УДК 665.753(045)
UDC 665.753(045)

ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ АНАЛІЗ МОДИФІКАЦІЇ СКЛАДУ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ

Бойченко С.В., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Личманенко О.Г., аспірант, Національний авіаційний університет, Київ, Україна

CAUSAL ANALYSIS MODIFYING THE COMPOSITION OF AVIATION FUEL

Boichenko S.V., Doctor of Technical Science, National Aviation University, Kyiv, Ukrain
Lychmanenko O.G., Postgraduate, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИИ СОСТАВА АВИАЦИОННЫХ БЕНЗИНОВ

Бойченко С.В., доктор технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Личманенко О.Г., аспирант, Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Вступ

Споживаючи лише 3% видобутих енергетичних ресурсів авіація завдає значних збитків навколишньому середовищу.

Велика частка газів CO_2 що містяться в авіаційній емісії зберігається в атмосфері, не поглинаючись повністю океанами і біосферою Землі. До складу емісії входять хімічно активні азотовмісні продукти (NO_x), котрі викликають зменшення вмісту метану (CH_4) і збільшення кількості озону (O_3) внаслідок процесів що відбуваються в атмосфері. В результаті спільного впливу емісії водяної пари, вуглеводню (НС), оксидів сірки (SO_x) і сажі утворюються і накопичуються в атмосфері дрібні частинки, відбувається утворення інверсійних слідів і зміна фону хмарності. Утворення метану (CH_4) та сульфатного аерозолю веде до охолодження клімату, іншій емісії (CO_2, O_3, інверсійні сліди, хмарність, сажа) викликають потепління клімату [1].

У зв’язку зі збільшенням повітряних перевезень важливого значення набуває підвищення паливної ефективності та зменшення емісії літальних апаратів (ЛА). На сьогодні нафтове паливо як і раніше залишається домінуючим. При великих об’ємах споживання високоякісних нафтопродуктів питання підвищення ефективності та екологічності авіаційної техніки, зокрема, з поршневими двигунами, економії та раціонального використання авіаційних палив набувають першочергового значення.

Як і автомобільні бензини, авіаційні являють собою суміш компонентів, одержуваних різними технологічними процесами [2]. Базовими фракціями авіабензинів є: бензин прямої перегонки нафти, бензин каталітичного реформінга, бензин каталітичного крекінга. Основні високооктанові компоненти – алкілат, технічний ізооктан, толуол, піробензол і алкілбензол, етилова рідина. До авіаційних бензинів висувають більш жорсткі вимоги щодо якості та умов їх застосування.

Дана стаття присвячена науково-прикладній проблемі створення реформульованого авіаційного бензину модифікацією складу додаванням композицій аліфатичних спиртів.

Значним недоліком відомих марок авіаційних бензинів є наявність у їх складі гарного антидетонатора, але дуже токсичної речовини – тетраетилсвинцю (ТЕС). Наприклад, для авіаційних поршневих двигунів, відповідно до ГОСТ 1012, передбачено виробництво авіаційних бензинів марок Б-95/130 і Б-91/115, що являють собою нафтові фракції, що википають у межах 40–180оС. Сьогодні відомі авіаційні бензини мароки Б-92 (ТУ 38.401-58-47-92) та Б-70 (ТУ 38.101913-82) зі зниженою концентрацією ТЕС. У DEF STAN 91-90 Issue 3 відображені вимоги до AVGAS 100LL, AVGAS 100, AVGAS 80. Згідно ASTM D 6227 розроблено авіаційний бензин 82UL, що вже не містить ТЕС, однак його випробування ще не завершено. З аналізу цих документів нами складено порівняльну таблицю 1 по вмісту ТЕС у складі авіаційних бензинів [3]. З таблиці видно тенденцію зменшення вмісту ТЕС у складі авіаційних бензинів, але практично усі марки сьогодні вміщають токсичний ТЕС. Нами сформульовано гіпотезу – досягнути підвищення екологічності авіаційних бензинів можна модифікацією складу авіаційних бензинів оксигенатами, наприклад, аліфатичними спиртами, заміщаючи токсичний ТЕС.

До оксигенатів належать нижчі спирти та прості ефіри, що використовуються як високооктанові компоненти моторних палив. Їх виробляють з альтернативної паливам сировини: етанолу, метанолу та бутанолу, що переважно отримують з вугілля, рослинних продуктів та важких нафтових залишків. Використання аліфатичних спиртів розширює ресурсний потенціал палив та часто дозволяє покращити їх якість. Вони можуть бути основними паливами або використовуватися як добавки до палив нафтового походження. Такі палива характеризуються кращими миючими властивостями, кращим горінням, а також під час згорання утворюють менше оксиду вуглецю та вуглеводнів.

Рекомендована концентрація оксигенатів в бензинах становить 3-15% (об.) [4]. Вона вибирається з розрахунком, щоб вміст кисню в паливі не перевищував 2,7%. Пояснюється це тим, що така кількість оксигенатів, незважаючи на їх більш низьку в порівнянні з нафтовим бензином теплотворну здатність, не спричиняє негативного впливу на потужності характеристики двигунів.

Взагалі застосування спиртів як моторних палив та високооктанових добавок відомо з початку минулого століття, проте їх широке промислове застосування почалося лише в 80-90-ті роки XX століття [5].

Таблиця 1 - Вміст ТЕС в авіаційних бензинах

№ з/п	Марка авіабензину	Нормативний документ	Вміст антидетонатора	Найменування антидетонатора
1	2	3	4	5
1	Б-95/130	ГОСТ 1012-72	3,1 г/1 кг бензину, не більше	ТЕС
2	Б-91/115		2,5 г/1 кг бензину, не більше	
3	Б-92	ТУ 38.401-58-47-92	2,0 г/1 кг бензину, не більше	
4	Б-70	ТУ 38.101913-82	0	
5	Avgas 80	DEF STAN 91-90 Issue 3	0,14 г/л	
6	Avgas 100LL		0,56 г/л	
7	Avgas 100		0,85 г/л	
8	82UL	ASTM D6227	0	схожий на автомобільний бензин, але без автомобільних добавок
9	85UL	-	0	без кисневмісних добавок
10	91/96	-	практично не помітно	ТЕС
11	91/96UL	ASTM D7547	0	без етанолу, антиоксидантні та антистатичні добавки
12	100/130	-	1,12	ТЕС
13	G100UL	-	0	ароматичні сполуки, такі як ксилол
14	100SF	-	0	мезітілен
15	115/145 ("Avgas 115")	-	1,29	ТЕС

Сьогодні багато країн активно проводять програми впровадження біопалив, в основному через їх введення до складу традиційного нафтового палива. Сучасні вимоги Європейського Союзу (ЄС) згідно директиви ЄС 2009/28/ЭС ставлять такі завдання: до 2020 р. частка відновлювальної енергії у загальному балансі енергоспоживання має досягнути 20%, біопалива – як мінімум 10%.

Згідно прогнозів експертів [6], до 2050 р. авіаперевезення спричинятимуть до 20 % шкідливих викидів у всьому світі, а емісія продуктів згоряння у верхніх шарах атмосфери вкрай шкідливі. Для вирішення поставлених завдань за кордоном інтенсивно ведуться роботи по зниженню витрати палива автомобілями та розвитку автомобільних технологій, що забезпечують роботу двигуна на паливах з високим вмістом біокомпонентів: біоетанолу, біодизелю та ін.

На сьогодні Міжнародна організація цивільної авіації (ІСАО) визначила 300 ініціатив щодо виробництва та використання альтернативних видів палива. На сьогодні створено 5 великих

консорціумів, що працюють у сфері альтернативних видів палива для авіації. Світова тенденція свідчить, що комерційні рейси, що використовують альтернативні види палива, вже не є тільки концепцією.

Згідно Угоди про екологічну політику, що була укладена на 38-й Асамблеї ІСАО (2013 р.), передбачено розроблення загальносвітових ринкових інструментів, що дозволять зменшити до мінімуму викиди CO_2 в атмосферу з 2020 р. Одним із пріоритетних інструментів у вирішенні цього завдання є використання альтернативних палив, що має до 2050 р. зменшити об’єм викидів CO_2 на 50% (порівняно з 2005 р.). А в планах Міжнародної асоціації повітряного транспорту (ІАТА) – зменшення емісії CO_2 на 30% до 2025 р.

Повноважні органи щодо льотної придатності цивільної авіації визначають безпеку експлуатації ЛА на підставі специфікацій на авіаційне паливо.

Постановка проблеми

Дослідження з використання аліфатичних спиртів як добавок до авіаційних бензинів для покращення фізико-хімічних, експлуатаційних і екологічних властивостей ведуться по усьому світу та підтверджують перспективність модифікування традиційних палив оксигенатами (насамперед, біометанолом, біоетанолом та біобутанолом).

Гіпотеза: досягнути підвищення екологічності авіаційних бензинів можна модифікацією складу авіаційних бензинів аліфатичними спиртами, заміщаючи токсичний ТЕС.

Мета: обґрунтування перспектив заміщення ТЕС оксигенатними добавками у складі авіаційних бензинів.

Об'єкт дослідження: модифікування складу авіаційних бензинів добавками аліфатичних спиртів.

Предмет дослідження: фізико-хімічні властивості авіаційних бензинів і перспективи заміни ТЕС комплексом оксигенатів.

Аналіз досліджень і публікацій

Аналіз існуючої літератури призводить до висновку, що додавання аліфатичних спиртів до складу палив змінює їх властивості [5-8, 10-18]. Нами було проведено порівняння фізико-хімічних властивостей та складено їх порівняльну характеристику для різних компонентів авіаційних бензинів.

Таблиця 2 - Характеристика фізико-хімічних властивостей спиртів та авіаційних бензинів [8]

Найменування показника	Авіаційний бензин марки 100 LL	Авіаційний бензин марки Б91/115	82 UL	Метанол	Етанол	Бутанол
Густина20 °С, кг/м^3	визначається	не нормується	не нормується	792	789,3	810
Температура кипіння, °С	75-170	40-180	-	64.5	78,4	117,5
Температура застигання, °С	мінус 58°с	мінус 60°с	мінус 58	мінус 98	мінус 114,1	мінус 90,2
Масова доля кисню, %	-	-	-	50	34,7	21,6
Теплота випаровування, кДж/кг	не нормується	не нормується	не нормується	1115	839,3	591,2
Теплота згорання, кДж/кг	43500	42947	40800	24000	26945	35520
Тиск насиченої пари, кПа	38-49	29,3-47,9	-	-	17	8,4
Розчинність у воді за температури 20°С, %	не розчиняється	не розчиняється	не розчиняється	необмежено	необмежено	7,9
Октанове число, виміряне: - дослідницьким методом - моторним методом	не визначається 99.5	не визначається 91	не визначається 82	111 94	108 92	99,6 94
Кінематична в’язкість за температури 20^{o}С	не визначається	не визначається	не визначається	-	1,52 сСт	3,64 сСт
Вміст ТЕС	0,56 г/л	2,5 г/кг	0	-	-	-
Гранична норма вмісту в бензині згідно EN 228:2000	-	-	-	3%	5%	7 – 10%

Аналізуючи дані таблиці 2 приходимо до висновку, що теплоти згорання етанолу, метанолу та бутанолу істотно нижчі за теплоти згорання авіаційних бензинів, що спричиняє підвищення витрат палива під час використання даних спиртів. Однак вміст кисню у складі оксигенатів, призводить до більш високої повноти згорання палива, тому різниця в теплоті згорання стає не настільки відчутною.

За умови використання спиртів знижується емісія продуктів неповного згорання палив, зменшується утворення сажі. Однак водночас зростають викиди у довкілля альдегідів (як продукту неповного окиснення спиртів), можливе також збільшення емісії оксидів азоту. Крім того, спирти гігроскопічні, мають низькі мастильні властивості, корозійно-агресивні, негативно впливають на конструкційні матеріали.

Основним недоліком бензиново-спиртових палив є їх фазова нестабільність, обумовлена наявністю в них навіть невеликих кількостей води і, як наслідок, обмеженою взаємною розчинністю компонентів. Введенням в спиртові палива відповідних модифікаторів і стабілізаторів вдається подолати виникаючі труднощі. Для забезпечення стабільності спиртовмісних бензинів при виробництві, зберіганні і використанні необхідно: запобігати потраплянню в них води; використовувати стабілізуючі добавки або співрозчинники, гомогенізуючи систему бензин-вода-спирт. Рекомендується додавати спирт до бензину безпосередньо перед заправкою автомобіля [4].

Як стабілізатори бензино-спиртових сумішей пропонується використовувати: аліфатичні спирти С3-С12 нормальної і розгалуженої будови, феноли, алкілацетати, прості і складні ефіри та їх металоорганічні похідні, кетони, аміни, ПАР, а також гліколі та їх ефіри, альдегіди, кетали, ацетали, алкілкарбонати, карбонові кислоти та суміші зазначених сполук.

Світовими центрами виробництва біопалива в 2012 році були США, Бразилія та Європейський Союз. Наприклад, у 2010 році вони зконцентрували 85 % світового виробництва біологічного палива, лише на США припадає 48 % виробництва світового біопалива.

Найбільш поширений вид біопалива – біоетанол, його частка складає 82% всього виробленого в світі палива з біологічної сировини [5]. Провідними його виробниками є США та Бразилія.

Компанією Environmental Energy на території США створена експериментальна установка по виробництву біобутанолу, на якій, по заявкам спеціалістів компанії, біобутанол можна отримувати зі всього, що росте на земному шарі.

За підрахунками [9] в світі налічується близько 90 заводів з виробництва метанолу. І лише 5 перспективних проектів з виробництва біометанолу, серед них BioMCN (Нідерланди, Європа), Smithfield Foods (Юта, США), North Shore Energy Technologies (в перспективі, США), Norin Green (в перспективі, Японія), Atlantic Biomass (в перспективі, США).

Таблиця 3 - Економічні показники альтернативних видів палив для бензинових двигунів

Вид палива	**Затрати на виробництво, %**	**Вартість одиниці пробігу, %**
Бензин нафтовий	100	100
Етанол	120	170
Метанол	110	120
Бутанол	130	175

На території України майже не розвинена інфраструктура з виробництва біопалив, хоча технічних та сировинних перешкод цьому немає. Розроблена велика кількість технологій впровадження виробництва: біоетанолу та біобутанолу на українських спиртозаводах, зокрема останнього в Обухівському комбінаті кормових добавок (Ладижинський АО"Фермент").

Закордонні патенти містять інформацію про створення авіаційних палив. Зокрема у патенті US 7559961 B2 представлено композиційні альтернативні авіабензини, що утворюють суміші вуглеводневих спиртів. В US 0011765 A1 використовуються компоненти, добуті з біомаси, але вони повинні бути виділені з неї у вигляді чистих хімічних речовин. Крім того, у даному патенті заявлено, що вміст води в паливі не повинен перевищувати 2%. Якщо кількість води буде більшою, то відбудеться розшарування палива, що є неприйнятним. Крім того, використовуються аміни, що є досить дорогими хімічними компонентами, виробництво яких в Україні поки що не налагоджене. У патенті US 7553404 B2 у сумішах використовується 60% традиційного бензину, бутан, ізопентан, циклогексан. Загалом наведено 93 сумішеві композиційні палива. Проте усі вони є високовартісними, а тому не можуть бути використані з економічних причин [8].

Оскільки на сьогодні досить широко висвітлено використання аліфатичних спиртів – метанолу, етанолу та бутанолу як добавок до автомобільних бензинів, тому подалі нами для аналізу

перспективи модифікування авіаційних бензинів через використання цих оксигенатів було детально проаналізовано властивості і перспективи використання спиртів у складі авіаційних бензинів.

Метанол

Метанол являє собою спирт з 1 атомом вуглецю (CH_3OH). Метанол є одним із перспективних видів палива, оскільки має високе значення октанового числа [7]. Як добавки до бензинів метанол використовують нечасто [4]. Як моторне палива використовується, в основному, суміш М85 (85% метанолу і 15% вуглеводнів), а також чистий метанол М100 (100% метанолу) [10]. В усіх випадках він дає змогу знизити токсичність вихлопних газів двигуна. Застосування стовідсоткового метанолу обмежується через його високу токсичність і корозійну агресивність щодо конструкційних матеріалів, що призводить до зниження строку експлуатації деталей двигуна та погіршенню якості пального, підвищується ризик збільшення емісії летких органічних речовин, що можуть привести до зменшення концентрації озону. Для метанолу характерні викиди формальдегіду, в той час як під час згоряння етанолу утворюється переважно ацетальдегід [11].

При використанні метанолу ККД двигуна підвищується на 5-15% у порівнянні з бензином. Це пов’язано з високою температурою випаровування метанолу, що сприяє зниженню температури суміші і збільшенню маси паливо-повітряного заряду, зменшенню тепловідведення в циліндрах двигуна і температури відпрацьованих газів, потужність не знижується.

Однією з найбільш серйозних проблем, що ускладнюють застосування добавок метанолу, є його токсичність, погана розчинність у вуглеводнях та висока гігроскопічність. Схильність до розшарування підвищується з пониженням температури, збільшенням концентрації води і зменшенням вмісту ароматичних сполук у бензині. Для стабілізації бензино-метанольних сумішей використовують присадки: пропанол, ізопропанол, ізобутанол та інші спирти. До складу бензину можна вводити близько 5 % (об.) метанолу; при цьому бензинометанольна суміш (ВМС) залишається гомогенною [4].

Експлуатаційні властивості, енергетичні показники і пускові якості, метанольного палива, поліпшуються при додатковому введенні вищих спиртів і ефірів. Такі палива отримали назву змішаних спиртових палив. Випробування однієї з композицій сумішевого палива показали збільшення потужності двигуна на 4-7% та покращення паливної економічності (в порівнянні з чистим спиртом) на 10-15%, при цьому вміст у відпрацьованих газах оксидів азоту знижується на 25-30% в порівнянні з роботою на бензині[4].

Велика зацікавленість в використанні метанолу, як палива спостерігається в країнах, що мають власні ресурси кам’яного вугілля і недостатні ресурси нафти. Метанол можна виготовляти з природного газу, вугілля, біомаси.

Етанол

Значно більший інтерес як добавка до палив має етанол, оскільки він краще розчиняється в вуглеводнях та менш гігроскопічний. Молекула етанолу складається з 2 атомів вуглецю – C_2H_5OH.

Широко відомо застосування «газоходу», що представляє собою суміш бензину з 10–20% етанолу, в США та Бразилії, що мають значні ресурси спирту отримуваного з цукрової тростини. У Швеції запроваджена програма відмови від нафти до 2020 року. Загалом використання етанолу як палива більш цікаве країнам багатим на рослинні ресурси, зокрема Україні.

Нафтові бензини виступають найбільшим джерелом штучних канцерогенних речовин. Зокрема, головною екологічною перевагою використання біоетанолу в складі сумішевих бензинів є можливість виключення застосування високотоксичних металовмісних антидетонаційних присадок та метилтретбутиловогоетеру (МТБЕ). Завдяки додаванню навіть 10 % етанолу бензин збагачується киснем, що сприяє більш повному згоранню і зменшенню викидів оксиду вуглецю на 30 %. Також спостерігається зменшення викидів токсичних речовин на 30 % та викидів летких органічних сполук – більш ніж на 25 %. Використання суміші бензину і етанолу, Е10, дозволено усіма великими виробниками автомобілів, при цьому покращується робота двигуна, шляхом додавання 2-3 октанових одиниць до детонаційної стійкості палива, запобігає перегріву двигуна, виконує функцію антифризу паливної системи і не викликає забруднення паливних інжекторів. [12]

Однак при використанні біоетанолу виникає низка специфічних питань. Оскільки біоетанол за своїми фізико-хімічними властивостями суттєво відрізняється від бензину (має високе октанове число на рівні 92 од. за моторним методом, нижчу теплоту згоряння, але більшу детонаційну стійкість та корозійність, при концентрації більше 12% може негативно вплинути на роботу двигуна).

Потенціал щорічного виробництва біоетанолу за наявною сировинною базою (меляса, кукурудза, зернові культури, цукрове сорго) згідно з оцінкою фахівців концерну «Укрспирт» сягає 2 млн. тонн, що дозволить в перспективі замістити до 40 % обсягів бензину, що споживають в Україні.

Євросоюз у своїх офіційних документах розглядає Україну як потенційного експортера біоетанолу до країн Європи [12].

Значення ККД спиртового двигуна вище бензинового у всьому діапазоні робочих сумішей, завдяки чому питома витрата енергії на одиницю потужності знижується. Загальна ефективність палива поступово зростає зі збільшенням відсоткового вмісту етанолу в паливі [13].

В реальних умовах неминуче потрапляння води в бензино-спиртове паливо в процесі зберігання, транспортування та експлуатації, що призводить до фазового розділення. Дана проблема бензино-спиртових сумішей не зникає і при використанні абсолютованих етилових спиртів. Як стабілізатори пропонується використання фурилкарбінолу [15].

На сьогодні авторами [15] розроблено рецептуру палива моторного біологічного Е-85 (ТУ У 24.6 – 35523958 – 001:2009 «Паливо моторне біологічне. Технічні умови»), що відповідає екологічним та експлуатаційним вимогам до моторного палива для сучасних автомобілів та враховує сировинну базу України.

Бутанол

Окрім метанолу та етанолу сімейство перспективних аліфатичних спиртів складають пропанол (3 атоми вуглецю – C_3H_7OH) та бутанол (4 атоми вуглецю – C_4H_9OH) [16].

Використання біобутанолу – це наступний значний етап розвитку біопалив, застосування якого має задовольнити зростаючі потреби в екологічно безпечному, поновлюваному транспортному паливі [17]. Бутанол представляє собою спирт (безбарвна рідина з характерним запахом сивушного масла). Термін «біобутанол» застосовують до бутилового спирту (бутанол), що отримують з рослинної сировини.

Оскільки бутанол не володіє корозійними властивостями, він може транспортуватись по існуючій інфраструктурі [16].

Бутанол виділяє чистої енергії на робочий цикл більше, ніж етанол або метанол, і приблизно на 10% більше, ніж бензин. У даний час одержуваний з зерна бутанол привертає все більшу увагу фахівців для застосування його в якості палива, у зв'язку з впровадженням нових високоекономічних технологій виробництва біобутанолу. Тому не виключено, що в найближчі 10-15 років етанол втратить пальму першості. Успіх обумовлюється низкою переваг бутанола перед етанолом, серед них:

- Бутанол містить на 25% більше енергії, ніж етанол: 110 тис. BTU на галон бутанола проти 84 тис. BTU на галон етанолу. Бензин же містить близько 115 тис. BTU на галон;
- Бутанол - набагато менш агресивна речовина, ніж етанол, тому може транспортуватися по існуючим паливним трубопроводах, тоді як етанол повинен транспортуватися залізничним або водним транспортом;
- Бутанол можна змішувати з бензином;
- Бутанол може повністю замінювати бензин, тоді як етанол може використовуватися тільки як добавка до бензину з максимальним вмістом в суміші не більше 85% і тільки після істотних переробок двигуна. В даний час в світі переважають суміші з 10% вмістом етанолу;
- Змінений бутанол має більш високий вихід енергії (10 Вт-ч / г), ніж етанол (8 Вт-ч / г);
- При горінні бутанол не виробляє окислів сірки або азоту, що дає суттєву перевагу з точки зору екології.

Біобутанол поліпшує паливну ефективність автомобіля і збільшує пробіг на одиницю палива що витрачається [16]. Біобутанол отримують з тієї ж сировини - кукурудзи, цукрових буряків, сорго, маніоки, цукрового очерету, кукурудзяних стебел та іншої біомаси, що і етанол, але він може замінювати бензин в рівному обсязі.

Біобутанол забезпечує значні екологічні переваги в порівнянні з паливом на нафтовій основі, включаючи більш низький рівень викидів парникових газів у навколишнє середовище. Біобутанол дозволить також стримувати і, можливо, знизити рівень вихлопів вуглекислого газу в атмосферу. [16]

На сьогодні біобутанол може додаватися до складу бензину у концентрації до 10% в Європі і до 11,5% у США без модифікації двигуна. У майбутньому є потенціал для збільшення максимально допустимого використання біобутанолу в бензині до 16% за об'ємом.

У присутності води суміш, що містить біобутанол, меншою мірою схильна до розшарування, ніж суміші етанол/бензину, і тому це дозволяє використовувати існуючу інфраструктуру дистрибуції, не вимагаючи модифікацій установок для змішування, сховищ або заправок.

Згідно досліджень [18], була визначена відносна лімітна вартість біобутанолу, що становить 0,73 від вартості МТБЕ і 0,8 від вартості біоетанолу. Отримані значення є орієнтирами при оцінці конкурентоспроможності біобутанолу в якості високооктанового компонента автомобільних бензинів.

До основних переваг біобутанолу, можна віднести велику теплоту згорання щодо біоетанолу, що дозволяє використовувати його в більш високій концентрації в бензинах. Крім того, його можна отримувати з нехарчової рослинної сировини, що є ефективним способом утилізації відходів сільського господарства та лісопереробної промисловості.

Бутанол безпечніший у використанні, оскільки в шість разів менше випаровується, ніж етанол і в 13,5 разів менш леткий, ніж бензин. Пружність парів бутанолу за Рейдом становить 2,3 кПа, у бензину це 31 кПа, у етанолу – 14 кПа. Це робить бутанол більш безпечним при використанні як оксигенату і не вимагає особливих змін пропорцій суміші при використанні взимку і влітку. Зараз він використовується як оксигенат в штатах Арізона, Каліфорнія та ін.

Бутанол може заміняти бензин як паливо більшою мірою, ніж етанол, завдяки своїм фізичним властивостям, економічності, безпеці, а також через те, що його використання не вимагає переробок двигуна автомобіля. Основною причиною, за якою до недавнього часу ніхто не знав про бутанол як про альтернативне паливо, є те, що виробництво цього продукту ніколи не вважалося економічно доцільним [16].

На підставі вищенаведеного аналізу та аргументів нами було складено інтегровану порівняльну характеристику фізико-хімічних та екологічних властивостей спиртів – табл. 5.

Таблиця 5 - Порівняльні фізико-хімічні та екологічні властивості спиртів

Спирт	**Властивості**
Метанол	- найбільше октанове число; - покращення паливної економічності на 10-15%; - ККД двигуна підвищується на 5-15% у порівнянні з бензином; - висока токсичність і агресивність щодо конструкційних матеріалів; - вміст у відпрацьованих газах оксидів азоту знижується на 25-30% в порівнянні з роботою на бензині.
Етанол	- октанове число істотно вище, ніж бензину; - розшарування при наявності води; - необхідна модифікація двигуна при збільшенні вмісту; - низька теплота згоряння - пара етанолу розсіюється швидше, ніж пара бензину; - менш токсичний, ніж бензин, не містить канцерогенних компонентів; - пара етанолу менш вогненебезпечна, ніж пара бензину через вищу температуру самозаймання; - електропровідність значно вища, ніж у бензину, що знижує небезпеку накопичення статичної електрики під час руху палива, у тому числі і в паливній системі.
Бутанол	- октанове число вище, ніж бензину; - енергоємність бутанолу близька до енергоємності бензину; - суміш не розшаровується в присутності води; - легко змішується зі звичайним бензином; - не вимагає модифікації двигуна, може повністю замінити бензин; - не володіє корозійними властивостями; - низький тиск парів біобутанолу не повинен призводити до появи високих рівнів емісії летких органічних сполук.

Висновки

У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що до теперішнього часу в області отримання та регулювання властивостей спиртовмісних авіаційних бензинів проведено великий обсяг наукових досліджень. Зокрема в США створено авіаційні бензини без вмісту ТЕС, що випускаються згідно стандарту ASTM D 6227, але їх випробування ще повність не завершені.

Заміна автомобільними бензинами авіаційних в існуючому авіаційному парку поршневої авіації України є неприпустимою, оскільки автомобільний бензин не відповідає вимогам, які висувають до авіаційних палив.

На сьогодні розробляються авіаційні бензини з вмістом етанолу. Оскільки він є наймасовішим продуктом серед аліфатичних спиртів. Етанол найбільше підходить для застосування на практиці за рахунок великого обсягу виробництва і низької токсичності. У порівнянні з метанолом він є менш корозійно агресивним та гігроскопічним, краще розчиняється у вуглеводнях. Завдяки етанолу бензин збагачується киснем та сприяє більш повному згорянню палива.

Сьогодні одним з найбільш перспективних добавок аліфатичних спиртів виступає біобутанол.

Оскільки в ході аналізу літератури було встановлено, що він є найменш агресивним до конструкційних деталей двигуна, володіє найбільшою стабілізаційною дією по відношенню до спирто-бензинових сумішей, має октанопідвищуючі властивості та дозволяє зменшити кількість токсичних викидів.

На відміну від існуючих біопалив, біобутанол потенційно може бути транспортований по трубопроводах; тобто він може бути швидко доданий до бензину, і це дозволить уникнути потреби в будівництві великомасштабної інфраструктурі поставки.

Існуючі потужності з виробництва етанолу можуть бути рентабельно модернізовані під виробництво біобутанолу (необхідні зміни процесів ферментації та дистиляції).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Non-CO2 multipliers and aviation climate impact. / THE ICAO JOURNAL. – 2009. – VOLUME 64 NUMBER 1. – P. 23-24.

2. Хіммотологія [Електронний ресурс]: Навчальний посібник / С.В. Бойченко, В.І. Терьохін, В.Ф. Новіков та ін. – За ред. Член-кореспондента НАН України О.Ф. Аксьонова. – Київ: НАУ 20 ... - 1 (CD-ROM).

3. Avgas [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://en.wikipedia.org/wiki/Avgas..

4. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: Справ. изд. / А.М. Данилов. – М.: Химия, 2000. – 232 с.: ил.

5. Асяев А.Н. Исследование влияния качества спирта и состава углеводородной фракции на физико-химические и эксплуатационные показатели биоэтанольного топлива Е85 / А.Н. Асяев, В.Е. Емельянов, Е.А. Никитина // Технологии Нефти и Газа. – 2010. – № 4. – С. 24-27.

6. Бондаренко К.В. Перспективи впровадження альтернативного палива в авіації / К.В. Бондаренко, С.В. Бойченко, В.Г. Семенов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №9 (86). – С. 76-80.

7. Онойченко С.М. Розробка і дослідження композицій неетильованих бензинів, що містять етанол: дис. … канд.. техн. наук .: 05.17.07/ Онойченко Світлана Миколаївна. – М.: 2000. – 168 с.

8. Вдовін В.С. Модифікування складу авіаційних бензинів додаванням аліфатичних спиртів: літературний огляд / В.С. Вдовін, К.В. Бондаренко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологи. – 2014. – № 64. – С. 164-171.

9. Маркетинговое исследование рынка биометанола и его производных : [аналит. отче / Research. Techart]. – М.: 2008. – 22 с.

10. Льотко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С., Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: МАДИ(ТУ), 2000. – 311 с.

11. Приминение алифатических спиртов в качестве экологически чистых добавок в автомобильные / С.А. Карпов, Л.Х. Кунашев [и др.] // Нефтегазовое Дело. – 2006. – № 2. – Режим доступа к журналу: http://ogbus.ru/

12. Аблаев А.Р. Биотопливо: мышление за пределами нефтяной трубы / А.Р. Аблаев // Эколог. вестн. России. – 2009. – № 2. – С. 23-26.

13. Експлуатаційні властивості альтернативних моторних палив на основі оксигенатів / Полункин Е.В., Каменева Т.М., Пилявский В.С. и др. // Катализ и нефтехимия. – 2012. – № 20. – С. 70-74.

14. Експлуатаційні властивості альтернативних моторних палив на основі оксигенатів / В.С. Пилявський, О.О. Гайдай, К.О. Кирпач, та ін. // Катализ и нефтехимия. – 2012. – №21. – С. 162-166.

15. Гайдай О.О. Екологічні та експлуатаційні характеристики палива моторного біологічного Е-85 [Електронний ресурс] / [Гайдай О.О., Зубенко С.О., Полункін Є.В., Пилявський В.С.] // Збірник наукових статей “ІІІ-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю”. – Вінниця, 2011. – Том.1. – С.308-310. Режим доступу: http://eco.com.ua/

16. Иманкулов Н.Н. Биобутанол - альтернативная замена моторного топлива / Н.Н. Иманкулов // Научный вестник южного региона. – 2010. – № 5 – 6 (35 – 36). – С. 3-7.

17. Внукова Н. В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту / Н. В. Внукова, М. В. Барун // Альтернативные источники энергии. – 2011. – №9 (91) – С. 45-55.

18. Ершов М. А. Исследование биобутанола в качестве высокооктанового компонента автомобильных бензинов : автореф.дис. на соискание ученой степени кан. тех. наук: спец. 05.17.07, «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» / М.А. Ершов. – М., 2012. – 27 с.

REFERENCES

1. THE ICAO JOURNAL, 2009, Non-CO2 multipliers and aviation climate impact VOLUME 64, NUMBER 1.

2. Boychenko S. Himmotologiya [Electron resource]: Navchalny posibnik / S.V. Boychenko, V.I. Teriokhin, V.F. Novikov and other. - Kyiv: NAU 2008. - 1 e. wholesale. drive. (CD-ROM).

3. Avgas [electronic resource]: according to Wikipedia - the free encyclopedia. Access to article: http://en.wikipedia.org/wiki/Avgas.

4. Danilov A.M. Application additives in fuel for cars. M.: Chemistry, 2000 - 232 p.

5. Asyaev A.N. Investigation of the influence of alcohol and the quality of the hydrocarbon fraction of the physico-chemical and operational performance of bio-ethanol E85 fuel / A.N. Aseyev, V.E. Emelyanov, E.A. Nikitina // Tehnologii nefti I gaza. - 2010. - № 4. - P. 24-27.

6. Bondarenko K. Perspectives for the introduction of alternative fuels in aviation / K.V. Bondarenko, S.V. Boychenko, V.G. Semenov // Aviacionno-kosmicheskaya tehnika i tehnologii. - 2011. - № 9 (86). - P. 76 - 80.

7. Onoychenko S.M. Research and development tracks unleaded petrol containing ethanol: diss. ... Candidate Sc. Science.: 05.17.07 / Onoychenko Svetlana. - M.: 2000 - 168 p.

8. Vdovin V.S. Modification aviation gasoline composition by adding aliphatic alcohols: literature review / V.S. Vdovin, K.V. Bondarenko // Otkrutie informacionnie I komputernie integrirovanie tehnologii. - 2014. - №64, - P. 164 - 171.

