [Naukovi osnovy stvorennia hibrydnykh avtopoizdiv z pokrashchenymy enerhetychnymy kharakterystykamy, prohidnistiu, manevrenistiu i stiikistiu rukhu]. *Proc. VIII International scientific and practical conference «Modern technology and development perspectives of the automobile transport»*. [Materialy VIII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni tekhnologii ta perspektivy rozvytku avtomobilnoho transportu»]. Vinnytsia: VNTU, pp. 219-220.
6. Sakhno, V., Poliakov, V., Timkov, O., Sharai, S. & Lysenko, O. (2015). To creation of hybrid lorry convoys with improved power characteristics, passability, maneuverability and motion stability. [Do stvorennia hibrydnykh avtopoizdiv z pokrashchenymy enerhetychnymy kharakterystykamy, prohidnistiu, manevrenistiu i stiikistiu rukhu]. *Advances in Mechanical Engineering and Transport*. Vol. 2 (4). Lutsk, Lutsk NTU Pub., pp. 128-134.
7. Sakhno, V., Poliakov, V., Bosenko, V. & Moisia, D. (2014). Analysis of lorry convoy curved motion for double drive management on semitrailer front axle. [Analiz kryvoliniinoho rukhu avtopoizda za podviinoho pryvodu upravlinnia na predniu vis napivprychepa]. *Bulletin of the National Transport University*. Vol. 30. Kyiv, NTU Publ., pp. 330-338.
8. Sakhno, V., Poliakov, V., Moisia, D. & Bosenko, V. (2014). To determination of gear ratios with double drive management of semitrailer. [K opredeleniiu peredatochnykh otnoshenii dvoynoho privoda upravleniia polupritsepom]. *Bulletin of the SevNTU. Seriya Mashynopryladobuduvannia ta transport*. Vol. 152, pp. 52-55.

V. Sakhno, V. Poliakov, R. Marchuk, V. Bosenko. Turn kinematics of hybrid lorry convoy with double drive management on semitrailer turning axle.

The purpose of this work is to determine drive management parameters of the hybrid lorry convoy when it move reverse.

It is known that one of the most important exploitation properties of lorry convoy is maneuverability.

For lorry convoy should be considered two major kinematic single parameters of maneuverability, that is overall traffic lane and able to move reverse.

When lorry convoy is moving reverse link trailer (semitrailer) is ahead (is the first link), and automobile (tractor vehicle) behind (is the second link). Due to the wrong driver actions traffic course becomes unstable, consequently some parameters are starting to grow indefinitely.

The task of providing lorry convoy movement with controlled semitrailer can be solved when make semitrailer as driving link in case of reverse movement and driven – automobile-tractor vehicle. This can be achieved by using hybrid strength equipment for lorry convoy. In this case, the power of the electric motor mounted on semitrailer dolly can be used not only to improve traction and speed properties, and to control semitrailer dolly by driving forward and reverse.

To achieve this purpose in the work the two fundamentally different management systems are considered:

- The scheme №1 – lorry convoy with controlled trailer links front axles;
- The scheme №2 - lorry convoy with controlled trailer links rear axles.

In this work are made the calculations for compose corners and turning of semitrailer controlled axles and based on these results built equations for drive management gear ratio to semitrailer controlled wheels for moving forward and tractor vehicle for motion back.

It is shown that with increasing the turning angle of tractor vehicle controlled wheels (semitrailer dolly) drive management gear ratio are also increased.

It is shown that stability reverse movement of lorry convoy for hybrid strength equipment can be achieved when semitrailer dolly is driving link and driven - automobile-tractor vehicle. For this scheme selected the type of semitrailer drive management as well as a automobile-tractor vehicle and determine its gear ratio for standardized maneuverability indicators.

Keywords: lorry convoy, drive management, hybrid power equipment, maneuverability, stability.

АВТОРИ:

САХНО Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

ПОЛЯКОВ Віктор Михайлович, кандидат технічних наук, професор кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

МАРЧУК Роман Миколайович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Автомобілів та автомобільного господарства», Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: postbox_marchuk@ukr.net

БОСЕНКО Володимир Миколайович, асистент кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

АВТОРЫ:

САХНО Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

ПОЛЯКОВ Виктор Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

МАРЧУК Роман Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Автомобилей и автомобильного хозяйства», Национальный университет водного хозяйства и природопользования, e-mail: postbox_marchuk@ukr.net

БОСЕНКО Владимир Николаевич, ассистент кафедры «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

AUTHORS:

Volodymyr SAKHNO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Head of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

Viktor POLIAKOV, PhD in Engineering, Assoc. Professor of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Roman MARCHUK, PhD in Engineering, Senior Lecturer of Automobiles and automobiles management Department, National University of Water Management and Nature Resources Use, e-mail: postbox_marchuk@ukr.net

Volodymyr BOSENKO, Assistant of Automobiles Department, National Transport University, e-mail: poljakov_2006@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 19.04.2016р.

Скочук М.П.

*Національний університет водного господарства та природокористування***СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ФІРМИ: ПРОБЛЕМИ ПОНЯТІЙНОГО АПАРАТУ І ФОРМУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ПІДХОДІВ**

Перетворення на автомобільному транспорті не створили умов для інноваційного шляху його розвитку. Ситуація, що склалася в галузі, суттєво стримує, з однієї сторони, розвиток автомобільної промисловості та її суміжників, з другої – негативно впливає на споживачів транспортної продукції. Досліджено, що одна з основних категорій автомобільного транспорту автотранспортне підприємство продовжує частково використовуватись в теорії і практиці. Вдихнути нове економічне життя в старі організаційні структури неможливо. Протиріччя, в яких формах розвивати автотранспорт, закладені в законодавчі і нормативні акти, створює невизначеності для бізнесу. Практично закладається нераціональна траєкторія розвитку галузі, а відповідно нераціональне використання ресурсів, в тому числі інвестиційних. Затратний розвиток галузі не створює умов для зростання соціальних стандартів. При формуванні загальних підходів з розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми необхідно визначити функції фірми, та частку, яку займає фірма на ринку.

Ключові слова: стратегія, автотранспортне підприємство, автотранспортна фірма, ринок автотранспортних послуг, частка фірми на ринку, державна політика

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт зазнав значних соціально-економічних, організаційно-економічних і організаційно-правових змін. Перетворення не створили умов для інноваційного шляху розвитку галузі. Ситуація на автотранспорті залишається надто складною з оновлення фізично і морально зношеного рухомого складу, оптимізації структури парку, побудови ефективних господарських структур. Як наслідок автотранспорт продовжує затратний шлях розвитку, з надмірним негативним впливом на довкілля. Оскільки автотранспорт є галуззю кінцевого споживання, то напряму впливає на всю автомобільну промисловість та її суміжників, стримує їх розвиток. З другої сторони – довготривала системна криза на автотранспорті впливає негативно на своїх споживачів, створюючи їм проблеми в розвитку, формуючи надмірну транспортність продукції.

Аналізу стану справ, проблемам та перспективам розвитку автомобільного транспорту присвячено багато статей, монографій та дисертаційних робіт, розроблені «Транспортна стратегія України на період до 2020 року» і « Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільного транспорту на період до 2015 року» та інші нормативні документи. Розроблені стратегічні програми соціально-економічного розвитку регіонів, а також регіональні програми розвитку автотранспорту. В вище наведених матеріалах, як про досконалий факт говориться про ринок транспортних послуг, автотранспортне підприємство (АТП) - як головний суб'єкт підприємницької діяльності. Теорія і практика в царині автотранспорту не тільки не прийняла категорій ринкової економіки, а й не створила дорожню карту, теоретико-методологічних, прикладних та інституціональних основ ринкового реформування галузі [1]. В даній публікації **ставиться за мету** сформувані загальні підходи до однієї з проблем розвитку автотранспорту - розробки стратегії автотранспортної фірми. Всі дослідження представлені з цього питання розглядають стратегію комплексного автотранспортного підприємства, що не є характерним для ринкової економіки. В процесі реалізації мети дослідження вирішені наступні задачі: вивчено питання щодо застосування поняття автотранспортне підприємство в ринковій економіці; сформовані загальні підходи з розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми.

Результати досліджень. Основним системоутворюючим елементом автомобільного транспорту, до роздержавлення, були комплексні АТП, тобто підприємства які виконували транспортний процес і процеси технічного обслуговування і ремонту рухомого складу. Однією з головних проблем функціонування АТП, крім ресурсного забезпечення, була проблема доведення потужності виробничо-технічної бази АТП до оптимального рівня [2].

Епоха масового функціонування комплексних АТП почала відходити в минуле. На зміну гігантоманії і суб'єктивізму на автомобільному транспорті прийшло урізноманітнення форм власності, а відповідно і урізноманітнення форм господарювання. Прийшли об'єктивні процеси з розподілу праці, виділення таких функцій як технічне обслуговування і ремонт, матеріально-технічного забезпечення і

формування відповідно підприємницьких структур і відповідних ринків. На сьогоднішній день відсутні наукові розробки з обґрунтування багатопрофільності АТП в ринкових умовах. Безумовно, що рішення з визначення комплексності АТП приймаються з врахуванням конкретних, як внутрішніх так і зовнішніх факторів. Єдиною умовою прийняття таких рішень - повинна бути наявність конкурентного середовища серед перевізників і фірм з обслуговування автотранспортних засобів.

Разом з тим реформування автотранспорту починалось при повному занепаді АТП. Інституційно більш сприятливі умови були створені для малих підприємств. З формуванням нових виробничих відносин появилось маса проблем в соціальних гарантіях працюючих, виконанню безпечних перевезень, державного регулювання розвитку автотранспорту. Закон про автомобільний транспорт визначає засади організації та діяльності галузі. Цей закон регулює відносини між автомобільними перевізниками, замовниками транспортних послуг, органами виконавчої влади та місцевого самоврядування, пасажирями, власниками транспортних засобів, а також їх відносини з юридичними і фізичними особами – суб'єктами підприємницької діяльності, які забезпечують діяльність автотранспорту та безпеку перевезень. Закон про автомобільний транспорт не зорієнтований на формування ринку автотранспортних послуг.

На сьогоднішній день інституціонально незрозумілим, є питання щодо системоутворюючого елементу галузі автомобільного транспорту. Згідно Закону «Про транспорт» станом на 2012 роки є чіткий перелік підприємств, що відносяться до галузі автомобільного транспорту, і серед них підприємства, що здійснюють перевезення вантажів і пасажирів. Правда, категорії АТП немає. На час підготовки публікації, цієї статті в Законі немає. В Законі «Про автомобільний транспорт» системоутворюючим елементом галузі автомобільного транспорту є автомобільний перевізник - фізична або юридична особа, яка здійснює на комерційній основі чи за власний кошт перевезення пасажирів чи вантажів транспортними засобами. В навчальній літературі, монографіях і на практиці продовжує використовуватися термін АТП.

Разом з тим в Україні діють Закони «Про підприємство» і «Про підприємництво». Підприємство - основна організаційна ланка народного господарства України. Підприємство - самостійний господарюючий статутний суб'єкт, який має права юридичної особи та здійснює виробничу, науково-дослідницьку і комерційну діяльність з метою одержання відповідного прибутку (доходу). В цьому законі сформульовані організаційно-правові форми ведення бізнесу на транспорті, об'єднання підприємств, приведена класифікація підприємств за кількістю працюючих. Малі підприємства виділено в самостійну категорію з метою розвитку малого бізнесу шляхом надання їм певних преференцій.

Закон України «Про підприємництво» визначає загальні правові, економічні та соціальні засади здійснення підприємницької діяльності (підприємництва) громадянами та юридичними особами на території України, встановлює гарантії свободи підприємництва та його державної підтримки. Підприємництво - це безпосередня самостійна, систематична, на власний ризик діяльність по виробництву продукції, виконанню робіт, наданню послуг з метою отримання прибутку, яка здійснюється фізичними та юридичними особами, зареєстрованими як суб'єкти підприємницької діяльності у порядку, встановленому законодавством.

Поява терміну «фірма» пов'язана з широким розповсюдженням в західній економіці акціонерних форм господарювання, що привело до розмивання традиційного поняття «підприємства». В теперішній час акціонерне товариство – це група підприємств і одночасно частина єдиного підприємства, що іменується в обох випадках фірмою. Таким чином, головною діючою особою сучасної економіки Заходу є фірма, що існує в вигляді акціонерних компаній, пов'язаних між собою системою участі [3].

В літературі [4] констатується, що знання правової сторони організації фірм необхідне при розгляді їх економічної ролі в суспільстві. Розглядається три основних типи фірм, зорієнтованих на отримання прибутку: фірми, що належать одному власнику, партнерство і корпорації. В джерелах [5,6] практично ототожнюється поняття підприємства і фірми. В теорії фірми [7] доводиться, що можливе зниження трансакційних витрат заміни ринкового обміну внутрішньою організацією пояснюється існуванням фірми, в якій підприємець наділяється функцією координації. А це можливо лише за умови самостійної майнової, фінансової та іншої господарської діяльності господарюючого суб'єкта [6,8]. В цьому якраз відмінність фірми від підприємства. Ми ж в теорії і практиці залишили стару категорію, але вже з частково новими характеристиками і функціями, притаманних ринковій економіці. Якщо послугу більш якісну і дешевшу можна отримати в результаті ринкового обміну, то навіщо нам ускладнювати діяльність фірми та її організаційну структуру, з обростанням її елементами натурального господарства. Чи спроможна така структура конкурувати на ринку транспортних послуг? Низка функцій комплексних АТП повинна перейти до ринкової інфраструктури. Необхідно пам'ятати,

що транспортно-експедиційне обслуговування і логістика забезпечуються аутсорсингом, тобто послугами спеціалізованих фірм.

Головну проблему, яку ми повинні вирішити при формуванні загальних підходів з розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми - це визначення функцій фірми, а також можливість прийняття самостійних рішень. Існуючі стратегії зорієнтовані на комплексні автотранспортні підприємства [9]. Необхідно зауважити, що кожен з можливих варіантів розвитку характеризується певним поєднання факторів виробництва – праці і капіталу, що забезпечили б мінімальну собівартість транспортної продукції.

«Стратегія розвитку транспорту 2020» передбачає організаційно-правове забезпечення укрупнення автомобільних перевізників та створення мережі комплексних автотранспортних підприємств [10]. Як бачимо належних висновків з проблем розвитку автотранспорту не зроблено. Розроблена стратегія більше нагадує простий перелік заходів, який можливо приведе до вирішення проблем на автотранспорті. В основу стратегії повинен бути покладений найбільш раціональний варіант розвитку автотранспорту, отриманий в процесі моделювання.

Важливим чинником для розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми - це присутність її на ринку, що є основою для побудови ефективної організаційної структури фірми. Стратегія розвитку автотранспортної фірми передбачає управління на основі довгострокових прогнозів. Для розробки прогнозів необхідно провести об'єктивний і детальний аналіз ситуації на автомобільному транспорті з метою встановлення закономірностей його розвитку. Другим етапом в прогнозуванні - є розробка можливих варіантів розвитку автотранспорту. На основі найбільш раціональної моделі розвитку галузі повинна бути прийнята державна політика, яка би стимулювала розвиток автомобільного транспорту, як пропозиції на одному із сегментів ринку транспортних послуг. Суть цієї політики полягає в забезпеченні органами влади конкурентного середовища на ринку, або ефективного державного регулювання, а також встановлення певних преференцій для розвитку галузі. Отже, спочатку ринок, його потужність, рівновага, структура та інфраструктура. Щодо окремої фірми, то первинним фактором, який буде визначати перспективу її розвитку - це частка, яку займає фірма на ринку. Але тут виникає найбільша проблема – поділ ринку транспортних послуг за певними ознаками, а його в Україні немає. І тому сьогодні можна лише говорити про бізнеси, котрі присутні на національному ринку.

Стратегія розвитку автотранспортної фірми може бути реалізована низкою конкретних інвестиційних та інноваційних проектів. В теорії і практиці проектного аналізу сформульована структура і зміст інвестиційного проекту. Одним з розділів проектного аналізу є інституційний, розробка якого дає оцінку на можливість реалізації проекту в існуючому політичному, економічному та правовому полі [11]. Щодо останнього, то більш сприятливі умови на автотранспорті створені для малого бізнесу. Як зазначалось вище, «Стратегія розвитку транспорту 2020» передбачає укрупнення автомобільних перевізників та створення комплексних автотранспортних підприємств. Протиріччя які закладені в законодавчих і нормативних документах не йдуть на користь ефективних перетворень. Необхідно пам'ятати, що структурні зміни є надто руйнівними, і суспільство несе додаткові витрати.

В технічному розділі проекту визначається виробнича програма з технічного обслуговування і ремонту автомобілів (ТО і Р). Важливою умовою розрахунків – є підтримання постійної технічної готовності парку до виконання перевезенню вантажів і пасажирів. А це можливо за умови придбання нового рухомого складу, розширенням своєї виробничо-технічної бази або збільшенням зростання замовлень на послуги з ТО і Р в спеціалізованих фірм. Який варіант є найбільш вигідний, той повинен бути покладений в основу стратегії розвитку автотранспортної фірми. При проведенні таких розрахунків виникають певні проблеми з нормативною базою для основних груп автотранспортних засобів вітчизняного і закордонного виробництва. В «Положенні - 98» викладені загальні нормативи системи ТО і Р, які можна використати лише для орієнтовних розрахунків.

Суттю реформ є зміна існуючих економічних відносин, соціально-економічних відносин або відносин власності та організаційно-економічних відносин з метою підвищення ефективності суспільного виробництва і на цій основі покращення добробуту народу. Організаційно-економічні відносини характеризують сам процес виробництва, поєднання факторів виробництва, тобто вони визначають структуру галузі та оптимальну потужність АТП. Практично йде розмова про перегрупування капіталу з метою створення ефективних господарських структур. Переважно реформи на автомобільному транспорті звелися до зміни форми власності з перепрофілюванням виробництва, перевага віддається соціально-економічним відносинам або відносинам власності. Організаційно-економічні відносини і форми, спеціалізація, кооперація праці, концентрація виробництва нерозривно пов'язані з соціально-економічними відносинами і визначають структуру економіки [12]. Комплексні АТП за структурою капіталу не є привабливими для інвестицій. Тому одним із перспективних

досліджень є визначення потужності автотранспортних фірм та рівня її спеціалізації, тобто формування ефективних господарських структур.

Висновок. Перетворення на автомобільному транспорті не створили умов для інноваційного шляху його розвитку. Протиріччя, в яких формах розвивати автотранспорт, закладені в законодавчі і нормативні акти, створює невизначеності для бізнесу. Практично закладається нераціональна траєкторія розвитку галузі, а відповідно нераціональне використання ресурсів, в тому числі інвестиційних. При формуванні загальних підходів з розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми необхідно визначити функції фірми, та частку, яку займає фірма на ринку.

1. Скочук М.П. Автомобільний транспорт у процесі ринкових перетворень: теоретико-методологічні та правові аспекти / М.П.Скочук // Економіст.- К.: Пошук-Інвест, 2014. - №3.- с. 11-13.
2. Марчук М.М. Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту: ретроспективи, стан та проблеми розвитку / М.М. Марчук, М.П. Скочук, С.В. Морозюк // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. -Рівне, НУВГП, 2009. - № 2 (46). - с.314-321.
3. Кейлер В.А. Економіка підприємства / В.А. Кейлер. - М.: ИНФРА-М; Новосибірськ: НГАЭиУ, «Сибірське соглашение», 1999. - 132с.
4. Долан Э., Линдсей Д. Микроэкономика / Э. Долан, Д. Линдсей. Пер. с англ. В. Лукашевича и др.; Под общ. ред. Б. Лисовика и В. Лукашевича. Санкт-Петербург, Литера плюс, 1997. 448с.
5. Лагутін В.Д. Політична економія кризи. / В.Д. Лагутін. Луцьк: Видавництво „Вежа” Волинського державного університету, 1996. - 160с.
6. Климко Г.Н., Несторенко В.П., Каніщенко Л.О. Основи економічної теорії: політекономічний аспект: Підручник / Г.Н. Климко, В.П. Несторенко, Л.О. Каніщенко та інші. К.: Вища шк. - Знання, 1997. - 743 с.
7. Гальперин В.М. Теорія фірми / Под ред. В.М. Гальперина. СПб.: Економічна школа, 1995. - 534 с.
8. Мочерний С.В. Економічний словник-довідник /За ред. С.В. Мочерного. К.: Феміна,1995.-368 с.
9. Біліченко В. В. Наукові основи стратегій розвитку виробничих систем автомобільного транспорту. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: 05.22.20 / К.:НТУ, 2013. - 40 с.
10. Кабінет Міністрів України. Стратегія розвитку транспорту 2020. Розпорядження від 20 жовтня 2010 р. N 2174-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p
11. Москвін В.О. Проектний аналіз / О.В. Москвін, С.М. Бевз, В.А. Верба, В.Г. Дідик, В.А. Новіков, Т.Є Унковська. К.: Лібра,1998. - 368с.
12. Бідняк М.Н., Палиця І.П., Скочук М.П. Ринок нафтопродуктів. Теорія і практика / М.Н. Бідняк , І.П. Палиця, М.П. Скочук. Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2003. - 156с.

REFERENCES

1. Skochuk, M. (2014) Automobile transport in the process of market transformations: theoretico-methodological and legal aspects. [Avtomobilnyi transport u protsesi rynkovykh peretvoren: teoretyko-metodolohichni ta pravovi aspekty]. *Economist*, no. №3. Kyiv, Poshuk-Invest Publ., pp. 11-13.
2. Marchuk, M., Skochuk, M. & Moroziuk, S. (2009). Production and technical base of the automobile transport enterprises: retrospective views, state and problems of development. [Vyrobnicho-tekhnichna baza pidpriemstv avtomobilnoho transportu: retrospektyvy, stan ta problemy rozvytku]. *Visnyk Nacionaljnogho universytetu vodnogho ghospodarstva ta pryrodokorystuvannja*. Vol. 2 (46). Rivne, NUVGhP Publ., pp. 314-321.
3. Keyler, V. (1999). *Enterprise economy*. [Ekonomika predpriyatiya]. Moscow, YNFRA-M Publ.; Novosibirsk, 132 p.
4. Dolan, E., Lindsey, D. (1997) *Microeconomics* [Mikroekonomika]. St. Petersburg, Litera plus Publ. 448 p.
5. Laghutin, V.D. (1996) *Political economy of the crises*. [Politychna ekonomija kryzy]. Lutsk, Vezha Publ., 160 p.
6. Klymko, Gh.N., Nestorenko, V.P., Kanishhenko, L.O. (1997). *The foundations of economic theory: political and economic aspect*. [Osnovy ekonomichnoji teoriji: politekonomichyyj aspekt]. Kyiv, Vyshha shk.- Znnannya Publ, 743 p.
7. Galperin, V. (1995) *Theory of the company*. [Teoriya firmy]. St. Petersburg, Ekonomicheskaya shkola Publ. 534 p.
8. Mochernyj, S. (1995) *Economic reference-book*. [Ekonomicznyj slovnyk-dovidnyk]. Kyiv, Femina Publ. 368 p.
9. Bilichenko, V. (2013) *Scientific principles of the production system development strategies of automobile transport*. [Naukovi osnovy strategij rozvytku vyrobnychyykh system avtomobiljnogho transportu.]. Kyiv. 40 p.
10. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2010) *The strategy of transport development 2020*. [Strateghija rozvytku transportu 2020]. Rozporjadzhennja vid 20 zhovtnja 2010 r. N 2174-r. Available at: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-r
11. Moskvyn, V.O., Bevs, S.M., Verba, V.A., Didyk, V.Gh., Novikov, V.A. & Unkovsjka, T.Je. (1998). *Project analysis*. [Proektnyj analiz.] Kyiv, Libra Publ., 368 p.
12. Bidnyak, M.N., Palycja, I.P., Skochuk, M.P. (2003). *Market of oil products. Theory and practice*. [Rynok naftoprodyktiv. Teorija i praktyka]. Lutsk, Volynsjka oblasna drukarnja Publ., 156 p.

Скочук М.П. Стратегія розвитку автотранспортної фірми: проблеми понятійного апарату і формування загальних підходів.

Автомобільний транспорт зазнав значних соціально-економічних, організаційно-економічних і організаційно-правових змін. Перетворення не створили умов для інноваційного шляху розвитку галузі. Ситуація на автотранспорті залишається надто складною з оновлення фізично і морально зношеного рухомого складу,

оптимізації структури парку, побудови ефективних господарських структур. Як наслідок автотранспорт продовжує затратний шлях розвитку, з надмірною ресурсомісткістю і енергомісткістю, надмірним негативним впливом на довкілля. Стан, що склався на автомобільному транспорті суттєво стримує, з однієї сторони, розвиток автомобільної промисловості та її суміжників, з другої – негативно впливає на споживачів транспортної продукції.

В законодавчих і нормативних матеріалах, в публікаціях як про досконалий факт говориться про ринок транспортних послуг, автотранспортне підприємство – як головний суб'єкт підприємницької діяльності. Теорія і практика в царині автотранспорту не тільки не прийняла категорій ринкової економіки, а й не створила дорожню карту, теоретико-методологічних, прикладних та інституціональних основ ринкового реформування галузі. Вдихнути нове економічне життя в старі організаційні структури неможливо. Протиріччя, в яких формах розвивати автотранспорт, закладені в законодавчі і нормативні акти, створює невизначеності як для бізнесу так і для влади. Головною ж діючою особою сучасної економіки Заходу є фірма, що існує в вигляді акціонерних компаній, пов'язаних між собою системою участі.

При формуванні загальних підходів з розробки стратегії розвитку автотранспортної фірми необхідно визначити функції фірми. На основі найбільш раціональної моделі розвитку галузі повинна бути прийнята державна політика, яка би стимулювала розвиток автомобільного транспорту. Суть цієї політики полягала б, в забезпеченні органами влади конкурентного середовища на ринку, або ефективного державного регулювання. Отже, спочатку ринок, його потужність, рівновага, структура та інфраструктура. Щодо окремої фірми, то первинним фактором, який буде визначати перспективу її розвитку – це частка, яку займає фірма на ринку. Такий підхід дасть можливість побудувати оптимальну організаційну структуру фірми, і не допустити будь-яке нагромадження капіталу, що є характерним для багатьох галузей України, в тому числі і для автотранспорту.

Ключові слова: стратегія, автотранспортне підприємство, автотранспортна фірма, ринок автотранспортних послуг, частка фірми на ринку, державна політика.

M.P. Skochuk: The strategy of auto transport company development: problems of conceptual device and formation of mutual approaches.

Automobile transport has undergone the considerable socio-economic, organizationally-economic and legal changes. Transformations haven't created the conditions for innovative evolution of the industry. The auto transport situation remains too complicated from update of physically and morally depreciated transportable stock, optimization of fleet structure and creation of efficient economic structures. As a consequence, the auto transport proceeds with costly development, excessive resource- and power intensity, outrageous negative influence on the environment. On the one hand, the situation, occurred at automobile transport sphere, restrains considerably the development of automobile industry and its subcontractors, on the other – has a negative impact on the transport sector customers.

Automobile services market is mentioned in legislative and regulatory materials as perfect fact and auto transport enterprise – as the main subject of entrepreneurial activity. Theory and practice in the automobile industry not even didn't accept the categories of market economy but also didn't create a roadmap of theoretico-methodological, applied and institutional foundations of the market sphere reformation. It is impossible to inspire new economic life into old organizational structure. Contradiction of development of auto transport forms which laid in legislation and regulations, creates uncertainty both for business and for government. The main aspect of the West modern economy is the joint-stock companies, connected with a system of participation.

It is necessary to determine the functions of the company with formation of mutual approaches of strategy creation of auto transport company development. Based on the most rational model of industry development, the public policy should be adopted and which would stimulate the automobile transport development. The essence of this policy would be the supply of competitive environment on the market by authorities or effective national regulation. Consequently, first the market, its capacity, balance, structure and infrastructure. Concerning to individual company, the primary factor that will determine the future of its development is the part that company is occupied at the market. Such approach will make possible the creation of optimal organizational structure of the company and prevent any capital accumulation, which is typical for many sectors of Ukraine, including for auto transport.

Keywords: strategy, auto transport enterprise, auto transport company, automobile services market, company part at the market, public policy.

АВТОР:

СКОЧУК Микола Пилипович, кандидат економічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри «Автомобілів та автомобільного господарства», Національний університет водного господарства та природокористування, e-mail: m.p.skochuk@nuwm.edu.ua.

AUTHOR:

M.P. Skochuk, PhD in Economic Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Automobiles and Vehicles Fleet, the National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine, e-mail: m.p.skochuk@nuwm.edu.ua.

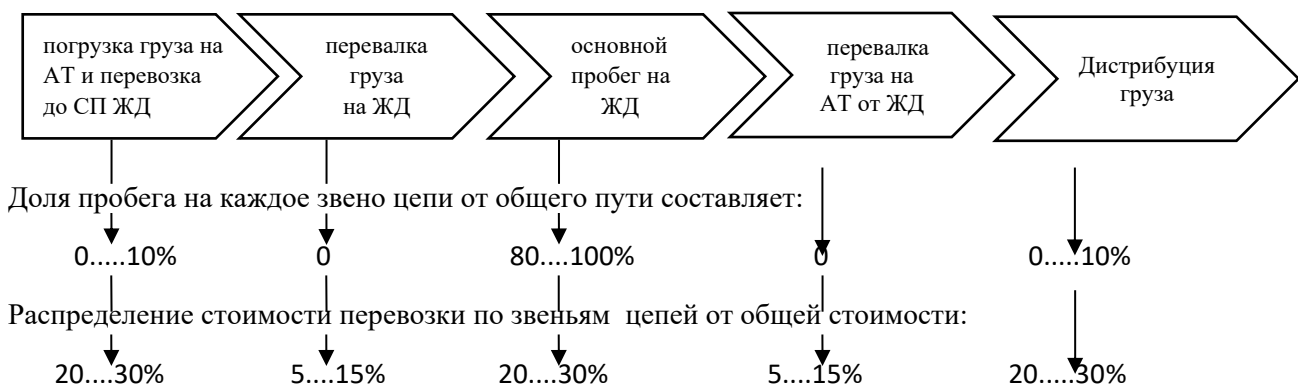
Тедорадзе Р.Г., Доборджгинидзе Г.Л., Шенгелия Б.Г.
*Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия***ОПРЕДЕЛЕНИЕ «РАССТОЯНИЙ РАВНОВЕСИЯ» ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЕРЕВОЗОК АВТОТРАНСПОРТ-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ**

Одним из значительных путей уменьшения логистических затрат при комбинированных перевозках автотранспортными (АТ) средствами и железнодорожным (ЖД) поездом является установление расстояний равновесия (равенства) затрат на перевозку груза этими транспортными средствами, с целью формирования состава комбинированных перевозок на станциях перевалки груза (СП), расположенных от места получения груза на расстоянии равновесия. В статье приведен анализ факторов, влияющих на значения расстояния равновесия и дается аналитический метод его определения.