9. Market research in bio-ethanol and its derivatives: [analytical report / Research. Techart]. - M. : 2008 - 22 p.

10. Lotko V., Lukanin V.N., Khachian A.S. Use of alternative fuels in internal combustion engines. - M.: MADI, 2000. - 311 p.

11. The use of aliphatic alcohols as environmentally friendly additives in automotive / S.A. Karpov, L.H. Kunashev et al. // Naftogazovoe delo. - 2006. - № 2. - Access to the magazine: http://ogbus.ru/

12. Ablaev A.P. Biofuels: Thinking outside the oil pipe / A.P. Ablaev // Ekologichnii Vestnik Rossii. - 2009. - № 2. - P. 23-26.

13. Operational properties of alternative motor fuels based oxygenates / E.V. Polunkyn, T.N. Kamenev, V.S. Pylyavskyy et al. // Kataliz i neftehimiya. - 2012. - № 20. - S. 70 - 74.

14. Operational properties of alternative motor fuels based oxygenates / V.S. Pylyavskyy, A.A. Gaidai, K.O. Kyrpach et al. // Kataliz i neftehimiya. - 2012. - №21. - S. 162 - 166.

15. Gaidai O.O. The environmental performance and fuel motor biological E-85 [electronic resource] / [O.O. Gaidai, S.O. Zubenko, E.V. Polunkin, V.S. Pylyavskyy] // Collected articles "Third Ukrainian Congress ecologists with International Participation". - Vinnitsa, 2011. - Tom.1. - P. 308-310. Access: http://eco.com.ua/

16. Imankulov N.N. Bioethanol - alternative motor fuel replacement / N.N. Imankulov // Nauchnii vestnik uznogo regiona. - 2010. - № 5 - 6 (35 - 36). - P. 3 - 7.

17. Vnukova N.V. Alternative fuels as a basis for resource and environmental safety of vehicles / N.V. Vnukova, M.V. Barun // Alternativnie istochniki energii. - 2011. - №9 (91) - P. 45 - 55.

18. Ershov M.A. Research of bioethanol as a high-octane gasoline component: avtopeferat thesis for the degree of candidate of technical sciences specialty: 05.17.07, "Chemical technology of fuel and high-energy substances" / M.A. Ershov. - M., 2012. - 27 p.

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Причинно-наслідковий аналіз модифікації складу авіаційних бензинів / Бойченко С.В., Личманенко О.Г. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В зв’язку зі збільшенням повітряних перевезень важливого значення набуває підвищення паливної ефективності літальних апаратів. На сьогодні нафтове паливо як і раніше залишається основним. При великих об’ємах споживання високоякісних традиційних палив питання підвищення ефективності авіаційної техніки, економії та раціонального використання авіаційних палив набуває державного значення.

Дана стаття присвячена науково-прикладній проблемі створення реформульованого авіаційного бензину шляхом модифікації складу традиційних нафтових палив додаванням

аліфатичних спиртів. Оскільки використання метанолу, етанолу та бутанолу розширює ресурсний потенціал палив та часто дозволяє покращити їх якість. Вони можуть бути основним паливом або використовуватися як добавки до палив нафтового походження. Композиційні палива характеризуються кращими миючими властивостями, кращим горінням, а також під час згорання утворюють менше оксиду вуглецю та вуглеводнів.

Розглянуто вплив аліфатичних спиртів на експлуатаційні, фізико-хімічні та екологічні властивості традиційних авіаційних нафтових палив. Проаналізовано дослідження з використанням етилового, метилового та бутилового спиртів при роботі автомобільних паливних систем на композиційних та чистих альтернативних паливах як аналогів впровадження в авіації. Підтверджено, що додавання аліфатичних спиртів до традиційних авіаційних палив дозволить знизити шкідливі викиди у верхніх шарах атмосфери.

Мета: обґрунтування перспектив заміщення тетраетилсвинцю оксигенатними добавками у складі авіаційних бензинів.

Об'єкт дослідження: модифікування складу авіаційних бензинів добавками аліфатичних спиртів.

Предмет дослідження: фізико-хімічні властивості авіаційних бензинів і перспективи заміни тетраетилсвинцю комплексом оксигенатів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВІАЦІЙНЕ ПАЛИВА, ТЕТРАЕТИЛСВИНЕЦЬ, АЛІФАТИЧНІ СПИРТИ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА, ЕТАНОЛ, МЕТАНОЛ, БУТАНОЛ

ABSTRACT

Boichenko S.V., Lychmanenko O.G. Causal analysis modifying the composition of aviation fuel. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In connection with the increase in air traffic becomes important improve the fuel efficiency of aircraft. Today oil fuel is still basic. When the large volumes of high consumption of traditional fuels the question of aviation engineering efficiency, economy and rational use of aviation fuels acquires national importance.

The article is devoted scientific-applied problems of alternative aviation gasoline by modifying the composition of traditional oil fuels adding of aliphatic alcohols. As the use of methanol, ethanol and butanol fuel expands the resource potential and can often improve their quality. They may be the basic fuel or used as an additive for fuel petroleum. Composite fuels characterized by the best cleaning properties, better burning and combustion in the form the less carbon monoxide and hydrocarbons.

The influence of aliphatic alcohols on operational, physical and chemical and environmental properties of traditional petroleum aviation fuels has been studied. The research has also considered the use of ethyl, methyl and butyl alcohols in motor-car fuel systems in the composition of complex and pure alternative fuels in aviation. It has confirmed, that addition of aliphatic alcohols to traditional aviation fuels enables reduction of harmful emissions in the upper layers of the atmosphere.

Purpose: substantiate the prospects of TEL substitution with oxygenate additions in composition of aviation petrol.

Research object: modification of aviation petrol composition with the additions of aliphatic alcohols.

Research subject: physical and chemical properties of aviation petrol and prospects of TEL replacement with complex of oxygenates.

KEY WORDS: AVGAS, ALIPHATIC ALCOHOLS, TETRAETHYL LEAD, ALTERNATIVE FUELS, ETHANOL, METHANOL, BUTANOL

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Причинно-следственный анализ модификации состава авиационных бензинов / Бойченко С.В., Личманенко А.Г. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В связи с увеличением воздушных перевозок важное значение приобретает повышение топливной эффективности летательных аппаратов. Сегодня нефтяное топливо по-прежнему остается основным. При больших объемах потребления высококачественных традиционных топлив вопросы

повышения эффективности авиационной техники, экономии и рационального использования авиационных топлив приобретает государственное значение.

Данная статья посвящена научно-прикладной проблеме создания реформулированных авиационных бензинов путем модификации состава традиционных нефтяных топлив добавлением алифатических спиртов. Поскольку использование метанола, этанола и бутанола расширяет ресурсный потенциал топлива и часто позволяет улучшить их качество. Они могут быть основным топливом или использоваться в качестве добавок к топливам нефтяного происхождения. Композиционные топлива характеризуются лучшими моющими свойствами, лучшим горением, а также при сгорании образуют меньше оксида углерода и углеводородов.

Рассмотрено влияние алифатических спиртов на эксплуатационные, физико-химические и экологические свойства традиционных авиационных нефтяных топлив. Проанализированы исследования с использованием этилового, метилового и бутилового спиртов при работе автомобильных топливных систем на композиционных и чистых альтернативных топливах как аналогов внедрения в авиации. Подтверждено, что добавление алифатических спиртов к традиционным авиационным топливам позволит снизить выбросы вредных веществ в верхних слоях атмосферы.

Цель: обоснование перспектив замещения тэтраэтилсвинца оксигенатнимы добавками в составе авиационных бензинов.

Объект исследования: модифицирования состава авиационных бензинов добавками алифатических спиртов.

Предмет исследования: физико-химические свойства авиационных бензинов и перспективы замены тэтраэтилсвинца комплексом оксигенатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВИАЦИОННОЕ ТОПЛИВО, ТЭТРАЭТИЛСВИНЕЦ, АЛИФАТИЧЕСКИЕ СПИРТЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, ЭТАНОЛ, МЭТАНОЛ, БУТАНОЛ

АВТОРИ:

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор кафедри екології, Національного авіаційного університету, e-mail: chemmotology@ukr.net, Україна, 03058, Київ, пр. Космонавта Комарова, 1.

Личманенко О.Г., аспірант кафедри екології, Національного авіаційного університету, e-mail: izabellac@mail.ru, Україна, 03058, Київ, пр. Космонавта Комарова, 1.

АВТОРЫ:

Бойченко С.В., доктор технических наук, профессор кафедры экологии, Национального авиационного университета, e-mail: chemmotology@ukr.net, Украина, 03058, Киев, пр. Космонавта Комарова, 1.

Личманенко О.Г., аспирант кафедры экологии, Национального авиационного университета, e-mail: izabellac@mail.ru, Украина, 03058, Киев, пр. Космонавта Комарова, 1.

AUTHORS:

Boichenko S.V., Dr. Sc., professor, National Aviation University, e-mail: chemmotology@ukr.net, Ukraine, 03058, Kyiv, Kosmonavta Komarova 1.

Lychmanenko O.G., Postgraduate of the Ecology Department, National Aviation University, e-mail: izabellac@mail.ru, Ukraine, 03058, Kyiv, Kosmonavta Komarova 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Шаманський Сергій Йосипович, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

REVIEWERS:

Shamanskyi Sergii J., Ph.D., associated professor of the ecology department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Jurii F. Dr. Sc. in Engineering, professor, head of the department “Engines and thermotechnics”, National Transport University, head of the automobile department, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43
UDC 621.43

ANALIZA MOŻLIWOŚCI KONSTYTUOWANIA SWOBODNEJ ENERGII POWIERZCHNIOWEJ PRZED NAKŁADANIEM POWŁOK OCHRONNYCH

CIECIŃSKA Barbara, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ ПОВЕРХНІ ПЕРЕД НАНЕСЕННЯМ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

ЧЕЧИНСЬКА Барбара, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

THE ANALYSIS OF POSSIBILITY OF SURFACE FREE ENERGY FORMING BEFORE THE APPLICATION OF PROTECTIVE COATINGS

CIECINSKA Barbara, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Powłoki malarskie i ochrona przed korozją. Pomiędzy powierzchnią materiału a otaczającym go środowiskiem zachodzą procesy niszczenia, nazywane korozją. Dotyczy ona różnorodnych rodzajów materiałów (metalicznych, ceramicznych, kompozytów, tworzyw sztucznych) i może mieć zróżnicowany charakter (chemiczny, mikrobiologiczny, fizyczny lub elektrochemiczny). Mechanizm korozji jest zależny od rodzaju środowiska i w związku z tym wyróżnia się korozję atmosferyczną, ziemną, w suchych gazach, w wodach morskich [6, 10]. W przypadku motoryzacji szczególnym zagrożeniem są gazy spalinowe, korozja wówczas jest uzależniona od ich składu, temperatury, warunków spalania paliwa. Wyróżnia się tu zwłaszcza gazy zawierające siarkę i popioły, jako te najbardziej wpływające na szybkość zniszczeń korozyjnych [9]. W związku z tym stosuje się warstwy ochronne, jak np. powłoki lakiernicze w celu uniknięcia lub opóźnienia zniszczenia materiałów spowodowanego korozją.

Zabezpieczenie przed korozją jest skuteczne, o ile w odpowiedni sposób przygotuje się powierzchnię do niego przeznaczoną. Stan powierzchni i jej czystość ma istotny wpływ na jakość powłoki, równomierność podczas nakładania, przyczepność i trwałość. Dlatego przed nakładaniem powłok lakierniczych stosuje się szereg operacji poprzedzających, zwłaszcza mycie w kąpielach odtłuszczających, zawierających fosforan sodu, odtłuszczanie alkaliczne lub w parach rozpuszczalników. Niejednokrotnie, po takich kąpielach konieczne jest wypłukanie części wodą [6]. Po przeprowadzeniu operacji przygotowawczych można nakładać powłoki ochronne. Jednak pojawia się problem natury organizacyjnej w kontekście postępowania z zużytymi chemikaliami, ochrony pracowników przed utratą zdrowia i wypełniania postanowień dyrektyw UE regulujących zadania w kwestii poszanowania środowiska naturalnego.

Lasery i ich zastosowanie w obróbce materiałów konstrukcyjnych. Kształtowanie właściwości części maszyn może odbywać się na wiele sposobów. Obok znanych sposobów, jak np. kształtowania formującego (jak odlewanie, metalurgia proszków), plastycznego (m. in. kucia, walcowania, wyciskania, tłoczenia) i ubytkowego (obróbki ściernej, skrawaniem, erozyjnej) wykorzystujących powszechnie znane i dostępne urządzenia technologiczne i obrabiarki, pojawia się obróbka wiązką lasera.

W celu zmodyfikowania właściwości warstwy wierzchniej wiązką lasera, stosuje się różnorodne sposoby. Są to mi.in.: *umacnianie przemianą, nadtapianie warstwy wierzchniej* - podczas której laser nagrzewa cienką warstwę powierzchni obrabianej (np. hartowanie powierzchniowe); w wyniku obróbki uzyskuje się strukturę drobnodyspersyjną i bardziej jednorodną, pogorszeniu ulega wprawdzie chropowatość powierzchni, ale polepszają się właściwości eksploatacyjne – tribologiczne, zmęczeniowe i antykorozyjne; *szkliwienie* stosowane w celu uzyskania struktury amorficznej w warstwie wierzchniej materiałów metalicznych i trudnotopliwych; *zagęszczanie laserowe*, polegające na przetopieniu materiału na pewną głębokość, w celu uzyskania materiału o większej gęstości. Najczęściej w wyniku zagęszczania usuwa się porowatość, defekty powierzchniowe jak rysy, rozwarstwienia, itp. Podobnie, porównując parametry obróbki, przebiega *wygładzanie laserowe*, którego celem jest zmniejszenie chropowatości powierzchni i zmiana kształtu profilu nierówności [2]. Wiązką lasera *wprowadza się pierwiastki stopowe, natapia* i *regeneruje* części. Istnieje również grupa technik bezprzetopieniowych, dzięki którym poprawia się strukturę, zmniejsza defekty lub nadaje określone właściwości (np., wyżarzanie, odpuszczanie, hartowanie laserowe).

Innym sposobem obróbki powierzchni jest laserowe *czyszczenie*, podczas którego wykorzystywane jest zjawisko ablacji (zw. również odparowywaniem ablacyjnym, desorpcją lub trawieniem laserowym). Polega ono na odparowaniu warstwy wierzchniej po osiągnięciu wartości progowej energii. W wyniku oddziaływania impulsu energia zostaje pochłonięta, warstwa wierzchnia nadtopiona, a materiał ze stopionej strefy gwałtownie odparowany i wyrzucony w postaci plazmy – fragmentów cząsteczek materiału oraz produktów reakcji [1, 3]. Sposób ten znalazł szerokie zastosowanie m. in. do usuwania zanieczyszczeń – z powodzeniem usuwa się warstwy różnorodnych osadów organicznych i nieorganicznych z powierzchni malowanych, betonowych, metalowych; zwłaszcza, że w niektórych przypadkach zastosowanie lasera pozwala wyeliminować powszechnie dotąd stosowane substancje chemiczne, krytykowane niejednokrotnie z uwagi na tendencje prośrodowiskowe. Lasery umożliwiają usuwać niekiedy bardzo stare nawarstwienia o niejednorodnej, często losowej strukturze i grubości [7].

Swobodna energia powierzchniowa. Podczas nakładania powłok powierzchnie są zwilżane powłoką-cieczą, między zwilżaną powierzchnią wyrobu-ciała stałego a styczną do menisku cieczy zwilżającej (wyprowadzonej w punkcie styku zetknięcia cieczy z powierzchnią ciała stałego) tworzy się tzw. kąt zwilżania (zw. też kątem granicznym) θ. Jego wartość zależy od równowagi sił kohezyjnych przyciągania między cząsteczkami cieczy, sił przyciągania cząsteczek cieczy przez ciało stałe, sił przyciągania tych cząstek cieczy, które nie mają styczności z ciałem stałym, ale znajdują się w zasięgu oddziaływań międzycząsteczkowych, oraz sił grawitacji [5].

Połączenie się dwóch powierzchni różnych ciał – co w naszym przypadku oznaczać może połączenie powłoki z ciałem stałym - zwane jest adhezją i w wielu procesach wytwórczych ma fundamentalne znaczenie [4].

Wielu badaczy właściwości adhezyjne określa przy pomocy swobodnej energii powierzchniowej (dalej SEP) [np. 4, 8, 11] i jest to charakterystyczna wielkość właściwa każdemu ciału. Wartość SEP można wyznaczać różnymi metodami. Jedną z nich jest metoda Owensa-Wendta oparta o pomiar kąta zwilżania θ wykonany przy użyciu cieczy o znanej energii swobodnej [11]. W metodzie tej przyjmuje się, że swobodna energia powierzchniowa badanego materiału ma dwie składowe – polarną i dyspersyjną:

$$\gamma_S = \gamma_S^p + \gamma_S^d \tag{1}$$

gdzie: γ_S – swobodna energia powierzchniowa materiału,
γ_S^p – składowa polarna SEP materiału,
γ_S^d – składowa dyspersyjna SEP materiału.

Swobodna energia cieczy γ_L, podobnie jak γ_S, złożona jest z dwóch składowych, polarnej i dyspersyjnej (γ_L^p i γ_L^d). Wyraża się wzorem, uwzględniającym składowe energii materiału γ_S^p i γ_S^d:

$$\gamma_L(1 + \cos\theta/2) = (\gamma_S^p \gamma_L^p)^{0,5} + (\gamma_S^d \gamma_L^d)^{0,5} \tag{2}$$

gdzie: θ – kąt zwilżania powierzchni wybraną cieczą.

Wówczas stosując dwie ciecze pomiarowe o znanych wartościach energii powierzchniowej oraz rozwiązując układ równań:

$$(\gamma_L^d)^{0,5} + 1,53\,(\gamma_S^p)^{0,5} = 7,8\,(1 + \cos\theta_1) \tag{3}$$

$$(\gamma_L^d)^{0,5} + 0,22\,(\gamma_S^p)^{0,5} = 3,65\,(1 + \cos\theta_2) \tag{4}$$

można wyznaczyć poszukiwaną γ_S materiału [11]. Ta właśnie metoda wyznaczenia SEP została wykorzystana w badaniach eksperymentalnych, opisanych w pkt. 4.

Ze względu na zjawisko adhezji przygotowanie powierzchni odgrywa istotną rolę w zapewnieniu właściwej przyczepności powłoki i jej trwałości podczas eksploatacji. Stąd, zanim właściwa powłoka zostanie naniesiona na podłoże, jest ono poddawane różnorodnym zabiegom:

– czyszczenia w celu usunięcia pyłów, niepotrzebnych smarów, mikroorganizmów, pęcherzyków gazów, korozji, niepotrzebnej ochrony przed korozją – niejednokrotnie używa się do tego celu kwaśnych lub alkalicznych kąpieli o określonym składzie chemicznym;

– obróbki specjalnej mającej na celu „rozwinięcie” powierzchni – pozwala ona na zwiększenie jej aktywności fizykochemicznej oraz zwiększenie sił wiązań adhezyjnych pomiędzy podłożem a powłoką.

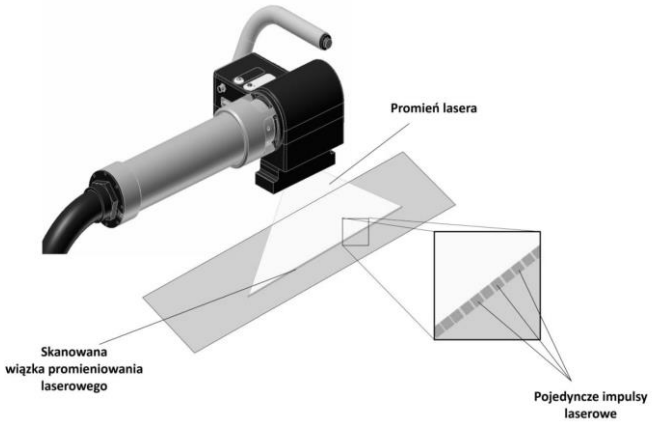
Wykonuje się wówczas obróbkę mechaniczną – np. ścierną, strumieniowo-ścierną, piaskowanie, szczotkowanie – która w efekcie daje określoną strukturę geometryczną powierzchni (określona chropowatość nie jest jednak gwarantem najkorzystniejszej SEP).

Obróbka mechaniczna może być jednak niekiedy złym rozwiązaniem ze względu na konstytuujące się nadmierne naprężenia ściskające w warstwie wierzchniej. Rozwinięcie powierzchni uzyskuje się też poprzez chemiczne trawienie – wówczas w kąpielach trawiących o określonym składzie i temperaturze po określonym czasie otrzymuje się powierzchnie o dużej aktywności fizykochemicznej [8].

Niektóre ciecze, jak farby i kleje z rozpuszczalnikami wodnymi mają większą swobodną energię powierzchniową niż powierzchnia tworzywa, na które są nanoszone. Wówczas konieczne jest zwiększanie SEP podłoża [11].

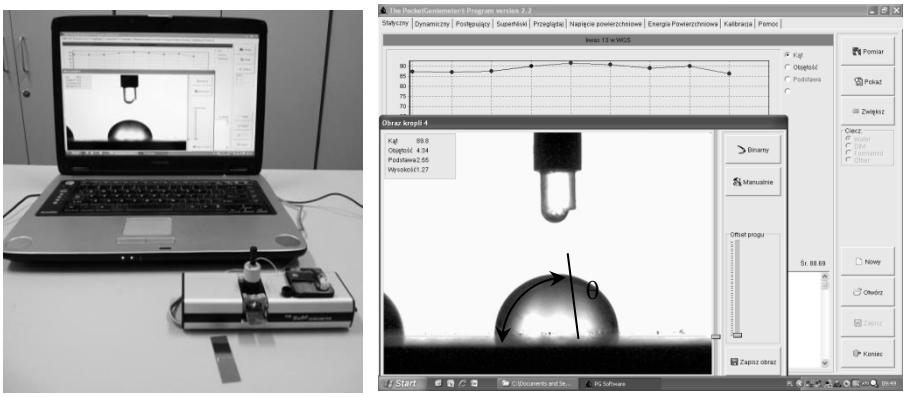
Badania eksperymentalne energii powierzchniowej konstytuowanej wiązką lasera W badaniach eksperymentalnych wykorzystano mobilny system laserowy SLCR FL500-N, o standardowej wydajności przemysłowej pojedynczego pulsowania 30mJ przy 16,6 kHz, regulowanej częstotliwości pulsowania w zakresie 2 do 25 kHz oraz o maksymalnej mocy stałej 500W.

W badaniach przygotowano ze stali nierdzewnej X6Cr17 próbki, które następnie oczyszczono wiązką lasera o założonych parametrach pracy (rys. 1):



Rys. 1. Schemat przebiegu procesu czyszczenia laserowego

Aby wyznaczyć γ_S badanych stali po obróbce laserowej dokonano pomiarów kąta zwilżania θ_1 używając wodę (γ_L = 72,8 mJ/m^2, γ_L^p = 51 mJ/m^2, γ_L^d = 21,8 mJ/m^2) i θ_2 używając dijodometan (γ_L = 50,8 mJ/m^2, γ_L^p = 2,3 mJ/m^2, γ_L^d = 48,5 mJ/m^2). W tym celu wykorzystano goniometr PG-3 z oprogramowaniem pozwalającym wyznaczyć wartość SEP (rys. 2), zaś pomiary wykonano bezpośrednio po obróbce.



Rys. 2. Pomiar kąta zwilżania

Analizowane warianty pokazano w tab. 1.

Wyniki pomiarów kąta zwilżania stanowiły podstawę do wyznaczenia swobodnej energii powierzchniowej. Wyniki obliczeń swobodnej energii powierzchniowej pokazano w tab.2.

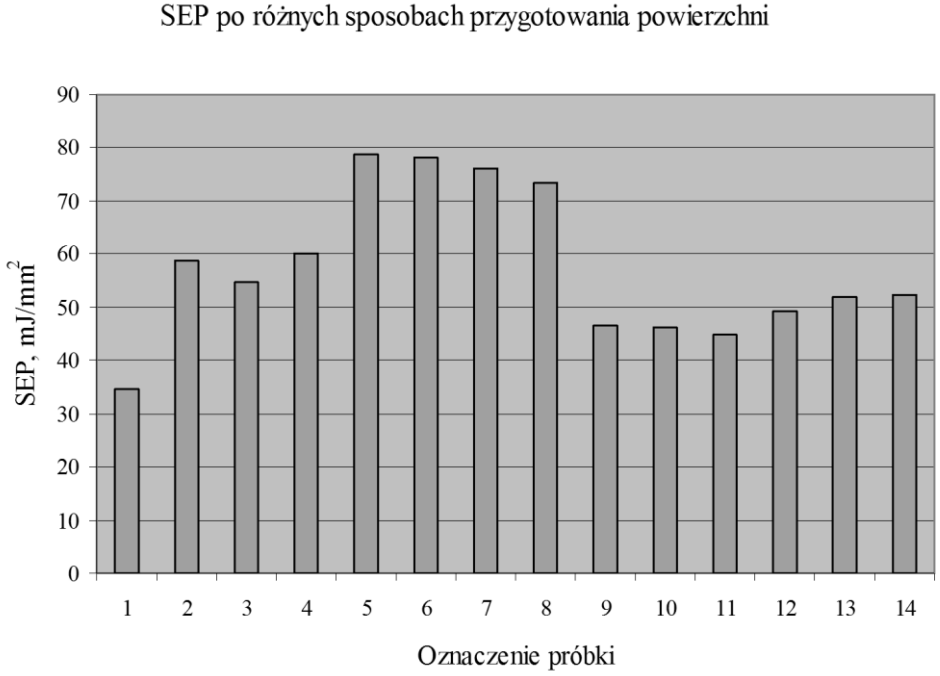
Prezentację graficzną wyników w celu lepszej ich interpretacji przedstawiono na rys. 3.

Tabela 1. Warianty obróbki powierzchni

Próbki przygotowane metodami tradycyjnymi		
Oznaczenie próbki	**Sposób obróbki**	
1	Walcowanie	
2	Mycie w acetonie	
3	Obróbka papierem ściernym i mycie w acetonie	
4	Obróbka elektrokorundem i mycie w acetonie	
Próbki oczyszczone wiązką lasera		
Oznaczenie próbki	**Częstotliwość skanowania, kHz**	**Szybkość skanowania, mm/s**
5	1000	2
6	6000	
7	1000	5
8	6000	
9	1000	10
10	6000	
11	1000	15
12	6000	
13	1000	20
14	6000	

Tabela 2. Zestawienie wyników obliczeń SEP

Oznaczenie próbki	Wartość SEP, mJ/m^2	Oznaczenie próbki	Wartość SEP, mJ/m^2
1	34,6	8	73,5
2	58,8	9	46,5
3	54,8	10	46,3
4	60,1	11	45,0
5	78,7	12	49,1
6	78,0	13	51,8
7	76,0	14	52,4



Rys. 3. Swobodna energia powierzchniowa po różnych sposobach przygotowania powierzchni

Podsumowanie i wnioski. Pokrywanie powłokami ochronnymi ma istotne znaczenie w procesie zabezpieczania elementów np. pojazdów samochodowych przed negatywnym wpływem otoczenia. Jednakże sam proces pokrywania powłoką może nastręczać szereg problemów. Przykładowo, badana stal X6Cr17, której powierzchnia w stanie dostawy jest niemal lustrzana, charakteryzuje się wysoką gładkością. Stan energetyczny powierzchni tej stali przed wykonaniem jakichkolwiek zabiegów jest dość niski i wynosi 34,6 [mJ/m^2] i może stanowić utrudnienie podczas nanoszenia i schnięcia powłoki.

Zwiększenie energii powierzchniowej umożliwiają sposoby stosowane dotychczas, jak mycie w acetonie oraz połączenie obróbki ściernej z myciem w acetonie. Wówczas SEP wzrosła i jej wartość pozostawała w przedziale 54,8 – 60,1 [mJ/m^2].

Wyniki eksperymentu potwierdzają, że polepszanie stanu energetycznego jest możliwe poprzez oddziaływanie wiązką lasera. W określonym przedziale parametrów (warianty 5-8) uzyskano dalszy przyrost SEP do wartości nawet 78,8 [mJ/m^2], co stanowi ok. 100% poprawę analizowanej właściwości powierzchni w stosunku do stanu dostawy (po walcowaniu). Wdrożenie obróbki laserowej może być również sposobem na wyeliminowanie z procesów produkcyjnych chemikaliów, oszczędność substancji (stosowanych w operacjach mycia, płukania, trawienia), energii (podczas suszenia) oraz materiałów ściernych stosowanych w celu nadania określonej chropowatości. Uzyskana po obróbce laserem energia powierzchniowa determinuje lepszą przyczepność powłoki ochronnej i tym samym wpływa na wzrost trwałości powłoki, lepszą odporność elementu pojazdu na korozję oraz wydłużenie okresu eksploatacji.

Należy jednak mieć na uwadze, że uzyskany korzystny efekt dotyczy konkretnego gatunku materiału w określonym przedziale parametrów pracy lasera określonego typu. Świadczy o tym fakt, iż w wariantach 9-14 SEP była wprawdzie wyższa niż w przypadku powierzchni w stanie dostawy, ale jednak wartości nie były satysfakcjonujące w porównaniu z SEP po obróbce metodami tradycyjnymi.

LITERATURA

[1] Burakowski T., Marczak J., Napadłek W.: Istota ablacyjnego czyszczenia laserowego materiałów. Prace Instytutu Elektrotechniki WAT, z. 228, Warszawa 2006

[2] Burakowski T., Wierzchoń T.: Inżynieria powierzchni metali. WNT, Warszawa 1995

[3] Dobrzański L.A., Dobrzańska-Danikiewicz A.D.: Obróbka powierzchni materiałów [1] inżynierskich. http://www.openaccesslibrary.com/vol05/5.pdf (z dn. 3.01.2013)

[4] Dutkiewicz E. T.: Fizykochemia powierzchni. WNT, Warszawa 1998

[5] Hebda M.: Procesy tarcia, smarowania i zużywania maszyn. Wyd. Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Warszawa 2007

[6] Hryniewicz T., Rokosz K.: Podstawy teoretyczne i aspekty praktyczne zjawiska korozji. Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2010

[7] Marczak J.: Analiza i usuwanie nawarstwień obcych z różnych materiałów metodą ablacji laserowej. WAT, Warszawa 2004

[8] Rudawska A., Kuczmaszewski J.: Klejenie blach ocynkowanych. Wydawnictwa Uczelniane, Politechnika Lubelska, Lublin 2005

[9] Surowska B.: Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002

[10] Wrangler G.: podstawy korozji i ochrony metali. WNT, Warszawa 1985

[11] Żenkiewicz M.: Adhezja i modyfikowanie warstwy wierzchniej tworzyw wielkocząsteczkowych. WNT, Warszawa 2000

STRESZCZENIE

CIECIŃSKA Barbara. Analiza możliwości konstytuowania swobodnej energii powierzchniowej przed nakładaniem powłok ochronnych / CIECIŃSKA Barbara // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2014. - № 32.

W artykule przedstawiono zagadnienie przygotowania powierzchni przed nakładaniem powłok lakierniczych. Zaproponowano czyszczenie wiązką lasera, które wpływa korzystnie na właściwości adhezyjne powierzchni i stanowi obecnie nowe rozwiązanie problemu. Dodatkowo umożliwia rezygnację z używanych dotychczas chemikaliów oraz przyspieszenie procesu przygotowania powierzchni przed nakładaniem powłok ochronnych.

РЕФЕРАТ

ЧЕЧИНСЬКА Барбара. Аналіз можливості використання вільної енергії поверхні перед нанесенням захисних покриттів / ЧЕЧИНСЬКА Барбара // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлена проблема підготовки поверхні перед нанесенням захисних покриттів. Запропоновано метод обробки з використанням лазеру, який чинить сприятливий вплив на адгезійні властивостеі поверхні і є новим вирішенням проблеми. Крім того, це дає можливість відмовитись від раніше використовуваних хімічних речовин і прискорити процес підготовки поверхні перед нанесенням захисних покриттів.

ABSTRACT

CIECINSKA Barbara. The analysis of possibility of surface free energy forming before the application of protective coatings. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the paper the problem of preparing of surface before protective coatings application is shown. The laser beam treatment (cleaning) is offered, as a method which has favorable influence on adhesive properties of the surface and is the modern solution of the problem.

Additionally, laser enables to resign the chemicals used at present and to speed up the process of surface pretreatment before the coatings application.

AUTOR:

CIECIŃSKA Barbara, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji, Al. PowstańcówWarszawy 12, tel.: +48 17 865 1448, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЧЕЧИНСЬКА Барбара, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра технології машин і інженерії продукції, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1448,35-959,Жешув, Польща

AUTHOR:

MICHALSKI Jacek, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Manufacturing and Production Engineering, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1448,35-959,Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, докторгабілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Gutarevych Y.F, Doctor of Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 658.567(045)
UDC 658.567 (045)

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТА РЕЦИКЛІНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Бойченко С.В., доктор технічних наук, Жешувська політехніка, Жешув, Польща
Лейда К., доктор технічних наук, Жешувська політехніка, Жешув, Польща

EUROPEAN EXPERIENCE AND PERSPECTIVES OF SYSTEMS OF UTILIZATION AND RECYCLING OF TRANSPORT MEANS

Boichenko S.V., Politechnika,Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, Rzeszów, Poland
Lejda K., Politechnika,Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, Rzeszów, Poland

ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И РЕЦИКЛИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Бойченко С.В., доктор технических наук, Жешувская политехника, Жешув, Польша
Лейда К., доктор технических наук, Жешувская политехника, Жешув, Польша

Утилізація твердих побутових відходів – одна із самих важливих проблем сьогодення сучасної цивілізації. Тверді побутові відходи – предмети або інша продукція, що втратили свої первинні товарні споживацькі якості. На рис. 1 показано орієнтовний склад твердих побутових відходів у світі [1].

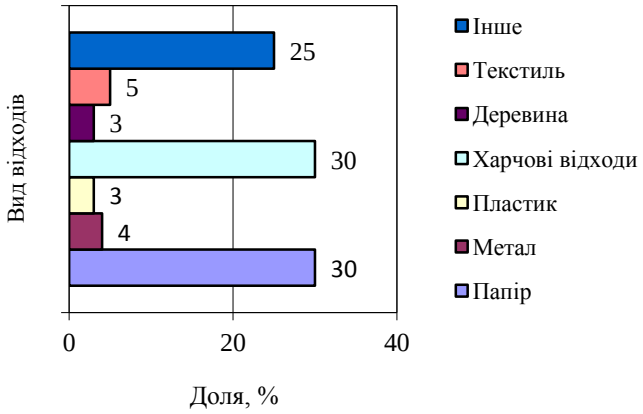


Рис. 1. Орієнтовний склад твердих побутових відходів

Відходи транспорту є джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі і виникають як неминучий результат споживацького ставлення і недозволено низького коефіцієнта використання ресурсів. Відходи утворюються на всіх етапах життєвого циклу автомобіля – під час його виробництва, експлуатації, технічноого обслуговування та виведення автомобіля з експлуатації. Після закінчення терміну експлуатації сам автомобіль стає відходом – це його корпус і частини, небезпечні матеріали, що входять до складу (важкі метали, свинець, цинк, стійкі пластикові частини, що містять гумові вироби з вмістом нафтопродуктів та інші). Середній термін експлуатації автомобіля складає близько 15–20 років [1 – 3]. Слід зазначити, що частини автомобільного транспорту (акумулятори, шини, скло і т.д.) мають значно менший термін експлуатації і при виході з ладу являють собою небезпечний для навколишнього середовища матеріал.

У Європі утилізацію старих автомобілів стали масово застосовувати у 2009 р. Хоча деякі країни запустили програму утилізації набагато раніше. Експеримент «Гроші за старий автомобіль» першою провела Румунія в 2005 р. Наступною була Італія – в 2007 р. Згідно з правилами італійської програми, уряд пропонував автовласникам компенсацію за утилізацію автомобіля в сумі 700 євро

плюс зниження податку на реєстрацію нового ТЗ. Сьогодні в Італії діє вже друга програма утилізації (перша закінчилась в грудні 2008 р.), за якою автовласник, що здав машину в утиль, отримує 1500 євро.

У Німеччині програма утилізації старих машин (оригінальна назва "Umweltpramie" або "екологічна премія») почала діяти у січні 2009 р. і завершилася у вересні. Німецькі автовласники отримували 2500 євро як компенсацію та утилізацію автомобіля. Багато європейські держави зійшлися на думці – німецька програма утилізації старих авто пройшла успішно. Продажі збільшилися по країні в середньому на 40 відсотків. Однак під час проведення програми німецька влада виявили незаконну схему, за якою приблизно 50 000 автомобілів, призначених для утилізації, переправлялися в Східну Європу і Африку [2 – 4].

У Штатах програма утилізації старих автомобілів ще не завершена (вона запрацювала в кінці липня 2009 р.), але позитивні результати вже дають про себе знати. За даними Automotive Association, в 2009 р виручка підприємств з переробки автомобілів перевищила $ 25 мдрд. Сталі, отриманої у результаті переробки у 2009 р, вистачило б на виготовлення 13 млн нових автомобілів. Автовласники отримують до 4500 доларів компенсації за утилізацію автомобіля.

Під час вибору пріоритетного способу поводження з автомобілями, що вийшли з ладу слід враховувати можливість повторного використання компонентів, що входять до складу відходів, а також мінімізувати до граничного значення кількість речовин (відходів), що не мають подальшого використання. Тобто при поводженні з автомобільними відходами актуальними є технології рециклінгу. Рециклінг – надання матеріалам необхідних властивостей, що дозволять використовувати їх повторно. Іншими словами, рециклінг – вторинне використання.

Щорічно в країнах ЄС старіють і вилучаються з ужитку близько 9 млн автомобілів, що надходять в переробку. На сьогоднішній день у виробничий обіг промислово розвинених країн залучено від 30% до 60% вторинної сировини. Німецька промисловість в 2010 р. утилізувала з регенерацією матеріалів 85% всіх автомобілів, що відслужили експлуатаційний термін (в 2015 р. кількість перероблених автомобілів планується довести до 95%).

Утилізація шин і автопокришок на даний момент проводиться такими способами, як переробка гуми в крихту; утилізація гуми спалюванням; піроліз шин.

Після переробки гума використовується як дорожнє покриття (при будівництві доріг, при зведенні спортивних і дитячих майданчиків).

Схема утилізації відпрацьованих акумуляторів заснована на важкосередовищній видовій сепарації продуктів дроблення. Батарея розбирається на складові елементи: пластмасовий корпус, свинцеві пластини, пластмасові сепаратори, порошкоподібні оксид і сульфат свинцю, заливальну мастику. Отримані деталі і матеріали складуються окремо для подальшої утилізації. Свинцеві пластини йдуть на переплавку, оксид і сульфат свинцю також йдуть в металургійний переділ для відновлення до металевого свинцю, який застосовується на заводах акумуляторної, кабельної, хімічної промисловості. Пластмаси і мастика використовуються в складі будівельних матеріалів, асфальту та інших продуктів. При цьому сірчанокислотний електроліт нейтралізується.

Основними стадіями процесу утилізації автомобільних кузовів є пакетування, дроблення і видова сепарація. Технологічний процес переробки автомобільних кузовів на установці складається з наступних операцій: підготовки кузова; завантаження його в шредер; дроблення кузова; сортування подрібнених продуктів; видалення і складування готової продукції. Після процесу утилізації утворюються подрібнений метал, різні фракції сплавів цінних кольорових металів – алюмінію, цинку, міді, що використовуються в будівельній промисловості, виробництві різної техніки [3, 4].

Лом радіаторів піддають обробленні для відділення сталевих деталей від кольорових металів ручним, механічним або вогневим способами. Відокремлені елементи радіаторів із залишками латуні і припою сортують з візуальною оцінкою виду матеріалів на дві групи: брухт кольорових та брухт чорних металів. Сталеві деталі з краплями і напливами припою, залишками латуні накопичують і відвантажують як низькоякісний брухт чорних металів, що містять мідь. Припій, що стікає при оплавленні на майданчик, переплавляють в злитки, які реалізують як олов'яно-свинцеві сплави.

Відомі такі основні способи поводження з відходами пластмас: переробка у вторинну полімерну сировину для повторного використання при виробництві різноманітних виробів; піроліз з одержанням вуглеводневої сировини для енергетичного та хімічного застосування; спалювання разом з твердими побутовими відходами з отриманням теплової та електричної енергії; захоронення на полігонах. Найбільш раціональним способом поводження з утилізованими пластмасовими деталями автомобілів є їх застосування в подрібненому вигляді в складі полімерних композицій того ж складу для виробництва аналогічних деталей [4].

При утилізації автомобілів відпрацьовані мастила передаються спеціалізованим організаціям для регенерації спільно з маслами, зібраними при технічному обслуговуванні автомобілів в процесі експлуатації. Регенерація відпрацьованих мастил є одним з джерел поповнення нафтових ресурсів. Із суміші сильно забруднених відпрацьованих мастил можна отримати близько 70% повністю відновленого масла.

Авторециклінг – це комплекс заходів по організації збору та переробки вторинних ресурсів автотранспортного комплексу [5, 6]. Включає наступні заходи:

- виявлення та облік автотранспортних засобів, непридатних до експлуатації;
- створення мережі пунктів збору відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів, автомобільних мастил, зношених автопокришок і підприємств з їх переробки;
- створення виробництва з утилізації охолоджуючих рідин (тосол, антифриз), що надходять з майданчиків і транспортних підприємств;
- створення в багатоповерхових гаражах-стоянках екологічних блоків збору відпрацьованих вузлів і матеріалів автомобілів;
- створення комплексу виробництв з утилізації відходів транспортного комплексу;
- проектування і будівництво установок з переробки твердого осаду автомобільних мийок;
- створення центральної єдиної диспетчерської та інформаційної електронної бази даних про всі автотранспортні засоби та їх стан;
- реалізація запчастин та продуктів переробки автотранспортних засобів;
- захоронення відходів переробних підприємств.

До екологічних проблем, пов'язаних зі збором та утилізацією автомобілів і виробів, що вийшли з експлуатації, можна віднести:

1) забруднення грунтів міських звалищ призводить до ризику можливого самозаймання відходів;

2) забруднення повітря від диму палаючих автопокришок (при горінні утворюються сажа, діоксини, поліароматичні вуглеводні, миш'як, хром, кадмій та ін.) призводить до різкого погіршення здоров'я людей, особливо страждають на астму та алергічні захворювання і, в першу чергу, це стосується дітей;

3) забруднення водних об'єктів, що відбувається опосередковано при попаданні відпрацьованих мастил і охолоджуючих рідин в грунт і підземні води;

4) зниження споживання невідновлюваних природних ресурсів та джерел енергії через повторне використання матеріалів, зокрема, металів, з яких виготовлені частини автомобіля.

Суть процесу утилізації автомобілів полягає в тому, що ТЗ, що відслужив свій термін спрямовується у спеціалізований пункт прийому металобрухту для подальшої переробки, тобто на авторециклінг [5, 6]

Розвиток авторециклінга забезпечує наступні ефекти:

1) екологічного характеру:
   - часткове вирішення проблеми обмеженості невідновних природних ресурсів та джерел енергії;
   - зменшення відходів, що забруднюють повітря, ґрунт і водні об'єкти;
2) соціального характеру:
   - вирішення проблеми забезпечення особистим автотранспортом громадян;
   - створення додаткових робочих місць на підприємствах з переробки непридатних до експлуатації автомобілів;
   - збільшення пропускної спроможності міських доріг, що запобігає виникненню аварійних ситуацій або ДТП, пробок;
   - усунення незручностей для пішоходів;
   - поліпшення архітектурного вигляду і відеоекології міста, тобто забезпечення екології візуального середовища і краси;
   - ліквідація труднощів під час прибирання міста, особливо в зимовий час, для проведення будівельних робіт та робіт з благоустрою території;
   - усунення перешкод для роботи міліції, пожежної та швидкої допомоги;
3) економічного характеру:
   - підтримка автомобільного ринку;

- можливість використання вторинних ресурсів автотранспортного комплексу (одержання вторинної сировини в процесі переробки автопокришок, кузовів, свинцево-кислотних акумуляторів, пластику та ін. матеріалів). Вторинна сировина, отримана внаслідок переробки, коштує автомобільним підприємствам дешевше, а це дозволяє знизити собівартість виробництва транспортних засобів та запасних частин до них. До того ж, деякі деталі утилізованих машин ще можна використовувати, що призводить до формування ринку дешевих, що були у вжитку, комплектуючих.

Логістичний підхід в управлінні утилізацією старих автомобілів передбачає інтеграцію всіх існуючих процесів від освіти до кінцевої утилізації, при цьому здійснюється найбільш повний облік тимчасових і просторових факторів для оптимізації управління матеріальними, фінансовими та інформаційними потоками та досягнення тактичних цілей всієї системи [5 – 7].

При побудові логістичної системи в ній слід виділити логістичні ланцюги, тобто взаємопов'язані шляхи руху матеріальних та інформаційних потоків (рис. 2) [8].

При такому підході ці системи являють собою об'єднання багатьох логістичних ланцюгів: технологічних, транспортних, організаційних, з'єднують всі ланки керованого процесу від збору старих машин до відвантаження готової продукції / «захоронення» [7, 8].

Логістичні ланцюги руху машин, що вийшли з експлуатації можуть бути представлені таким чином (рис. 3) [8].

Дана схема відображає рух матеріального, інформаційного потоків, обмеження та управлінські дії на різних етапах організації логістичної системи автотранспортних засобів, що вийшли з експлуатації [9].

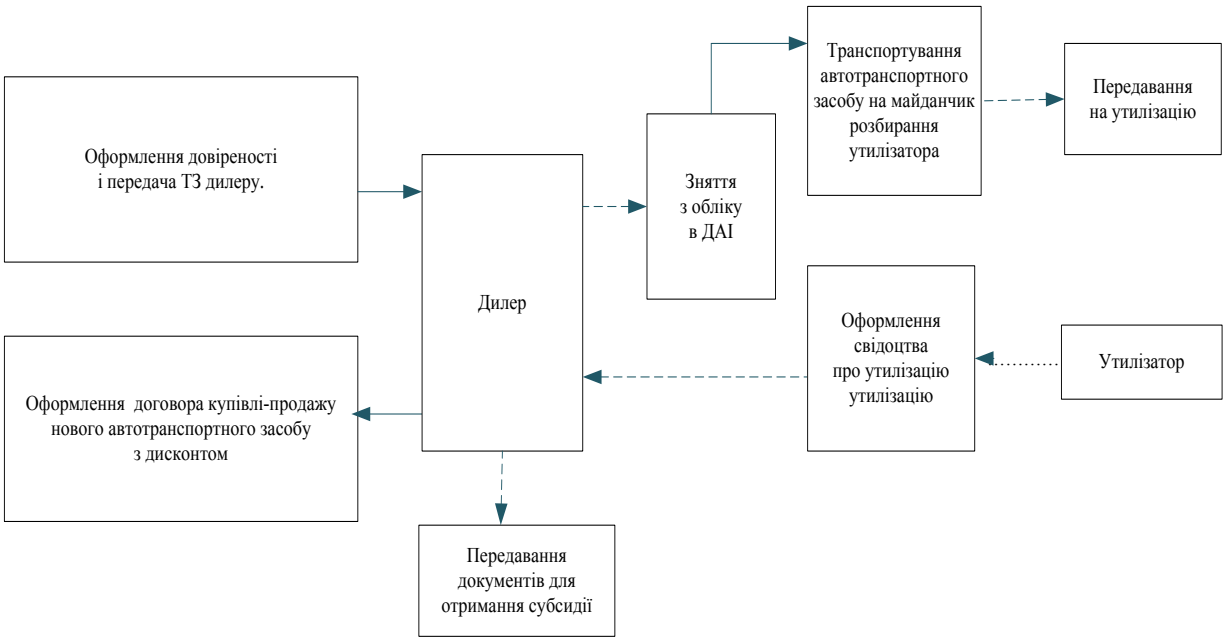


Рис. 2. Схема утилізації ТЗ, що вийшов з експлуатації:
——— **дії громадян;** – – – – – **дії дилерського центру;** ..... **дії утилізатора**

Головними складовими підвищення ефективності управління рухом старих машин є:

- процесна організація (логістичний підхід) через раціональне управління матеріальними, фінансовими, інформаційними потоками;
- побудова сучасної інформаційної системи управління учасниками транспортно-логістичних ланцюгів на основі стандартів відкритих систем.

Вимоги до утилізації автомобілів викладені в:

- директиві 2000/53/ЕС з утилізації старих автомобілів;
- директиві 2005/64/ЄС щодо класифікації типів транспортних засобів щодо їх повторного використання, вторинної переробки та утилізації;
- рішенні 2003/138/ЄС про маркування пластмасових і гумових деталей для цілей утилізації;

- міжнародному стандарті ISO-22628 з проведення розрахунку коефіцієнтів рециклінгу та утилізації автомобілів;
- рішенні 2005/673/ЕС щодо заборони та обмеження застосування важких металів (свинцю, ртуті, кадмію та шестивалентного хрому) в автомобільних компонентах і матеріалах.

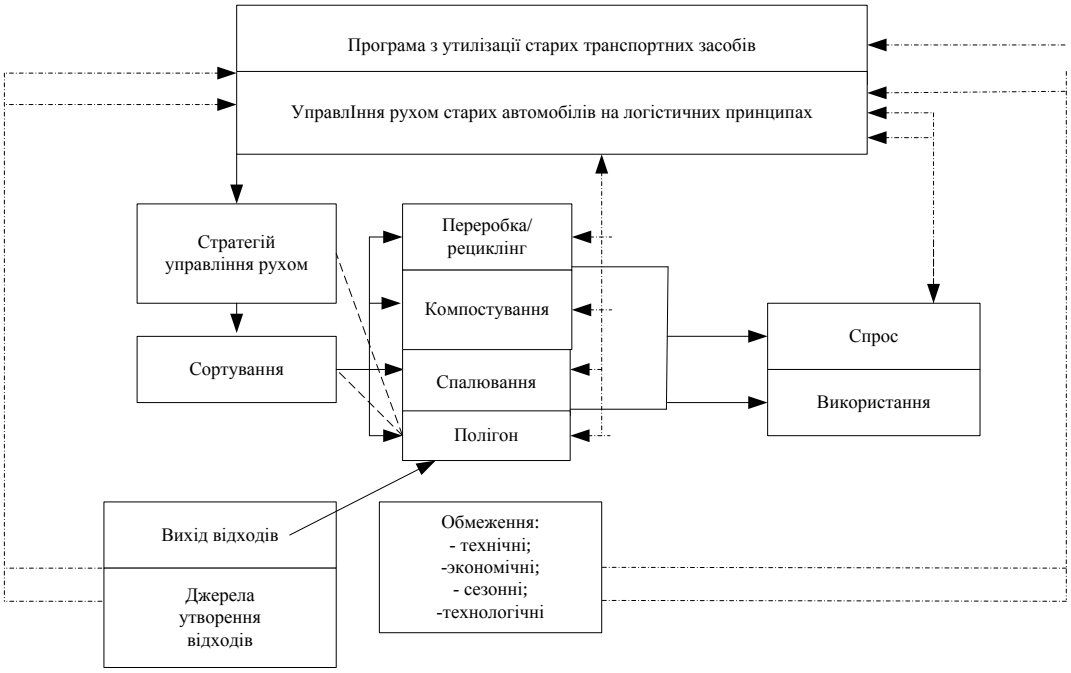


Рис. 3. Логістичні ланцюги руху автотранспортних засобів, що вийшли з експлуатації: матеріальний потік; інформаційний потік; керуючі впливу; обмеження

У директиві 2000/53/ЕС (ELV) встановлені вимоги в країнах ЄС забезпечити з 1 січня 2006 р. для старих автомобілів утилізацію мінімум на 85% маси автомобіля і вторинну переробку (рециклінг) мінімум на 80%;

Директивою 2000/53/ЕС встановлені вимоги до виробників автомобілів: використовувати єдині стандарти маркування полімерних компонентів для полегшення ідентифікації при утилізації, надавати необхідну інформацію щодо демонтажу та складу матеріалів компонентів для утилізації, місцерозташування в автомобілі небезпечних речовин і матеріалів, а також взяти на себе всі або значну частину витрат з реалізації збору автомобілів, що відслужили свій термін [9 – 11].

Підприємства, що займаються авторециклінгом беруть участь у програмі з утилізації автомобілів і ставлять перед собою логістичні завдання у сфері виробництва, складування і транспортування автомашин до місць утилізації, серед яких:

1) завдання виробничої логістики:
- вибір способу демонтажу автотранспортного засобу;
- використання вторинної сировини в автомобільній промисловості;
- дотримання екологічних норм під час авторециклінгу;
- сортування вторинної сировини під час демонтажу;

2) завдання складської логістики:
- організація стоянок для автомобілів, що вийшли з експлуатації;
- складування відходів при переробці автотранспортних засобів;

3) завдання транспортної логістики:
- оптимізація витрат на транспортування автомобілів на місце переробки;
- раціональне використання вантажопідйомності й місткості транспортних засобів для транспортування старих автомобілів на місце переробки;
- оптимальний вибір виду і типу транспортних засобів для транспортування старих автомобілів на місце переробки.

Існують два способи утилізації старих транспортних засобів – технології глибокого ("чистого") і дрібного ("брудного") демонтажу [12].

"Чиста" технологія включає в себе:

- злив небезпечних компонентів;
- демонтаж матеріалів, що не піддаються рециклінгу;
- демонтаж матеріалів, що підлягають утилізації;
- переробка кузова і залишків.

Істотне питання, пов'язане з переробкою ТЗ, – подальше застосування відходів, складових частин і матеріалів, отриманих у процесі розбирання або подрібнення. Існують два види використання:

- рекуперація – повернення частини матеріалів для повторного застосування з тієї ж самою або непрямою метою;
- енергетична рекуперація – використання теплової енергії матеріалів при їх спалюванні.

Однак знову виникає екологічна проблема, що вимагає додаткових витрат.

Питання ефективності збору та транспортування старих автомобілів є дуже важливим. Це пов'язано з усе більш зростаючими енерговитратами на транспортування і великими габаритами старих транспортних засобів у порівнянні з їх відносно малою вагою, що призводить до необхідності використання не тільки евакуаторів, але і при транспортуванні декількох автомобілів з одного місця завантаження, потрібно використання автовозів, які є дорогим видом транспорту.

Отже, переробка вторинних ресурсів автотранспортного комплексу має соціальний, екологічний та економічний ефекти, що сприяють розвитку ринку вторинних матеріальних ресурсів, екологічної безпеки довкілля та здоров'я людини, економії природних ресурсів та корисних копалин, підвищенню зайнятості населення, поліпшення умов існування суспільства і розвитку бізнесу в сфері переробки вторинних матеріальних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боровский, Е. Э. Промышленные и бытовые отходы: Проблемы экологии. – М.: Чистые пруды, 2007. – 32 с.

2. Ларионов Г. Утилизация ТБО – одна из приоритетных экономических задач современности // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2009. – № 4. – С. 207–208.

3. Шубов Л. Я. Технология твёрдых бытовых отходов. – М. : Альфа-М, 2011. – 396 с.

4. Мельникова Д. А. Об опыте решения проблемы твёрдых бытовых отходов - интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (http://ipb.mos.ru/ttb). – Выпуск № 2 (43) –2012 .

5. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych // Inżynieria Ekologiczna. – № 28. – 2012. – P. 111–118.

6. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku // Ochrona środowiska i zasobów naturalnych. – № 48. – 2011. – P.362–378.

7. Recykling samochodów Europa – http://www.toyota-siedlce.com.pl/Images/recycling2_tcm306-464834.pdf.

8. Программа утилизации автомобилей от ХАММЕЛЬ-Украина – http://www.hammel.com.ua/assets/images/util.pdf.

9. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe

10.http://publications.ntu.edu.ua/upravl_progect/10_2012/119-125.pdf.

11. Петрова А. И. Организация системы авторециклинга и проблемы логистики // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2010. – № 10 (72). – С. 84–89.

12. Довга Т. М. Визначення ефективності рециклінгу: економіко-екологічний аспект // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – №3(129).– С. 84–89.

REFERENCES

1. Borovskyi E.E. Industrial and household waste: Problems of ecology. – M.: Chistie prudy, 2007. – 32 p.

2. Larionov G. Utilization of MSW – one of priority economic tasks of modern time // RISC: resources, information supply concurence. – 2009. – № 4. – P. 207–208.

3. Shubov L. Ya. Technology of municipal solid waste. – M. : Alfa-M, 2011. – 396 p.

4. Melnikova D.A. About experience of municipal solid waste problem solving – internet journal "Technologies of technocsphere safety" (http://ipb.mos.ru/ttb). – Issue № 2 (43) –2012.

5. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling

materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych // Inżynieria Ekologiczna. – № 28. – 2012. – P. 111–118.

6. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku // Ochrona środowiska i zasobów naturalnych. – № 48. – 2011. – P.362–378.

7. Recykling samochodów Europa – http://www.toyota-siedlce.com.pl/Images/recycling2_tcm306-464834.pdf.

8. Program of motor transport utilization by Hammel – Ukraine – http://www.hammel.com.ua/assets/images/util.pdf.

9. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe

10.http://publications.ntu.edu.ua/upravl_progect/10_2012/119-125.pdf.

11. Petrova A.I. Organization of autorecycling and problems of logistics // Proceedings of Samara state economic university. – 2010. – № 10 (72). – P. 84–89.

12. Dovga T.M. Determination of recycling effectiveness: economical-ecological aspect // Actual economical problems. – 2012. – №3(129).– P. 84–89.

РЕФЕРАТ

Бойченко С.В. Європейський досвід і перспективи системи утилізації та рециклінгу транспортних засобів / Бойченко С.В., Лейда К. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті підіймається питання утилізації твердих побутових відходів як однієї з найбільш важливих проблем сьогодення сучасної цивілізації. Особлива увага приділяється такому виду твердих побутових відходів як відходи транспорту, тобто відходи, що утворюються на всіх етапах життєвого циклу автомобіля від його виробництва до виходу з ужитку. Дане питання є особливо актуальним, адже відходи автотранспорту є джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі і є результатом недозволено низького коефіцієнта використання ресурсів. У статті детально розглянуто усі стадії життєвого циклу автотранспорту, на яких утворюються відходи, а саме виробництво, експлуатація, технічне обслуговування та виведення автомобіля з експлуатації. Подано перелік та коротку характеристику основних видів відходів від автотранспорту, серед яких корпус і частини, небезпечні матеріали, що входять до їх складу (важкі метали, свинець, цинк, стійкі пластикові частини, що містять гумові вироби з вмістом нафтопродуктів та інші). У статті виконано огляд досвіду та практики європейських країн щодо організації програм з виведення з ужитку та утилізації транспортних засобів та їх успішної реалізації. Пріоритетним способом поводження з автомобілями, що вийшли з ладу запропоновано рециклінг, тобто надання матеріалам необхідних властивостей, що дозволять використовувати їх повторно. Представлено основні схеми переробки деталей автотранспорту: автомобільних шин та покришок, гуми, акумуляторів, кузовів, радіаторів, пластику, відпрацьованих мастильних матеріалів. У статті приділяється увага проблемам екологічного характеру, що пов’язані з процесами утилізації застарілого автотранспорту. Представлено та проаналізовано традиційні схеми рециклінгу автомобілів, що набули популярності у країнах Європи та охарактеризовано соціальний, екологічний та економічний ефекти від їх впровадження. Логістичний підхід запропоновано як найбільш комплексний та оптимальний для управління утилізацією старих автомобілів, що передбачає інтеграцію всіх існуючих процесів від освіти до кінцевої утилізації продукції. В статті представлено схему, що відображає рух матеріального, інформаційного потоків, обмеження та управлінські дії на різних етапах організації логістичної системи автотранспортних засобів, що вийшли з експлуатації. Розглянуто основні документи з переліку нормативної бази країн ЄС, що містять вимоги щодо процесів поводження з відходами. Особлива увага приділена аналізу завдань, що постають перед підприємцями у процесах рециклінгу автотранспорту. Крім того, повідомляється про два основні способи утилізації старих транспортних засобів – технології глибокого і дрібного демонтажу. Відповідно до виду подальшого застосування відходів, складових частин і матеріалів, отриманих у процесі розбирання або подрібнення існують два види використання: рекуперація – повернення частини матеріалів для повторного застосування з тієї ж самою або непрямою метою та енергетична рекуперація – використання теплової енергії матеріалів при їх спалюванні. Таким чином, у даній роботі показано соціальний, екологічний та економічний ефекти процесів утилізації та повторного використання застарілих автотранспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: УТИЛІЗАЦІЯ, РЕЦИКЛІНГ, ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, АВТОТРАНСПОРТ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

ABSTRACT

Boichenko S., Lejda K. European experience and perspectives of systems of utilization and recycling of transport means. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article rises the question of municipal solid waste utilization as one of the most important and urgent problems of modern civilization. Particular attention is given to such type of municipal solid waste as transport waste, ie waste generated at all stages of the automobile life cycle, from its production to the end of its exploitation. This issue is particularly relevant because the transport waste are sources of anthropogenic pollution on a global scale in a result of prohibitively low coefficient of resource consumption. The article describes in details all stages of the motor transport life cycle, which are formed othodyi, namely production, operation, maintenance and removal from service of a vehicle. Posted a list and brief description of the main types of waste motor vehicles, including body and its parts, hazardous materials, which are included in their composition (heavy metals, lead, zinc, resistant plastic parts containing rubber products, coma of oil and some others). This article gives an overview of the experience and practice of the European countries concerning the organization of programms for the decommissioning and disposal of vehicles and their successful implementation. Recycling is proposed as a priority method of disposal of cars that fail, ie ensure the required properties that will use them again. The main schemes for processing parts of vehicles such as car tires, rubber, batteries, car bodies, radiators, plastics, waste lubricating materials are presented during the work. The article focuses on environmental issues associated with the processes of recycling of obsolete vehicles. The traditional scheme of recycling of cars that have become popular in Europe are presented and analyzed and is characterized by social, environmental and economic effects of their implementation. Logistical approach is proposed as the most comprehensive and optimal, which involves the integration of all existing processes from education to the final disposal of products. This paper describes a scheme that shows the movement of material, information flows, restrictions and management actions at different stages of organizing the logistics system of out-of-date vehicles. Key documents from the list of the regulatory framework of the EU are reviewed; they contain requirements for waste disposal processes. Particular attention is paid to the analysis of problems that present themselves to entrepreneurs in the process of vehicles recycling. In addition, according to the two main ways of recycling of out-of-date vehicles - the technology of deep and shallow dismantling. According to the process of further waste management, component parts and materials obtained during dismantling or crushing, there are two ways to use: recovery - the return of the materials for re-use in the same or a different purpose and energy recovery – the use of thermal energy during combustion of materials. Thus, in this paper we show the social, environmental and economic effects of processes of recycling and re-use of out-of-date vehicles.

KEY WORDS: UTILIZATION, RECYCLING, MUNICIPAL SOLID WASTE, MOTOR TRANSPORT, EXPLOITATION, ENVIRONMENT

РЕФЕРАТ

Бойченко С.В. Европейский опыт и перспективы системы утилизации и рециклинга транспортных средств / Бойченко С.В., Лейда К. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье подымается вопрос утилизации твердых бытовых отходов как одной из наиболее важных и актуальних проблем современной цивилизации. Особенное внимание уделяется такому виду твердых бытовых отходов как отходы транспорта, то есть отходы, которые образуются на всех этапах жизненного цикла автомобіля, от его производства до выхода из потребления. Данный вопрос является особенно актуальным, так как отходы автотранспорта являються источниками антропогенного загрязнения окружающей среды в глобальном масштабе и есть результатом непозволительно низкого коеффициента использования ресурсов. В статье детально рассмотрено все стадии жизненного цикла автомобільного транспорта, на которых образуются отходыи, а именно производство, эксплуатация, техническое обслуживание и выведение автомобиля из эксплуатации. Подано перечень и краткую характеристику основных видов отходов автотранспорта, среди которых корпус и его части, опасные материалы, которые входят в их состав (тяжелые металлы, свинець, цинк, стойкие пластиковые части, содержащие резинове изделия, коме того нефтепродукты и некоторые другие). В статье выполнено обзор опыта и практики европейских стран относительно организации программ по выведению из эксплуатации и утилизации транспортных средств и их успешной реализации. Приоритетным способом утилизации автомобилей, вышедших из строя, предложено рециклинг, то есть придание материалам необходимых свойств, которые позволят использовать их повторно. Представлено основные схемы переработки деталей автотранспорта:

автомобильных шин и покришек, резины, аккумуляторов, кузовов, радиаторов, пластика, отработанных смазывающих материалов. В статье уделяется внимание проблемам экологического характера, связанных с процессами утилизации устарелого автотранспорта. Представлено и проанализировано традиционные схемы рециклинга автомобилей, которые стали популярными в странах Европы, а также охарактеризовано социальный, экологический и экономический эффекты от их внедрения. Логистический подход предложено, как наиболее комплексный и оптимальный для управления утилизацией старых автомобилей, который предполагает интеграцию всех существующих процессов от образования до конечной утилизации продукции. В статье представлено схему, которая отображает движение материального, информационного потоков, ограничений и управленческих действий на разных этапах организации логистической системы автотранспортных средств, которые вышли из эксплуатации. Рассмотрено основные документы из перечня нормативной базы стран ЕС, которые содержат требования к процессам утилизации отходов. Особое внимание уделяется анализу задач, которые предстают перед предпринимателями в процессах рециклинга автотранспорта. Кроме того, сообщается о двух основных способах утилизации устаревшых транспортных средств – технологии глубокого и мелкого демонтажа. Согласно способу дальнейшего использования отходов, составляющих частей и материалов, полученных в процессе разборки или измельчения, существуют два способа использования: рекуперация – возвращение части материалов для вторичного использования с той же или другой целью и энергетическая рекуперация – использование тепловой энергии материалов при их сжигании. Таким образом, в данной работе показано социальный, экологический и экономический эффекты процессов утилизации и повторного использования устаревших автотранспортных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УТИЛИЗАЦИЯ, РЕЦИКЛИНГ, ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, АВТОТРАНСПОРТ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

АВТОРИ:

Лейда Казимир, доктор технічних наук, Жешувська політехніка ім. І. Лукашевича, e-mail: klejda@prz.edu.pl, Польща, 35-959, Жешув, вул. Повстанців Варшави, 8.

Бойченко С.В., доктор технічних наук, Жешувська політехніка ім. І. Лукашевича, e-mail: chemmotology@ukr.net, Польща, 35-959, Жешув, вул. Повстанців Варшави, 8.

АВТОРЫ:

Лейда К., доктор технических наук, Жешувская политехника им. И. Лукашевича, e-mail: klejda@prz.edu.pl, Польша, 35-959, Жешув, ул. Повстанцев Варшавы, 8.

Бойченко С.В., доктор технических наук, Жешувская политехника им. И. Лукашевича, e-mail: chemmotology@ukr.net,, Польша, 35-959, Жешув, ул. Повстанцев Варшавы, 8.

AUTHORS:

Lejda K., Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, e-mail: klejda@prz.edu.pl, Poland, 35-959, Rzeszów, Powstancow Warszawy str. 8.