Ключевые слова: автотранспорт, железнодорожный транспорт, комбинированные перевозки, грузы, пробег, интермодальный транспорт, затраты, экология.

Постановка проблемы. В условиях глобализации торгово-экономических отношений между странами, осуществление грузовых перевозок связано с применением всех видов транспорта, т.е. с интермодальной транспортировкой грузов. На сегодня интермодальный способ перевозки грузов несколькими видами транспорта по единому транспортному документу является наиболее распространенным видом междугородных и международных перевозок грузов.

Общая структура цепи интермодальной перевозки «автотранспорт-железная дорога» («АТ-ЖД»), имеет следующий вид [1]:



По данным [2] в США структура затрат интермодальной перевозки в среднем распределена следующим образом: 50% затраты на перевозки ЖД транспортом, 40% на начальный и конечный пробег автотранспортом, 7% - перевалка груза и 3% - обслуживание прицепов. Как видно из вышеприведенных данных, если суммарная величина пробегов с АТ для доставки грузов до места их консолидации для погрузки на ЖД поезд и для дистрибуции доставленного груза до грузополучателей, не является значимым (в среднем 10%) по сравнению с общим пробегом перевозки, то затраты на этих операциях в сумме затрат являются значимыми и составляют 60-70% от общих затрат на перевозки. Поэтому для оптимизации затрат на интермодальные перевозки одной из основных задач является поиск путей уменьшения затрат на начальных и конечных операциях. Кроме того, при интермодальных перевозках «АТ-ЖД», еще больше заметна проблема распределения времени перевозки. Как известно, перевозка грузов автотранспортом осуществляется более быстро по сравнению ЖД транспортом ввиду его мобильности и гибкости, а также необходимости меньшего времени на начальных и конечных погрузочных операциях. Для доставки груза путем интермодальной перевозки, по времени равной перевозке АТ, средняя скорость движения ЖД поезда должна быть в среднем 2-2,5 раза больше чем средняя скорость АТ. Так например, если на расстоянии 500 км, средняя скорость перевозки груза АТ составляет $V=70$ км/ч, а время доставки 7,1 час, то для доставки груза в

то же время, средняя скорость поезда должна составлять $V=170$ км/ч. Достижение таких высоких скоростей ЖД поезда при перевозке грузов довольно проблематично. Это как раз то преимущество, что часто подталкивает клиентов к выбору перевозки грузов автомобильным транспортом. Решение проблемы уменьшения денежных и временных затрат на начальных и конечных операциях интермодальных перевозок стало возможным путем кооперации цепей поставок двух конкурентных способов транспортировки грузов - АТ и ЖД, когда возможности этих транспортных систем объединяются в единую в комбинированную транспортную систему: ЖД, которая осуществляет перевозку массовых грузов эффективно на большие расстояния с минимальным загрязнением окружающей среды и грузовой АТ, который является гибким и мобильным средством для доставки и консолидации грузовых потоков в терминалах (станциях) комбинированных перевозок, а также до потребителей на конечном этапе перевозок. Таким образом, привезенного автотягачом на станцию полуприцеп с грузом ставят на железнодорожную платформу. Дальше, прибывшего на конечную ЖД станцию груженый полуприцеп, забирает местный тягач и везет к месту назначения.

Результаты исследования. Основные положительные эффекты комбинированных перевозок АТ– ЖД выражаются в следующем:

- ежедневно разгружаются автомобильные дороги от нескольких тысяч единиц автотранспортных средств;
- в комбинированной транспортной системе перевозки, в среднем на 30% уменьшаются энергозатраты по сравнению с модальным и интермодальным системами;
- с использованием комбинированного транспорта резко уменьшается загрязнение окружающей среды от вредных веществ автомобильных выхлопных газов.

На величину логистических затрат комбинированных перевозок оказывает большое влияние место расположения терминала (станций) для консолидации грузов в отношении места их возникновения, что определяется по величине так называемого „расстояния равновесия», комбинированных перевозок. Под «расстоянием равновесия» понимается величина пути перевозки груза от начала погрузки до точки равенства затрат на перевозку АТ и ЖД. Очевидно, для определения «расстояний равновесия» L_p необходимо сравнение зависимостей затрат на перевозки этими транспортными средствами от пройденного пути $C=F(L)$. Точка пересечения этих зависимостей укажет на длину «расстояний равновесия». Зависимость $C= F(L)$ носит прямолинейный характер (см. рис. 1 и 2).

При правильном выборе «расстояний равновесия» достигается оптимизация фиксированных и переменных затрат на перевозку. На величину L_p оказывают влияние следующие факторы:

расположение объектов возникновения грузов; уровень развития дорожной сети и видов транспорта; технический и организационный уровень технологических процессов грузовых перевозок; экономические и правовые основы; развитие информационных и коммуникационных систем; географическое расположение и характер рельефа региона и в целом страны; таможенная система; организация движения транспорта. Поэтому перед решением задачи определения «расстояния равновесия», необходим выбор рациональных маршрутов для поставки грузов до места их консолидации по критерию наименьших затрат на перевозку. Эту задачу математически можно записать в следующем виде [3]:

$$\min \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n C_{ij} \sum_{k=1}^{[m]} X_{ijk} \quad (1)$$

где: i - количество участков поставки грузов;

n - количество заказов;

j - количество видов транспорта;

C_{ij} - затраты на перевозку по видам транспорта;

$[m]$ - показатель ограничения грузоподъемности АТ;

k - количество маршрутов;

X_{ijk} - оптимальный объем партии грузов на маршруте

Нами было определено «расстояние равновесия» для международных и внутренних комбинированных перевозок грузов от морских портов Грузии по коридору «ТРАСЕКА». Для этой цели построены графики зависимостей затрат на перевозку АТ-ом и ЖД-ом от пройденной пути $C=F(L)$. Эти зависимости представлены на рисунках 1 и 2. Пересечение этих прямолинейных зависимостей в точках D_1 и D_2 указывают на величину «расстояния равновесия» для международных перевозок $L_{рм}=170$ км, а для внутренних перевозок $L_{рв}=325$ км без учета экологических затрат. Разница между $L_{рм}$ и $L_{рв}$ обусловлена разными налоговыми добавками на стоимость внутренних ЖД перевозок в Грузии. Расчетная формула для определения величины L_p имеет следующий вид:

$$L_p = \frac{(CЖ_{L_1} - CA_{L_1})L_2 - (CЖ_{L_2} + CA_{L_2})L_1}{(CA_{L_2} - CЖ_{L_2}) - (CA_{L_1} - CЖ_{L_1})} \quad (2)$$

L_1 и L_2 - длина пути пройденной АТ и ЖД поездом, на котором производится расчет стоимости перевозки груза. Берется в среднем $L_1 = (0,1 - 0,2)L$ и $L_2 = (0,7 - 0,8)L$;

где: L – общая длина перевозки.

$CЖ_{L_1}$ и $CЖ_{L_2}$ – соответственно, стоимость перевозки груза на участках длиной L_1 и L_2 железнодорожным поездом;

CA_{L_1} и CA_{L_2} - соответственно, стоимость перевозки груза на участках длиной L_1 и L_2 автотранспортом.

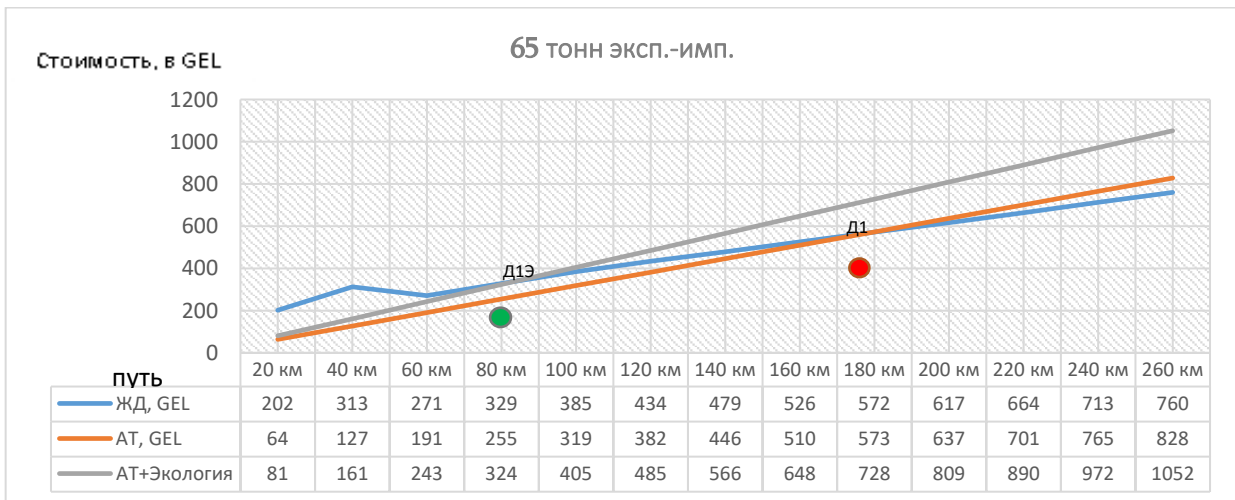


Рис 1. Зависимость $C=F(L)$ для АТ и ЖД для экспортно-импортных перевозок

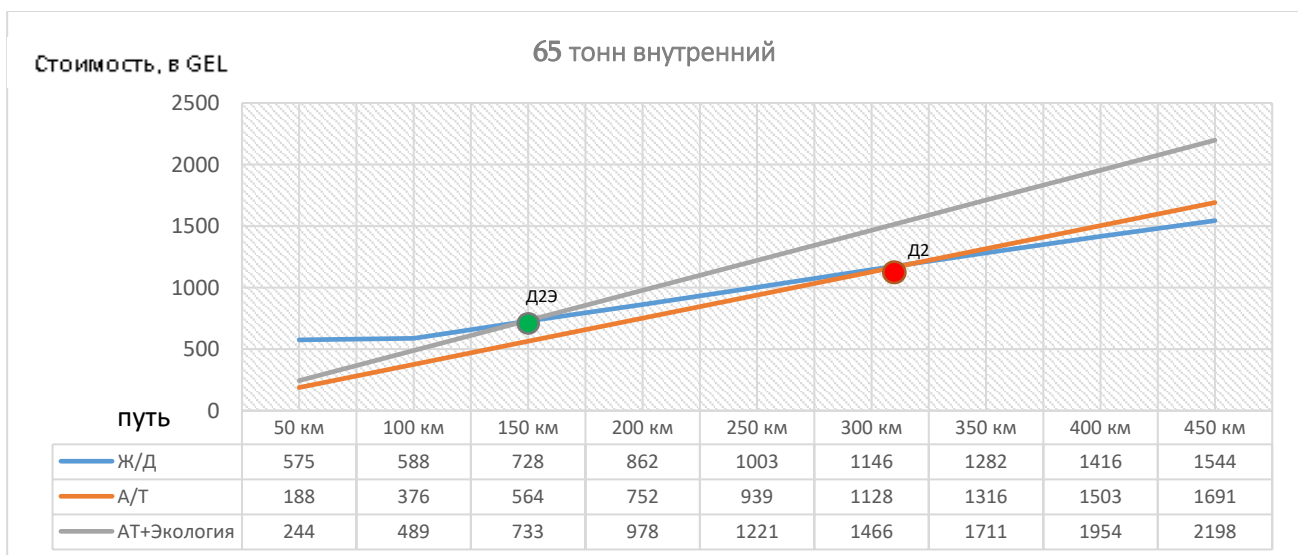


Рис 2. Зависимость $C=F(L)$ для АТ и ЖД для внутренних перевозок

Заключение: Внедрение комбинированных перевозок в коридоре ТРАСЕКА и обустройство станций и терминалов для формирования состава комбинированных перевозок, может на 25-30% обеспечить экономический эффект перевозок грузов. Более ощутимым будет экологический эффект, так как, по нашим данным ежедневно вдоль грузинского участка магистральной дороги ТРАСЕКА осаждается в среднем 5 тонн вредных веществ от выхлопных газов АТ большой грузоподъемности, что сильно вредит флоре и фауне окружающей среды. Внедрение комбинированной системы может обеспечить уменьшение количество выброшенных вредных веществ на 60-70%. Для соблюдения современных экологических норм, по предварительным расчетам, необходимые затраты составляют 15-30% от общей стоимости перевозок транспортом [5]. При учете экологических затрат значение «расстояния равновесия» будет равно: $L_{рмэ}=70$ км, а $L_{рвэ}=140$ км, (точки пересечения зависимостей $C=F(L)$ на рис.1 и 2 соответственно Д1Э и Д2Э).

REFERENCES

1. Prof. R.Forst-Lurken. Intermodaler Verkehr Fahhochschule Braunschweig. Umdruch 531. 24.08.2000
2. Harrie Leijer. NEA Transport Research and Training. Tbilisi, February 2003.
3. Transport logistics, Basics and applications, Technical University of Applied Sciences, Wildau, 2013
4. Transport logistics, Georgian National Center of education quality development, Tbilisi, 2015 (in Georgian)
5. Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution, OMS/Swiss ETEC/Austrian Moe, 1999

Тедорадзе Р.Г., Доборджгинидзе Г.Л., Шенгелия Б.Г. Определение «расстояний равновесия» для комбинированных перевозок автотранспорт - железнодорожный транспорт

Одним из значительных путей уменьшения логистических затрат при комбинированных перевозках автотранспортными (АТ) средствами и железнодорожным (ЖД) поездом является установление „расстояний равновесия“ (равенства) затрат на перевозку груза этими транспортными средствами, с целью формирования состава комбинированных перевозок на станциях перевалки груза (СП), расположенных от места получения груза на „расстоянии равновесия“. В статье приведен анализ факторов, влияющих на значения „расстояния равновесия“ и дается аналитический метод его определения.

Ключевые слова: автотранспорт, железнодорожный транспорт, комбинированные перевозки, грузы, пробег, интермодальный транспорт, затраты, экология.