Boichenko S.V., Dr. Sc., professor, Politechnika,Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, e-mail: chemmotology@ukr.net, Poland, 35-959, Rzeszów, Powstancow Warszawy str. 8.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Вовк Оксана Олексіївна, доктор технічних наук, доцент кафедри екології Інституту екологічної безпеки, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, декан Автомеханічного факультету, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

REVIEWERS:

Vovk Oksana O., Dr. Sciences, Associated professor of the ecology department of the Institute of Ecological safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk Vasyl P., Dr. Sciences, professor, Dean of the Automechanical faculty, National transport university, Kyiv, Ukraine

УДК 629.3+ 62-6
UDC 629.3+ 62-6

BADANIA EMISJI HAŁASU GENEROWANEGO PRZEZ SILNIK SB3.1/CR5 ZASILANY MIESZANKĄ OLEJU NAPĘDOWEGO Z PALIWEM SYNTETYCZNYM

JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
BALAWENDER Krzysztof, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМУ ДВИГУНА SB3.1/CR 5 ПРИ РОБОТІ НА СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА СИНТЕТИЧНОГО ПАЛИВА

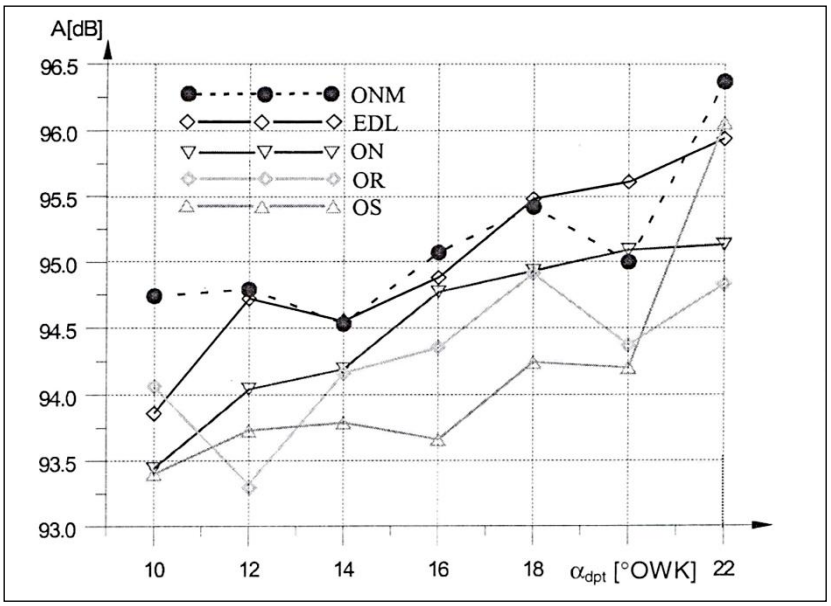
ЯКУБОВСКІ Мирослав, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

RESEARCH OF THE NOISE EMISSION GENERATED BY SB3.1/CR 5 ENGINE POWERED BY BLEND OF DIESEL AND SYNTHETIC FUEL

JAKUBOWSKI Miroslaw, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Hałasem przyjęto określać wszelkie dźwięki zakłócające odbiór dźwięków pożądanych w danej chwili lub też dźwięki uciążliwe. Widmo częstotliwościowe hałasu nie musi być ciągłe – w przeciwieństwie do widma szumu, który jest rodzajem dźwięku nie mającym charakteru muzycznego czy też określonej wysokości [4].

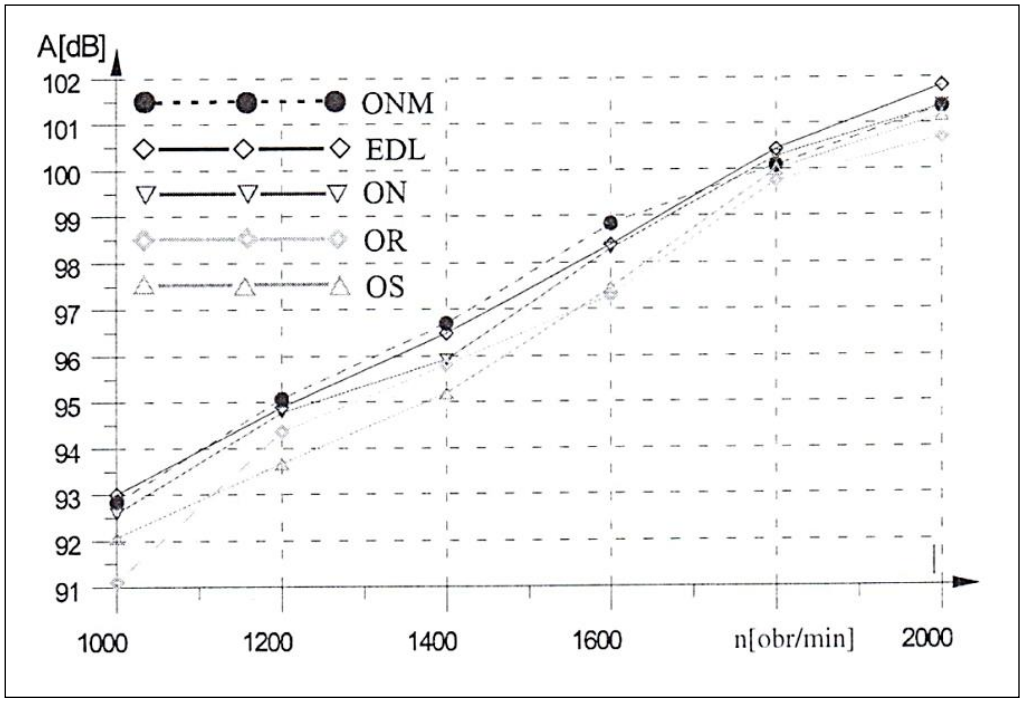
Hałas jest parametrem ekologicznym uciążliwym na równi z toksycznymi składnikami spalin. Wpływa dodatkowo na ludzką psychikę i ogólne samopoczucie więc jego ograniczanie jest jak najbardziej pożądane. Na rys. 1-3 przedstawiono wpływ rodzaju paliwa na emisję hałasu przez silniki spalinowe.



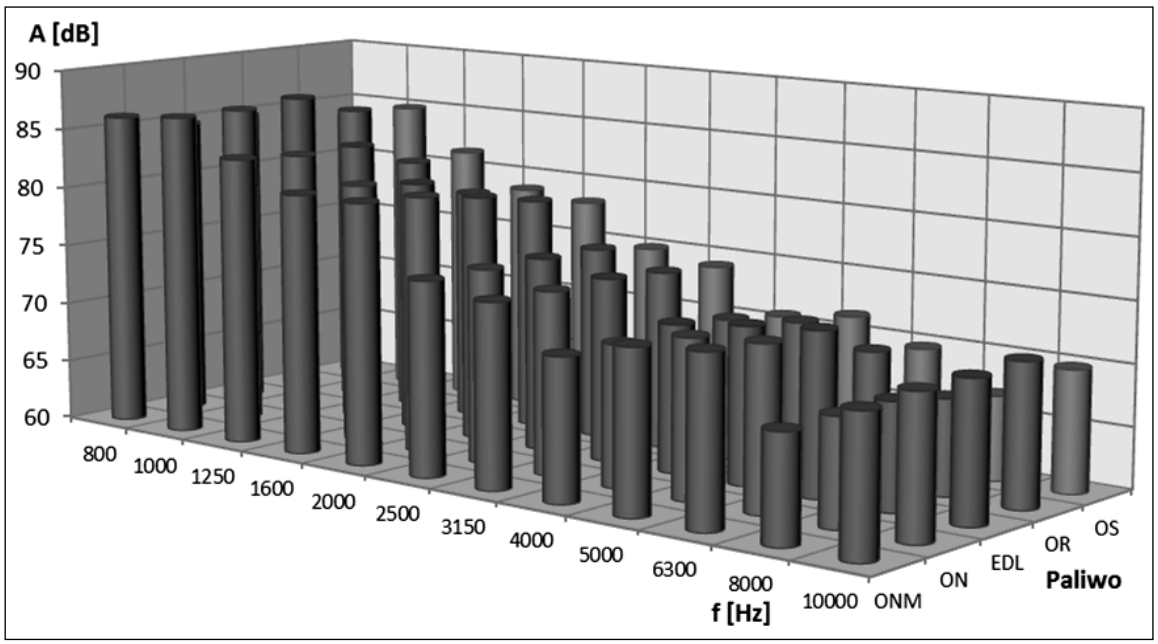
Rys. 1. Wykres zależności poziomu ciśnienia dźwięku A[dB] od kąta dynamicznego początku tłoczenia α_{dpt} [°OWK], emitowanego przez silnik AD3.152 zasilanego paliwami węglowodorowymi i roślinnymi przy: n = 1200 [obr/min] dla charakterystyki zewnętrznej [2]

Stanowisko badawcze. Przedmiotem badań był jednocylindrowy silnik badawczy o zapłonie samoczynnym typu SB3.1/CR wyposażony w zasobnikowy układ wtryskowy typu CommonRail, umożliwiający wtrysk do pięciu dawek paliwa na cykl roboczy silnika przy różnych ciśnieniach wtrysku. Silnik ten jest zmodyfikowaną wersją silnika badawczego SB3.1 wyprodukowanego przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu. Dane techniczne silnika SB3.1 zostały

przedstawione w tabeli 1.



Rys. 2. Zależności poziomu ciśnienia dźwięku A[dB] emitowanego przez silnik AD3.152 zasilanego paliwami węglowodorowymi i roślinnymi od prędkości obrotowej przy stałym kącie dynamicznego początku tłoczenia αdpt = 16 [°OWK], [3]

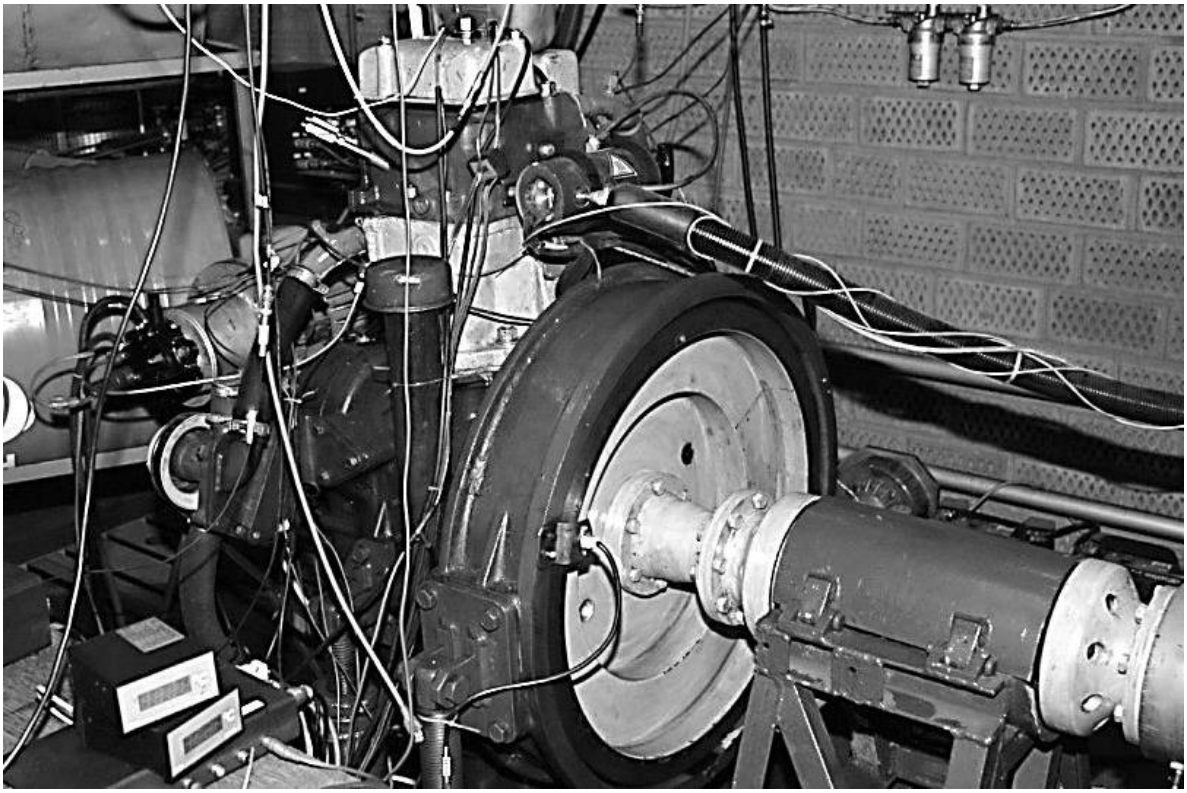


Rys. 3. Wartości ciśnienia dźwięku mierzonego za pomocą analizy widmowej (1/3 oktawy) dla silnika zasilanego różnymi rodzajami paliw, przy parametrach: n = 1200 [obr/min], αdpt = 16 [°OWK]

Tabela 1. Dane techniczne silnika SB3.1 z oryginalnym układem zasilania [1]

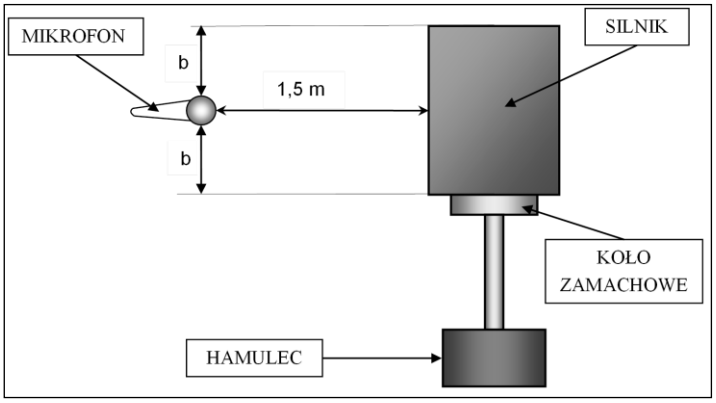
L.p.	Rodzaj parametru	Wartość parametru
1.	Ilość cylindrów	1
2.	Liczba suwów	4
3.	Rodzaj chłodzenia	cieczowe
4.	Skok tłoka	146 mm
5.	Średnica cylindra	127 mm
6.	Pojemność skokowa	1850 cm^3
7.	Stopień sprężania	15,75
8.	Moc silnika	ok. 23 kW
9.	Obroty nominalne	2200 obr/min
10.	Max. moment obrotowy	110 Nm
11.	Obroty momentu max.	1600 obr/min
12.	Kierunek obrotu silnika patrząc od strony koła zamachowego	lewy
13.	System olejenia	obiegowe pod ciśnieniem
14.	Luzy zaworów przy zimnym silniku	0,5 mm
15.	Ciśnienie wtrysku	$16,67^{+0,49}$MPa

Na rys. 4 przedstawiono widok silnika badawczego zainstalowanego na stanowisku hamownianym.



Rys. 4. Obiekt badań – jednocylindrowy silnik badawczy SB-3.1 z układem zasilania typu CR

Na rys. 5 przedstawiono miejsce zainstalowania mikrofonu, który ustawiono 1,5 m od silnika, na wysokości osi wału korbowego, po prawej stronie silnika patrząc od strony wałka rozrządu.



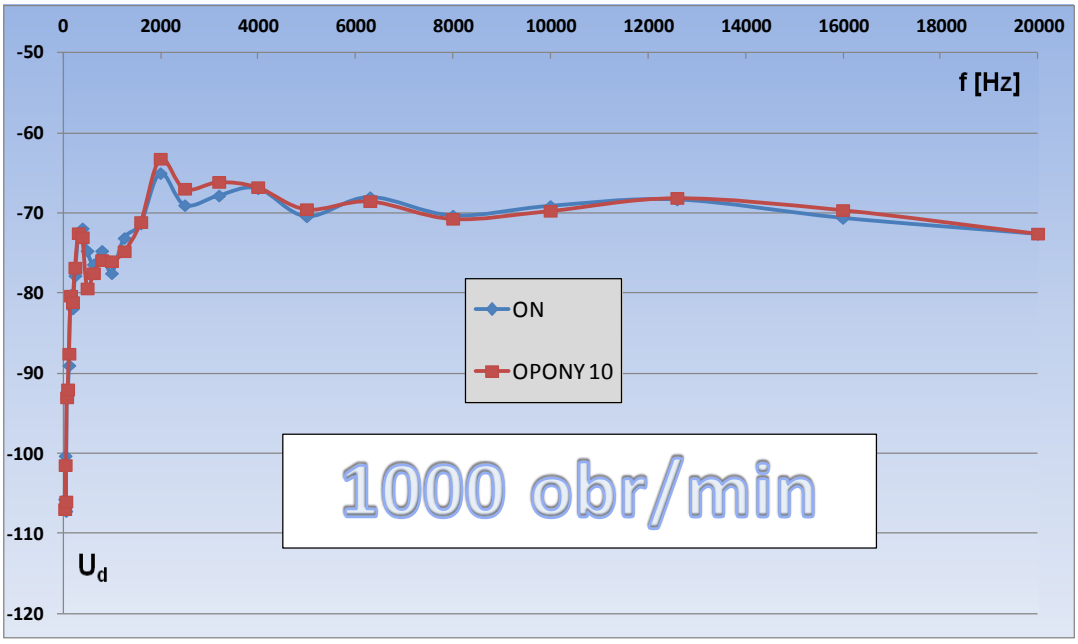
Rys. 5. Schemat umieszczenia mikrofonu w czasie pomiaru hałasu; widok z góry. Mikrofon umieszczono na wysokości osi wału korbowego silnika (na podstawie analizy [5])

Badania i wyniki pomiarów. W trakcie badań silnik pracował w pięciu ustalonych punktach pracy (tabela 2). Zasilany był olejem napędowym (ON)oraz jego mieszanką z paliwem syntetycznym w stężeniu 10% (OPONY 10).

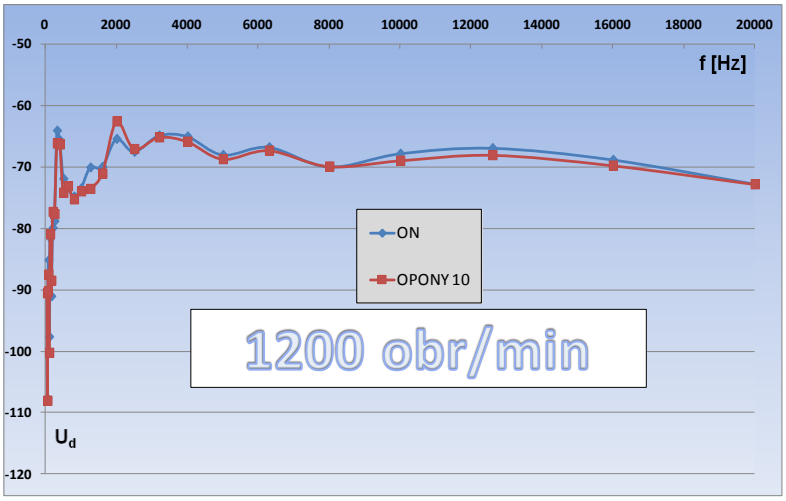
Tabela 2. Punkty pracy silnika badawczego przyjęte w trakcie badań; n – prędkość obrotowa, α_{ww}– kąt wyprzedzenia wtrysku, t_{is} – czas wtrysku, α_w – kąt wtrysku

L.p.	**n**	**α_{ww}**	**t_{is}**	**α_w**
	[obr/min]	[ºOWK]	[µs]	[ºOWK]
1.	1000	18	3500	21
2.	1200	20	3100	22
3.	1400	22	2950	25
4.	1600	22	2500	24
5.	1800	22	2100	23

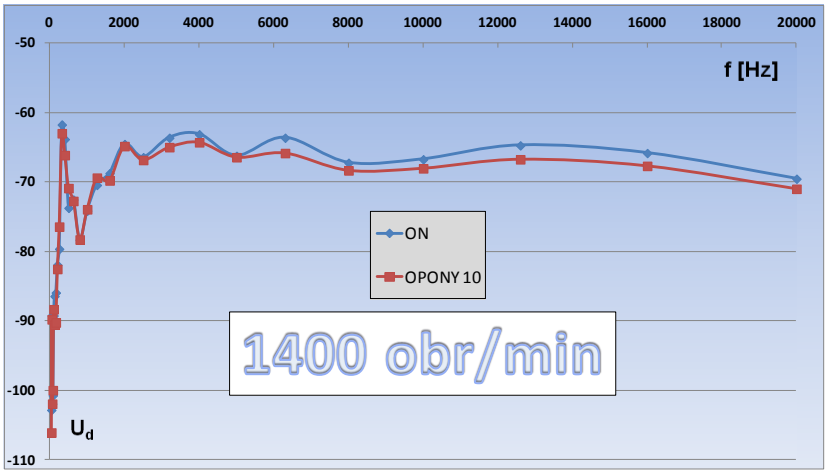
Na rys. 6-11 przedstawiono porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie syntetycznym.



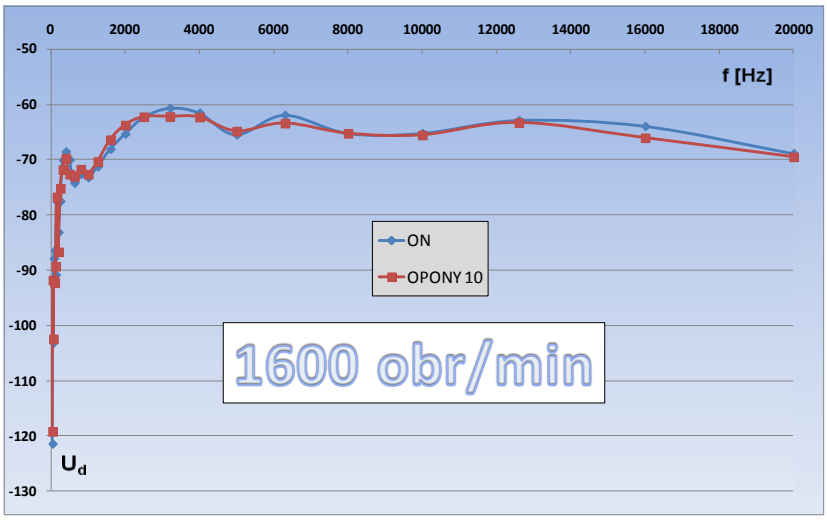
Rys. 6. Porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie OPONY 10 przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n = 1000 obr/min



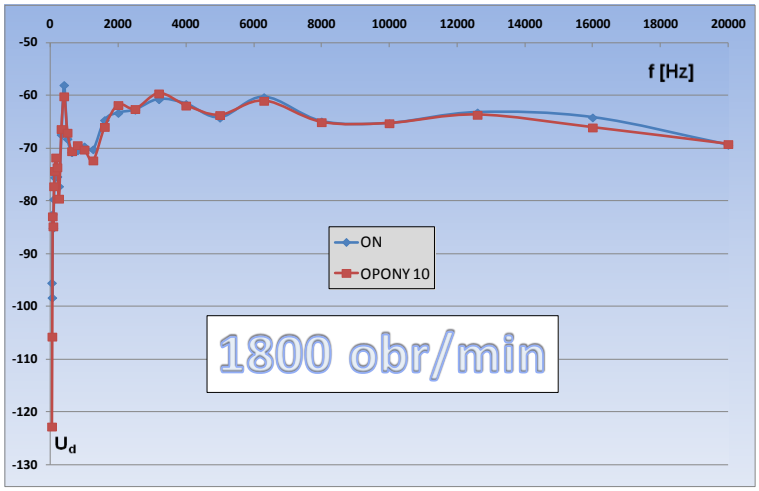
Rys. 7. Porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie OPONY 10 przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n = 1200 obr/min



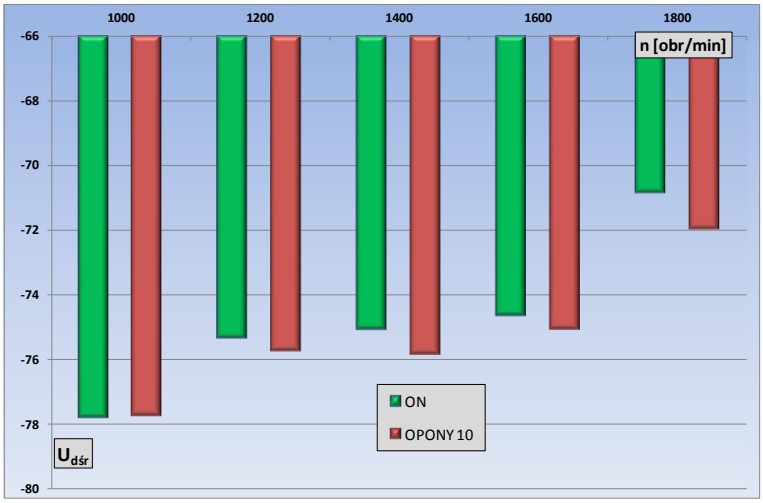
Rys. 8. Porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie OPONY 10 przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n = 1400 obr/min



Rys. 9. Porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie OPONY 10 przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n = 1600 obr/min



Rys. 10. Porównanie widma sygnału akustycznego zmierzonego podczas pracy silnika badawczego na oleju napędowym ON oraz paliwie OPONY 10 przy prędkości obrotowej wału korbowego silnika n = 1800 obr/min



Rys. 11. Porównanie średnich wartości sygnału akustycznego Udśr dla ON i paliwa OPONY 10 przy różnych prędkościach obrotowych wału korbowego silnika badawczego

Wnioski. Wyniki badań wykonanych w zakresie tematu niniejszego artykułu pozwoliły sformułować następujące wnioski:

– silnik badawczy zasilany czystym olejem napędowym oraz mieszanką OPONY 10 pracował poprawnie we wszystkich pięciu punktach pracy,

– średni sygnał akustyczny dla silnika zasilanego ON miał nieznacznie większą wartość w porównaniu do zasilania mieszanką OPONY 10 (n = 1200 – 1800 obr/min),

– obraz widma akustycznego jakie zostało zarejestrowane w trakcie pracy silnika na dwóch badanych paliwach nie wykazał zauważalnych różnic.

LITERATURA

[1] Witkowski L. B.: O stereo i kwadrofonii. WKiŁ, Warszawa 1990.

[2] Lotko W., Maciąg P.: Diagnozowanie procesu spalania silnika o zapłonie samoczynnym zasilanego paliwami roślinnymi i węglowodorowymi. Materiały Konferencyjne DIAG ’98. Szczecin-Ystad, 1998.

[3] Lotko W.: Studium zastosowań paliw alternatywnych do silników o zapłonie samoczynnym. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2001.

[4] Balawender K.: Wpływ parametrów sterujących układu wtryskowego silnika typu DI CR na emisję cząstek stałych. Rozprawa doktorska, Rzeszów 2008.

[5] PN-92/S-04051 „Pojazdy samochodowe i motorowery. Dopuszczalny poziom hałasu zewnętrznego. Wymagania i badania.”

STRESZCZENIE

JAKUBOWSKI Mirosław. Parametry fizykochemiczne paliwa syntetycznego przeznaczonego do zasilania silników o ZS / JAKUBOWSKI Mirosław, BALAWENDER Krzysztof // WisnykNarodowego Uniwersytetu Transportu**.** –K. : NUT, 2015. - № 32.

Wartykule przedstawionowyniki badań emisji hałasu generowanego przez silnik z zapłonem samoczynnym w wersji z zasilaniem systemem CommonRail. Porównano widma sygnału akustycznego oraz średnie jego wartości przy zasilaniu silnika olejem napędowym oraz jego mieszanką z paliwem syntetycznym.

РЕФЕРАТ

ЯКУБОВСКІ Мирослав. Фізико-хімічні параметри синтетичного палива, призначеного для дизельних двигунів / ЯКУБОВСКІ Мирослав, БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлені результати визначення рівня шуму, створюваного двигуном SB3.1 з запалюванням від стиснення та системою CommonRail при живленні стандартним дизельним паливом і його суміші з синтетичним паливом.

ABSTRACT

JAKUBOWSKI Miroslaw, BALAWENDER Krzysztof. Physicochemical parameters of synthetic fuel for diesel engine. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the results of the noise emission generated by a compression ignition SB3.1 engine with the Common Rail system powered by a standard diesel fuel and its blend with synthetic fuel.

AUTORZY:

JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЯКУБОВСКІ Мирослав, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

JAKUBOWSKI Miroslaw, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор габбілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний Транспортний Університет, професор кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Korpach A.O, Ph.D., National Transport University, Professor of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43.004
UDC 621.43.004

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОЕФІЦІЄНТА РОЗСІЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ

Говорун А.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Мержиєвська Л.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Куций П.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

ENERGY DISSIPATION COEFFICIENT CALCULATION RESEARCH RESULTS

Govorun A.G., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Merzhyyevska L.P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kutsyy P.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА РАССЕИВАНИЯ ЕНЕРГИИ

Говорун А.Г., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Мержиевская Л.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Куцый П.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Загально відомим фактом є те, що при русі трактора в неусталених режимах в системі регулювання виникають коливання крутного моменту двигуна Ме [1], що спричиняють кутові коливання в елементах трансмісії. Як результат, в системі виникають втрати енергії, яка розсіюється у вигляді теплоти.

Момент розсіювання енергії (демпфування), що діє на коливальну систему, визначається за залежністю:

$$M_{\partial} = \xi \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial t} \qquad (1)$$

де ξ - коефіцієнт розсіювання енергії (величина демпфування), що враховує усі види втрат енергії;

φ - кут закручування мас, що здійснюють поступальний і обертальний рухи, зведених до осі колінчатого валу.

За отриманими даними під час дорожніх випробовувань [2, 3], розрахунковим методом визначено коефіцієнт розсіювання енергії за методикою [4] та його вплив на паливну економічність дизеля при русі КТЗ в неусталених режимах ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним та гранично-всережимним регуляторами.

Відомо [5, 6], що основною, по відношенню до трансмісії, зовнішньою збуджуючою дією є крутний момент двигуна, який однозначно визначає координата рейки паливного насосу h. Для спрощення аналізу приймемо, що зміна амплітуди коливань крутного моменту двигуна ідентична зміні амплітуди коливань рейки паливного насосу.

В табл. 1 наведено приклад результатів обробки експериментальних даних дорожніх випробувань трактора МТЗ-80 при його русі з постійною швидкістю ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля на третій передачі за фіксованого положення важеля керування подачею палива, а також результати розрахунку коефіцієнта розсіювання енергії для прийнятих умов руху трактора МТЗ-80, які імітують умови руху КТЗ в сільськогосподарських технологічних процесах.

Розрахунок виконано для трактора МТЗ-80 за такими вихідними даними: маса mтр=3770 кг; зведена до колінчастого валу жорсткість трансмісії спр=67,937 Нм/рад; швидкість руху V=4,7 км/год; частота обертання двигуна n=1500 хв$^{-1}$.

Таблиця 1 - Результати розрахунку коефіцієнта розсіювання енергії за результатами дорожніх випробувань трактора МТЗ-80

Перевитрата палива, $\Delta G_П$, кг/год.	Перевитрата палива, $\Delta G_П$, %	Втрата теплоти, ΔQ, Дж	Втрата потужності, ΔNe, Вт	Втрата моменту, ΔMe, Н·м	Частота коливань, f, Гц	Період коливань, Т, сек.	Приріст амплітуди коливань крутного моменту, ΔA_{Me}, Нм	Приріст коефіцієнта розсіювання енергії, $\Delta\xi$, Нм·с/рад	Приріст кута закручування, $\Delta\varphi_{ср}$, рад
0,143	5,30	6067,30	421,34	2,68	0,3956	2,528	6,44	17,88	0,09479
0,161	6,01	6878,60	477,70	3,04	0,2381	4,2	7,34	29,74	0,10804
0,194	7,22	8254,35	573,21	3,65	0,2660	3,76	8,74	26,85	0,12865
0,281	10,46	11958,2	830,40	5,29	0,3259	3,068	12,54	21,98	0,1846
0,361	13,46	15379,9	1068,04	6,8	0,2535	3,944	16,14	28,24	0,2376
0,372	13,80	15803,2	1097,40	6,99	0,4310	2,32	16,59	16,59	0,244196
0,381	14,20	16226,5	1126,80	7,17	0,3634	2,752	17,04	19,68	0,25082
0,480	17,80	20424,2	1418,35	9,03	0,3571	2,8	21,32	20,14	0,3138
0,532	19,78	22611,3	1570,20	9,03	0,3165	3,16	23,54	22,79	0,34649
0,581	21,60	24727,8	1717,20	10,90	0,4931	2,028	25,68	14,65	0,377996

Приріст коефіцієнта розсіювання енергії визначили також за перевитратою палива $\Delta G_П$ та приростом амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} двигуна з всережимним регулятором порівняно з гранично-всережимним [1, 2].

Найбільш поширеним неусталеним режимом руху КТЗ є його рух пересіченою місцевістю. Рух за таких умов викликає безперервній вплив САРЧ на рейку паливного насосу, що змінює подачу палива в циліндри дизеля та зумовлює неперервні перехідні процеси, які супроводжуються зміною потужності двигуна і втратами енергії на демпфування [1, 2, 3].

Для визначення впливу неусталеного характеру зовнішнього навантаження на амплітуду коливань крутного моменту двигуна вибрано закон зміни опору руху ± ΔМоп у вигляді симетричної прямокутної функції рис. 1. Середнє значення приросту амплітуди ΔA_{Me} декількох періодів коливань приймаємо таким, як в усталеному режимі руху. Вплив такого режиму руху КТЗ на амплітуду коливань рейки паливного насосу визначено для найбільш поширених частот зовнішньої збуджуючої дії.

Розрахунками на динамічній математичній моделі та результатами експериментальних досліджень встановлено, що амплітуда коливань крутного моменту двигуна (рейки паливного насосу) з гранично-всережимним регулятором значно менша, ніж при роботі двигуна з всережимним регулятором. Останнє пояснюється тим, що в гранично-всережимному регуляторі передбачено керований обмежувач переміщення рейки в сторону збільшення подачі палива.