R. Tedoradze, G. Doborjginidze, B. Shengelia. Definition of "equilibrium distances" for combined transport road transport-railway transport

One of the most significant ways to reduce logistics costs in combined transport transport (AT) vehicles and railroad (railway) train is to establish distances balance (equality) the cost of shipping these vehicles in order to form the composition of combined transport transshipment stations (SP) located from the receipt of the cargo space on the equilibrium distance. The article provides an analysis of the factors affecting the equilibrium distance values and provides an analytical method of determining it.

Keywords: vehicle, railway transport combined transportation, loads, run, intermodal transport, cost and ecology.

АВТОРЫ:

ТЕДОРАДЗЕ Резо Гелаевич, доктор технических наук, профессор Департамента логистики Грузинского технического университета, e-mail: r.tedoradze@gtu.ge

ДОБОРДЖГИНИДЗЕ Гиоргии Лериевич, доктор-инженер. Профессор, руководитель Департамента логистики Грузинского технического университета. e-mail: g.doborjginidze@gtu.ge.

ШЕНГЕЛИЯ Бека Григорьевич, магистрант Департамента логистики Грузинского технического университета. E-маил: beka.shengelia@yahoo.com

AUTHORS:

Rezo TEDORADZE, PhD. Professor of Logistics Department of the Georgian Technical University, E-mail: r.tedoradze@gtu.ge

Giorgi DOBORJGINIDZE, Doctor-Engineer, Professor, Head of the Logistics Department of the Georgian Technical University, E-mail: g.doborjginidze@gtu.ge

Beka SHENGELIA, undergraduate, Logistics Department of the Georgian Technical University. E-mail: beka.shengelia@yahoo.com

Топурия Н.Г., Зурикашвили М.Г.
Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Эффективное использования транспортных средств на предприятии и снижения издержек производства, можно знанием технико – эксплуатационных показателей работы автомобилей и умением их расчета и анализа. Модернизированно коэффициент технической готовности, который дает возможность оценить простои и рассчитать дифференцированные значения их влияния на производительность, что представляет собой оптимизацию вопроса и реально отражает уровень эффективности автомобиля.

Ключевые слова: Эффективность, простои, коэффициент технической готовности, дифференцированные значения.

Постановка проблемы. Автомобильный парк мира непрерывно увеличивается. В настоящее время в наиболее развитых странах 75-80% всего объема пассажирских и грузовых перевозок выполняется автомобильным транспортом. В большинстве стран он занимает ведущее место и по транспортной работе. Одной из основных задач, постоянно стоящих перед работниками автомобильного транспорта, является повышение производительности автомобилей. При минимальных затратах для правильного решения этой задачи необходимо выявление степени влияния отдельных показателей на работы автомобилей.

При изучении эффективности использования автотранспортных средств резко выделяется два направления: тенденции совершенствования и улучшения организации перевозок со всеми своими параметрами и комплекс мероприятий по обеспечению технического состояния, в котором особое место занимают технические характеристики автомобиля и значения простоев для их поддержания. Последнее настолько ощутимо действует на эффективность, что для единицы транспортных средств иногда достигает 50%-ов. Имеются в виду вызванные по техническим причинам простои, зависящие, с одной стороны, от конструктивных возможностей, а с другой стороны, от технико-экономических показателей поддержания надежности и организационных форм обслуживания и ремонта. Это включает в себя такие технические вопросы эффективности использования автомобилей, как разработка методов оптимизации режимов технических воздействий, сохранение на желаемом уровне показателей надежности, прогнозирование и обеспечение потребности нужного количества запасных деталей, выбор параметров оперативного управления техническим воздействием. [1-4]

Различают два пути повышения эффективности использования подвижного состава – экстенсивный и интенсивный.

Экстенсивный путь означает увеличение времени использования транспортных средства т.е. увеличение количества часов, отработанных в течение года. Для этого необходимо увеличивать:

1) продолжительность работы подвижного состава в течение определенного календарного периода, что зависит от слаженной работы с клиентами своевременной и качественной подачи подвижного состава, повышения коэффициента выпуска автомобилей на линию, устранения или сглаживания сезонных колебаний.

2) время нахождения подвижного состава в наряде. Его увеличение зависит от сокращения затрат времени на подготовительно – заключительные и вспомогательные операции развития прогрессивных форм организации перевозок, повышения сменности работы подвижного состава и др.

наилучший эффект от работы подвижного состава на предприятии можно добиться при эффективном функционировании технической службы и службы эксплуатации.

На техническую службу автотранспортного предприятия возлагается выполнение технических воздействий подвижного состава при минимальных затратах и простоях автомобилей а также проведение всех организационно – технических мероприятий по повышению эффективности.

Производство организуется так чтобы техническое обслуживание и ремонт транспортных средств выполнялись в строго установленное время и качественно. При несвоевременном выполнении работ увеличиваются простои автомобилей, снижается выпуск машин на линию и выполнение плана перевозок. Выполнение работ в установленное время зависит главным образом от уровня механизации и организации производства и количества ремонтов автомобилей.

Своевременное проведение технического обслуживания, диагностирования и ремонта транспортного средства есть залог к его долгой и эффективной работе, что в свою очередь является залогом успешной работы и высокой прибыльности всего предприятия, в котором этот автомобиль эксплуатируется.[5,6]

Техническое состояние подвижного состава и возможность его использования для транспортной работы отражает значение коэффициента технической готовности. Значение данного коэффициента зависит от продолжительности простоев при ремонте и техническом обслуживании. Эти простои обусловлены в основном неудовлетворительной организацией технического обслуживания и ремонта подвижного состава. [7-9]

Результаты достижений. Недостаточная надежность агрегатов и узлов автомобиля, как причина вынужденного простоя, резко сокращает эффективность использования и ухудшает целый ряд технико-экономических показателей. По характеру неисправностей и отказов возможен длительный простой подвижного состава, а это (как было сказано выше) сразу же отражается на коэффициенте технической готовности, зависящем от такого важного показателя, как среднее время устранения отказа.

Простои автомобиля зависят от частоты отказа, а также от времени устранения отказа, т.е. от ремонтопригодности. Оценочным показателем этого свойства надежности является коэффициент технической готовности - α_T . (рис.1)

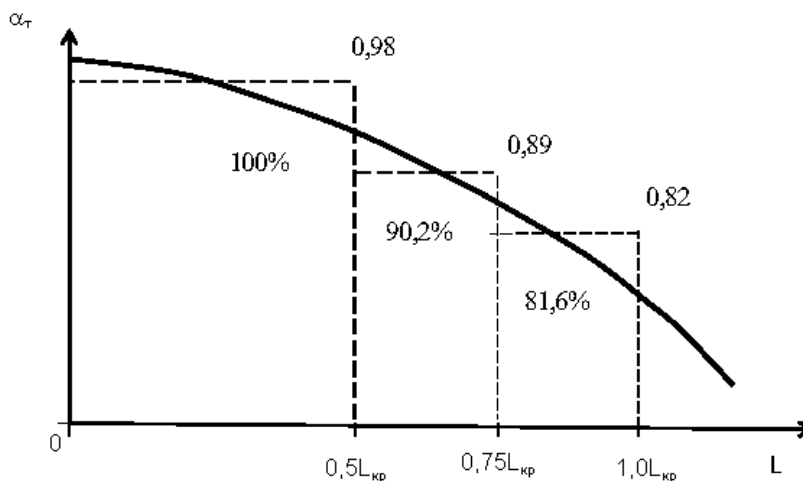


Рис.1. Изменение коэффициента технической готовности в зависимости от пробега

Поэтому, имеет значение не только количество отказов, но и трудоемкость их устранения, зависящая от различных факторов. Таким образом, необходимо разработать и оптимизировать метод оценки простоя и дальнейших путей его снижения установлением дифференцированных, нормативных показателей трудоемкости, что само по себе, требует разработки методов исследования. Такой подход правильный и приемлемый, но все внимание перенесено на оптимизацию показателей эксплуатационной надежности автомобиля, которым необходимо управлять. И управлять не только в процессе эксплуатации надежности автомобилей, но и оперативно управлять техническим состоянием автомобилей.

После общего анализа, можно сформулировать теоретическое положение формирования критерия эффективности конкретно для автотранспортных средств. Исходным в данном случае является годовая производительность автомобиля.

$$W_{гд} = D_p \cdot W_{чс} \cdot t_{см} \cdot Z \cdot \alpha_{Т.Г.} \cdot K_{см} \quad (1)$$

где D_p – число рабочих дней в году;

$W_{чс}$ – почасовая производительность автомобиля;

$t_{см}$ – продолжительность смены, час;

Z – количество смен;

$\alpha_{Т.Г.}$ – коэффициент технического использования.

Этот коэффициент оценивает влияние вызванных техническими причинами простоев на производительность автомобиля. Снижение производительности вызывает не только снижение рентабельности, но и нарушение ритма работы транспорта. Поскольку наряду с ростом пробега снижается коэффициент технической готовности, необходимо увеличить число автомобилей для выполнения данных транспортных работ. А это связано с затратами на их приобретение, т.е. с компенсацией простоев.

Простои автомобилей зависят от частоты технического обслуживания и устранения отказов, т.е. от ремонтной годности, следовательно указанный коэффициент является вероятностью того, что, с учетом планового простоя автомобиля, в любой момент времени он будет работоспособным, т.е. представляет собой отношение времени пребывания в рабочем состоянии к сумме времени, затраченного на устранения отказов.

Когда суточный пробег равен $L_{сут.}$, то рассматриваемый коэффициент определяется следующей формулой:

$$\alpha_{т.г.} = \frac{1}{1 + B \cdot L_{сут.}} \quad (2)$$

где B – значение времени, затраченного на техническое обслуживание и устранения отказов, день/1000 км, и зависит от значения параметра потока отказов $\omega(L)$.

Однако реально исходные показатели могут быть даны не по дням, а по часовым простоям для определенных значений пробега. В таком случае величина B определяется следующим образом:

$$B = t_{тп} \left(\frac{1}{L_{тп}} - \frac{1}{L_k} \right) + \frac{t_{прост}}{L} \text{ час/км.} \quad (3)$$

где $t_{тп}$ – простой, вызванный техническим обслуживанием в часах;

$L_{тп}$ - периодичность технического обслуживания;

L_k - пробег до капитального ремонта (или списания), км.

$t_{прост}$ - время, потраченное на техническое воздействие, т.е. простой.

В результате такой конкретизации целесообразно и необходимо в коэффициент (коэффициенты) оценки простоя вместо дневного пробега внести средний пробег в час, т.е. эксплуатационную скорость $V_э$, тогда (2) выражение примет вид:

$$K_{т} = \frac{1}{1 + B \cdot V_э} \quad (4)$$

Что касается значения B , то, если учесть простои для искоренения отказов (выраженных тоже в часах) и ведущую функцию восстановления работоспособности, оно рассчитывается следующим образом:

$$B = \frac{1}{L_{обсл.}} \sum_{i=1}^k T_i \left[\Omega_i \cdot (L + L_{обсл.}) - \Omega(L) \right] \text{ час/км} \quad (5)$$

Модернизированный коэффициент технической готовности, после внесения соответствующих изменений, дает возможность оценить простои и рассчитать влияния их дифференцированных значений на производительность, что представляет собой оптимизацию вопроса и реально отражает уровень эффективности автомобиля.

Выводы. С целью полной оценки эффективности, наряду с трудовыми, материальными затратами и затратами на запасные детали необходимо ввести и четвертый компонент – затраты на компенсацию простоя, конкретно оценить простои и рассчитать дифференцированные значения их влияния на производительность, удельный вес которых довольно значителен в общих затратах по сохранению надежности и для грузовых автомобилей средней грузоподъемности составляет примерно 32%.

1. Шапошников Ю.А. Развитие и функционирование автомобильного транспорта. Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 62 с.
2. Керимов Ф.Ю. теоретические основы сбора и обработки информации о надежности машин. М., МАДИ, 1980, с.120.
3. Базовский И. Надежность, теория и практика, М., "Мир", 1985, 373с.
4. Надежность и эффективность в технике. Справочник, т.5.М., "Машиностроение", 1986.380с.
5. Лекиашвили В.Г. Оценка и методы поддержания надежности тормозных систем автомобилей. ГПИ. Научные труды №3(224) Тбилиси, 1980, с.20-24.
6. А.М.Шейнин, А.П.Крившин и др. Эксплуатация дорожных машин. М., "Машиностроение", 1980, 333с.
7. Нормы времени на текущий ремонт автомобилей, "МАЗ", Минск.1982, с.210.
8. Исследование надежности автобусов в эксплуатации отчет н/и работы. Гос.рег.81001543. МАДИ, Осенчугов В.В., Керимов, Ф.Ю., Лекиашвили В.Г, и др., М., 1978, с.90.
9. Исследование методов управления надежностью автомобилей в эксплуатации. Отчет н/и работы. Гос.рег.№81038604. ГПИ Лекиашвили В.Г., Хмиадашвили Д.Г., 1980, с.45.

REFERENCES

1. Shaposhnikov, Yu.A. (2004). *The development and operation of road transport*. Barnaul, 62 p.
2. Kerimov, F.Yu. (1980). *The theoretical foundations of information gathering and processing machinery reliability*. Moscow, MADI Publ., 120 p.
3. Bazovskiy, I. (1985). *Reliability. Theory and Practice*, Moscow, Mir Publ., ,373 p.
4. *The reliability and the effectiveness of the technique. Reference book*. (1986). Vol.5, Moscow, Mashinostroenie Publ., 380 p.
5. Levikaishvili, V.G. (1980). Evaluation methods and maintain the reliability of brake systems. GPI. Scientific works, No.3 (224), Tbilisi, pp. 20-24.
6. Sheinin, A.M., Krivshin, A.P. et al. (1980). *Operation of road machines*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 333 p.
7. *The standard time for the current repair of motor vehicles "MAZ"*, (1982). Minsk., 210 p.
8. Osenchugov, V.V., Kerimov, F.Yu., Lekiashevili, V.G. et al. (1978). *Research of buses operational reliability*. Moscow, MADI Publ., 90 p.
9. Lekiashevili, V.G. Khmiadashvili, D.G. (1980). *Research of reliability management methods of vehicles in operation*. GPI, 45 p.

Н.Топурия, М.Зурикашвили. Підвищення ефективності автотранспортних засобів.

Ефективне використання транспортних засобів на підприємстві і зниження витрат виробництва, можна знанням техніко - експлуатаційних показників роботи автомобілів і вмінням їх розрахунку і аналізу. Модернізований коефіцієнт технічної готовності, який дає можливість оцінити простої і розрахувати диференційовані значення їх впливу на продуктивність, що представляє собою оптимізацію питання і реально відображає рівень ефективності автомобіля.

Ключові слова: Ефективність, простої, коефіцієнт технічної готовності, диференційовані значення.

N. Topuria, M.Zurikashvili. Increasing of vehicles efficiency.

Effective use of vehicles at the enterprise and decrease in costs of production, it is possible knowledge of the technician – operational indicators of work of cars and ability of their calculation and the analysis. Modernized coefficient of technical readiness, gives the chance to estimate idle times and to calculate the differentiated values of their influence on productivity, it represents optimization of a question and really reflects on the level of efficiency of the car.

Keywords: Efficiency, idle times, coefficient of technical readiness, the differentiated values.

АВТОРИ:

ТОПУРИЯ Нино Гивиевна, доктор технических наук, профессор, Грузинский Технический Университет, e-mail: n.tofuria@gtu.ge;

ЗУРИКАШВИЛИ Михаил Гелаевич, доктор технических наук, профессор, Грузинский Технический Университет, e-mail: m.zurikashvili@gtu.ge;

AUTHORS:

Nino TOPURIA, Doctor of Science in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: n.tofuria@gtu.ge

Mikheil ZURIKASHVILI, Doctor of Science in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: m.zurikashvili@gtu.ge;

Стаття надійшла в редакцію 26.04.2016р

Хребет¹ В.Г., Вербицкий² В.Г., Банников³ В.А., Вельмагина⁴ Н.А.¹ *Национальный авиационный университет, Киев*² *Государственный экономико–технологический университет транспорта, Киев*³ *Национальный технический университет, Запорожье*⁴ *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепропетровск*

ПОСТРОЕНИЕ БИФУРКАЦИОННОГО МНОЖЕСТВА МОДЕЛИ ДВУХОСНОГО АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрен альтернативный подход определения условий безопасной потери устойчивости (в смысле Н.Н. Баутина) прямолинейного стационарного режима движения модели двухосного экипажа с избыточной поворачиваемостью на основе геометрической картины механизма дивергентной потери устойчивости. Силы увода как функции углов увода представлены с точностью до кубических членов. Условия безопасной потери устойчивости зависят от соотношения между коэффициентами сопротивления уводу и коэффициентами сцепления в поперечном направлении осей.

Ключевые слова: автомобиль, коэффициент отвода, коэффициент сцепления, устойчивость движения, дивергентные бифуркации

Вступ. Исследованию общих вопросов устойчивости движения транспортных средств посвящено значительное количество работ [1,2,3,4,5], однако задача определения характера поведения системы в области неустойчивости и выявление причин ее возникновения остается по-прежнему актуальной.

Одна из традиционных в практике теоретических исследований моделей колесного экипажа базируется на плоской велосипедной схеме, которая учитывает нелинейные упругие свойства колеса (нелинейный характер сил увод). Важным обобщением известного понятия из теории экипажа – критической скорости прямолинейного движения (отвечает дивергентному характеру потери устойчивости) является понятие бифуркационного множества. Оно определяет критическую скорость всего множества стационарных режимов. Типичной и самой простой реализацией бифуркационного множества в окрестности прямолинейного режима является полукубическая парабола, однако рецепты построения бифуркационных множеств в аналитическом виде даже для случая одиночного экипажа отсутствовали (точка заострения соответствует критической скорости прямолинейного движения). Результаты Troger H., Scheidl R., Kacani V., Stribersky A., Zeman K. Лобас Л. Г. [5, 6, 7, 8] базировались на численном методе продолжения по двум параметрам, это затрудняет определение условий безопасной потери устойчивости прямолинейного режима движения в пространстве параметров по Н.Н. Баутину[9].

Постановка проблемы Рассмотрим систему, состоящую из корпуса с неповоротной колесной осью и управляющего колесного модуля, угол поворота которого относительно корпуса равен θ .

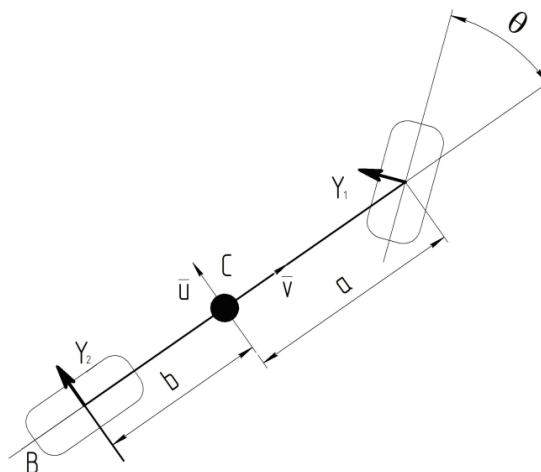


Рис. 1 – Расчетная схема модели автомобиля

Пусть m и J - масса и центральный момент инерции системы относительно вертикальной оси, а a и b - расстояния точки С до передней и задней колесных осей соответственно. Уравнения плоскопараллельного движения одноколейной модели автомобиля с постоянной скоростью имеют вид

$$\begin{cases} m(\ddot{u} + V\dot{\theta}) = Y_1 \cos\theta + Y_2, \\ J\ddot{\theta} = -m(a-b)\dot{\theta} - Y_2, \end{cases} \quad (1)$$

$$Y_i = \frac{k_i \delta_i}{\sqrt{1 + \left(\frac{k_i \delta_i}{\kappa_i Z_i}\right)^2}},$$

где Y_i – силы увода, k_i – коэффициенты сопротивления уводу, κ_i – коэффициенты сцепления в боковом направлении, Z_i – вертикальные реакции на осях.

Их линеаризованный вариант (в окрестности значений ($u = 0, \omega = 0$)) имеет вид

$$\begin{cases} Y_1 = -k_1 \frac{u + a\omega}{V}, \quad Y_2 = -k_2 \frac{-u + b\omega}{V}, \\ \ddot{u} + \frac{k_1 + k_2}{mV} u - \left(\frac{v + k_1 a - k_2 b}{mV}\right) \omega, \quad \ddot{\omega} + \frac{k_1 a + k_2 b}{JV} u - \frac{k_1 a^2 + k_2 b^2}{JV} \omega. \end{cases} \quad (2)$$

Система (2) дает возможность исследовать устойчивость прямолинейного движения автомобиля, реализуемого при значении параметра $\theta = 0$ (угол поворота управляемых колес). Перейдем в (2) к переменным δ_1, δ_2 , тогда

$$\begin{cases} \ddot{\delta}_1 + \left(\frac{v}{l} + \frac{k_1}{V} \left(\frac{l}{m} + \frac{a^2}{J}\right)\right) \delta_1 + \left(\frac{V}{l} + \frac{k_2}{V} \left(\frac{l}{m} + \frac{ab^2}{J}\right)\right) \delta_2; \\ \ddot{\delta}_2 + \left(\frac{v}{l} + \frac{k_1}{V} \left(\frac{l}{m} + \frac{ab}{J}\right)\right) \delta_1 + \left(\frac{V}{l} + \frac{k_2}{V} \left(\frac{l}{m} + \frac{b^2}{J}\right)\right) \delta_2. \end{cases} \quad (3)$$

Характеристическое уравнение, как известно, инвариантно относительно невырожденных линейных замен фазовых переменных

$$\begin{cases} \lambda^2 + p\lambda + q = 0; \\ p = \frac{1}{V} \left(\frac{k_1 + k_2}{m} + \frac{k_1 a^2 + k_2 b^2}{J} \right); \\ q = \frac{k_1 k_2 l^2 - mV^2 (k_1 a - k_2 b)}{mJV^2}. \end{cases} \quad (4)$$

Так как $p > 0$, то условием устойчивости является $q > 0$. Следовательно, для случая $k_1 a > k_2 b$ (автомобиль с избыточной поворачиваемостью) стационарное прямолинейное движение автомобиля асимптотически устойчиво лишь при скоростях, не превышающих критическое значение $V_{кр}$

$$V_{кр}^2 = \frac{k_1 k_2 l^2}{m(k_1 a - k_2 b)} = \frac{k k_1 k k_2}{k k_1 - k k_2} g l, \quad (5)$$

где $kk_i = \frac{k_i}{Z_i}$ – безразмерные коэффициенты бокового увода.

Для случая $k_1a < k_2b$ (автомобиль с недостаточной поворачиваемостью) прямолинейное движение автомобиля асимптотически устойчиво при любой скорости движения. На рис. 2 представлены возможные траектории, отвечающие возмущенным движениям центра масс автомобиля при докритических и закритических скоростях. При докритических скоростях возмущенное движение (без коррекции со стороны водителя - руль закреплен в нейтральном положении) с течением времени становится прямолинейным (рис. 2а), т.е. возмущения - поперечная составляющая скорости центра масс и угловая скорость движения автомобиля относительно вертикальной оси стремятся к нулю. При закритических скоростях возмущения не затухают, т.е. возмущенное движение не стремится вернуться к прямолинейному (невозмущенному) движению (рис. 2б).

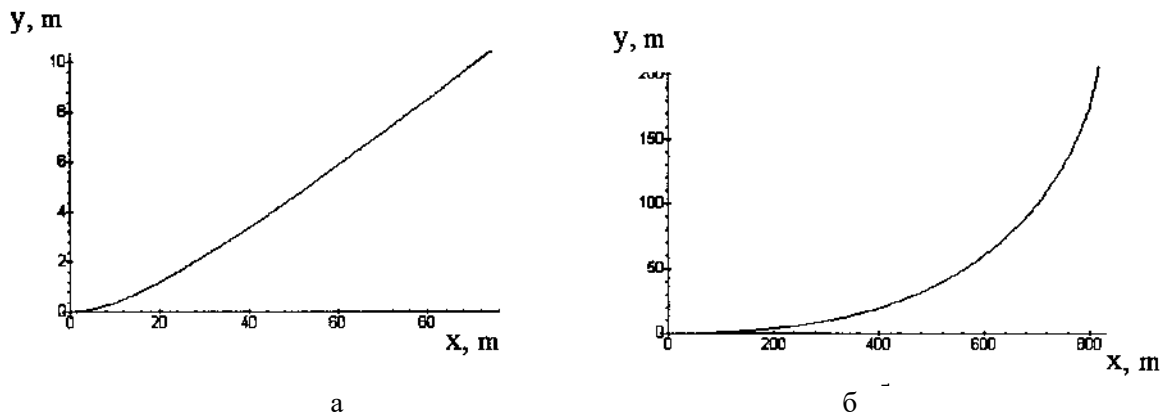


Рис. 2. Траектории, отвечающие возмущенным движениям центра масс автомобиля

Целью работы является разработка альтернативного подхода к определению условий безопасной потери устойчивости прямолинейного режима движения (в смысле Н.Н. Баутина) модели двухосного экипажа с избыточной поворачиваемостью.

Результаты исследования. Потеря поперечной устойчивости прямолинейного движения - частный и наиболее простой для анализа случай потери устойчивости круговых стационарных движений достаточно большого радиуса (соответствующая матрица линейного приближения может быть получена непосредственно из исходной системы уравнений движения и определены условия наличия нулевого собственного значения).

Система уравнений, определяющая множество стационарных режимов достаточно большого радиуса, представлена приближенно в виде (6) (с точностью до членов третьего порядка малости)

$$\begin{aligned}
 & -\frac{mv^2(\delta_2 - \delta_1)}{l} + k_2\delta_2 - \frac{1}{2} \frac{k_2^3 \delta_2^3}{\kappa_2^2 Z_2^2} + k_1\delta_1 - \frac{1}{2} \frac{k_1^3 \delta_1^3}{\kappa_1^2 Z_1^2} = 0; \\
 & a \left(k_1\delta_1 - \frac{1}{2} \frac{k_1^3 \delta_1^3}{\kappa_1^2 Z_1^2} \right) - b \left(k_2\delta_2 - \frac{1}{2} \frac{k_2^3 \delta_2^3}{\kappa_2^2 Z_2^2} \right) = 0.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Оценка числа решений системы (6) при докритическом значении параметра скорости и при закритическом значении позволяет определить условия опасной-безопасной потери устойчивости прямолинейного стационарного режима движения экипажа.

Система (6) может быть сведена к одному определяющему уравнению третьей степени

$$\left(-\frac{1}{2} \frac{kk_1^3}{\kappa_1^2} + \frac{1}{2} \frac{kk_2 l k_1^3 g}{\kappa_1^2 v^2} + \frac{1}{2} \frac{kk_2^3 \left(1 + \frac{glk_1}{v^2} \right)^3}{\kappa_2^2} \right) \delta_1^3 + \left(kk_1 - kk_2 \left(1 + \frac{glk_1}{v^2} \right) \right) \delta_1 = 0. \tag{7}$$

Из анализа знаков коэффициентов определяющего уравнения (7) при докритической и закритической скоростях, находим условия безопасной потери устойчивости прямолинейного стационарного режима

$$kk_2 < kk_1; \quad kk_1\kappa_1^2 < kk_2\kappa_2^2.$$

Графически реализация кратных стационарных режимов нелинейной модели автомобиля представлена на рис. 3а. При $V < V_{kp}$ в малой окрестности точки $(0, 0)$ нет особых точек: начало координат - изолированная особая точка, а индекс Пуанкаре начала координат при $V < V_{kp}$ равен 1 . При $V = V_{kp}$ в начале координат рождается кратная особая точка. При $V > V_{kp}$ в окрестности начала координат имеются две "подвижные" особые точки - в первом и третьем квадрантах. Поскольку индекс начала координат при $V > V_{kp}$ равен -1 (седло), то индекс каждой подвижной точки равен 1 (суммарный индекс Пуанкаре остается неизменным при любых значениях параметров). Устойчивость этих стационарных состояний определяется знаком коэффициентов характеристического уравнения:

$$p = -[\text{div}(f_1, f_2)]_x; \quad q = \left\| \frac{\partial f_1}{\partial x_j} \right\|_x^* . \quad (8)$$

Так как

$$p = -[\text{div}(f_1, f_2)]_{(0,0)} = \frac{1}{V} \left(\frac{k_1 + k_2}{m} + \frac{k_1 a^2 + k_2 b^2}{J} \right), \quad (9)$$

то в силу непрерывности $p > 0$ в некоторой малой окрестности начала координат.

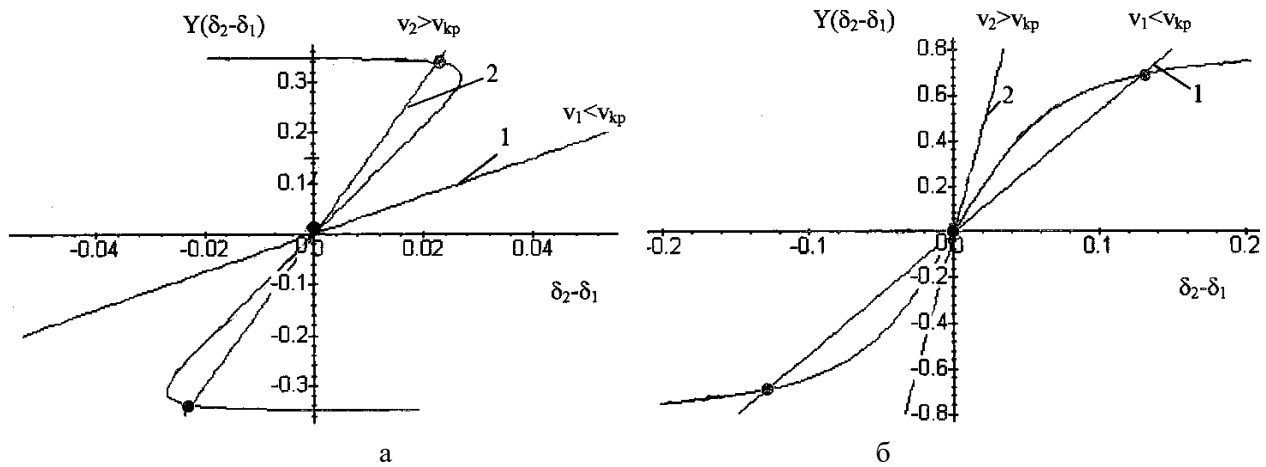


Рис. 3. – Графическое отображение реализации кратных стационарных режимов нелинейной модели автомобиля

Таким образом, хотя начало координат – неустойчивая особая точка (седло), возмущения не превышают некоторой конечной величины (рис.3а). Поскольку значениям $\delta_1^* = const, \delta_2^* = const$, отвечают $\omega_1^* = const, \omega_2^* = const$, то после потери устойчивости прямолинейного движения экипаж описывает на плоскости дороги xu одну из двух окружностей, соответствующих точкам u^*, ω^* .