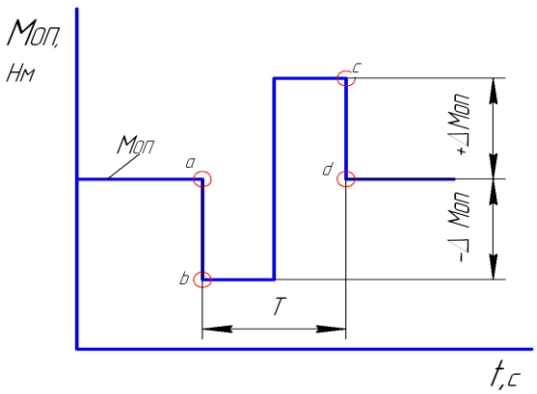
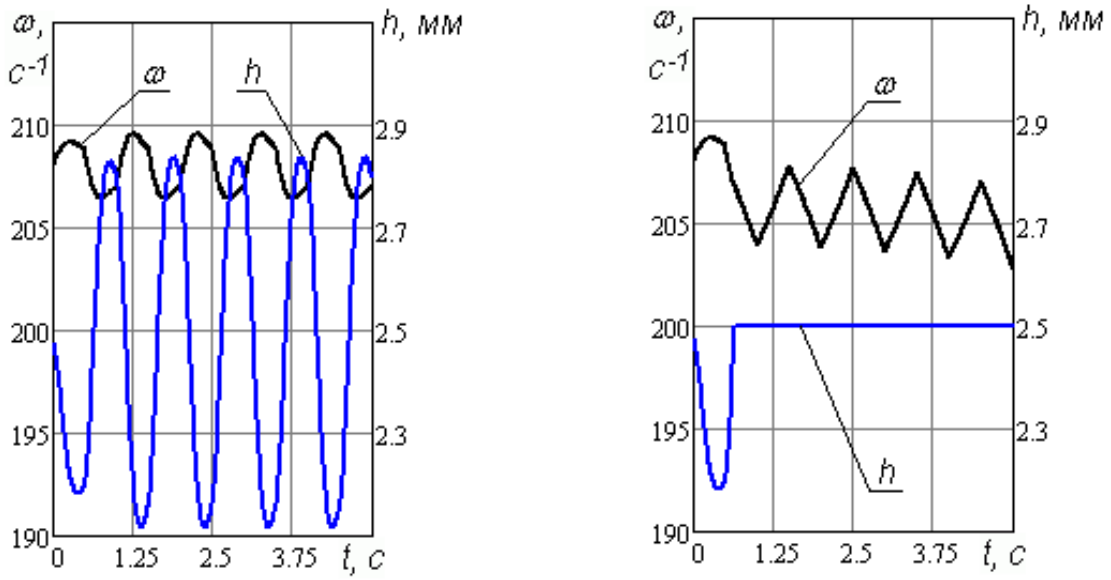


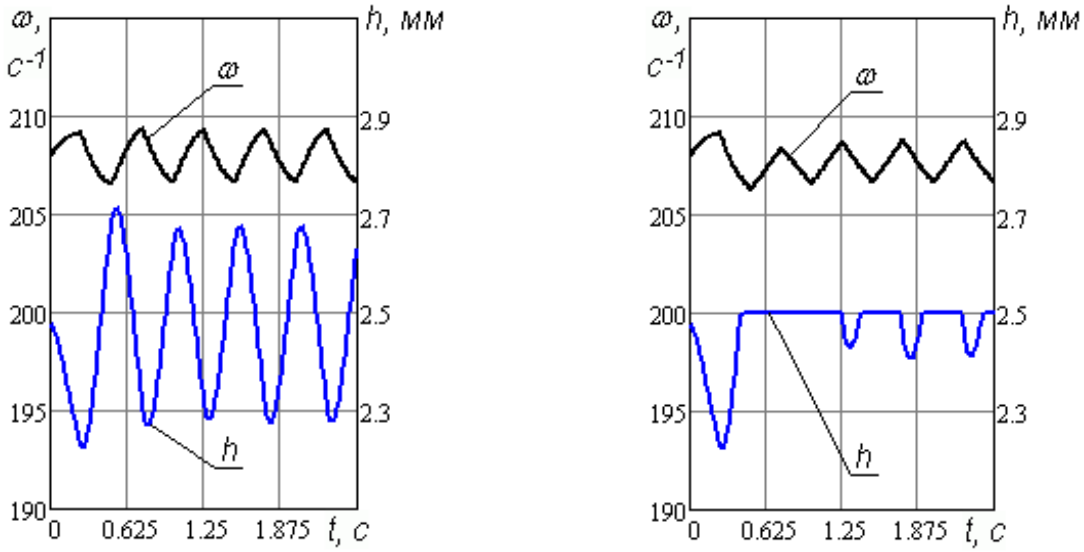
Рисунок 1 – Симетрична прямокутна функція зміни моменту опору руху

Для наочності на рис. 2 та 3 наведено приклади розрахунків на математичній моделі перехідних процесів в системах автоматичного регулювання дизеля з штатним всережимним і гранично-всережимним регуляторами частоти обертання колінчастого вала дизеля. З рис. 2 та 3 видно, що амплітуда коливань рейки паливного насосу з гранично-всережимним регулятором або майже відсутня, або значно менша порівняно з амплітудою коливань рейки паливного насосу з всережимним регулятором.



а) штатний всережимний регулятор б) гранично-всережимний регулятор

Рисунок 2 - Приклади перехідних процесів в САРЧ дизеля Д-241 при прямокутно-симетричній періодичній зміні опору (T = 1 с; $\Delta M_{ОП}$ = 19 Н·м).



а) штатний всережимний регулятор б) гранично-всережимний регулятор

Рисунок 3 - Приклади перехідних процесів в САРЧ дизеля Д-241 при прямокутній періодичній зміні опору (T = 0,5 с; $\Delta M_{ОП}$ = 19 Нм).

Отже, обмеження вимушених коливань рейки паливного насосу високого тиску забезпечує зниження амплітуди коливань рейки паливного насосу, тобто крутного моменту двигуна.

На рис. 4, як приклад, показано залежність зміни приросту коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$ від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} двигуна Д-241 при русі трактора МТЗ-80 на третій передачі ґрунтовою дорогою за різних значень нерівностей її мікропрофіля.

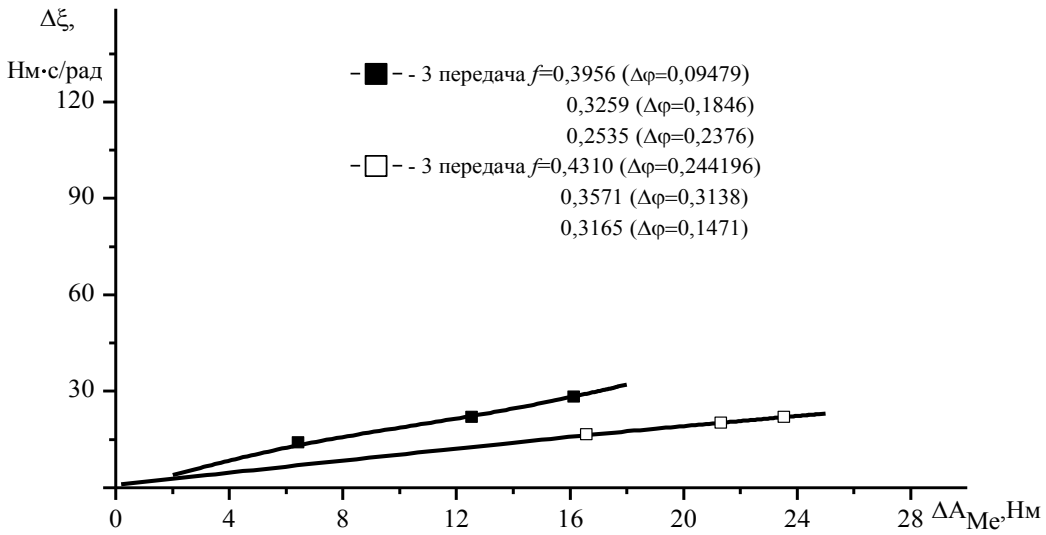
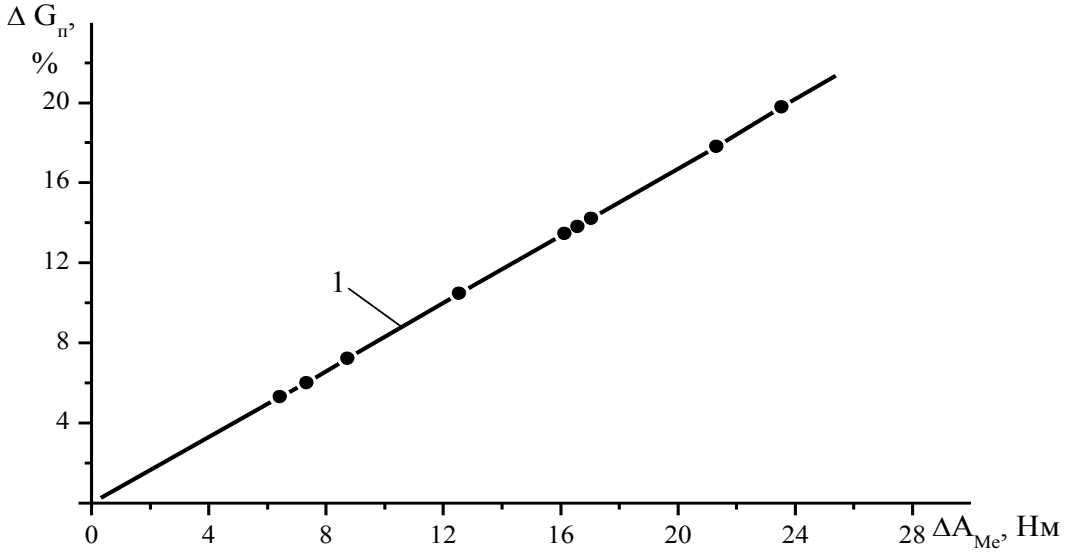


Рисунок 4 - Зміна коефіцієнта розсіювання енергії від амплітуди і частоти коливань крутного моменту трактора МТЗ-80 при русі ґрунтовою дорогою з різними степенями нерівностей

Аналіз залежностей, наведених на рис. 4 показує, що приріст коефіцієнта $\Delta\xi$ практично пропорційно зростає із збільшенням приросту амплітуди коливань ΔA_{Me} крутного моменту, а із збільшенням частоти коливань крутного моменту приріст коефіцієнту $\Delta\xi$ зменшується.

А на рис. 5, також в якості прикладу, наведено залежність зміни частки перевитраченого палива $\Delta G_П$, % від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} дизеля трактора МТЗ-80. Порівняльна витрата палива визначалась також при русі трактора на третій передачі ґрунтовою дорогою з постійною швидкістю за різних значень нерівностей її мікропрофіля з всережимним регулятором та гранично-всережимним регулятором.



1 - розрахунково-експерементальне значення збільшення приросту годинної витрати палива при русі трактора МТЗ-80 на 3-ій передачі.

Рисунок 5 - Залежність збільшення частки (%) перевитраченого палива при русі трактора МТЗ-80 ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним регулятором від амплітуди коливань крутного моменту

З рис. 5 чітко видно, що збільшення частки палива, що перевитрачена двигуном Д-241 трактора МТЗ-80 при його русі зі всережимним регулятором пропорційно залежить від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} двигуна.

Тобто за результатами експериментальних досліджень, з огляду на витрату палива, встановлено, що чим гірший стан мікропрофіля дороги, тим більша ефективність використання в

умовах неусталених режимів руху КТЗ гранично-всережимного регулятора ніж всережимного.

Абстрагуючи результати експериментальних досліджень витрати палива (рис. 5) за амплітудою коливань крутного моменту A_{Me} двигуна, можна зробити висновок, що при русі КТЗ ґрунтовою дорогою з постійною швидкістю за різних значень нерівностей її мікропрофіля при використанні гранично-всережимного регулятора зменшення витрати палива складає 2…4%.

Таким чином, аналіз проведених досліджень показує, що коефіцієнт розсіювання енергії зростає пропорційно збільшенню амплітуди коливань крутного моменту двигуна при русі КТЗ для вище зазначених умов руху.

Крім того, встановлено, що із збільшенням амплітуди коливань крутного моменту при русі КТЗ за постійної швидкості з всережимним регулятором в умовах змінних навантажень частка розсіяної енергії зростає. Під час руху КТЗ з гранично-всережимним регулятором, вона залишається практично незмінною, як результат отримуємо, чим гірший стан мікропрофіля дороги, тим вища ефективність використання гранично-всережимного регулятора.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Говорун А.Г. Вплив способу регулювання двигуна КТЗ на витрату палива за умов неусталених режимів руху / А.Г. Говорун, М.В. Павловський, П.В. Куций // Вісник НТУ Ч.1 – К.:НТУ, 2013.– Випуск 28.–с.104-110.

2. Говорун А.Г. Вплив стану дорожнього покриття на витрату палива / А.Г. Говорун, П.В. Куций // Автошляховик України, №1 (237),Київ, 2014 р., с. 14-16.

3. Говорун А.Г. Результати дорожніх випробувань колісного транспортного засобу з універсальним регулятором частоти обертання колінчастого валу дизеля / А.Г. Говорун, О.А. Клименко, П.В. Куций // Автошляховик України, №6 (242),Київ, 2014 р., с. 2-5.

4. Говорун А.Г. Результати польових випробувань трактора МТЗ-80 з різними способами регулювання дизеля / А.Г. Говорун, А.О. Корпач, М.П. Сєльский, П.В. Куций // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. - №1 (10). – С. 110-115

5. Багиров Д.В. Двигатели внутреннего сгорания дорожных и строительных машин. / Д.В. Багиров, А.В. Златопольский // М.: Машиностроение, 1974г. 202 с.

6. Вихерт М.М. Топливная аппаратура автомобильных дизелей: конструкция и параметры. / М.М. Вихерт, М.В. Мазинг // – М.: Машиностроение, 1978. – 176 с.

REFERENCES

1. Govorun A.G., Pavlovskiy M.V., Kutsyy P.V. Influence of a wheeled vehicle engine control mode on fuel consumption under unbalanced conditions of movement Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28. – p.p. 104-110 (Ukr).

2. Govorun A.G., Kutsyy P.V. Influence of road covering on fuel consumption. Avtoshliahovuk Ukrainu – Kyiv.: 2014. – Vol. 1. – p.p. 14-17 (Ukr).

3. Govorun A.G., Klymenko O.A., Kutsyy P.V. Results of road tests of a wheeled vehicle with a universal regulator of speed of the crankshaft of a diesel Avtoshliahovuk Ukrainu – Kyiv.: 2014. – Vol. 6. – p.p. 2-5 (Ukr).

4. Govorun A.G., Korpach A.O, Selskiy M.P., Kutsyy P.V. Results of field study of the tractor MTZ-80 with different modes of diesel governing Visti Avtomobilno-dorozhnogo instytutu. - №1 (10). – p.p. 110-115. (Ukr)

5. Bagirov D.V., Zlatopolskiy A.V. Road and construction machines internal combustion engines M., Mashynosroenye. 1974. – p. 202 (Rus)

6. Vihert M.M., Mazing M.V. Automotive diesel fuel injection equipment: design and parameters M., Mashynosroenye. 1978. – p. 176 (Rus)

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Результати розрахункових досліджень коефіцієнта розсіювання енергії. / А.Г. Говорун, Л.П. Мержиєвська, П.В. Куций // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті, за отриманими даними під час експериментальних досліджень, розрахунковим методом визначено коефіцієнт розсіювання енергії та його вплив на паливну економічність при русі КТЗ в неусталених режимах ґрунтовою дорогою з різними значеннями нерівностей її мікропрофіля з всережимним та гранично-всережимним регуляторами.

За результатами розрахункових досліджень побудовано залежність зміни приросту коефіцієнта

розсіювання енергії $\Delta\xi$ від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} двигуна Д-241 при русі трактора МТЗ-80 на третій передачі ґрунтовою дорогою за різних значень нерівностей її мікропрофіля. Аналіз отриманих залежностей показує, що приріст коефіцієнта розсіювання енергії $\Delta\xi$ практично пропорційно зростає із збільшенням приросту амплітуди коливань ΔA_{Me} крутного моменту. Також в статті наведено залежність зміни частки перевитраченого палива $\Delta G_П$, % від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} дизеля трактора МТЗ-80. За отриманими даними чітко видно, що збільшення частки палива, що перевитрачається двигуном Д-241 трактора МТЗ-80 при його русі зі всережимним регулятором пропорційно залежить від приросту амплітуди коливань крутного моменту ΔA_{Me} двигуна. Зі збільшенням амплітуди коливань крутного моменту частка перевитраченого палива зростає.

За результатами проведених розрахункових досліджень встановлено, що із збільшенням амплітуди коливань крутного моменту при русі КТЗ за постійної швидкості з всережимним регулятором в умовах змінних навантажень частка розсіяної енергії зростає. Під час руху КТЗ з гранично-всережимним регулятором, навпаки, чим гірший стан мікропрофіля дороги, тим вища ефективність використання гранично-всережимного регулятора.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛІСНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ, КОЕФІЦІЄНТ РОЗСІЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ, АМПЛІТУДА КОЛИВАНЬ КРУТНОГО МОМЕНТУ.

ABSTRACT

Govorun A.G. Merzhyyevska L.P., Kutsyy P.V. Energy dissipation coefficient calculation research results. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article in accordance with the data obtained during the experimental studies, applying a computational method, is defined energy dissipation rate and its impact on fuel efficiency during the movement of a wheeled vehicle under unbalanced conditions along the country road with marginal road microprofile inequalities with all-range and marginal all-range governors.

As a result of computational research was built dependence of the growth rate of energy dissipation coefficient $\Delta\xi$ from growth of vibrations amplitude of the engine torque ΔA_{Me} – D - 241 during the movement of a tractor MTZ-80 on the third gear along the country road with different rates of its microprofile inequalities. Analysis of the dependences obtained shows that the growth of the coefficient $\Delta\xi$ almost proportionally increases with increase in the amplitude of oscillations ΔA_{Me} of the torque. Also the article presents the dependence of the share of overused fuel ΔG_P% on the increase of the amplitude of oscillation of torque ΔA_{Me} of a diesel of a tractor MTZ-80. According to the data obtained it is evident that increase in the share of overused fuel by the engine D 241 of a tractor MTZ-80 when it is moved by an all-range governor depends proportionally on the increase in the amplitude of oscillation of the torque AME of an engine. With increasing amplitude of oscillation of the torque the share of overused fuel increases.

In accordance with the results of computational research it is established that with increased oscillation amplitude of the torque when driving the wheeled vehicle at the constant speed with an all-range governor under variable loading conditions the share of dissipated energy increases. When driving a wheeled vehicle with a marginal all-range governor, on the contrary, the worse condition of the road microprofile, the higher the efficiency of the marginal all-range governor application.

KEY WORDS: WHEEL VEHICLE, GOVERNOR OF CRANKSHAFT ROTATION FREQUENCY, ENERGY DISSIPATION COEFFICIENT, AMPLITUDE OF TORQUE OSCILLATION.

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Результаты расчетных исследований коэффициента рассеивания енергии / А.Г. Говорун, Л.П.Мержиевская, П.В. Куцый // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье, по полученным данным при экспериментальных испытаниях, расчетным методом определен коэффициент рассеивания энергии и его влияние на топливную экономичность при движении КТС в неустановившихся режимах грунтовой дорогой с различными значениями неровностей ее микропрофиля со всережимным и предельно-всережимным регуляторами.

По результатам расчетных исследований построено зависимость изменения прироста коэффициента рассеивания энергии $\Delta\xi$ от прироста амплитуды колебаний крутящего момента ΔA_{Me} двигателя Д-241 при движении трактора МТЗ-80 на третьей передаче грунтовой дорогой при разных значениях неровностей ее микропрофиля. Анализ полученных зависимостей показывает, что прирост

коэффициента рассеивания энергии $\Delta\xi$ практически пропорционально увеличивается с увеличением прироста амплитуды колебаний крутящего момента ΔA_{Me}. Также в статьи приведена зависимость изменения доли перерасходованного топлива $\Delta G_{П}$, % от прироста амплитуды колебаний крутящего момента ΔA_{Me} дизеля трактора МТЗ-80. По полученным данным четко видно, что увеличение доли топлива, что перерасходуется двигателем Д-241 трактора МТЗ-80 при его движении со всережимным регулятором пропорционально зависит от прироста амплитуды колебаний крутящего момента ΔA_{Me} двигателя. С увеличением амплитуды колебаний крутящего момента доля перерасходованного топлива увеличивается.

По результатам проведенных расчетных исследований установлено, что с увеличением амплитуды колебаний крутящего момента при движении КТС при постоянной скорости с всережимным регулятором в условиях переменных нагрузок доля рассеянной энергии увеличивается. При движении движения КТС с предельно-всережимным регулятором, наоборот, чем хуже состояние микропрофиля дороги, тем выше эффективность использования предельно-всережимного регулятора.

ККЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КАЛЕСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, РЕГУЛЯТОР ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАСТОГО ВАЛА, КОЭФФИЦИЕНТ РАССЕИВАНИЯ ЭНЕРГИИ, АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА.

АВТОРИ:

Говорун А.Г., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел.. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

Мержиєвська Л.П., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: lpm.dvz@gmail.com, тел.. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303,а.

Куций П.В., Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

AUTHORS:

Govorun Anatoliy G., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department of engines and heating, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

Merzhievska Lubov P., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of engines and heating, e-mail: lpm.dvz@gmail.com, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

Kutsyy Petro V., National Transport University, postgraduate department of engines and heating, e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

АВТОРЫ:

Говорун А.Г., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com тел.. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

Мержиевская Л.П., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: lpm.dvz@gmail.com, тел.. +38 044 280-56-21, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

Куцый П.В., Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: Petro.Kutsyi@gmail.com, тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», Київ, Україна.

Новікова А.М., доктор економічних наук, заступник директора з наукової роботи ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Sahno V.P., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of motor vehicles, Kyiv, Ukraine.

Novikova A.M., Economics (Dr.), deputy director for science DP "DERZHAUTOTRANSNDIPROJECT", Kyiv, Ukraine.

УДК 62-6
UDC 62-6

SZACUNKOWA OCENA MIAR STRAT SPOŁECZNYCH NA WYBRANEJ DRODZE WYZNACZONYCH PRZY UŻYCIU METODY OCENY WPŁYWU NA BRD

JAWORSKI Artur, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
KUSZEWSKI Hubert, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. Inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
USTRZYCKI Adam, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
WOŚ Paweł, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ОЦІНКА СОЦІАЛЬНИХ ВТРАТ НА ОБРАНІЙ ДОРОЗІ ВИЗНАЧЕНИХ ПРИ ВРАХУВАННІ МЕТОДУ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА БЕЗПЕКУ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

ЯВОРСКІ Артур, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
КУШЕВСКІ Губерт, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
УСТШИЦКІ Адам, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ESTIMATED EVALUATION OF THE SOCIAL LOSSES VALUES FOR THE SELECTED ROAD RECEIVED BY THE IMPACT ON ROAD SAFETY ASSESSMENT METHOD

JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wprowadzenie. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE[1] z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej określa wytyczne, które nakazują przeprowadzanie oceny wpływu projektów infrastruktury na drogach wchodzących w skład trans-europejskiej sieci drogowej TEN-T odnośnie bezpieczeństwa ruchu drogowego (BRD). W przepisach krajowych związane jest to z opracowanymi instrukcjami dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Są to opracowania w postaci Zarządzeń Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad [3] oraz Zalecenia Dotyczące Stosowania Założeń Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE [5].

Ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej jest istotnym elementem poprawy stanu bezpieczeństwa na drogach [1,2,5]. Politechnika Rzeszowska w ramach projektu EYEVIDwspółtworzy wraz z Konsorcjantami (Instytutem Transportu Samochodowego, Wojskowym Instytutem Medycyny Lotniczej, Firmą Neuro Device Group Sp. z o.o. oraz Firmą ODIUT Automex Sp. z o.o.) narzędzia do wspomagania audytu i oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. W zakresie oceny wpływu na brdopracowano moduł programu wspomagający audytora, oparty o metodykę zawartą w Załączniku nr 1 do Zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) [3]. Przy użyciu modułumożliwe jest ustalenie rankingu analizowanych wariantów planowanej drogi, uwzględniających ich wpływ na funkcjonowanie sieci dróg na obszarze wpływu danej inwestycji drogowej i wskazanie wariantu najlepszego z punktu widzenia BRD. Ocena wpływu na BRD projektów infrastruktury drogowej pozwala na oszacowanie miar określających wielkości strat społecznych (liczbę wypadków oraz ofiar wypadków drogowych) i strat ekonomicznych (koszty wypadków drogowych) w przyjętym obszarze wpływu, a przez to uwzględnienie aspektu bezpieczeństwa ruchu drogowego (równorzędnie z aspektami środowiskowymi i ekonomicznymi) w analizie wielokryterialnej odnośnie wyboru najbardziej korzystnego wariantu planowanej drogi.

W niniejszym artykule przedstawiono porównanie wybranych miar BRD wyznaczonych przy użyciu przyjętego modelu obliczeniowego, z miarami określonymi na podstawie danych statystycznych o wypadkach dla drogi krajowej nr 9 (E371), przebiegającej w granicach województwa podkarpackiego. Celem przeprowadzonej analizy było określenie poprawności realizowanych w programie obliczeń miar BRD oraz ich porównanie z wartościami rzeczywistych liczb wypadków i ich ofiar.

Wyniki badań. W oparciu o przyjęty model prognozowania dokonano obliczeń szacunkowych miar ryzyka społecznego i strat społecznych dla drogi krajowej nr 9 (E371), przebiegającej w granicach województwa podkarpackiego. Dla każdego przyjętego odcinka jednorodnego obliczono wartości miar ryzyka społecznego: gęstość wypadków (GW), gęstość ofiar rannych (GR) i gęstość ofiar śmiertelnych (GZ) oraz miar strat społecznych: liczba wypadków (LW), liczba ofiar rannych (LR) i liczba ofiar śmiertelnych (LZ). Szczegółowy opis przyjętej metodyki zawiera instrukcja dla audytorów [3].Badania przeprowadzono dla okresu trzyletniego, tj. 2011÷2013. Analizę przeprowadzono na trasie od miejscowości Nagnajów do przejścia granicznego Barwinek. Wykaz odcinków przyjętych do analizy zestawiono w tabeli 1. Wartości średniego dobowego natężenia ruchu oraz udziały pojazdów ciężkich przyjęto na podstawie danych Generalnego Pomiaru Ruchu w 2010 r. Wyniki obliczeń miar ryzyka społecznego oraz strat społecznych zilustrowano dla poszczególnych odcinków na rys. 1 i2.

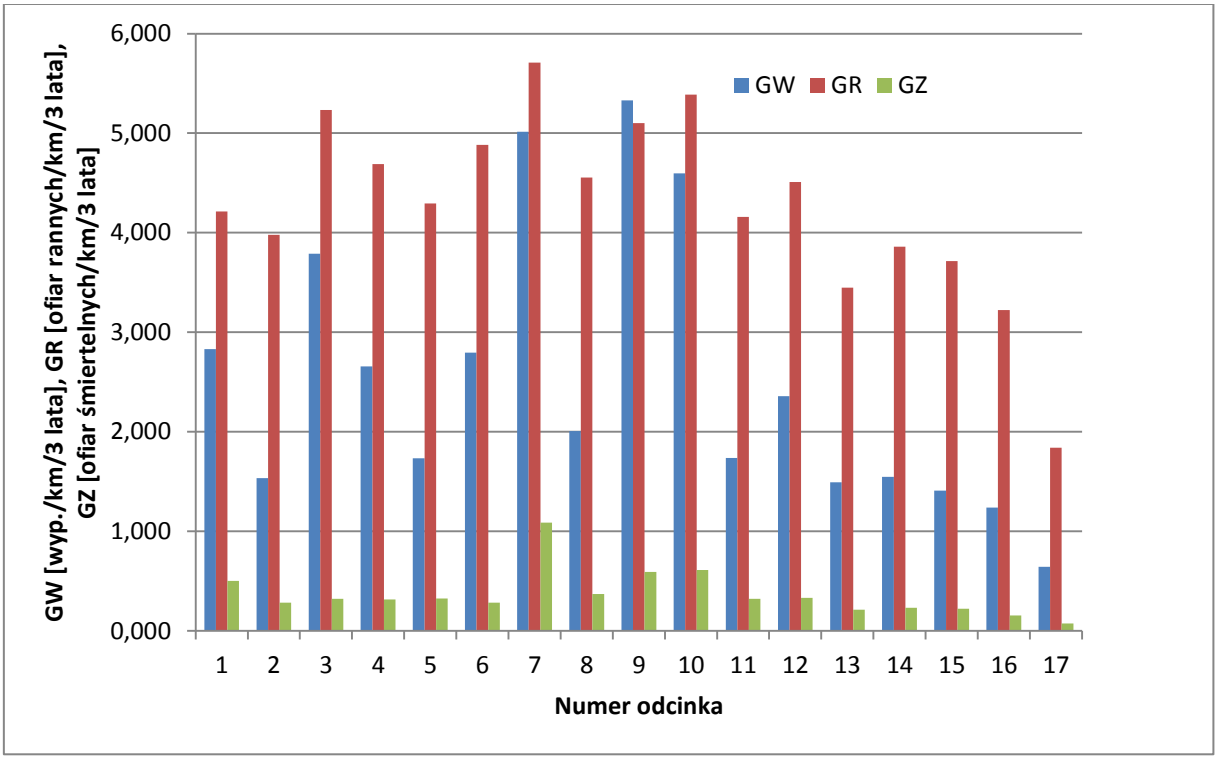
Tabela 1. Wykaz odcinków przyjętych do analizy [9]

Numer odcinka	Numer drogi		Opis odcinka				Udział pojazdów ciężkich [%]	Pojazdy silnikowe ogółem
			Pikietaż					
	Krajowy	Międzynarodowy	Początek	Koniec	Długość [km]	Nazwa	UC	SDR
1	9	E371	127,6	132,5	4,9	Nagnajów-Jadachy	35	7178
2	9	E371	132,5	141,3	8,8	Jadachy-Nowa Dęba	23,5	8822
3	9	E371	141,3	145,4	4,1	Nowa Dęba/Przejście	17,5	11013
4	9	E371	145,4	147,2	1,8	Nowa Dęba -Majdan Królewski	19,2	9866
5	9	E371	147,2	161,8	14,5	Majdan Królewski-Kolbuszowa	19	10331
6	9	E371	161,8	165,4	3,6	Kolbuszowa/Przejście1	18,5	11150
7	9	E371	165,4	170,8	5,4	Kolbuszowa/Przejście2	16,6	13148
8	9 9a	E371	170.80.0	180.64.9	14,6	Kolbuszowa-GłogówMałopolski	18,3	11683
9	9	E371	185,7	192,9	7,2	Głogów Małopolski-Rzeszów	13,4	21839
10	9	E371	201,0	211,4	10,5	Rzeszów-Babica	12,6	17844
11	9	E371	211,4	228,6	17,1	Babica-Lutcza	13,3	9224
12	9	E371	228,6	236,1	7,6	Lutcza-Domaradz	18,6	9488
13	9	E371	236,1	245,2	9,1	Domaradz-Iskrzynia	24,4	6494
14	9	E371	245,2	256,8	11,6	Iskrzynia-Miejsce Piastowe	25,3	8118
15	9	E371	256,8	268,6	11,9	Miejsce Piastowe-Dukla	26,8	7806
16	9	E371	268,6	278,5	9,9	Dukla-Tylawa	42,6	6207
17	9	E371	278,5	285,6	7,1	Tylawa-Barwinek	44,2	3361

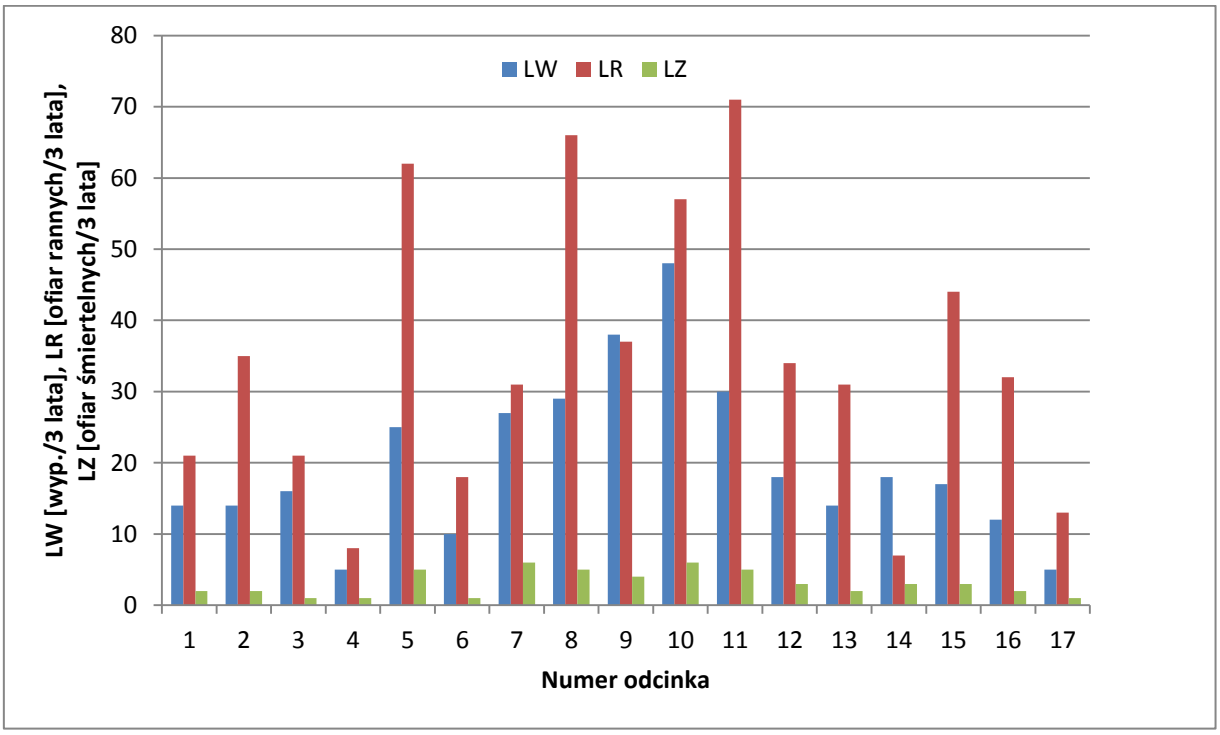
Na podstawie danych z raportów Wydziału Ruchu Drogowego Komendy Wojewódzkiej Policji w Rzeszowie zestawiono liczbę wypadków i ich ofiar w analizowanym okresie lat 2011÷2013 (tabela 2). Porównanie oszacowanych miar liczby wypadków i ich ofiar z danymi statystycznymi ilustruje rys. 3.

Obliczone wartości liczby wypadków iofiar rannych dla analizowanych odcinków dróg są większe od uzyskanych z danych statystycznych. Wartość obliczonej liczby wypadków jest większa o ok. 5% od liczby wypadków zarejestrowanych na analizowanej drodze, a obliczona liczba ofiar rannych jest większa o ok. 20% od liczby rannychz danych statystycznych. Obliczona liczba ofiar śmiertelnych jest natomiast mniejsza o ok. 1% od liczby zarejestrowanych zabitych według danych statystycznych.

Oszacowane liczby wypadków oraz miary strat społecznych, pomimo że różnią się od rzeczywistych, to jednak w prawidłowy sposób oddają rzeczywiste wartości odpowiadających sobie miar. Należy podkreślić, że stosunkowo duży w odniesieniu do liczby wypadków i liczby ofiar śmiertelnych błąd w liczbie rannych może wynikać z faktu, że część osób poszkodowanych w rzeczywistych wypadkach może nie być ujawniona. Należy podkreślić bardzo dobrą zgodność obliczonej i rzeczywistej liczby ofiar śmiertelnych, co pozwala na stwierdzenie, że przedstawiona metodyka wiernie oddaje rzeczywistość w analizowanym zakresie.