Рассмотрим бифуркацию слияния особых точек. Этому случаю соответствует рис. 3б. При $V < V_{kp}$ начало координат имеет индекс 1 , и существуют две подвижные особые точки. При $V = V_{kp}$ эти подвижные особые точки сливаются в начале координат. При $V > V_{kp}$ единственная особая точка (в начале координат) является седлом (поэтому сумма всех особых точек при $V < V_{kp}$ равна -1). Подвижные точки являются седловыми. Соответствующий фазовый портрет представлен на рис. 4

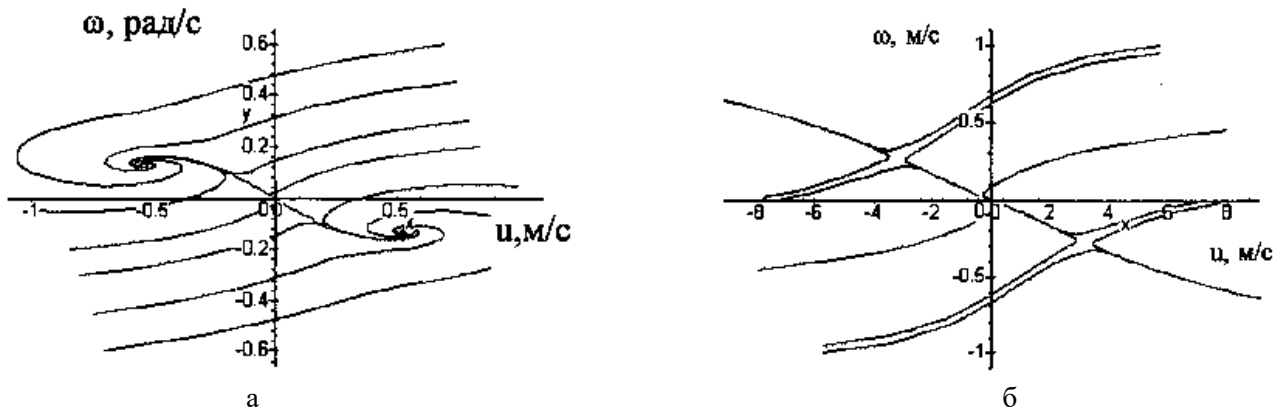


Рис.4. – Фазовые портреты

Рисунок 5 иллюстрирует влияние на бифуркационное множество определяющего параметра ($\kappa_1 = 0,75$, рис. 5а; $\kappa_1 = 0,65$, рис. 5б): при уменьшении κ_1 , ($\kappa_1^0 = \kappa_2^0 = 0,8$) в бифуркационном множестве появляются дополнительные «каспы», которые при критическом значении $\kappa_1 = \kappa_1^*$ сливаются с симметричным, меняя опасный характер потери устойчивости прямолинейного движения на безопасный (при $\kappa_1 < \kappa_1^*$; $\kappa_1^* = \kappa_2^0 \left(\frac{kk_2}{kk_1} \right)^{\frac{1}{2}} > 0,65$ имеет место безопасная потеря устойчивости прямолинейного движения).

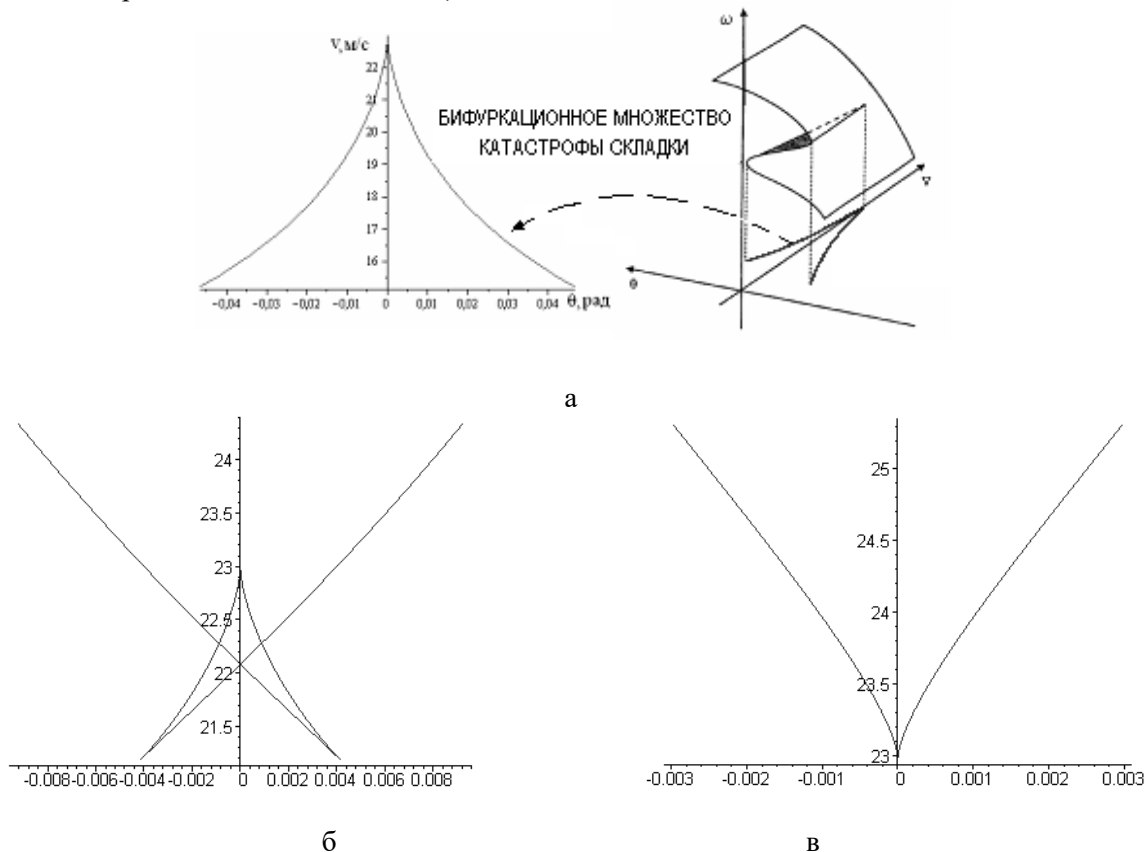


Рис. 5. – Изменение конфигурации бифуркационного множества при уменьшении φ_1

Выводы. Необходимым условием безопасной потери устойчивости прямолинейного движения двухосной модели автомобиля с избыточной поворачиваемостью является требование – коэффициент сцепления задней оси в поперечном направлении должен превышать коэффициент сцепления на передней оси.

1. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля / Я.М. Певзнер. – М.: Машгиз, 1947. – 156с.
2. Литвинов А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей / Д.А. Антонов. М.: Машиностроение, 1978. – 216с
4. Pacejka H.B. (2012). *Tire and Vehicle Dynamics*, 3rd Edition. / H.B. Pacejka. – Butterworth-Heinemann is imprint of Elsevier, 672 p.
5. Troger H (1991). *Nonlinear stability and bifurcation theory*. / H. Troger, A. Steindl. – Wien, New York: Springer – Verlag, 408 p.
6. Kacani V., Stribersky A., Troger H. (1988). Maneuverability of a truck–trailer combination after loss of lateral stability // V. Kacani, A. Stribersky, H. Troger. – *Vehicle Syst. Dyn.*– 17, Suppl.–186-190.
7. Zeman K. (1992). Ermittlung der Lösungsverzweigungen eines Sattelscheppers bei stationärer Kurvenfahrt // *Z. angew Math. Und. Mech.* – 62. №4. – P. 98 – 100.
8. Лобас Л. Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / Л. Г. Лобас, В. Г. Вербицкий– Киев: Наукова думка, 1990. – 216 с.
9. Баутин Н.Н. Поведение динамических систем вблизи границ области устойчивости. / Н.Н. Баутин.–"Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 1984 – С. 176.

REFERENCES

1. Pevsner, Ja. M. (1947). *Theory of the stability of automobile motion* (In Russian). Leningrad: Masgiz. 156 p.
2. Litvinov, A. & Farobin Ya. (1989), *Vehicle: the theory of operational properties* [Avtomobil: teoriya ekspluatatsionnykh svoystv], Mashinostroenie, Moscow, 240 p.
3. Antonov, D. (1978). *The theory of motion stability of multiaxial vehicles*. [Teoriya ustoichivosti dvizheniya mnogoosnykh avtomobilei]. Moscow, Mashinostroenie Publ. 216 p
4. Pacejka, H.B. (2012). *Tire and Vehicle Dynamics*, 3rd Edition. / H.B. Pacejka. – Butterworth-Heinemann is imprint of Elsevier, 672 p.
5. Troger, H (1991). *Nonlinear stability and bifurcation theory*. / H. Troger, A. Steindl. – Wien, New York: Springer – Verlag, 408 p.
6. Kacani, V., Stribersky A., Troger H. (1988). Maneuverability of a truck–trailer combination after loss of lateral stability. *Vehicle Syst. Dyn.*– 17, Suppl.–186-190.
7. Zeman, K. (1992). Ermittlung der Lösungsverzweigungen eines Sattelscheppers bei stationärer Kurvenfahrt // *Z. angew Math. Und. Mech.* – 62. №4. – P. 98 – 100.
8. Lobas, L. (1990). *Qualitative and analytical methods in the dynamics of wheeled vehicles* [Kachestvennye i analiticheskie metody v dinamike kolesnykh mashin], Naukova Dumka, Kyiv, 216 p.
9. Bautin, N. N. (1984). *Behaviour of Dynamical Systems near the Boundary of the Stability Domain*. Nauka, Moscow, 1984. 176 p.

Хребет В.Г., Вербицкий В.Г., Банников В.О., Вельмагина Н.О. Побудова біфуркаційної множини моделі двохосного автомобіля.

Розглянуто альтернативний підхід до визначення умов безпечної втрати стійкості (в сенсі М.М. Баутіна) прямолінійного стаціонарного режиму руху моделі двохосного екіпажу з надлишковою повороткістю, що базується на геометричній картині механізму дивергентної втрати стійкості. Сили відведення як функції кутів відведення представлені з точністю до кубічних членів. Умови безпечної втрати стійкості залежать від співвідношення між коефіцієнтами опору відведення та коефіцієнтами зчеплення в поперечному напрямі на осях.

Ключові слова: автомобіль, коефіцієнт відведення, коефіцієнт зчеплення, стійкість руху, дивергентні біфуркації.

V. Khrebet, V. Verbitskiy, V. Bannikov, N. Velmagina. Building the bifurcation set of a two-axes vehicle model.

An alternative approach is considered to determination of the conditions of safe stability loss for rectilinear stationary motion of an oversteered (in the sense of M. Bautin) two-axes vehicle model. The approach is based on a geometrical representation of the divergent stability loss mechanism. The slipping forces as functions of slipping angles are presented with an accuracy to a cubic term. The safe stability loss conditions depend on the ratio between the slipping resistance coefficients and the clutch coefficients in the transverse direction of the axes.

Keywords: car, slipping coefficient, clutch coefficient, motion stability, divergent bifurcations.

АВТОРИ:

ХРЕБЕТ Валерій Григорович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри "Базові і спеціальні дисципліни" інституту доуніверситетської підготовки, Національний авіаційний університет, e-mail: adipmi@gmail.com

ВЕРБИЦЬКИЙ Володимир Григорович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри "Залізнична колія та колійне господарство", Київський державний економіко – технологічний університет транспорту, e-mail: oxsi@bigmir.net

БАННИКОВ Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри "Автомобілі", Запорізький Національний транспортний університет, e-mail: valeriy_bannikov@mail.ru

ВЕЛЬМАГИНА Наталя Олександрівна, старший викладач кафедри "Прикладна математика", Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, Дніпропетровськ, e-mail: avto@lntu.edu.ua

АВТОРЫ:

ХРЕБЕТ Валерий Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры "Базовые и специальные дисциплины" института доуниверситетской подготовки, Национальный авиационный университет, e-mail: adipmi@gmail.com

ВЕРБИЦКИЙ Володимир Григорович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры "Железнодорожный путь и путевое хозяйство", Киевский государственный экономико-технологический университет транспорта, e-mail: oxsi@bigmir.net

БАННИКОВ Валерий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры "Автомобили", Запорожский Национальный транспортный университет, e-mail: valeriy_bannikov@mail.ru

ВЕЛЬМАГИНА Наталия Александровна, старший преподаватель кафедры "Прикладная математика", Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепропетровск, e-mail: avto@lntu.edu.ua

AUTHORS:

Valeriy KHRIBET Ph.D. in Mathematics, Associate Professor of Department of Fundamental and Special Disciplines of Institute of Pre – University. National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Volodymyr VERBYTSKIY Ph.D. in Mathematics, Professor of Department "Railroad and travel industry", State Economy and Technology University of Transport, Kiev, Ukraine.

Valeriy BANNIKOV Ph.D. in Engineering, Associate Professor of Transport of Automobiles Department, National Technical University, Zaporizhzhya, Kyiv, Ukraine.

Nataliya Velmagina the Senior Lecturer of Department of Applied mathematics Prydneprov's'ka State Academy of civil Engineering and Architecture, Dnipropetrovsk, Kyiv, Ukraine. velmagina@yandex.ua

Стаття надійшла в редакцію 14.04.2016р

Шраменко Н.Ю., Орда О.О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ СУБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ ПРИ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Запропоновано методологічний підхід щодо формалізації процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальній доставці вантажів в контейнерах, який передбачає комплексне вирішення задачі вибору раціонального варіанту транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників в умовах їхніх бюджетних обмежень, ресурсних і технологічних можливостей учасників та базується на врахуванні інтересів кожного з учасників і їхній взаємодії при виконанні складних технологічних операцій в пунктах стикування різних видів транспорту або під час переробки на терміналах.

Ключові слова: транспортний ринок, інтермодальні перевезення, взаємодія суб'єктів, контейнер, критерій ефективності

Постановка проблеми. Враховуючи потенціал транспортного ринку (ТР) України, серед пріоритетних задач розвитку зазначено підвищення конкурентоспроможності вітчизняного транспорту на міжнародному ринку транспортних послуг. Це можливо завдяки створенню сприятливих умов розвитку інтермодальних перевезень вантажів у контейнерах та грантування їх якості, привабливості та доступності для транспортних операторів завдяки, зокрема, розробленню технологій взаємодії всіх учасників перевезення; створенню інституту операторів інтер/мультимодальних перевезень [1].

Інтермодальна система перевезень вантажів в контейнерах являється складним технологічним процесом та потребує детальної проробки кожного послідовного етапу доставки та перевантаження вантажу з одного виду транспорту на інший зі включенням їх до загальної системи транспортування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Переваги інтермодальних / мультимодальних перевезень полягають не тільки в найбільш ефективному поєднанні декількох видів транспорту, оптимізації термінів поставки, зниженні витрат на зберігання вантажу та контролі рівня транспортних витрат, що робить доставку вантажів високоекологічною [2], але й в можливостях отримання додаткових надходжень до держбюджету, прискорення вивільнення коштів вантажовласників в умовах бюджетних обмежень за рахунок скорочення термінів доставки вантажів та зменшення втрат вантажу під час доставки [3].

Виникнення «вузких місць» при взаємодії різних видів транспорту обумовлено різними технологіями виконання операцій [4]. До чинників виникнення зон підвищеного ризику необхідно віднести: нерозвиненість інтермодального сполучення, недосконалість транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників, недосконалість єдиної технічної та правової основи взаємодії різних видів транспорту тощо [5].

Результати теоретичних досліджень [2-7] свідчать про необхідність розробки нових та вдосконалення існуючих підходів при управлінні інтермодальною системою перевезень вантажів у контейнерах, які б дозволяли визначати характер взаємодії окремих елементів системи з урахуванням ресурсних обмежень та технологічних можливостей учасників.

У зв'язку з цим **метою дослідження** є формалізація процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку для формування альтернативних стратегій поведінки транспортно-експедиторських підприємств при інтермодальних перевезеннях вантажів в контейнерних.

Для досягнення мети дослідження основними задачами є: розробка структурної схеми об'єкту дослідження; математична формалізація процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальних перевезеннях вантажів в контейнерних на умовах кооперації.

Результати досліджень. Вибір оптимального варіанту обслуговування вантажовласників обумовлюється техніко-економічними особливостями видів транспорту, наявністю та розміщенням транспортно-логістичної інфраструктури у магістральних перевізників, а також сукупністю якісних показників у відповідності до вимог клієнтів.

Першочерговою задачею при використанні сучасних високоефективних транспортних технологій постає забезпечення взаємоузгодженого функціонування усіх видів транспорту в ланцюгу поставки. Тому, процес взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальних перевезеннях

вантажів в контейнерах доцільно розглядати з позиції інтегрованого підходу, який, на відміну від системного, дозволяє врахувати особливості та характер взаємодії елементів системи доставки вантажів. Згідно з цим підходом, процес взаємодії учасників доставки можна описати кібернетичною моделлю у вигляді «сірої скрині» (рисунок 1). При цьому система не підлягає декомпозиції, тобто, розглядається як єдине ціле та заснована на ефекті тісної взаємодії та синергії окремих елементів; характеризується наявністю: вхідних потоків - множиною видів ресурсів $\{R_i\}$ (трудові, матеріальні, фінансові, інформаційні) та множиною характеристик замовлень вантажовласників $\{W_j\}$ (обсяг перевезення, відстань доставки, інтервал надходження замовлення); вихідної функції відгуку – питомі витрати на транспортно-експедиторське обслуговування вантажовласника при використанні альтернативної технології обслуговування $Z_{заг}$; складові системи представлені сукупністю елементів (суб'єкти транспортного ринку) за умовою наявності тісної взаємодії між ними та впливу факторів зовнішнього середовища - множини вартісних показників $\{U_k\}$ (ставки плати за послуги терміналів, фрахту, собівартість виконання k -ої операцій).

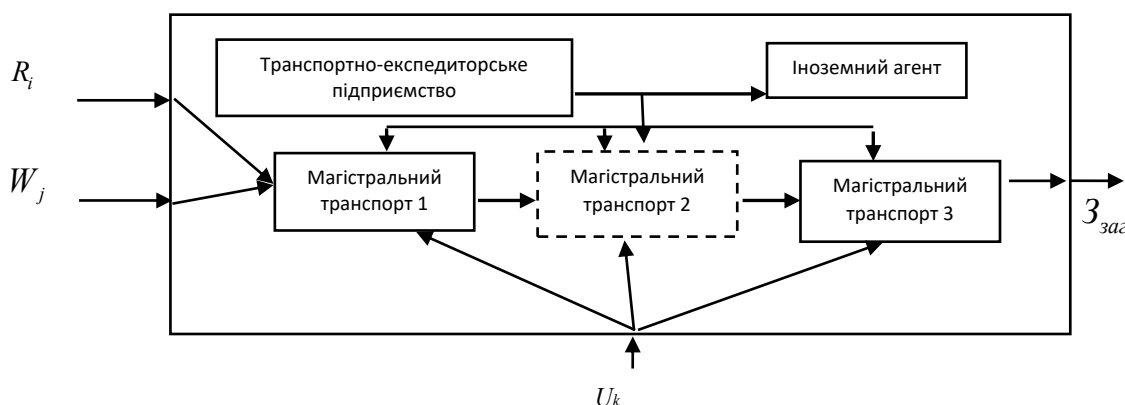


Рисунок 1 – Структурна схема об'єкту дослідження

Математична постановка задачі формування альтернативних стратегій поведінки транспортно-експедиторських підприємств при взаємодії з суб'єктами транспортного ринку має загальний вигляд

$$Z_{заг} = f(\{V\}, \{R\}, \{W\}, \{U\}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $Z_{заг}$ – загальні витрати на ТЕО;

$\{V\}$ – множина альтернативних технологій ТЕО вантажовласників;

$\{R\}$ – множина видів ресурсів;

$\{W\}$ – множина характеристик замовлень вантажовласників;

$\{U\}$ – множина вартісних показників.

При формуванні раціональних стратегій поведінки ТЕП в ринкових умовах необхідно визначити раціональні форми взаємодії всіх суб'єктів, що приймають участь в інтермодальній доставці вантажів у контейнерах [8]. При створенні інтеграційного простору взаємодії суб'єктів ринку в конкурентному середовищі конфлікти інтересів учасників нівелюються за рахунок взаємодії на умовах кооперації, при цьому стратегічними компонентами формування поведінки учасників є характеристики функціонування кожного суб'єкта окремо.

Сукупність альтернативних стратегій поведінки кожного учасника пропонується формувати, перш за все, за напрямками сформульованих місій та бізнес-стратегій підприємств: маркетинговий, технологічний та організаційний. Набір альтернативних стратегій характеризується основними кількісними та якісними показниками, що характеризують потреби вантажовласників та технологічні можливості кожного учасника ТЕО замовлення, в залежності від характеристик потоку заявок та ресурсного потенціалу.

Формалізація процесу взаємодії суб'єктів ТР з позицій інтеграційного підходу дозволяє комплексно вирішити задачу вибору раціонального варіанту транспортно-експедиторського

обслуговування вантажовласників при інтермодальних перевезеннях вантажів в контейнерах з урахуванням інтересів усіх учасників доставки.

В якості критерію вибору раціонального варіанту доставки контейнерних вантажів в інтермодальному сполученні розглядаються мінімальні питомі витрати на доставку, оскільки вони суттєво впливають на кінцеву вартість вантажу, що віддзеркалює конкурентні переваги виробника [9]. Пропонується питомі витрати за кожним з альтернативних варіантом інтермодальної доставки визначати за окремими складовими наступним чином.

Витрати вантажовласника, пов'язані з накопиченням партії вантажу на складі:

$$C_{\text{нак}} = t_{\text{нак}} \cdot Q \cdot C_{\text{зб}}^{BB} + t_n^k \cdot C_n^k \cdot n, \quad (2)$$

де $t_{\text{нак}}$ - час накопичення вантажів на складі вантажовідправника, грн;

Q – обсяг партії вантажу, т;

$C_{\text{зб}}^{BB}$ – питомі витрати на зберігання 1 т вантажу при накопиченні вантажу на складі вантажовласника, грн/доб.;

t_n^k – час завантаження контейнеру, год.;

C_n^k – питомі витрати на завантаження контейнеру, грн./конт.;

n – кількість завантажених контейнерів у партії, од.

Витрати на зберігання 1 т вантажу на складі вантажовідправника, грн/т:

$$C_{\text{зб}}^{BB} = \frac{\sum C_{\text{зп.міс}}^{\text{роб}BB} \cdot N_{\text{роб}_n}^{\text{скл}BB} + C_{\text{накл.міс}}^{\text{скл}BB}}{D_p^{\text{міс}} \cdot \omega_{\text{скл}}}, \quad (3)$$

де $C_{\text{зп.міс}}^{\text{роб}BB}$ – розмір місячної заробітної плати робітника n -ої кваліфікації складу вантажовідправника, грн/міс.;

$N_{\text{роб}_n}^{\text{скл}BB}$ – кількість робітників складу вантажовідправника, чол.;

$C_{\text{накл.міс}}^{\text{скл}BB}$ – сумарні накладні витрати на утримання складу вантажовідправником за місяць, грн./міс.;

$D_p^{\text{міс}}$ – кількість робочих днів за місяць, діб/міс;

$\omega_{\text{скл}}$ – переробна спроможність складу вантажовідправника, т/добу.

Витрати на завантаження одного контейнеру, грн/конт.:

$$C_n^k = \sum_i C_{n_i}^{\text{мех}} \cdot K_{n_i} + \sum_j C_{n_j}^{\text{роб}} \cdot N_j^{\text{роб}}, \quad (4)$$

де $C_{n_i}^{\text{мех}}$ – питомі витрати, пов'язані з роботою навантажувального механізму i -го типу, грн/год.;

K_{n_i} – кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів i -го типу, задіяних при завантаженні контейнеру, од.;

$C_{n_j}^{\text{роб}}$ – тарифна ставка робітника складу вантажовласника j -ої кваліфікації при завантаженні контейнера, грн/год.

$N_j^{\text{роб}}$ – кількість робітників j -ої кваліфікації, задіяних при завантаженні контейнеру, чол.

Витрати, пов'язані з відбором порожніх контейнерів та оплатою за їх використання, грн.:

$$C_{\text{нк}} = C_{1\kappa}^{\text{відб}} \cdot n + C_{\text{вик}}^{1\kappa} \cdot n \cdot t_{\text{вик}}^k, \quad (5)$$

де $C_{1к}^{відб}$ – питомі витрати, пов'язані з відбором одного контейнеру, грн./од.;

$C_{вик}^{1к}$ – ставка плати за використання одного контейнеру, грн./добу.

$t_{вик}^к$ – термін використання контейнерів, діб.

Вартість подачі рухомого складу з порожніми контейнерами на склад вантажовідправника та перевезення навантажених контейнерів до терміналу відправлення магістрального транспорту, грн:

- автомобільним транспортом:

$$C_{под.к}^{AT} = 2 \cdot L_{под} \cdot T_{км} \cdot \frac{q^к}{q_{авт}} + C_{прост} \cdot (t_{оч} + t_{відп}), \quad (8)$$

де $L_{под}$ – відстань від терміналу відправлення магістрального транспорту до складу вантажовідправника, км;

$T_{км}$ – тариф за перевезення контейнерів автомобілем, грн/км;

$q^к$ – вага бруто контейнера, т;

$q_{авт}$ – вантажність автомобіля, що здійснює подачу порожніх контейнерів на склад вантажовідправника та доставку завантажених контейнерів до терміналу відправлення магістрального транспорту, т;

$C_{прост}$ – ставка плати за простій автомобіля в очікуванні розвантаження (навантаження) на складі вантажовідправника, грн/год.;

$t_{оч}$ – час простою автомобіля в очікуванні розвантаження на складі вантажовідправника, год.

$t_{відп}$ – час відпочинку водія згідно з вимогами щодо організації роботи водіїв, год.;

- залізничним транспортом:

$$C_{под.к}^3 = 2 \cdot \left(C_{под(заб)} + C_{рез.пр}^{лок} \right) + C_{вик.пл} \cdot \frac{n}{Z}, \quad (6)$$

де $C_{под(заб)}$ – ставка плати за подачу та забирання платформи, відповідно, при перевезенні порожніх контейнерів до складу вантажовідправника та перевезенні завантажених контейнерів до терміналу відправлення магістрального транспорту, грн;

$C_{рез.пр}^{лок}$ – ставка плати за резервний пробіг локомотиву при перевезенні контейнерів, грн.

$C_{вик.пл}$ – ставка плати за використання однієї залізничної платформи для перевезення контейнерів, грн;

Z – кількість контейнерів, що можуть бути розміщені на залізничній платформі, од.

Витрати на навантаження контейнерів на складі вантажовідправника, грн.:

$$C_{нBB} = C_{прост} \cdot t_{оч} + C_{нBB}^{1к} \cdot n, \quad (7)$$

де $t_{оч}$ – час простою автомобіля в очікуванні навантаження на складі вантажовідправника, год.;

$C_{нBB}^{1к}$ – питомі витрати на навантаження контейнера на рухомий склад, грн/конт.

Питомі витрати на навантаження контейнера на рухомий склад:

$$C_{нBB}^{1к} = \frac{n}{\sum_m K_m \cdot W_n^{BB}} \cdot \left(\sum_m S_{12одm}^н + S_{умрm} \right) \cdot K_m, \quad (8)$$

де K_m – кількість навантажувальних механізмів, задіяних у навантаженні контейнерів на рухомий склад, од.;

W_n^{BB} – продуктивність навантажувального механізму m -го типу на складі вантажовідправника, од./год.;

$S_{1год_m}^n$ – експлуатаційні витрати, пов'язані з роботою навантажувального механізму m -го типу, грн/год.;

S_{ymp_m} – питомі витрати на утримання навантажувальних механізмів на складі вантажовідправника, грн/год.

Витрати на митне оформлення вантажу, грн.:

$$C_{mo} = C_m + C_{m.br} \cdot n, \quad (9)$$

де C_m – сума митних платежів, грн;

$C_{m.br}$ – плата за послуги митного брокера, грн/конт.

Плата за послуги s -ого терміналу магістрального транспорту, грн.:

$$C_{Ts} = C_{нак_s}^T + C_{HPP_s}^T + C_{оф_s}, \quad (10)$$

де $C_{нак_s}^T$ – витрати на накопичення контейнерів на s -ому терміналі, грн;

$C_{HPP_s}^T$ – плата за здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт на s -ому терміналі, грн.

$C_{оф_s}$ – витрати на оформлення перевізних документів, грн.

Витрати на накопичення контейнерів на s -ому терміналі:

$$C_{нак_s}^T = n \cdot \frac{N_s^{3az}}{2 \cdot I_s} \cdot C_{зб_s}^T, \quad (11)$$

де N_s^{3az} – розмір партії вантажів у контейнерах на s -му терміналі, що накопичується для перевезення магістральним транспортом, од.;

I_s – інтенсивність надходження контейнерів до s -го терміналу магістрального транспорту, од./доб.;

$C_{зб_s}^T$ – ставка плати за зберігання одного контейнеру на s -му терміналі за добу, грн./конт. доб.