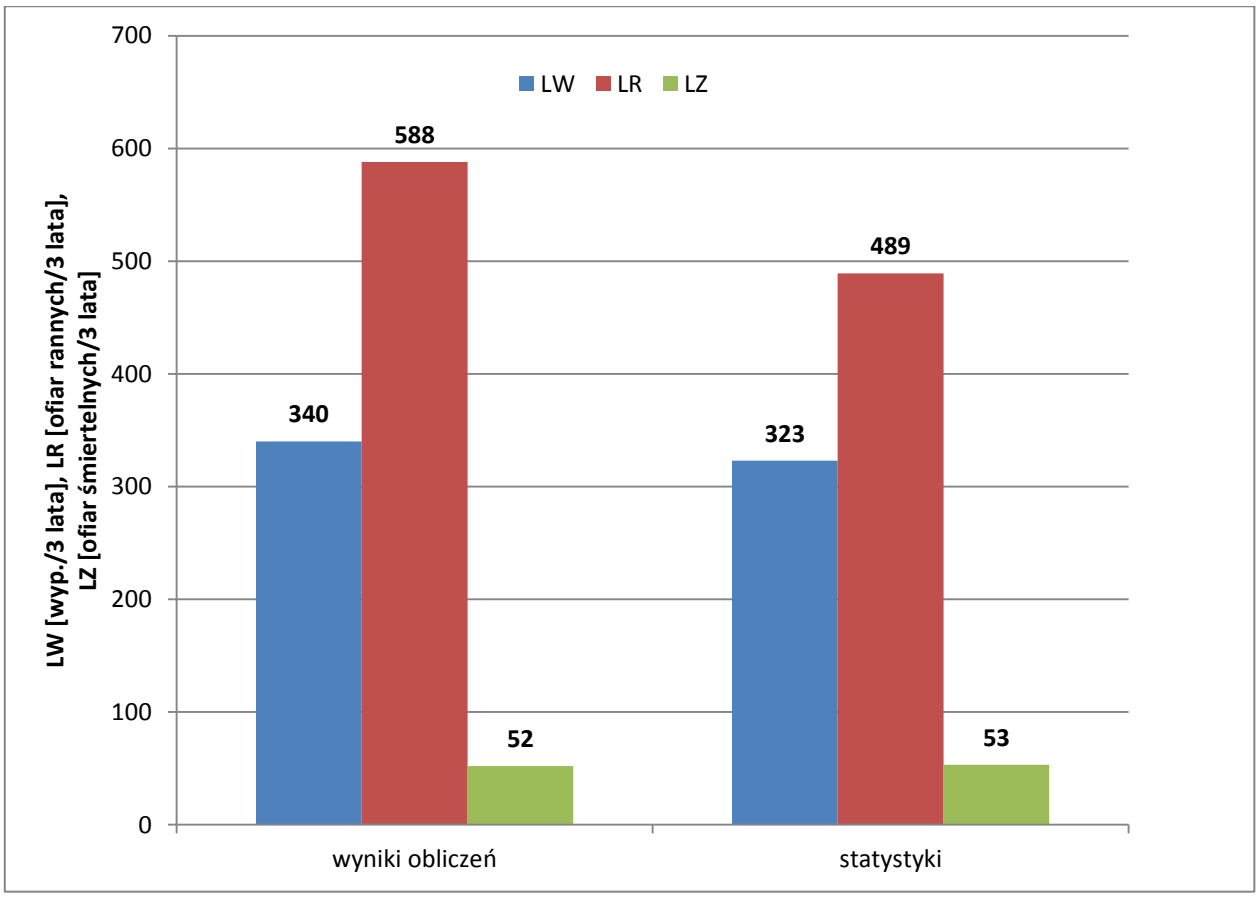
Rys. 1. Obliczone wartości miar ryzyka społecznego dla przyjętych odcinków drogi krajowej nr 9 (E371)



Rys. 2. Obliczone wartości miar strat społecznych dla przyjętych odcinków drogi krajowej nr 9 (E371)

Tabela2. Dane o wypadkach dla drogi krajowej nr 9 [6,7,8]

Rok	Liczba wypadków	Liczba rannych	Liczba zabitych
2011	124	158	17
2012	112	203	22
2013	87	128	14
SUMA	**323**	**489**	**53**



Rys. 3. Porównanie obliczonych wartości miar strat społecznych z danymi statystycznymi dla przyjętych odcinków drogi krajowej nr 9 (E371)

Wnioski. Na wartości miar strat społecznych ma wpływ wiele czynników losowych, niezwiązanych z infrastrukturą drogową, których nie można przewidzieć. Należą do nich m.in.stan psychofizyczny kierowców, stan techniczny pojazdówi warunki atmosferyczne, które przyczyniają się do powstawania wypadków. Mając zatem na uwadze fakt, iż prognozowanie liczb wypadków i ich ofiar jest trudne, a także uwzględniając przeznaczenie przyjętej metodyki, którym jest porównanie wariantów projektowanych dróg, wartości obliczonych miar strat społecznych dla analizowanych odcinków dróg można uznać zapoprawne.

Zgodność wyników obliczeń z ich wartościami rzeczywistymi dla analizowanego odcinka drogi krajowej nr 9 (E371), a także obliczeń wykonanych dla innych odcinków dróg krajowych i autostrad [4] pozwala nastwierdzenie, że przyjęta metodyka oceny wpływu projektów infrastruktury drogowej na BRD jest właściwie zaimplementowanado modułu programu i poprawnie odzwierciedla warunki panujące na polskich drogach.

LITERATURA

[1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.
[2] Highway Safety Manual. American Association of State Highway and Transportation Officials.Washington 2010.
[3] Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego część I, Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku w sprawie oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. Warszawa 2011.
[4] Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: Analiza miar strat społecznych na wybranej drodze wyznaczonych przy użyciu metody oceny wpływu na BRD. Logistyka nr 3/2015.
[5] Zalecenia dotyczące stosowania założeń Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej (DZ.U. UE L.319/59) w ramach POIiŚ 2007-2013. http://pois.transport.gov.pl.

[6] Analiza stanu bezpieczeństwa i porządku w ruchu drogowym na terenie województwa podkarpackiego w 2011 roku. Wydział Ruchu Drogowego Komendy Wojewódzkiej Policji w Rzeszowie. Rzeszów, 2012.
[7] Analiza stanu bezpieczeństwa i porządku w ruchu drogowym na terenie województwa podkarpackiego w 2012 roku. Wydział Ruchu Drogowego Komendy Wojewódzkiej Policji w Rzeszowie. Rzeszów, 2013.
[8] Analiza stanu bezpieczeństwa i porządku w ruchu drogowym na terenie województwa podkarpackiego w 2013 roku. Wydział Ruchu Drogowego Komendy Wojewódzkiej Policji w Rzeszowie. Rzeszów, 2014.
[9] Generalny Pomiar Ruchu w 2010 ROKU –GDDKiA (http://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/g/GENERALNY_POMIAR_RUCHU_2010/0.1.1.4_SDR_w_pkt_pomiarowych_w_2010_roku.pdf)

STRESZCZENIE

JAWORSKI Artur. Szacunkowa ocena miar strat społecznych na wybranej drodze wyznaczonych przy użyciu metody oceny wpływu na BRD / JAWORSKI Artur, KUSZEWSKI Hubert, LEJDA Kazimierz, USTRZYCKI Adam,WOŚ Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono wyniki obliczeń miar strat społecznych służących do oceny wpływu projektów infrastruktury drogowej na bezpieczeństwo ruchu drogowego (BRD).Obliczenia przeprowadzono przy użyciu modułu programu opartego o metodykę Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) dla odcinków drogi krajowej nr 9 (E371) w województwie podkarpackim. Wyniki obliczonych miar porównano z wartościami rzeczywistymi zawartymi w statystykach wypadków drogowych.

РЕФЕРАТ

ЯВОРСКІ Артур.Оцінка соціальних втрат на обраній дорозі визначених при врахуванні методу оцінки впливу на безпеку дорожнього руху/ ЯВОРСКІ Артур, КУШЕВСКІ Губерт, ЛЕЙДА Казімеж, УСТШИЦКІ Адам, ВОС Павел// Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлені результати розрахунків соціальних втрат, що використовуються для оцінки наслідків дорожньо-транспортних інфраструктурних проектів з безпеки дорожнього руху. Розрахунки проводилися з використанням програмного модуля на основі методології підготовленої Генеральним Директоратом Національних Доріг та Автострад (GDDKiA) для національного шосе No.9 (E371) в Підкарпатській провінції. Результати розрахунків порівнювалися з фактичними значеннями, щомістяться в статистиці дорожньо-транспортнихпригод.

ABSTRACT

JAWORSKI Arthur, KUSZEWSKIHubert, LEJDA Kazimierz,USTRZYCKI Adam, WOS Pawel. Estimated evaluation of the social losses values for the selected road received by the impact on road safety assessment method. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the results of calculations of social losses values used for the assessment of the impact of road infrastructure projects on road safety. Calculations were performed using the program modulebasedontheGeneralDirectorateforNationalRoadsandMotorways (GDDKiA) methodologyforthesectionsofthenational road No. 9 (E371) intheSubcarpathianprovince. The results of calculations were compared with the actual values contained in the statistics of road accidents.

AUTORZY:

JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i

Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

WOŚ Paweł, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЯВОРСКІ Артур, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

КУШЕВСКІ Губерт, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

УСТШИЦКІ Адам, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ВОС Павел, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, профессор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.13
UDC 656.13

ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЬНИХ ПАЛИВ В ДВИГУНАХ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ЇХ ПАЛИВНОЇ БАЗИ

Говорун А.Г., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Павловський М.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Бугрик О.В., аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ABOUT SOME FEATURES USE BIODIESEL IN ENGINES WHEELED VEHICLES EXPANSION OF FUEL BASE

Hovoroon A.G., Ph.D., National transport university, Kyiv, Ukraine
Pavlovsky M.V., Ph.D., National transport university, Kyiv, Ukraine
Bugryk O.V., postgraduate, National transport university, Kyiv, Ukraine

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ ИХ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ

Говорун А.Г., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Павловский М.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Бугрик А.В., аспирант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

На сучасному етапі виробництва та споживання енергоносіїв (палив) для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) виникла необхідність в реформуванні паливно-енергетичного балансу країни використанням альтернативних видів палив із поновлюваних джерел енергії.

Світовим лідером у використанні альтернативних видів палив є США, де на сьогоднішній день виробляють біопаливо як для двигунів з іскровим запалюванням, так і для дизелів.

Приблизно 90% біодизельного палива в основному отримують із соєвої олії, крім того, використовують і інші види палив, включаючи тваринні жири. Україна має досить добре освоєну перспективну сировинну базу для виробництва біодизельних палив.

На рис. 1-3 показана динаміка зміни валового збору ріпаку, соняшнику та сої в Україні, а на рис. 4-5 – динаміка виробництва деяких видів промислової продукції в Україні, а саме:

- жирів та олій тваринного чи рослинного походження, хімічно модифікованих;
- сумішей жирів та олій тваринного чи рослинного походження, нехарчових;
- жирів свійської птиці.

Досвід по використанню альтернативних палив на автомобільному транспорті отриманий на кафедрі «Двигуни та теплотехніка» Національного транспортного університету (НТУ) вказує на те, що одним із оптимальних способів їх використання в двигунах колісних транспортних засобів (КТЗ) є адаптація фізико-хімічних властивостей біопалив до технічних вимог дизелів, які перебувають в експлуатації.

Будь-яке паливо нафтового походження є сумішшю вуглеводнів різних груп, до складу якого входять в різних пропорціях парафінові, нафтенові, ароматичні та інші вуглеводні [1]. Такий підхід при виготовленні штатних палив забезпечує його необхідні фізико-хімічні характеристики (густину, кінематичну в’язкість, цетанове число, нижчу теплоту згорання та інше). Саме аналогічний підхід необхідно використовувати при виготовленні біопалив, що дозволить суттєво розширити сировинну базу для виробництва біодизельного палива використанням тваринних жирів, жирів свійської птиці і олій хімічно-модифікованих рослин.

Відповідно до ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот, олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги» [2] на сьогоднішній день обмежено об’ємний вміст

біодизельного компонента у дизельному паливі до 7%.

Незначний об’ємний вміст метилових ефірів в сумішевих біодизельних паливах пояснюється суттєвими відмінностями фізико-хімічних властивостей метилових ефірів, які виготовляють із різного насіння.

Таблиця 1 – Основні фізико-хімічні властивості метилових ефірів

Фізико-хімічні властивості	Дизельне паливо, зимове/літнє	Метилові ефіри			
		ріпакової олії	соняшникової олії	соєвої олії	жирів свійської птиці
Густина при 20ºС, кг/м^3	825/830	877	894	884	871
Кінематична в’язкість при 20ºС, мм²/с	4/5,6	9,8	20,1	4,1	12,4
Цетанове число	51/49	51	49	46	49

В табл. 1 наведено основні фізико-хімічні характеристики метилових ефірів жирних кислот, отриманих з різного насіння найбільш розповсюджених в нашій кліматичній зоні олійних культур і жирів свійської птиці.

Аналіз фізико-хімічних властивостей метилових ефірів вказує на те, що не всі вони можуть бути використані як компонент біодизельних палива через істотні відмінності їх кінематичної в’язкості (ν) та цетанового числа (ЦЧ).

З усіх найпоширеніших олійних культур, вирощуваних в Україні, найбільш прийнятне як біопаливо для дизелів є метиловий ефір соєвої олії. Даний ефір має кінематичну в'язкість ідентичну штатному паливу, тому його можна використовувати в якості біопалива як самостійно, так і як добавку до штатного палива. Одним з його недоліків є низьке ЦЧ, тому при використанні метилового ефіру соєвої олії як біопалива, необхідна відповідна корекція ЦЧ спеціальними додатками.

Найскладнішим для використання як моторного палива є метиловий ефір соняшникової олії. Кінематична в'язкість в п'ять разів перевищує аналогічний показник штатного палива мінерального походження, тому самостійне використання його буде малоефективним. Використовувати метиловий ефір соняшникової олії доцільно як компонент композитного біодизельного палива.

Композитні біопалива - це суміш штатного палива нафтового походження, метилових ефірів жирних кислот і палива з незначною кінематичною в'язкістю.

Понаднормове збільшення в’язкості біодизельного палива може привести до того, що споживачі палива можуть понести значного збитку, із-за виходу з ладу паливної апаратури двигунів або пришвидшеного її зносу.

Оптимізувати основні фізико-хімічні властивості біодизельних палив можна 3 способами:

- використанням композитних палив, які складаються із декількох складових кожна з яких забезпечує оптимізацію фізико-хімічних характеристик біодизельного палива;
- використанням регульованого підігріву біодизельного палива;
- використанням композитних палив і регульованого підігріву біопалива.

Одним із основних недоліків більшості біодизельних палив є те, що енергія яка виділяється при згорянні біопалив не набагато більше енергії, що витрачається на його виробництво. З точки зору енергетичної та економічної доцільності на сучасному етапі розвитку технології виробництва біодизельних палив і існуючої сировинної бази більш доцільно використовувати біопалива як добавки до штатного палива.

Найбільшу рентабельність мають біопалива, отримані з утилізованих рослинних олій та жирів, які повністю виконали свої продовольчі функції. Отримані біопалива з утилізованих рослинних олій та жирів мають енергетичну та економічну рентабельність значно вище, ніж рентабельність штатних палив, що отримують з нафти.

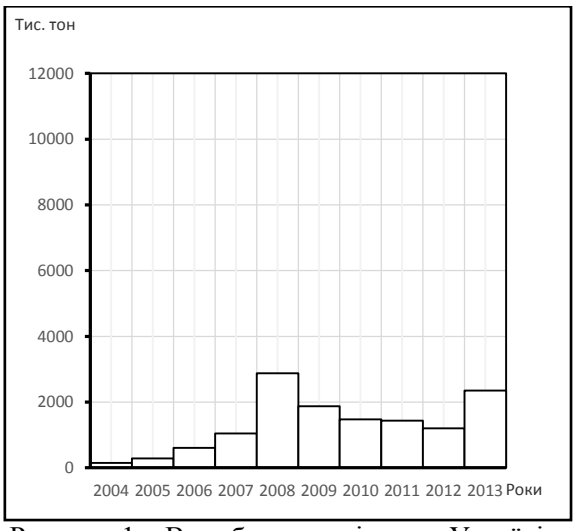


Рисунок 1 – Виробництво ріпаку в Україні у 2004-2013 роках.

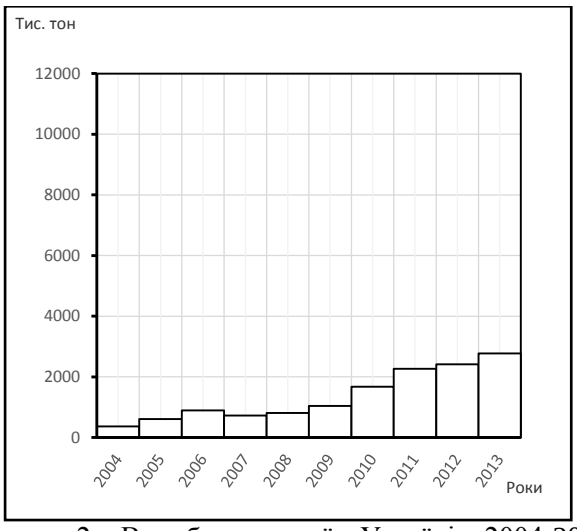


Рисунок 2 – Виробництво сої в Україні у 2004-2013 роках.

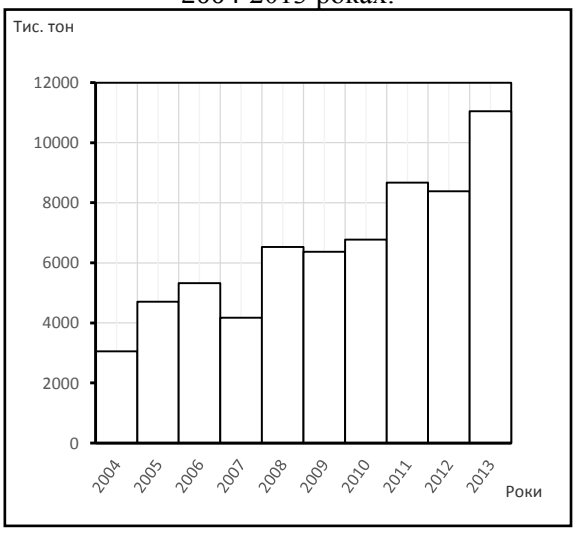


Рисунок 3 – Виробництво соняшнику в Україні у 2004-2013 роках.

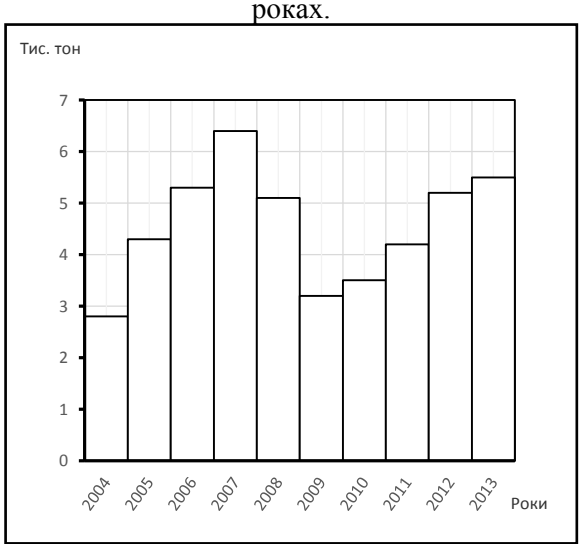


Рисунок 4 – Виробництво жирів та олій тваринного чи рослинного походження, хімічно модифікованих; сумішей жирів та олій тваринного чи рослинного походження, нехарчових в Україні у 2004-2013 роках.

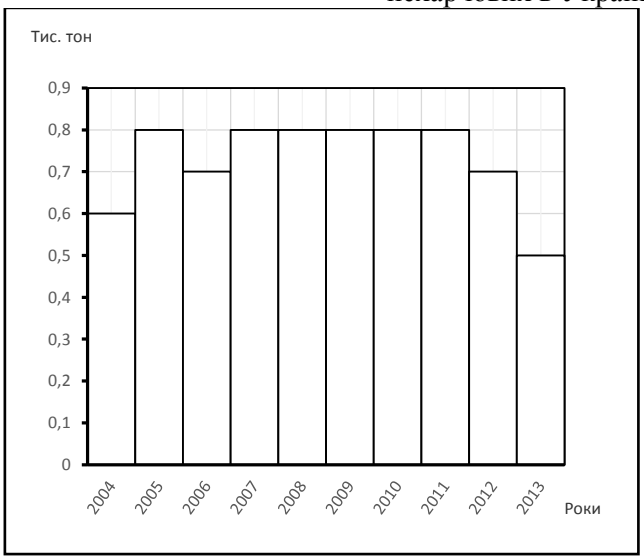


Рисунок 5 – Виробництво жиру свійської птиці в Україні 2004-2013 роках.

Коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва палив можна визначити за залежністю [3]:

$$\eta_{\text{В}} = \frac{(h_{\text{н}} - h_{\text{в}})}{h_{\text{н}}},$$

де $h_{\text{н}}$ - нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$h_{\text{в}}$ - енерговитрати на виробництво 1 кг палива, МДж/кг.

Коефіцієнт енергетичної ефективності для:

- штатного дизельного палива [3]:

$$\eta_{\text{В}} = 0{,}506;$$

- біодизельного палива, отриманого з сортів технічних олив:

$$\eta_{\text{В}} = 0{,}065;$$

- біодизельного палива, отриманого з утилізованих рослинних олій і тваринних жирів:

$$\eta_{\text{В}} = 0{,}934;$$

- суміш штатного і біодизельного палива у співвідношенні «80%/20%»:

$$\eta_{\text{В}} = 0{,}418;$$

- суміш штатного і біодизельного палива, отримуємого з утилізованих рослинних олій у співвідношенні «80%/20%»:

$$\eta_{\text{В}} = 0{,}592.$$

Для оцінки можливостей використання сумішевих біодизельних палив для КТЗ розглянемо зміну кінематичної в'язкості ν від температури для штатного і сумішевих біодизельних палив з вмістом метилових ефірів (10, 20, 30%).

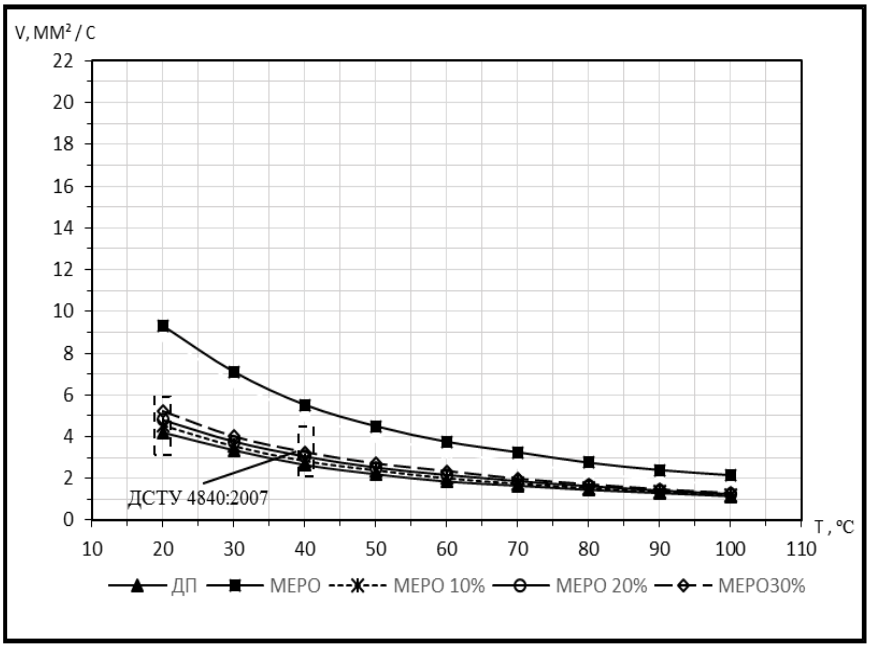


Рисунок 6 – В'язкісно-температурні характеристики метилового ефіру ріпакової олії та його сумішей з дизельним паливом.

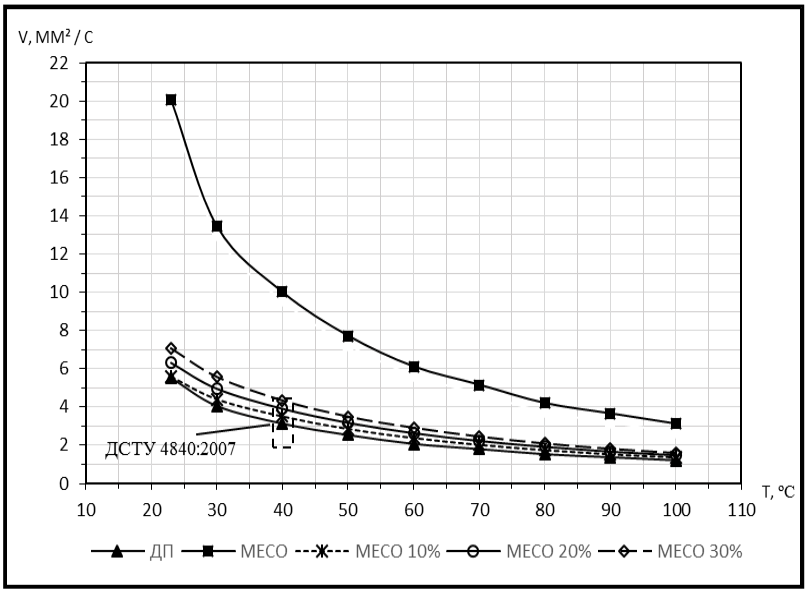


Рисунок 7 – В'язкісно-температурні характеристики метилового ефіру соняшникової олії та його сумішей з дизельним паливом.

Результати дослідження наведено на рис. 6-8 для сумішей дизельного палива і метилових ефірів ріпакової, соняшникової олій і курячого жиру. Аналіз результатів дослідження вказує на те, що жодне сумішеве біодизельне паливо не відповідає в'язкісно-температурним характеристикам ДСТУ-4840.2007 для штатного дизельного палива.

Моторні випробування двигунів VAG ASV 1.9 Tdi і Д-241 за роботи на сумішевих біодизельних паливах проведені на кафедрі «Двигуни і теплотехніка» НТУ показали [4], що звичайне змішування двох палив не забезпечує необхідних фізико-хімічних властивостей палив, що погіршує паливну економічність двигуна.

На рис. 9 показані залежності зміни ефективного коефіцієнту корисної дії двигуна за навантажувальними характеристиками дизеля при частоті обертання колінчастого вала n = 1500 хв$^{-1}$. На характеристиках наведено:

η_e – ефективні коефіцієнти корисної дії дизеля за роботи на штатному і біодизельних паливах;

$\eta_з$ – загальний коефіцієнт корисної дії двигуна з урахуванням витрат на виробництво палив ($\eta_з = \eta_В + \eta_e$).

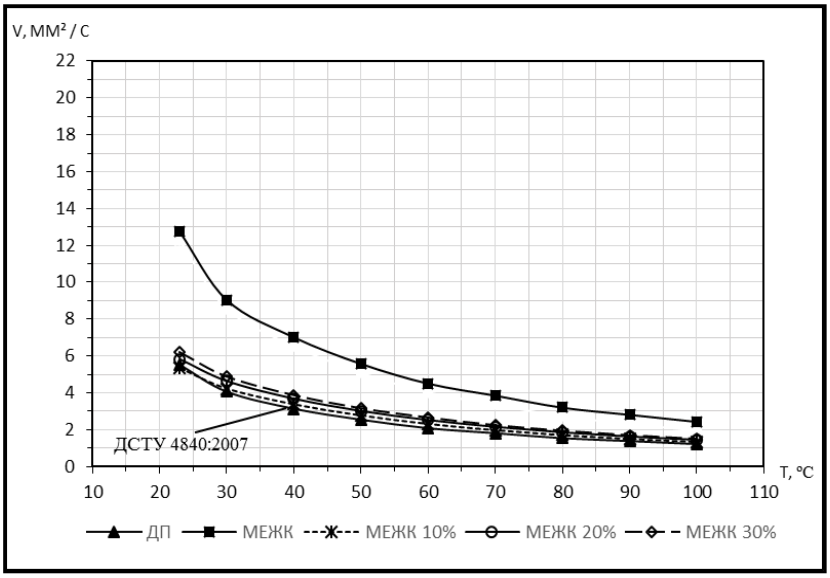


Рисунок 8 – В'язкісно-температурні характеристика метилового ефіру жиру курячого та його сумішей з дизельним паливом.

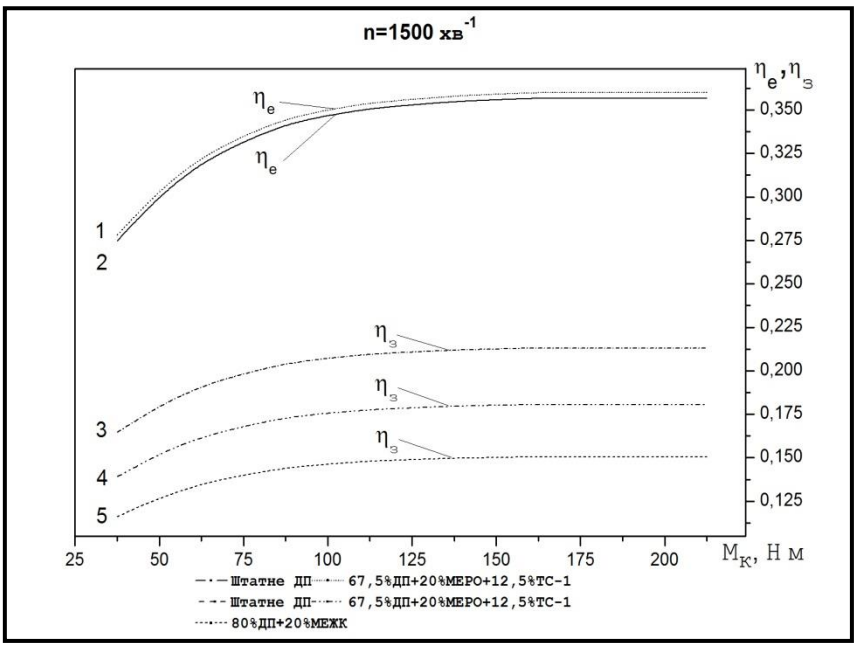


Рисунок 9 – Залежність зміни η_e та $\eta_з$ від навантаження двигуна VAG ASV 1.9 Tdi.

З рис.9 видно, що за роботи дизеля на трикомпонентному сумішевому біодизельному паливі з часткою МЕРО 20% загальний коефіцієнт корисної дії в навантажувальному діапазоні змінюється від 12,4 до 15,7 %, а за роботи двигуна на штатному ДП $\eta_з$ змінюється в межах від 14,6 до 18,4 %. За роботи на трикомпонентному паливі з використанням метилових ефірів отриманих з утилізованих олив і жирів, загальний коефіцієнт корисної дії дещо вище, ніж при використанні штатного палива.

Розрахунковими дослідженнями встановлено, що при роботі двигуна на сумішевому біодизельному паливі з використанням метилових ефірів жирних кислот, отриманих з утилізованих олив і жирів, можна отримати найвищий загальний коефіцієнт корисної дії двигуна з урахуванням витрат на виробництво.

Аналіз результатів досліджень вказує на те, що при наближенні кінематичної в'язкості сумішевого біодизельного палива до рівня аналогічного показника штатного палива, ефективний ККД двигуна дещо підвищується, ще пояснюється більш якісним процесом згоряння завдяки наявності кисню в молекулі біодизельного палива.

Зменшення кінематичної в'язкості суміші штатного палива та метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) досягнуто завдяки додаванню в цю суміш гасу ТС-1, що має кінематичну в'язкість нижчу, ніж штатне дизельне паливо. Орієнтовний склад трикомпонентних сумішевих біодизельних палив:

85% ДП + 10% МЕРО + 5% ТС-1;

67,5% ДП + 20% МЕРО + 12,5% ТС-1;

52% ДП + 30% МЕРО + 18% ТС-1.

Добавка гасу в дизельне паливо - широковідомий метод зниження кінематичної в'язкості. Даний метод часто використовують при переході від літньої до зимової експлуатації автомобілів. Ці заходи не є зовсім бажаними через зниження температури спалаху і ЦЧ, але це краще ніж експлуатація автомобіля в умовах від’ємних температур на паливі з підвищеною кінематичною в'язкістю.

Крім того за роботи двигуна на композитних паливах спостерігається зниження сумарної токсичності відпрацьованих газів.

Аналогічний характер зміни ККД двигуна спостерігався при випробуванні тракторного двигуна Д-241 на сумішах штатного палива та метилового ефіру ріпакової олії [5].

Оптимізацію кінематичної в'язкості використовуваних палив можна досягти, крім застосування композитних палив, використанням додаткового регульованого підігріву по відношенню до величини природного підігріву штатного палива в підкапотному просторі.

Величину додатково підігріву сумішевого біодизельного палива, можна визначити використовуючи залежності, що наведено на рис. 6-8 за умови рівності кінематичної в'язкості штатного та сумішевого біодизельного палива, і з урахуванням зміни температури штатного палива в підкапотному просторі.

Додатковий підігрів сумішевого біодизельного палива крім зменшення його кінематичної в'язкості пропорційно забезпечує зменшення густини палива та коефіцієнта поверхневого натягу, від яких залежить циклова подача палива і якість його розпилювання в камері згоряння.

Для фермерських господарств з низькотехнологічним способом виробництва біодизельних палив можна рекомендувати застосовувати додатковий підігрів палива з використанням теплоти рідини системи охолодження двигуна.

Для міського транспорту доцільним є запозичення досвіду використання біопалив Європейських країн. Доведено, що використання біодизельних палив на транспортних засобах міського громадського транспорту більш екологічно доцільніше при залучені для їх виробництва якомога більшої частини утилізованих олій і жирів. Однак у цьому випадку необхідні певні заходи з обліку, збору та переробки утилізованих відходів. Не дивлячись на труднощі, виробництво біопалив необхідно виконувати промисловим способом, що дозволить підвищити загальну рентабельність.

За результатами проведених досліджень композитних біопалив встановлено, що саме застосування композитних біопалив як моторного палива для міського транспорту є одним з основних способів підвищення ефективності їх використання і зниження токсичності відпрацьованих газів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Уч. для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / Д.Н. Вырубов, Н.А.Иващенко, В.И. Ивин и др.; Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983 г. – 372 с.

2. ДСТУ 6081:2009 Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.

3. Забарний Г.М. «Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України» / Г.М. Забарний, С.О. Кудря, Г.Г. Кондратюк, Г.О. Четверик // – К: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2006 р. – 226 с.

4. Говорун А.Г. Улучшение энергетических и экологических показателей работы дизелей путем применения трех компонентных смесевых биодизельных топлив / А.Г. Говорун, М.В. Павловский // Вісник Севастопольського технічного університету. – 2011. – № 121. – с. 158 – 161.

5. Корпач А.О., Визначення токсичності відпрацьованих газів дизеля вантажного автомобіля, що працює на біодизельному паливі / А.О.Корпач, О.О. Левківський // Вісник НТУ – К: НТУ. 2013 – Випуск 28 – с. 242 – 247.

REFERENCES

1. Vyrubov D.N. Internal combustion engines: The theory of piston engines and combined. Ouch. for high schools in "Internal Combustion Engines" / D.N. Vyrubov, N.A. Ivaschenko, V.I. Ivin et al .; Ed. A.S. Orlin and M.G. Kruglov. – 4th ed., Rev. and add. – M .: Mechanical Engineering, 1983 – 372 p.

2. DSTU 6081:2009 Motor fuel. Methyl esters of fatty acids of oils and fats for diesel engines. Specifications.

3. Zabarnuy G.M. Thermodynamic efficiency and resources of liquid biofuel Ukraine / G.M. Zabarnuy, S.O. Kudrya, G.G. Kondratiuk, G.A. Chetverik // – K: Institute of Renewable Energy National Academy of Sciences of Ukraine, 2006 – 226 p.

4. Govorun A.G/ Improving the energy and environmental performance of diesel engines through the use of three-component mixed biodiesel fuels / A.G. Govorun, M.V. Pavlovsky // Proceedings of the Sevastopol Technical University. – 2011. – № 121. – p. 158 – 161.

5. Korpach A.O. Determination of exhaust gases of diesel truck that runs on biodiesel / A.O. Korpach, O.O. Levkivsky // Visnyk NTU – K: NTU. 2013 – Volume 28 – p. 242 – 247.

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. Про деякі особливості адаптації біодизельних палив для дизелів сучасних транспортних засобів, що перебувають в експлуатації. / А.Г. Говорун, М.В. Павловський, О.В. Бугрик // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розглянуто напрям поліпшення екологічних показників автомобілів з сучасними дизелями, що перебувають в експлуатації, системним поетапним переходом з живлення дизелів штатним паливом на живлення альтернативними видами палив.

Об’єкт досліджень - вплив сумішевих біодизельних палив на паливно-економічні, екологічні та енергетичні показники автомобіля з дизелем.

Метою досліджень є розширення паливної бази автомобільного транспорту при використанні альтернбативних видів палива.

Методи дослідження – експериментально-розрахункові.

Оптимізація фізико-хімічних властивостей сумішевих біодизельних палив є одним із ефективних шляхів зниження токсичності відпрацьованих газів та поліпшення паливної економічності. Це досягається як забезпеченням необхідних фізико-хімічних властивостей сумішевих біодизельних палив, так і звуженням їх меж зміни, тобто адаптацією цих палив до дизелів, що перебувають в експлуатації.

Таким чином, оптимізація фізико-хімічних властивостей сумішевих біодизельних палив дає можливість покращити ефективність його використання в сучасних дизелях, а також зменшити викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Результати статті можуть бути використанні як рекомендації при підготовці та застосуванні сумішевих біодизельних палив для автомобільного транспорту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА, БІОДИЗЕЛЬНІ ПАЛИВА,МЕТИЛОВИЙ ЕФІР РІПАКОВОЇ ОЛІЇ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

ABSTRACT

Govorun A.G., Pavlovsky M.V., Buhryk O.V. Some features of adaptation of biodiesel fuels for modern diesel vehicles in use. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article the direction of improving the environmental performance of cars with modern diesel engines in use, systemic gradual transition from regular supply of diesel fuel to power alternative fuel types.

The object of research - the impact of mixed biodiesel fuels for fuel-economic, environmental and energy performance car with a diesel engine.

The purpose of research is to expand the fuel base of motor transport using alternative fuels.

Research methods - experimental and calculated.

Optimization of the physical and chemical properties of mixed biodiesel fuels is one of the effective ways to reduce exhaust emissions and improve fuel economy. This is achieved by providing both the necessary physical and chemical properties of mixed biodiesel fuels, and narrowing their boundaries change, ie adaptation of fuels to diesel engines in use.

Therefore, optimization of physical and chemical properties of mixed biodiesel fuels makes it possible to improve the efficiency of its use in modern diesel engines and reduce emissions of harmful substances from exhaust gases.

The results of the article can be used as guidelines in the preparation and application of mixed biodiesel fuels for road transport.

KEY WORDS: DIESEL, ALTERNATIVE FUEL, BIODIESEL, RAPESEED OIL METHYL ESTER FUEL ECONOMY, ENVIRONMENTAL PERFORMANCE.

РЕФЕРАТ

Говорун А.Г. О некоторых особенностях применения биодизельного топлива в двигателях колесных транспортных средств с целью расширения их топливной базы / А.Г. Говорун, М.В. Павловский, А.В. Бугрик // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассмотрены направление улучшения экологических показателей автомобилей с современными дизелями, находящихся в эксплуатации, системным поэтапным переходом с питания дизелей штатным топливом на питание альтернативными видами топлива.

Объект исследований - влияние смесевых биодизельных топлив на топливно-экономические, экологические и энергетические показатели автомобиля с дизелем.

Целью исследований является расширение топливной базы автомобильного транспорта при использовании альтернативних видов топлива.

Методы исследования – расчетно-экспериментальные.

Оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив является одним из эффективных путей снижения токсичности отработавших газов и улучшения топливной экономичности. Это достигается как обеспечением необходимых физико-химических свойств

смесевых биодизельных топлив, так и сужением их границ изменения, то есть адаптацией этих топлив к дизелям, находящихся в эксплуатации.

Таким образом, оптимизация физико-химических свойств смесевых биодизельных топлив дает возможность улучшить эффективность его использования в современных дизелях, а также уменьшить выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Результаты статьи могут быть использованы в качестве рекомендаций при подготовке и применении смесевых биодизельных топлив для автомобильного транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, БИОДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО, МЕТИЛОВЫЙ ЭФИР РАПСОВОГО МАСЛА, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

АВТОРИ:

Говорун Анатолій Григорович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел.. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303а.

Павловський Максим Вікторович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Технічної експлуатації автомобілів і автосервісу», e-mail: maks_pavlovsky@ukr.net, тел.. +38 044 280-56-21, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.111.

Бугрик Олексій Вікторович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигунів та теплотехніки», e-mail: bugrik_a@mail.ru, тел. +38 044 280-47-16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а.

AUTHORS:

Govorun Anatoliy G., Ph.D., associate professor, National Transport University, professor department of engines and heating, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303 a.

Pavlovsky Maksym V., Ph.D., National Transport University, Associate Professor of "Technical operation of cars and car services» department, e-mail: maks_pavlovsky@ukr.net, tel ..: +38 044 280-56-21, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 111.

Bugryk Oleksiy V., National Transport University, postgraduate department of engines and heating, email: bugrik_a@mail.ru, tel. +38 044 280-47-16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

АВТОРЫ:

Говорун Анатолий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: kafedradvzntu@gmail.com тел.. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

Павловский Максим Викторович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Технической эксплуатации автомобилей и автосервиса», e-mail: maks_pavlovsky@ukr.net, тел .. +38 044 280-56-21, Украина, 01010, г.. Киев, ул. Суворова 1, к.111.

Бугрик Алексей Викторович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: bugrik_a@mail.ru, тел. +38 044 280-47-16, Украина, 01010, г. Київ, ул. Суворова 1, к. 303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», Київ, Україна.

Клименко О.А., кандидат технічних наук, заступник завідувача лабораторії ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДІПРОЕКТ», Київ, Україна.

REVIEWER:

Sahno V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of motor vehicles, Kyiv, Ukraine.

Klymenko O.A., Ph.D., Deputy Head of the Laboratory DP "DERZHAUTOTRANSNDIPROJECT", Kyiv, Ukraine.

УДК 001.6:504.1
UDC 001.6:504.1

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ

Горідько Н.М., здобувач кафедри екології і безпеки життєдіяльності, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Дуплік Ю.В., магістр, Національний транспортний університет, Київ, Україна

IMPROVING THE QUALITY OF CONTINUING ENVIRONMENTAL EDUCATION USING KNOWLEDGE MANAGEMENT TECHNIQUES

Natalia Horid’ko, applicant of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yulia Duplik, Master’s degree student, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Горидько Н.М., соискатель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.
Дуплик Ю.В., магистр, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми

Сучасний університет функціонує у динамічному турбулентному середовищі, де безперервне зростання обсягів інформації відбувається на фоні стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та постійного оновлення знань. Основою для розвитку вищої екологічної освіти є збалансоване поєднання природничих, технологічних, економічних, юридичних та соціокультурних підходів. Екологічна освіта і наука формують передумови переходу суспільства до сталого розвитку.

Знання є інформаційною основою інтелектуальних систем прийняття екологічно відповідальних рішень. Нові явища висувають до суспільства вимоги щодо опрацювання все більших масивів нової інформації, безперервного набуття нових знань. Для успішного професійного розвитку людини критичним стає уміння самостійно мислити та вести пошук вирішення складних проблем, приймати рішення в умовах невизначеності. У зв’язку з цим непридатною є модель освіти, яка заснована на підготовці до майбутньої діяльності спеціаліста за рахунок накопичення якомога більшого обсягу готових, систематизованих знань та навичок і вмінь, які дозволятимуть йому справлятися із вже відомими ситуаціями, такими, що повторюються. Вирішення даної проблеми потребує впровадження систематичних процесів управління знаннями, завдяки яким знання створюються, зберігаються, розподіляються і застосовуються [1].

Для управління знаннями в екологічних проектах важливо враховувати глобальність наявних екологічних проблем, які стосуються багатьох країн одночасно. Вирішення таких проблем є довготривалим, потребує участі декількох країн одночасно і залучення суттєвих фінансових, матеріальних та людських ресурсів, постійних комунікацій та підвищення рівня знань усіх зацікавлених сторін. Доставка та обмін інформацією між учасниками проекту безперервної екологічної освіти з використанням інформаційно-комунікаційних технологій реалізується формами, методами та засобами дистанційного навчання. Отже, вибір методів безперервної екологічної освіти та підвищення її якості за допомогою використання методів управління знаннями є актуальним науково-методичним завданням.

У роботах О.О. Андреєва і В.І. Солдаткіна дистанційне навчання розглядається як нова організація освітнього процесу, що базується на принципі самостійного навчання студента [2].

Середовище навчання в цьому випадку характеризується тим, що студенти здебільшого віддалені від викладача у просторі і/або у часі. Водночас, вони мають можливість у будь-який момент встановлювати і підтримувати діалог за допомогою засобів телекомунікації.

Метою роботи є розробка моделі управління знаннями для безперервної екологічної освіти та реалізація її у міжнародному проекті "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України – EcoBRU".

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

– визначити особливості екологічної освіти в Україні;

– проаналізувати властивості і форми дистанційної освіти;

– сформувати освітню модель управління знаннями для безперервної екологічної освіти;

– охарактеризувати цілі та задачі міжнародного проекту "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України – EcoBRU";

– розробити та впровадити курс дистанційної освіти для студентів I, II та III курсів у Національному транспортному університеті (НТУ).

Виклад основних матеріалів дослідження

Концепція екологічної освіти в Україні, затверджена в 2002 р. МОН України, передбачає чітку структуру формування системи екологічної освіти, яка охоплює всі вікові, соціальні та професійні групи населення.

Вихідним положенням вищої екологічної освіти є продовження базової середньої освіти на наступному, більш високому рівні з метою формування у студентів високої екологічної культури, глибоких екологічних знань та біосферного світогляду; підготовка бакалаврів, спеціалістів і магістрів у всіх сферах екологічної практичної управлінської, освітньої та наукової діяльності. Певна увага приділяється підвищенню рівня екологічної освіти фахівців окремих галузей господарської діяльності.

До основних недоліків сучасної професійної екологічної освіти слід віднести, насамперед, недостатню масштабність і низьку інтенсивність; відсутність чіткої направленості на вирішення конкретних місцевих і регіональних проблем; слабку орієнтованість на психологічні особливості різних груп населення; перевагу традиційних методів, які основані на повідомленні надлишкової академічної інформації; недостатнє використання сучасних емоційно насичених інтерактивних засобів; відсутність системи соціально-психологічного моніторингу ефективності освітньої діяльності. Характерно, що в Україні практично відсутні курси, розроблені з метою підвищення рівня екологічних знань працівників окремих галузей господарства, які б використовували сучасні методи управління знаннями та інструменти інформаційних технологій.

Методи та інструменти управління знаннями умовно можна поділити на технологічні, (інструменти інформаційних технологій) і гуманітарні (методи та інструменти неінформаційних технологій), як визначено у Міжнародному списку основних інструментів і методів процесу управління знаннями [3].

До не IT-методів та інструментів відносяться: мозковий штурм, навчання і «захоплення» ідей, колегіальна взаємодопомога, навчальний огляд, огляд після дій (After Action Review), розповідь історій (Storytelling), спільний робочий простір, анкетування, кафе знань, спільноти практики, таксономія.

До IT-методів та інструментів відносяться: система управління документацією, база знань, блог, соціальна мережа, "голос через IP" (VoIP), інструменти розширеного пошуку, кластери знань, експерт-локатор (хто є хто), спільний віртуальний робочий простір.

І хоч найчастіше в управлінні знаннями гуманітарний підхід переважає над технологічним, ефективне управління знаннями неможливе без широкого використання IT- методів, що потребує відповідного технічного та програмного забезпечення і дозволяє застосовувати методи та підходи дистанційної освіти.

Існує дві форми дистанційного навчання – синхронне і асинхронне.

Синхронне передбачає одночасну участь викладача і студента у навчальному процесі, тобто вони розділені лише територіально. Зв’язок здійснюється за допомогою Інтернету – через Skype або інші програми спілкування. При даній формі практично імітується звичайний навчальний процес, оскільки передається як аудіо, так і відеозображення від викладача до студента і від студента до викладача, а також здійснюється спілкування у режимі реального часу.

Асинхронне навчання має місце, коли викладач і студент працюють у різний час – наприклад, при перебуванні їх у різних часових поясах тощо. При цьому для зв’язку студента і викладача та передачі інформації використовують e-mail, аудіо- та відеозаписи тощо, безпосередній контакт викладача і студента онлайн є непостійним через різницю у часі.

Завданням викладача при даній формі навчання є забезпечити усі можливі матеріали і завантажити їх на онлайн-ресурс для підготовки студента у зручний для нього час протягом певного встановленого викладачем терміну.

Загалом забезпечення навчання за дистанційною формою повинно складатись із реалізації 3 ключових компонентів:

1) лекції – презентації та відеозаписи;

2) практичні заняття – тестування та відеозаписи практичних навичок;

3) спілкування викладача зі студентом – у режимі реального часу через Skype і за допомогою електронної пошти.

Аналіз і узагальнення досвіду дистанційної освіти, проведений В.М. Кухаренко, О.В. Рибалко, Н.Г. Сиротенко [4], дає змогу виокремити низку критеріїв ефективності дистанційної освіти, а саме: гнучкість (G), модульність (M), паралельність (P), далекодія (D), асинхронність (A), охоплення (масовість) (O) та рентабельність (R), які можна визначити такими множинами:

$$G = (G_1, G_2, G_3, G_4, G_5), \tag{1}$$

де G_1 - необхідність регулярного відвідування занять, G_2 - вибір часу занять; G_3 - вибір місця занять; G_4 - вимога певного освітнього цензу; G_5 - вибір часу для засвоєння навчального матеріалу. Цілісність незалежних курсів-модулів складає

$$M = (M_1, M_2, M_3, M_4), \tag{2}$$

де M_1 - відповідність програми курсу цілісному уявленню про предметну галузь; M_2 - кількість незалежних курсів-модулів; M_3 - відповідність курсу-модулю індивідуальним потребам; M_4 - відповідність курсу-модулю груповим потребам.

$$P = (P_1, P_2), \tag{3}$$

де P_1 - кількість додаткових спеціальностей, крім основної; P_2 - кількість предметних галузей.

$$D = (D_1, D_2), \tag{4}$$

де D_1 - відстань від місця знаходження до навчального закладу; D_2 - наявність якісного зв'язку.

$$A = (A_1, A_2), \tag{5}$$

де A_1 - реалізація технології навчання за зручним для кожного розкладом; A_2 - реалізація технології навчання за зручним для кожного темпом.

$$O = (O_1, O_2, O_3), \tag{6}$$

де O_1 - кількість студентів у системі дистанційної освіти; O_2 - кількість джерел навчальної інформації (електронних бібліотек, баз даних); O_3 - можливість спілкуватися через мережі зв'язку.

$$R = (R_1, R_2, R_3, R_4), \tag{7}$$

де R_1 - рівень концентрації та уніфікації змісту; R_2 - кількість користувачів; R_3 - ефективність використання наявних навчальних площ; R_4 - ефективність використання наявних технічних засобів.

Кількісну та якісну оцінку визначених критеріїв доцільно проводити з використанням методів нечіткої логіки. Вагомість кожного критерію визначаємо за методом аналізу ієрархій.

Визначені критерії ефективності дистанційної освіти дозволили сформувати модель управління знаннями, що доцільно використовувати для безперервної екологічної освіти.

$$U_{ДО}^{зн} = \alpha_1 \cdot G + \alpha_2 \cdot M + \alpha_3 \cdot P + \alpha_4 \cdot D + \alpha_5 \cdot A + \alpha_6 \cdot O + \alpha_7 \cdot R, \tag{8}$$

за умови, що $\sum_{i=1}^{7} \alpha_i = 1,$

де α - коефіцієнт вагомості кожного окремого критерію.

Екологічна складова моделі визначена критерієм модульності M , що визначає відповідність програми курсу цілісному уявленню про вплив антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище. Відповідність курсу-модулю потребам замовника та підприємств галузі визначається кількістю курсів-модулів та їх наповненням.

Ризики моделі дистанційного навчання для безперервної екологігчної освіти зумовлені наявністю істотної різниці оцінки якості знань, які забезпечуються інтерактивними методами електронного навчання. Такий метод освіти потребує від особистості самодисципліни та зацікавленості у предметі вивчення. Через великий вплив такого фактора, як само організованість, існує вірогідність того, що кількість студентів на початку і в кінці курсу зміниться в меншу сторону. Але можна із впевненістю сказати, що якість знань у студентів, які повністю пройшли курс, буде високою.

Розроблену модель застосували для підвищення якості екологічної освіти в рамках проекту 543707-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України (EcoBRU)", що впроваджується в НТУ [5]. Проект є логічним продовженням попереднього проекту «Екологічний менеджмент для Росії та України – UMRU" і поглибленням міжнародної співпраці у напрямку збереження навколишнього середовища. Характеристика проекту наведена в табл.1.

Таблиця 1 - Анотація проекту EcoBRU

Назва організації-виконавця проекту	Університет м. Бремен (координатор проекту)
Назва проекту	"Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України – EcoBRU"
Мета та завдання проекту	***Мета проекту*** EcoBRU є підтримка, розробка, удосконалення і здійснення діяльності на основі результатів наукових досліджень про екологію та охорону навколишнього середовища в Білорусі, Росії та Україні. Проект TEMPUS EcoBRU підтримує зусилля Білорусі, Росії і українського уряду, щоб інтегрувати екологічну обізнаність в усі рівні освіти. Проект "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України" ставить такі **завдання:** 1) провести аналіз існуючих навчальних планів у сфері загальної та професійної освіти, виявити слабкі сторони і недоліки; 2) на семінарах у рамках дидактики екологічної освіти та основних тем у галузі захисту навколишнього середовища спільно визначити практико-орієнтовані цілі і відповідні їм педагогічні технології; 3) на базі завдань (1,2) розробити для вчителів загальноосвітніх та професійно орієнтованих навчальних закладів загальну концепцію екологічно орієнтованих програм підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів; 4) сприяти реалізації принципів практико-орієнтованої екологічної компетентності у сфері шкільного та професійно орієнтованого навчання; 5) сприяти інтеграції навчальних цілей екологічно орієнтованого змісту у сферу багаторівневої системи освіти Білорусі, Росії та України, тим самим підтримуючи заходи щодо захисту навколишнього середовища у країнах-партнерах.
Цільові групи населення, на які спрямований проект	Викладачі професійно-технічних установ і вчителі загальноосвітніх шкіл Білорусі, Росії та України.
Країни-учасники	Федеративна Республіка Німеччина, Словацька Республіка, Чеська Республіка, Латвія, Росія, Республіка Білорусь, Україна.

Проект сприяє безперервному навчанню викладачів професійно-технічних установ і вчителів загальноосвітніх шкіл Білорусі, Росії та України. Для цієї цільової групи розробляється і впроваджується програма електронного (так званого e-Learning) навчання - курсів підвищення кваліфікації у сфері екологічної освіти. Таким чином підтримується прагнення білоруського, російського та українського урядів поліпшити і зміцнити навчання у сфері екології на усіх рівнях освітньої системи.

Проведений аналіз особливостей, цілей та учасників проекту EcoBRU дозволив дослідити їх рівень знань, цінностей та очікувань. Зібрана інформація надала змогу здійснити статистичну обробку результатів моніторингу передумов впровадження проекту EcoBRU. Статистичний аналіз анкетування цільових груп проекту виявив напрямки впровадження в Україні безперервного екологічного навчання викладачів ВНЗ різних рівнів акредитації та вчителів загальноосвітніх шкіл. Ці результати дозволили запропонувати для впровадженя безперервної екологічної освіти в дистанційній формі курс "Управління проектами як метод вирішення локальних екологічних проблем", який застосовує ефективний інструмент для вирішення місцевих екологічних проблем, сприяє формуванню екологічного мислення, вмінню не тільки визначати, а й вирішувати локальні завдання, пов'язані з поліпшенням якості навколишнього середовища.

Метою курсу є формування культури екологічного мислення у відповідності до сучасних вимог управління процесами змін у суспільному житті та їх вплив на навколишнє середовище, розкриття ефективних способів і засобів вирішення екологічних проблем та охорони навколишнього середовища, формування екологічного мислення у школярів, які можуть оцінити наслідки змін у навколишньому середовищі і реалізувати конкретний спосіб збереження і захисту довкілля.

Цільовою аудиторією є студенти I - III курсів НТУ за спеціальністю "Екологія та охорона навколишнього середовища", які ще не вивчали дану дисципліну. Методом анкетування було проаналізовано наявний рівень знань методів вирішення локальних екологічних проблем, визначено потребу в таких знаннях та представлена форма дистанційного навчання.

Загальний обсяг вибірки складав 56 особи. При проведенні спостережень до уваги бралися наступні показники: наявний рівень екологічних знань, тривалість навчання, вік та стать учасників. Як характеристика об’єктів оцінюються рівень знань студентів з дисципліни "Управління проектами як метод вирішення локальних екологічних проблем" до та після вивчення матеріалу.

Результати тестування студентів до вивчення дисципліни (Рис.1) показали, що 45% студентів III курсу, що проходили тест, відповіли вірно на 30 – 40% поставлених питань, приблизно 27% студентів відповіли на 20 – 30% питань і приблизно 27% анкетованих змогли дати відповідь на 0 – 20 правильних відповідей.

Результати другого курсу є наступними: приблизно 53% анкетованих змогли дати відповідь на 0 – 20% запитань, 16% анкетованих змогли відповісти на 20 – 30% запитань, 26% студентів відповіли на 30 - 40% і 5% на 44% поставлених питань.

Результати першого курсу виглядають наступним чином: приблизно 42% анкетованих змогли дати відповідь на 0 – 20% запитань, 27% анкетованих змогли відповісти на 20 – 30 % запитань, 15% студентів відповіли на 30 - 40% і 15% на 44% поставлених питань.

Важливо зазначити, що варіанти тестів для всіх студентів були однаковими.

Відповідно до даних результатів можна зробити висновок, що початковий рівень знань дає змогу відповісти більшості студентам лише на четверту частину питань. Враховуючи те, що питання були загальними і не потребували поглибленого вивчення, рівень знань з цієї дисципліни у студентів можна визначити низьким.

З метою покращення якості загальних знань студентів з дисципліни "Управління проектами як метод вирішення локальних екологічних проблем" було розроблено три лекції та три практичні заняття для самостійного дистанційного опрацювання. Консультації з лектором проводились в асинхронному режимі, а саме за допомогою e-mail. На курс вивчення даної дисципліни відводиться 2 тижні, після цього терміну студенти пройдуть повторне тестування. За результатами другого тестування буде визначена рівень знань студентів та ефективність даних курсів.

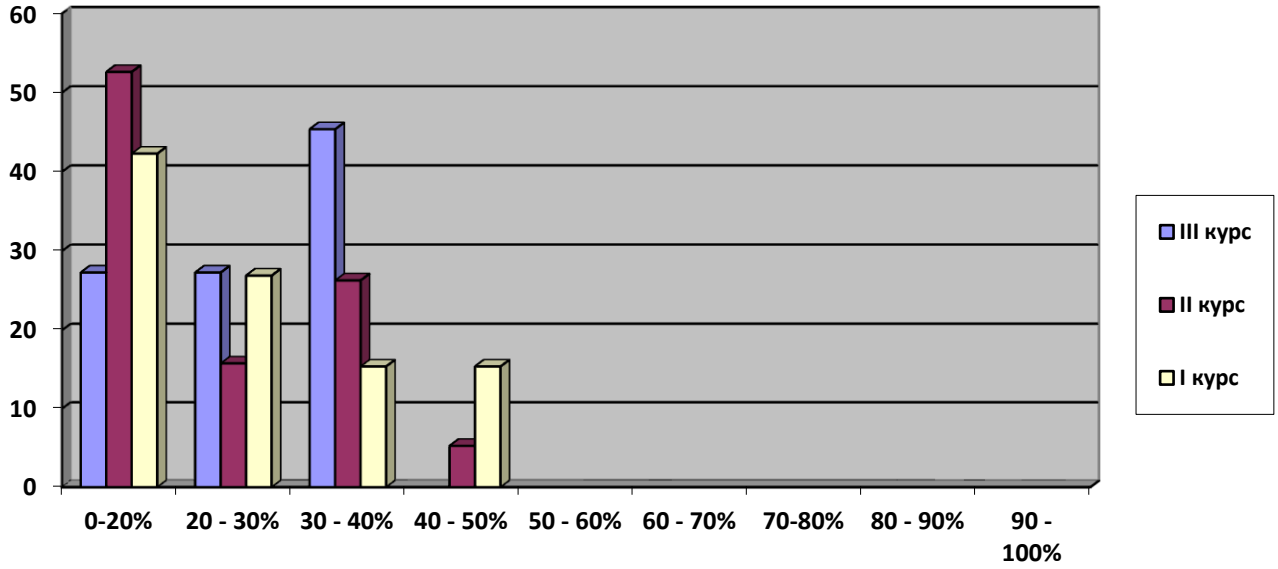


Рисунок 1 – результати анкетування до вивчення дисципліни.

Висновки

Таким чином, проаналізувавши властивості і форми дистанційної освіти, вдалося визначити низку критеріїв її ефективності. Визначені критерії дозволили сформувати модель управління знаннями, що доцільно використовувати для підвищення якості безперервної екологічної освіти, зокрема, у міжнародному проекті "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України – EcoBRU".

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Петруня Ю. Є., Говоруха В. Б., Літовченко Б. В. та ін. Прийняття управлінських рішень. Навч. посіб./ за ред. Ю. Є. Петруні. – 2-ге вид. – К.: Центр учбової літератури, 2011.
2. Андреев А. А. Введение в дистанционное обучение / А. А. Андреев // Компьютеры в учебном процессе. – 1998. – № 2.
3. Dr. Ronald Young Knowledge Management Tools and Techniques Manual. – Asian Productivity Organization, 2010 - режим доступу: http://www.apo-tokyo.org/00ebooks/IS-43_KM-Tools_and_Techniques_2010.pdf
4. Теорія і методика професійної освіти : навч. посіб. / З. Н. Курлянд [та ін.] ; за ред. З. Н. Курлянд. — К. : Знання,2012. - ISBN 978-966-346-908-9 - 2 прим.
5. http://ecobru.ntu.edu.ua/

REFERENCES

1. Petrunya Yu., Govorukha V., Litovchenko B. (2011) Making managerial decisions. Manual. Kiev: Centre for training literature. (Ukr)
2. Andreyev A. (1998) Introduction to distance learning. // Computers in educational process № 2. (Rus)
3. Dr. Ronald. (2010) Young Knowledge Management Tools and Techniques Manual. – Asian Productivity Organization, 2010 - режим доступу: http://www.apo-tokyo.org/00ebooks/IS-43_KM-Tools_and_Techniques_2010.pdf (Eng)
4. Kurlyand Z. (2012) The theory and methodology of vocational education. Manual. Kiev. - ISBN 978-966-346-908-9 (Ukr)
5. http://ecobru.ntu.edu.ua/

РЕФЕРАТ

Горідько Н.М., Дуплік Ю.В. Підвищення якості безперервної екологічної освіти на основі управління знаннями / Н.М. Горідько, Ю.В. Дуплік // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті розроблено і запропоновано модель для підвищення якості екологічної освіти в рамках проекту "Екологічна освіта для Білорусі, Росії та України (EcoBRU)", що впроваджується у Національному транспортному університеті (НТУ).

Аналіз і узагальнення досвіду дистанційної освіти дав змогу виокремити низку критеріїв її ефективності, а саме: гнучкість, модульність, паралельність, далекодія, асинхронність, охоплення (масовість) та рентабельність.

Визначені критерії ефективності дистанційної освіти дозволили сформувати модель управління знаннями, що доцільно використовувати для безперервної екологічної освіти. Розроблену модель застосували для підвищення якості екологічної освіти в рамках проекту EcoBRU.

У ході роботи був проведений аналіз особливостей, цілей та учасників проекту EcoBRU, який дозволив дослідити їх рівень знань, цінностей та очікувань. За принципом проекту EcoBRU розроблений курс дистанційної освіти з дисципліни «Управління проектами як метод вирішення локальних екологічних проблем». Цільовою аудиторією є студенти I - III курсів НТУ за спеціальністю "Екологія та охорона навколишнього середовища", які ще не вивчали дану дисципліну. Методом анкетування було проаналізовано наявний рівень знань методів вирішення локальних екологічних проблем, визначено потребу в таких знаннях та представлена форма дистанційного навчання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕЗПЕРЕРВНА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА, МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ, ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ.

ABSTRACT

Horidko N., Duplik Y. Improving the quality of continuing environmental education using knowledge management techniques. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper suggests the developed model for improving the quality of environmental education within the project "Environmental education for Belarus, Russia and Ukraine (EcoBRU)" implemented at National Transport University (NTU).

The analysis and review of the experience in distance learning made it possible to determine a number of its performance criteria, namely flexibility, modularity, parallelism, long-range interaction, asynchronousness, coverage (large-scale participation) and efficiency.

The performance criteria of distance learning allowed to form a model of knowledge management that should be used for continuing environmental education. The developed model was used to improve the quality of environmental education within the project EcoBRU.

The analysis of EcoBRU features, objectives and its participants was carried out which allowed to explore the level of knowledge, values and expectations of the participants. According to the principle of EcoBRU project, a distance learning course "Project Management as a method to solve local environmental problems" was developed. The target audience is NTU students of the 1st, 2nd, and 3rd years of studies majoring in "Ecology and Environmental Protection" that have not studied this subject yet. Using questionnaires, the existing knowledge of methods for solving local environmental problems was analyzed, the need for such knowledge was recognized and a form of distance learning was introduced.

KEY WORDS: CONTINUING ENVIRONMENTAL EDUCATION, MODEL OF KNOWLEDGE MANAGEMENT, IMPROVING THE QUALITY OF ENVIRONMENTAL EDUCATION.

РЕФЕРАТ

Горидько Н.М., Дуплик Ю.В. Повышение качества непрерывного экологического образования на основе управления знаниями / Н.М. Горидько, Ю.В. Дуплик // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье разработана и предложена модель для повышения качества экологического образования в рамках проекта "Экологическое образование для Беларуси, России и Украины (EcoBRU)", который внедряется в Национальном транспортном университете (НТУ).

Анализ и обобщение опыта дистанционного образования позволил выделить ряд критериев его эффективности, а именно: гибкость, модульность, параллельность, дальнодействие,

асинхронность, охват (массовость) и рентабельность.

Определенные критерии эффективности дистанционного образования позволили сформировать модель управления знаниями, которую целесообразно использовать для непрерывного экологического образования. Разработанную модель применили для повышения качества экологического образования в рамках проекта EcoBRU.

В ходе работы был проведен анализ особенностей, целей и участников проекта EcoBRU, который позволил исследовать их уровень знаний, ценностей и ожиданий. По принципу проекта EcoBRU разработан курс дистанционного образования по дисциплине «Управление проектами как метод решения локальных экологических проблем». Целевой аудиторией являются студенты I - III курсов НТУ по специальности "Экология и охрана окружающей среды", которые еще не изучали данную дисциплину. Методом анкетирования были проанализированы имеющийся уровень знаний методов решения локальных экологических проблем, определена потребность в таких знаниях и представлена форма дистанционного обучения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НЕПРЕРЫВНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ, ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

АВТОРИ:

Горідько Наталія Михайлівна, здобувач кафедри екології і безпеки життєдіяльності, Національний транспортний університет, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, тел. 093-414-32-14, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

Дуплік Юлія Віталіївна, магістр кафедри екології і безпеки життєдіяльності, Національний транспортний університет, e-mail: duplik.julenka@rambler.ru, тел. 063-456-45-87, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

AUTHORS:

Horid’ko Natalia, applicant of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, tel. 093-414-32-14, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Duplik Yulia, Master’s degree student of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, e-mail: duplik.julenka@rambler.ru, tel. 063-456-45-87, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Горидько Наталья Михайловна, соискатель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Национальный транспортный университет, e-mail: natalia.horidko@ukr.net, тел. 093-414-32-14, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

Дуплик Юлия Витальевна, магистр кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Национальный транспортный университет, e-mail: duplik.julenka@rambler.ru, тел. 063-456-45-87, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кофанова О.В., доктор педагогічних наук, професор кафедри інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Київ, Україна.

Рутковська І.А., кандидат технічних наук, професор кафедри аеропортів, Національний транспортний університет, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Kofanova O. V. Doctor of Science in Pedagogy, Professor of the Department of Environmental Engineering, National Technical University “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine.