Плата за здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт на s -му терміналі:

$$C_{HPP_s}^T = C_{HPP_s}^{T1год} \cdot \frac{n}{g_T}, \quad (12)$$

де $C_{HPP_s}^{T1год}$ – ставка плати за здійснення навантажувально – розвантажувальних робіт на s -ому терміналі, грн./год;

g_T – переробна здатність вантажного фронту терміналу, од./год.

Розмір плати за транспортно-експедиторське обслуговування, обумовлений величиною витрат на організацію інтермодальної доставки партії вантажів у контейнерах, грн.:

$$C_{TEO} = \sum_n C_{1год}^{диск} \cdot t_y + C_{доод_n}, \quad (13)$$

де $C_{1год}^{дисп}$ – годинна ставка оплати роботи диспетчера, грн/год.;

t_y – тривалість виконання диспетчером у-ої операції з ТЕО, год.;

$C_{доод_n}$ – додаткові витрати транспортно-експедиторського підприємства на виконання ТЕО, грн.

Розмір плати за доставку партії вантажів у контейнерах магістральним транспортом, грн.:

$$F_v = C_{пер_v}^{MT}, \quad (14)$$

де $C_{пер_v}^{MT}$ – плата за перевезення партії вантажів у контейнерах магістральним транспортом v -го виду, грн.

Вартість послуг іноземного агента, пов'язаних з організацією доставки вантажів у контейнерах до складу вантажоодержувача, грн.:

$$E_2 = C_{in.агент}, \quad (15)$$

де $C_{in.агент}$ – вартість послуг іноземного агента з організації вивозу вантажів у контейнерах з терміналу призначення магістрального транспорту до складу вантажоодержувача, грн.

Отже, запропонована математична формалізація процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальній доставці вантажів в контейнерах є основою для оцінки ефективності використання множини ресурсів учасників доставки та враховує інтереси кожного з учасників і їхню взаємодію при виконанні складних технологічних операцій в пунктах стикування різних видів транспорту або під час переробки на терміналах / залізничних станціях.

Висновки. Запропоновано методологічний підхід щодо формалізації процесу взаємодії суб'єктів транспортного ринку при інтермодальній доставці вантажів в контейнерах, який передбачає можливість комплексного вирішення задачі вибору раціонального варіанту транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників в умовах їхніх бюджетних обмежень, ресурсних та технологічних можливостей учасників. Використання запропонованого підходу дозволить з урахуванням інтересів кожного з учасників дослідити роботу системи обслуговування вантажовласників при інтермодальній доставці вантажів в контейнерах з метою усунення «вузьких місць» та досягнення безперервності процесу доставки.

Перспективними напрямками наукових досліджень є: розробка імітаційної моделі процесу інтермодальної доставки вантажів у контейнерах, проведення моделювання альтернативних варіантів ТЕО вантажовласників з метою вибору раціональної схеми доставки вантажів в контейнерах в заданих умовах.

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. - Режим доступу: http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2010/07/Order_KMU_Transport_strategy-UA-2020.pdf

2. Дмитриев А.В. Интермодальные технологии в логистике транспортно-экспедиторских услуг // Российское предпринимательство. — 2015. — Том 16. — № 5. — с. 787–798. — <http://www.creativeconomy.ru/journals/index.php/rp/article/view/128/>

3. Нагорний Є. В. Комерційна робота на автомобільному транспорті: підручник / Є.В.Нагорний, Н.Ю. Шраменко – Харків, ХНАДУ, 2010. – 324 с.

4. Нагорний Є.В. Аналіз критеріїв ефективності функціонування логістичних систем при доставці вантажів / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. - Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип. 28. – С. 353-357.

5. Петрашевський О. Л. Шляхи підвищення ефективності управління процесами доставки вантажів при мультимодальних перевезеннях / О. Л. Петрашевський, А. І. Кириченко // Проблеми транспорту: зб. наук. праць. – Київ: НТУ, 2012. – № 9. – С. 3–16.

6. Шраменко Н.Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів: монографія / Н.Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.

7. Фридрихсон О.В. Разработка имитационной модели региональной транспортно-логистической контейнерной системы - Режим доступу: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/june-2014>

8. Naumov V., Nagorniy Ie., Litvinova Ya. Model of multimodal transport node functioning. *The archives of transport*, 2015, Vol. 36, Issue 4, pp. 43-54. doi: 10.5604/08669546.1185202.
9. Шраменко Н.Ю. Формування альтернативних варіантів транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників при інтермодальних перевезеннях / Н.Ю. Шраменко, О.О. Орда // Автомобильный транспорт: Сб. научн.тр. – Харьков, 2015. – Вып.37. – С. 70-77.

REFERENCES

1. Transportna stratehiya Ukrainy na period do 2020 roku. [Transport Strategy of Ukraine till 2020]. Available at: http://climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2010/07/Order_KMU_Transport_strategy-UA-2020.pdf
2. Dmytryev A.V. Yntermodal'nye tekhnolohyy v lohystyke transportno-ekspedytorskykh usluh. [The intermodal technology in logistics freight forwarding services] *Rossiyskoe predprynimatel'stvo*, 2015, Vol. 5, pp. 787–798 (In Russ.) Available at: <http://www.creativeconomy.ru/journals/index.php/rp/article/view/128/>.
3. Nahorny Ye. V., Shramenko N.Yu. *Komertsyina robota na avtomobil'nomu transporti* [Commercial work in road transport]. Kharkiv, KhNADUPubl., 2010. 324 p.
4. Nahorny Ye.V., Shramenko N.Yu. Analiz kryteriyiv efektyvnosti funktsionuvannya lohystychnykh system pry dostavtsi vantazhiv [Analysis of criteria of efficiency of the logistic systems at delivery of loads]. *Mizhvuzivs'kyi zbirnyk. "Naukovi notatky"*, 2010, Vol. 28, pp. 353-357.4.
5. Petrashevs'kyi O. L., Kyrychenko A. I. Shlyakhy pidvyshchennya efektyvnosti upravlinnya protsesamy dostavky vantazhiv pry mul'tymodal'nykh perevezennyakh. *Zb. nauk. prats'. «Problemy transportu»* [Collection of scientific works "Problems of transport"], 2012, Vol. 9, pp. 3–16.
6. Shramenko N.Yu. Theoretical and methodological basis of the effective functioning of the terminal systems for delivery of lot cargoes, 2010, 156 p.
7. Frydrykhsen O.V. Development of a simulation model of regional container transport and logistics system. Available at: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/june-2014>
8. Naumov V., Nagorniy Ie., Litvinova Ya. Model of multimodal transport node functioning. *The archives of transport*, 2015, Vol. 36, Issue 4, pp. 43-54. doi: 10.5604/08669546.1185202.
9. Shramenko N.Yu., Orda O.O. Formuvannya al'ternatyvnykh variantiv transportno-ekspedytors'koho obsluhovuvannyavantazhovlasnykiv pry intermodal'nykh perevezennyakh [Formation of cargo owners forwarding service alternative variants in intermodal transportation]. *Sb. nauchn. tr. "Avtomobyl'niy transport"* [Collection of scientific works "Automobile transport"], 2015, Vol. 37, pp. 70-77.

Шраменко Н.Ю., Орда А.А. Формализация процесса взаимодействия субъектов транспортного рынка при интермодальных контейнерных перевозках. Предложен методологический подход к формализации процесса взаимодействия субъектов транспортного рынка при интермодальной доставке грузов в контейнерах, который предусматривает комплексное решение задачи выбора рационального варианта транспортно-экспедиторского обслуживания грузовладельцев в условиях их бюджетных ограничений, ресурсных и технологических возможностей участников и базируется на учете интересов каждого из участников и их взаимодействия при выполнении сложных технологических операций в пунктах стыковки разных видов транспорта или во время переработки на терминалах.

Ключевые слова: транспортный рынок, интермодальные перевозки, взаимодействие субъектов, контейнер, критерий эффективности

N. Shramenko, A. Orda. The formalization of the interaction of the transport market participants in intermodal container transportation. The methodological going is offered near formalization of process of co-operation of subjects of a transport market at интермодальной delivery of loads in containers, that envisages the complex decision of task of choice of rational variant of a transport-dispatch maintenance of owners of goods in the conditions of their budget constraints, resource and technological possibilities of participants and is based on the account of interests of each of participants and their co-operation at implementation of difficult technological operations in the points of docking of different types of transport or during processing on terminals.

Key words: transport market, intermodal freight transport system, interaction of the transport market participants, container, criterion of efficiency

АВТОРИ:

ШРАМЕНКО Наталя Юрївна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортні технології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: nshramenko@gmail.com

ОРДА Олександра Олександрівна, аспірант кафедри транспортні технології, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: kost.alexandra@gmail.com

АВТОРЫ:

ШРАМЕНКО Наталья Юрьевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры транспортные технологии, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: nshramenko@gmail.com

ОРДА Александра Александровна, аспирант кафедры транспортные технологии, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: kost.alexandra@gmail.com

AUTHORS:

Natalya SHRAMENKO, Doctor of Science in Engineering, Professor, Professor of Transport Technologies Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: nshramenko@gmail.com

Alexandra ORDA, post graduated of Transport Technologies Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, e-mail: kost.alexandra@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 30.04.2016р

ПЕРЕЛІК ЗОВНІШНІХ РЕЦЕНЗЕТІВ

Артьомов М.П., д.т.н., професор кафедри «Тракторів і автомобілів», Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, Харків, Україна

Арчвадзе Г. Г., д.т.н., професор, завідувач кафедри морських перевезень і спеціального технологічного обладнання, Грузинський технічний університет, Тбілісі, Грузія

Бажинів О.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

Богвелішвілі З.В., д.т.н., професор кафедри Автомобільного транспорту, Грузинський технічний університет, Тбілісі, Грузія

Вербицький В.Г., д.ф.-м.н., професор, Державний економіко-технологічний університет транспорту, кафедра «Залізнична коля та колійне господарство», Київ, Україна

Войтюк В. Д., д.т.н., професор, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Доля В.К., д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, Україна

Здоренко В.Г., д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та вимірювальної техніки, Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

Кожушко Л. Ф., д.т.н., професор, завідувач кафедри менеджменту, Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

Крайник Л.В., д.т.н., професор, голова правління ВАТ «Укравтобуспром» Львів, Україна

Левківський О.П., д.т.н., професор, завідувач кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Лекіашвілі В.Г., д.т.н., професор, професор кафедри "Автомобільний транспорт", Грузинський технічний університет, Тбілісі, Грузія

Лобашов О.О., д.т.н., професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, професор кафедри «Транспортних систем и логістики», Харків, Україна

LIST OF INVITED REVIEWERS

Nikolay Artemov, D.Sc. Eng., Professor, Professor of the Department "Tractors and cars", Kharkov National Technical University of Agriculture n.a. Peter Vasilenko, Kharkiv, Ukraine

Giorgiy. Archvadze, Ph.D. Eng., Professor, Head of Shipping and Special Technological Devices Department, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Aleksey Bazhinov, D.Sc. Eng., Professor, Head of Automotive Electronics, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

Zurab Bogvelishvili, D.Sc. Eng., Professor of Motor Transport Department, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Vladimir Verbitskiy, D.Sc. Phys.-Math., Professor, Department of "Railway track and track facilities", State Economic and Technological University of Transport, Kiev, Ukraine

Valeriy Voitiuk, D.Sc. Eng., Professor, Head of the Technical service and engineering management Department of National University of life and environmental sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Victor Dolya, D.Sc. Eng., Professor, O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Head of Transport Systems and Logistics Department, Kharkiv, Ukraine

Valeriy Zdorenko, D.Sc. Eng., Professor, Head of the Department of Computer-Integrated Technologies and Measuring Techniques, Kiev National University of Technology and Design, Kiev, Ukraine

Leonid Kozhushko, D.Sc. Eng., Professor, Head of the of Management Department, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

Liubomyr Krainyk, D.Sc. Eng., Professor, Chairman of the Board of JSC «Ukratobusprom», Lviv, Ukraine

Olexander Levkivskiy, D.Sc. Eng., Professor, Head of Production, Repair and Materials Science Department, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Valerian Lekiasvili, D.Sc. Eng., Professor, Department of Transportation, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Oleksyy Lobashov, D.Sc. Eng., Professor, Professor of Transport Systems and Logistics Department, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine

Пашинський В.А., д.т.н., професор, професор кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва, Кіровоградський державний технічний університет, м. Кіровоград, Україна

Приймак О.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри теплотехніки, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Ремарчук М.П., д.т.н., професор кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин Української державної Академії залізничного транспорту, Харків, Україна

Сивак І.О., д.т.н., професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Сидорчук О.В., член-кор. НААНУ, д.т.н., професор, професор кафедри управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

Форнальчик Є.Ю., д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Цюман М.П., к.т.н., доцент, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Victor Pashynskyi, D.Sc. Eng., Professor, Professor of Construction and Road Machines and Engineering Department, Kirovograd National Technical University, Kirovohrad, Ukraine

Olexandr Pryimak, D.Sc. Eng., Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Head of Department of Thermal Engineering, Kiev, Ukraine

Mykola Remarchuk, D.Sc. Eng., Professor of the Department of construction, wheeled and handling machines Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov, Ukraine

Ivan Suvak, D.Sc. Eng., Professor of Department of Technologies and Automation of Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, Ukraine

Olexander Sydorчук, D.Sc. Eng., Professor, Member Of The Core. NAASU, Professor Of The Project Management, Information Technology And Telecommunications Department, Lviv State University Of Life Safety, Lviv, Ukraine

Yevhen Fornalchuk, D.Sc. Eng., Professor, Head of Transport Technologies Department, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Mykola Tsiuman, Ph.D., Associate Professor, Department of Engines and Heating Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Ціна договірна

Колектив авторів

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ ТА ТРАНСПОРТІ
ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING AND TRANSPORT

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

SCIENTIFIC JOURNAL

ISSN 2313-5425

Випуск 2 (6), 2016

Volume 2 (6), 2016

Видається двічі на рік

Publication Frequency: 2 issues per year

Комп'ютерний набір та верстка: І. Козачук
Дизайн обгортки: В. Чернецький

Матеріали друкуються в авторській редакції. За стилістику і орфографію статей відповідальність несуть автори.

Адреса редакції:
вул. Львівська, 75, ауд. 339, Луцьк,
Волинська обл., Україна, 43018.
тел. (0332) 74-61-31.
e-mail: tehavtomash@gmail.com
<http://avtomash.lntu.edu.ua>

Підписано до друку 21.05.2016 р.
Формат 60x84/8. Гарнітура Times. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 19,97. Обл. вид. арк. 19,69. Тираж 100 прим.

Редакційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75.
Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК № 4123 від 28.07.2011 р.

Друк – Вежа-Друк. Зам. № 308.
(м. Луцьк, вул. Бойка, 1, тел. (0332)29-90-65).
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.