Rutkovska I. A. Candidate of Science in Technology, Professor of the Department of Airports, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

УДК656-1
UDC 656-1

МОЖЛИВОСЦІ WYKORZYSTANIA NAPĘDÓW ALTERNATYWNYCH W POJAZDACH SAMOCHODOWYCH W SYSTEMACH LOGISTYKI MIEJSKIEJ

KONIECZNY Dariusz, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. Inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПРИВОДІВ НА АВТОМОБІЛЯХ У МІСЬКИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

КОНЄЧНИ Даріуш, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

POSSIBILITIES OF USAGE OF ALTERNATIVE DRIVES IN AUTOMOTIVE VEHICLES IN URBAN LOGISTICS SYSTEMS

KONIECZNY Dariusz, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Narastającym problemem średnich i dużych aglomeracji miejskich jest emisja zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego do atmosfery. Głównym źródłem owych emisji jest transport drogowy. Wzrost liczby pojazdów prowadzi do zwiększania emisji drobnego pyłu zanieczyszczającego powietrze w konsekwencji ścierania się okładzin hamulcowych, opon oraz nawierzchni jezdni. Natomiast zużycie paliw nieodnawialnych przekłada się bezpośrednio na stopień zanieczyszczenia otoczenia i obejmuje emisję [2]:

- tlenku węgla CO,
- tlenków azotu NOx,
- dwutlenku siarki SO2,
- węglowodorów HCw tym: wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, benzenu oraz dioksyn,
- cząstek stałych PM (głównie węgla, kadmu, cynku, niklu, chromu i platyny).

W wyniku tego problematyka funkcjonowania logistyki miejskiej w kontekście jej oddziaływania na środowisko stała się w ostatnich latach głównym wyzwaniem dla wszystkich grup społecznych i firm transportowych zaangażowanych w realizację miejskich przewozów. Powstało wiele inicjatyw, w tym projektów międzynarodowych, ukierunkowanych bezpośrednio na te aspekty. W miastach rozpoczęto wdrażanie coraz bardziej efektywnych rozwiązań. Szczególną przydatność w tym zakresie wykazują pojazdy o napędach alternatywnych, które oprócz tego, że produkują mniej zanieczyszczeń, dodatkowo charakteryzują się niższą emisją hałasu.

Przepisy warunkujące ograniczenie emisji szkodliwych składników spalin. Do najważniejszych decyzji dotyczących wprowadzenia restrykcyjnych przepisów odnośnie ograniczenia emisji szkodliwych dla człowieka i środowiska substancji zaliczyć można uzgodnienia na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 r. oraz Protokół z Kioto z 1997 r. Przepisy regulujące ściśle europejski sektor transportu opisuje Biała Księga Transportu, a także europejski standard emisji spalin. Obecnie wszyscy producenci nowych samochodów muszą przestrzegać normy EURO 6. Dyrektywy dotyczące tej normy wprowadzono z dniem 1 sierpnia 2014 r. Szczegółowe wskaźniki dotyczące emisji poszczególnych toksycznych składników spalin wg wszystkich dotychczasprzyjętych norm EURO przedstawiono w tabeli 1.

Charakterystyka napędów alternatywnych stosowanych w pojazdach samochodowych. Zastosowanie alternatywnych źródeł zasilania pojazdów samochodowych związane jest obecnie i w przyszłości przede wszystkim znastępującymi rozwiązaniami [1, 4, 5]:

- napędem gazowym, który wykazuje w porównaniu z napędami tradycyjnymi o ok. 18% niższą emisję gazów cieplarnianych oraz generuje mniejszy hałas; zasadniczą wadą jest natomiast większe zużycie paliwa oraz ograniczone możliwości tankowania, ponieważ paliwo gazowe jest trudniej przechowywać; jest

to obecnie najbardziej spopularyzowana alternatywna metoda zasilania pojazdów; do zasilania pojazdów samochodowych stosuje się w tym zakresie:

Tabela 1. Limityilości emisji toksycznych składników spalin względem norm EURO dla pojazdów spalinowych [3]

		ważne od	CO [g/km]	HC [g/km]	NO_x [g/km]	HC+NO_x [g/km]	PM [g/km]
silnik o ZS	EURO I	12/1992	3,16	-	-	1,13	0,14
	EURO II	01/1997	1	0,15	0,55	0,7	0,08
	EURO III	01/2000	0,64	0,06	0,5	0,56	0,05
	EURO IV	01/2005	0,5	0,05	0,25	0,3	-
	EURO V	09/2009	0,5	0,05	0,18	0,23	0,005
	EURO VI	08/2014	0,5	0,09	0,08	0,17	0,005
silnik o ZI	EURO I	12/1992	2,72	-	-	0,97	-
	EURO II	01/1997	2,2	-	-	0,5	-
	EURO III	01/2000	2,3	0,2	0,15	-	-
	EURO IV	01/2005	1	0,1	0,08	-	-
	EURO V	09/2009	1	0,1	0,06	-	0,005
	EURO VI	08/2014	1	0,1	0,06	-	0,005

- Liquified Petroleum Gas (LPG), będący skroploną mieszaniną gazów, których głównymi składnikami są propan oraz butan; układy te wykorzystują koncepcję reduktora umożliwiającego dopasowanie ciśnienia do potrzeb powstawania odpowiedniej mieszanki paliwowo-powietrznej; w porównaniu z paliwem benzynowym paliwo LPG ma wyższą liczbę oktanową, która w zależności od stosunku zawartości propanu do butanu wynosi od 100 do 110 oktanów, jednak w porównaniu z benzyną mieszanina ta cechuje się mniejszą wartością opałową na jednostkę objętości co powoduje, że zużycie paliwa przy zasilaniu gazem LPGw porównaniu z zasilaniem silnika benzyną jest większe o 20–30%,

- Compresed Natural Gas (CNG), który jest sprężonym do ciśnienia 20-25 MPa gazem ziemnym; zasada wykorzystania CNG jako paliwa do zasilania pojazdów opiera się na zamontowaniu zbiornika ze sprężonym, znajdującym się w stanie płynnym gazem, a kolejno jego odparowaniu w reduktorze, wymieszaniu z powietrzem i doprowadzeniu do komory spalania w silniku; w porównaniu z paliwami benzynowymi ma liczbę oktanową na poziomie ok. 130 oraz temperaturę wrzenia niższą niż w przypadku LPG; zaletą tego paliwa jest to, że łatwo miesza się z powietrzem, co zmniejsza ryzyko pojawienia się wybuchów przy nieszczelnej instalacji; CNG uważane jest za paliwo czyste (emisja zanieczyszczeń jest 3 razy mniejsza w porównaniu z silnikami zasilanymi olejem napędowym);

●napędem, w którym źródłem energii są paliwa uzyskane drogą przetworzenia głównie z produktów pochodzenia roślinnego; jako biopaliwa stosuje się następujące:

-biopaliwa pierwszej generacji, do których należą biodieselprodukowany z rzepaku i odpadówczysty olej roślinny, bioetanolprodukowany z buraków cukrowych, trzciny cukrowej, ziemniaków lub zboża,

-biopaliwa drugiej generacji, których wytwarzanie umożliwia wykorzystanie biomasy z całych roślin, a nie tylko ich części,

-biogaz, otrzymywany w drodze fermentacji beztlenowej biomasy lub jej odpadów;

● napędem wodorowym, w którym jako paliwo wykorzystuje się wodór; istnieją dwa główne sposoby wytwarzania energii w tego rodzaju rozwiązaniach:

-spalanie wodoru w komorze klasycznego silnika tłokowego; to bardzo wydajny pod względem energetycznym proces, ale wiąże się z poważnym problemem związanym z magazynowaniem ciekłego wodoru w zbiorniku pojazdu (wodór w stanie ciekłym zajmuje 900 razy mniejszą objętość niż w postaci gazu, jednak pochłania dużą ilość energii cieplnej, która wymaga schładzania zbiornika do temperatury -253°C, co w praktyce oznacza, że pojazd nie może pozostać w bezruchu na dłużej niż kilka dni; w przeciwnym razie wodór rozgrzewa się, zamienia w gaz i ulatnia do atmosfery, ponieważ wodór w stanie gazowym wykazuje zdolność do przenikania przez metalowe ścianki zbiornika,

-zastosowanie ogniw paliwowych,produkujących energię w wyniku utleniania paliwa stale dostarczanego z zewnątrz; w przypadku ogniw wodorowych wykorzystywane jest zjawisko, jakie zachodzi podczas wiązania wodoru i tlenu w cząsteczki wody, w wyniku czego wytwarza się woda oraz pewna porcja energii, która odbierana jest w postaci prądu elektrycznego przekazywanego bezpośrednio do silnika elektrycznego; oprócz wodoru w ogniwach paliwowych może być stosowany również metanol, benzyna czy gaz naturalny, jednak w tych przypadkach nie ma możliwości uniknięcia emisji dwutlenku węgla;

● napędem hybrydowym, polegającym na połączeniu tradycyjnego silnika z silnikiem elektrycznym; obecnie stosowane są trzy podstawowe rodzaje rozwiązań:

-napęd szeregowy, w którym silnik spalinowy pracuje cały czas w optymalnym zakresie obrotów napędzając generator, który zasila z kolei silnik elektryczny napędzający koła pojazdu;natomiast nadmiar energiiprzekazywany jest do akumulatora,

-napęd równoległy (najpopularniejsze rozwiązanie), w którym zarówno silnik spalinowy jak i elektryczny napędzają koła pojazdu; w tym rozwiązaniu silniki mogą pracować razem lub osobno, w zależności od różnych warunków drogowych; samochód podczas wolnej jazdy miejskiej korzysta wyłącznie z silnika elektrycznego, gdy potrzebuje więcej mocy uruchamiany jest silnik spalinowy; silnik elektryczny zasilany jest z akumulatorów, które mogą być również doładowywane przez silnik elektryczny, który staje się prądnicą w czasie, gdy napędza go jednostka spalinowa bądź podczas hamowania,

- napęd szeregowo-równoległy, łączący cechy obu rozwiązań;

●napędem elektrycznym, wykorzystującym jedynie silniki elektryczne zasilane akumulatorami.

Ograniczenia wykorzystania pojazdów o napędachelektrycznym i hybrydowym w systemach logistyki miejskiej. Analizując tendencje rozwojowe odnośnie przyszłości transportu miejskiego wydaje się, że napędy elektryczne i hybrydowe mogą stać się dominujące.

Wykorzystanie pojazdów o napędach elektrycznym i hybrydowym w logistyce miejskiej wynika z podstawowych zalet stosowania tego typu napędów [1, 3]:

• możliwości wytworzenia energii z różnorodnych źródeł,
• braku lub obniżonej emisji zanieczyszczeń gazowych i stałych do atmosfery,
• niskiej emisji hałasu,
• większej wydajności energetycznej w porównaniu do tradycyjnych napędów,
• niejednokrotnie tańszej produkcji napędów, ich serwisu i eksploatacji,
• zapewnienia niezależności energetycznej od dostawców ropy naftowej.

Oprócz wymienionych plusów tych rozwiązań, ważne są również pewne ograniczenia wynikające z ich stosowania. Można podzielić je na trzy zasadnicze grupy:

●trudności ekonomiczne, obejmujące przede wszystkim:
- koszty zakupu pojazdów,
- koszty produkcji energii na potrzeby zasilania pojazdów,
- koszty utylizacji zużytych podzespołów;

●problemy związane z bezpieczeństwem, wynikające zmożliwości wystąpienia samozapłonu akumulatorów;

●bariery eksploatacyjne, związane głównie z:
- małą pojemnością akumulatorów,
- długim czasem ładowania akumulatorów,
- ograniczeniami w zakresie przestrzeni ładunkowej pojazdów.

Wysoka cena zakupu dotyczy w szczególności samochodów elektrycznych i hybrydowych. Są one

zwykle droższe od swoich odpowiedników napędzanych w sposób tradycyjny. Z drugiej jednak strony należy spodziewać się, że coraz większe znaczenie zdobywać będą różnego rodzaju formy wsparcia w zakresie zakupu tego typu samochodów, głównie dla prowadzących działalność gospodarczą. Dotyczyć to może zarówno ulg podatkowych, jak i dofinansowywania przez samorządy lokalne. Dobrym przekładem jest w tym zakresieNorwegia, w której odnotowuje się najwyższy w Europie przyrost liczby pojazdów napędzanych elektrycznie.

Podsumowanie. Istotnym czynnikiem determinującym wzrost liczby pojazdów o napędach alternatywnych jest dostosowywanie infrastruktury miejskiej do specyficznych potrzeb wynikających z ich stosowania. Aspekt ten dotyczy głównie pojazdów elektrycznych, dla których niezbędny jest rozwój systemów ładowania akumulatorów. Wspomniane bariery sprawiają, że wykorzystywanie tego typu pojazdów do realizacji przewozów w miastach wymaga określonych działań i procesów dostosowawczych. Z drugiej jednak strony, korzyści w postaci ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko miejskie powodują, że pojazdy napędzane alternatywnymi źródłami energii stają się coraz bardziej atrakcyjną propozycją. Należy również zwrócić uwagę, iż parametry eksploatacyjne tych pojazdów pozwalają wykorzystywać je w sposób efektywny.

Wymagania Unii Europejskiej w zakresie rozwoju zrównoważonego transportu oraz światowe trendy związane z popularyzacją stosowania alternatywnych źródeł energii sprawiają, iż w najbliższych latach dynamika rozwoju systemów logistyki miejskiej opartych na wykorzystywaniu pojazdów napędzanychtymi paliwami będzie wzrastała i zacznie odgrywać bardziej znaczącą rolę.

LITERATURA

[1] Buczaj M.: Wykorzystanie alternatywnych źródeł zasilania pojazdów w świetle norm i dyrektyw UE na przykładzie Polski. Motrol. Motorization and Power Industry in Agriculture, nr 6. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Lublin, 2006.

[2] Gronowicz J.: Ochrona środowiska w transporcie lądowym, Wyd. II. WITE, Poznań-Radom, 2004.

[3] Lejda K., Mądziel M.: „Zielona logistyka” w ujęciu samochodów elektrycznych.ВисникНаціональногоТранспортногоУніверситету No. 30, Kijów, 2014.

[4] Maj M.: Nowoczesne systemy zasilania pojazdów samochodowych gazem propan-butan (LPG) oraz sprężonym metanem (CNG). Biuletyn Informacyjny ITS, nr 3 (45), Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa, 2011.

[5]Rogall H.: Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Zyski S-ka, Poznań, 2010.

STRESZCZENIE

KONIECZNY Dariusz. Jakość rzeszowskiej komunikacji miejskiej / KONIECZNY Dariusz, , LEJDA Kazimierz, MĄDZIELMaksymilian // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono krótki opis dotyczący przepisów odnośnie limitów emitowanych szkodliwych substancji przez silniki spalinoweorazscharakteryzowano napędy alternatywne stosowane na potrzeby pojazdów samochodowych. W zakończeniu pracy opisano ograniczenia związane z zastosowaniem alternatywnych napędów elektrycznych i hybrydowych na potrzeby logistyki miejskiej.

РЕФЕРАТ

КОНЄЧНИ Даріуш. Якість міського транспортного сполучення Жешова / КОНЄЧНИ Даріуш, ЛЕЙДА Казімеж , МОНДЗЕЛЬ Максиміліан // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті наведено короткий опис положень, що стосуються обмежень на забруднюючі речовини, які виділяються двигунами внутрішнього згорання і характеризує приводи, що використовуються для альтернативних транспортних засобів. В кінці статті описані обмеження, пов'язані з використанням альтернативних електричних гібридних приводів для потреб міської логістичної системи.

ABSTRACT

KONIECZNY Dariusz, LEJDA Kazimierz, MADZIELMaksymilian. Quality of rzeszow urban transport. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents a brief description of the provisions relating to limits on pollutants emitted by combustion engines and characterized drives used for the purpose of alternative vehicles. At the end of the paper describes the limitations associated with the use of alternative electric and hybrid drives for the needs of urban logistics.

AUTORZY:

KONIECZNY Dariusz, Mgr inż.,Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

КОНЄЧНИ Даріуш, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Жешув, Польща

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

KONIECZNY Dariusz, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Mateichyk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, dean of automobile mechanic faculty, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Ph.D., Engineering (Dr.), Professor, National Transport University, head of department of automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43+621.43.016.4+681.518
UDC 621.43+621.43.016.4+681.518

ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО СТАНУ ДВИГУНА І ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Грицук І.В., кандидат технічних наук, Харківський Національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

THE ORGANIZATION OF THE CONTROL PROCESS FORMATION OF OPTIMUM TEMPERATURE STATE OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND VEHICLE

Gritsuk I.V., Ph.D. of Technical Sciences, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Грицук И.В., кандидат технических наук, Харьковский Национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Вступ. Вирішення в низькотемпературних умовах оточуючого середовища (ОС) проблеми управління процесом формування оптимального температурного стану охолоджуючої рідини (ОР), моторної оливи (МО), каталізатора системи нейтралізації відпрацьованих газів (СНВГ) двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) та салону (кабіни) транспортного засобу (ТЗ) в процесах передпускової і післяпускової теплової підготовки, та виробничої експлуатації може бути досягнуто застосуванням комплексної системи комбінованого прогріву (КСКП) [1, 2] у складі теплових акумуляторів (ТА) з теплоакумулюючим матеріалом (ТАМ), що має фазовий перехід. Інформація для функціонування КСКП про технічний стан ДВЗ і ТЗ може бути отримана за допомогою сучасного інформаційно-вимірювального комплексу (ІВК) ТЗ, який забезпечує дистанційний моніторинг технічних параметрів в структурі інтелектуальних транспортних систем (Intelligent Transport Systems (*ITS*)) [3, 4].

Аналіз останніх досліджень. Створення ефективних засобів і систем передпускового разогріву і прискореного прогріву після пуску для ДВЗ і ТЗ з використанням ТА фазового переходу є своєчасною і актуальною науково-дослідною задачею. В роботах В.І. Данілова, Д.Є. Овсієнко, В.М. Глазова, В.І.Архарова, І.А. Новохатского, Б.І. Кидярова, І.Є. Болотова, В.Д. Александрова тощо [5, 6] виконано наукове обґрунтування фізико-хімічної кінетики зародкоутворення і масової кристалізації в речовинах. В роботах О.О. Чиркова, О.К. Костіна, Р.М. Петриченко, Н.О. Іващенко, Н.Д. Чайнова, Б.С. Стефановського, О.Л. Новеннікова, Г.Б. Розенбліта, ***О.З. Хомича, А.Е. Симсона,*** С.А. Єрощенкова, Д.Б. Кузнєцова і інших [1, 6, 7] виконано наукове обґрунтування і розроблені методики формування інтенсивності процесу теплообміну в порожнинах корпусних деталей ДВЗ. В роботах М.М. Карнаухова, В.О. Вашуркіна, С.Д. Гуліна, А.А. Сорокіна, Н.В. Глухенко, В.В. Шульгіна, С.О. Яковлева, І.А. Ільчука, М.І. Куколева, Ю.К. Кукелева, В.Д. Александрова, O. Schatz, M. Kytö, A. Pellikka і інших [1, 5 - 13] виконано наукове обґрунтування і розроблена методика розрахунку, створення і дослідження бортових ТА для забезпечення передпускового розігріву ДВЗ в умовах низьких температур навколишнього середовища. Але питання передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ з різноманітними системами комбінованого прогріву потребує подальших досліджень.

Постановка задачі. Мета статті – на основі системного підходу до вирішення проблеми теплової підготовки і зберігання температурного стану в процесі експлуатації двигуна і транспортного засобу в умовах *ITS*, визначити, розробити та обґрунтувати складові забезпечення логічної організації управління процесом формування оптимального теплового стану транспортного двигуна і транспортного засобу.

Дослідження були проведені на кафедрі «Технічна експлуатація і сервіс автомобілів» ХНАДУ, «Рухомий склад залізниць» ДонІЗТ УкрДАЗТ та «Екологія і безпека життєдіяльності» НТУ, де для забезпечення оптимального теплового стану (ОТС) були розроблені і дослідженні складові комплексної системи комбінованого прогріву транспортного двигуна з ТА фазового переходу та ІВК.

Основний матеріал. Питання організації забезпечення ОТС двигуна і ТЗ є актуальним як на стадії проектування, так і на стадії використання ДВЗ і ТЗ [2, 14 - 16]. На рис. 1 показаний запропонований системний підхід до вирішення проблеми (управління процесом) формування ОТС двигуна і ТЗ в процесі експлуатації.

У відповідних умовах експлуатації вибір конкретного способу формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ із можливих варіантів, можливо визначити, як прийняття

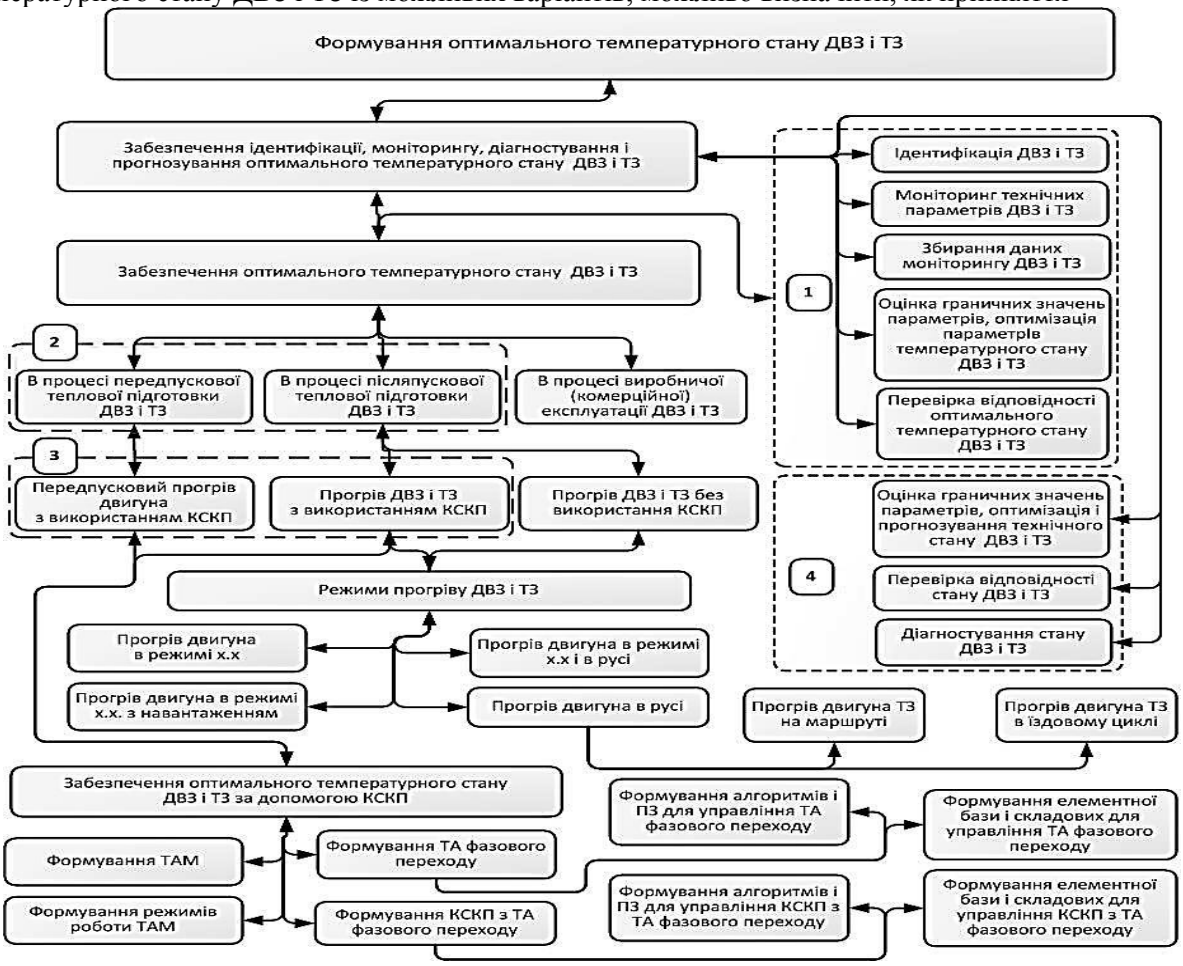


Рисунок 1 - Система формування оптимального температурного стану двигуна і ТЗ в процесі експлуатації

рішення щодо вибору і використання того чи іншого способу удосконалення двигуна і ТЗ при здійсненні комплексного комбінованого прогріву (ККП) з використанням ІВК в умовах *ITS*. Відповідне рішення про застосування одного або іншого способу може бути прийняте тільки на основі логічного обґрунтування того, що вибраний варіант є найкращим з точки зору оптимального формування ОТС за визначених умов експлуатації. Кінцеве рішення щодо забезпечення ОТС не є результатом однозначної відповіді, оскільки в кожному конкретному випадку потрібно визначати, з якої точки зору і за допомогою якого підходу найкращим буде той або інший варіант (спосіб).

Розглянемо структуру вирішення проблеми управління процесом формування оптимального температурного стану в процесі експлуатації ДВЗ і ТЗ (рис. 1). З рисунка видно, що в процесі управління забезпеченням ОТС виділяється дві взаємопов’язані складові процесу:

- забезпечення ідентифікації, моніторингу, діагностування і прогнозування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ;

- забезпечення ОТС двигуна і ТЗ в умовах експлуатації.

Особливістю інформаційної взаємодії визначених процесів є наступне. Процес забезпечення ОТС може здійснюватись на основі інформації, що отримується з першої складової процесу, тобто в процесі забезпечення ідентифікації, моніторингу, діагностування і прогнозування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ (стадія 1). На початку процесу управління ОТС відбувається ідентифікація теплових параметрів, технічного стану і самих ДВЗ і ТЗ за допомогою ІВК і загальної системи моніторингу в структурі *ITS*. Після виконання цього етапу відбувається моніторинг технічних параметрів ДВЗ і ТЗ (в першу чергу теплових) і збирання даних в процесі моніторингу. Під

час його здійснення відбувається оцінка граничних значень отриманих параметрів, оптимізація в часі значень параметрів температурного стану ДВЗ і ТЗ. Наприкінці етапу моніторингу і підготовки інформації про поточний тепловий стан відбувається перевірка відповідності ОТС ДВЗ і ТЗ умовам експлуатації.

На основі отриманої інформації в процесі моніторингу починає здійснюватись енергетичне управління процесом забезпечення ОТС двигуна і ТЗ за допомогою КСКП, яка працює на основі екологічно чистої технології експлуатації транспорту, що базується на теорії теплового акумулювання і фазоперехідних процесів [1, 5, 6].

Загальний процес забезпечення ОТС під час експлуатації двигуна і ТЗ можливо розділяти на складові: процес передпускової і післяпускової теплової підготовки та процес виробничої (комерційної) експлуатації ДВЗ і ТЗ (стадія 2). Процес передпускового прогріву ДВЗ без фактичної роботи двигуна в режимі холостого ходу (х.х.) можливо виконати тільки за допомогою використання розробленої КСКП (стадія 3), що уявляє собою адаптований до умов експлуатації набір підсистем, елементів і засобів теплової підготовки і підтримання ОТС двигуна і ТЗ на основі ТА фазового переходу. Серед складових формування КСКП можливо виділити наступні процеси: формування ТАМ, формування режимів роботи ТАМ, формування ТА фазового переходу і формування саме КСКП з ТА фазового переходу.

При здійсненні післяпускової теплової підготовки ДВЗ і ТЗ можливо здійснення прогріву, як без використання КСКП (штатні системи ДВЗ і ТЗ), так і з використанням КСКП (стадія 3). В процесі виробничої (комерційної) експлуатації ДВЗ і ТЗ використання КСКП проводиться тільки в тому випадку, коли не вдається в умовах експлуатації підтримувати ОТС двигуна і ТЗ у відповідних межах.

Інформаційна складова процесу формування ОТС двигуна і ТЗ на стадії 4, крім вище описаних можливостей на стадії 1, може забезпечувати оцінку граничних значень параметрів, оптимізацію і прогнозування технічного стану ДВЗ і ТЗ, перевірку відповідності поточного технічного стану умовам експлуатації і вимогам виготовлювача або замовника (експлуатанта) ДВЗ і ТЗ, а, крім цього, виконувати діагностування стану ДВЗ і ТЗ за відповідними параметрами.

Як видно з рис. 1, післяпусковий прогрів ДВЗ і ТЗ можливо проводити в різних режимах експлуатації ТЗ (як в усталених і перехідних режимах роботи двигуна при зупиненому ТЗ, так і в процесі руху ТЗ), а саме: прогрів двигуна в режимі х.х. і зупиненого ТЗ; прогрів двигуна в режимі х.х. з навантаженням і зупиненого ТЗ; прогрів двигуна в режимі х.х. і зупиненого ТЗ та в подальшому русі ТЗ; прогрів двигуна і ТЗ в русі. Також, післяпусковий прогрів двигуна ТЗ в русі, можливо проводити як в режимі їздового циклу, так і в русі на маршруті.

Для забезпечення системного підходу до формування ОТС зрозуміло, що виконання цих складових потребує наукових методів оцінки умов експлуатації, показників та вибору способів формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ на різних етапах їх експлуатації. Сформований підхід показує, що вибір КСКП на стадії проектування і використання ДВЗ і ТЗ повинен здійснюватись на основі всебічної, комплексної оцінки забезпечення ОТС двигуна і ТЗ з урахуванням як особливостей матеріалів ТА фазового переходу, так і конструктивних та експлуатаційних факторів стосовно як ТАМ, ТА, КСКП, так і ДВЗ і ТЗ.

Попередньо, для вирішення наукової проблеми управління ОТС двигуна і ТЗ в умовах експлуатації, необхідно сформувати принципи розподілу основних параметрів і показників, що характеризують умови експлуатації, вимоги споживача (виготовлювача) ДВЗ і ТЗ, особливості призначення і конструктивного виконання двигуна і ТЗ та формування комплексної системи комбінованого прогріву і ІВК, які визначають складові управління процесом забезпечення ОТС при застосуванні різних засобів теплової підготовки і збереження теплової енергії у складі КСКП за ієрархічними рівнями.

До основних положень системотехнічного підходу оптимізації складних систем і розподілу основних параметрів і показників відносять наступні [14 - 17]: максимальна автономність розглянутих підсистем та елементів; максимальне ущільнення інформації при русі вгору за ієрархічною структурою; цілі нижніх за ієрархією підсистем взаємопов'язані з вищерозташованими тільки через функціонали проміжних ієрархій; оцінки факторів найбільшого впливу повинні в межах кожного рівня визначатися з однаковою похибкою, а при русі вниз за ієрархічною структурою точність оцінок впливу повинна прогресивно зростати.

Для забезпечення прийняття рішення щодо оцінки показників та вибору способів формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в різних умовах експлуатації визначаємо основні етапи побудови ієрархічної структури дослідження (ІСД):

- декомпозиція цільового функціоналу (комплексного показника доцільності функціонування) і предмета дослідження на ієрархічних рівнях [18];

- розробка математичних моделей процесу прогріву ДВЗ і ТЗ з КСКП, її підсистем та елементів на кожному ієрархічному рівні;

- систематизація схем ККП та урахування особливостей застосування інструментів і механізмів наукового дослідження відносно складових КСКП на різних етапах життєвого циклу ДВЗ і ТЗ та процесів їх експлуатації: ТАМ, ТА фазового переходу, КСКП, тощо [19];

- встановлення взаємозв'язку функціоналів з основними величинами і параметрами умов експлуатації і конструктивних особливостей ДВЗ і ТЗ на кожному рівні;

- виявлення величин і параметрів найбільшого впливу на кожному рівні;

- вибір способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ;

- порівняння ОТС за умовами експлуатації і вимогами виробників ДВЗ і ТЗ.

Логічна організація процесу управління оптимальним температурним станом на різних етапах експлуатації ДВЗ і ТЗ показана на рис. 2.

В якості складових при побудові ІСД формуються: цільова задача формування ОТС двигуна і ТЗ, систематизація схем ККП та вибір способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ. Логічна організація процесу управління оптимальним температурним станом на різних етапах експлуатації ДВЗ і ТЗ (рис. 2) включає в себе декомпозицію цільового функціоналу і методології формування ОТС (стадія 1), процес побудови ІСД і систематизації схем ККП (стадія 2) і процес вибору способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ (стадія 3).

На основі обґрунтування пріоритетності вимог умов експлуатації (блок 1), вимог споживача (виготовлювача) ДВЗ і ТЗ (блок 2), особливостей призначення та конструктивного виконання ДВЗ і ТЗ (блок 3) та особливостей формування КСКП (блок 4) проводиться декомпозиція цільового функціоналу і методології формування ОТС (стадія 1).

Як видно з представленої схеми, процедура розробки ІСД на стадії 1 складається з двох паралельних гілок. Ліві дві гілки виходять з цільових завдань формування ОТС двигуна і ТЗ, які формуються завданнями управління в різних умовах експлуатації і за рівнями вимог споживача (виготовлювача) ДВЗ і ТЗ, права гілка - з розбиття за рівнями процесу функціонування системи забезпечення ОТС двигуна і ТЗ за допомогою КСКП, як складної системи [17]. Процес побудови ІСД закінчується етапом порівняння ОТС за умовами експлуатації і вимогами виробників ДВЗ і ТЗ для виконання завдання забезпечення ОТС і ефективної експлуатації ТЗ. Кожен з етапів процедури побудови ІСД являє собою самостійну задачу.

Розглянемо докладніше інформаційне забезпечення декомпозиції цільового функціоналу і методології формування ОТС (стадія 1). Перший етап лівих гілок ІСД - декомпозиція цільового функціоналу за рівнями в різних умовах експлуатації (блок 5) і вимог споживача (виготовлювача) ДВЗ і ТЗ (блок 6) являє собою найбільш важке завдання в процесі розробки ІСД. Декомпозиція - розподіл цілого на частини, це науковий метод, що використовує структуру завдання і дозволяє замінити рішення однієї великої задачі рішенням серії менших завдань, нехай і взаємопов'язаних, але більш простих [17, 18]. Декомпозиція, як процес розчленування, дозволяє розглядати будь-яку досліджувану систему як складну, що складається з окремих взаємопов'язаних підсистем, які, в свою чергу, також можуть бути розчленовані на частини, а в якості систем можуть виступати не тільки матеріальні об'єкти, але й процеси, явища та поняття [17]. На даний момент принцип формування цільового функціоналу, що виходить із завдань ОТС двигуна і ТЗ, поки не має чіткої наукової основи і базується на інтуїтивних (евристичних) інженерних рішеннях. Однак, в найпростіших випадках, наприклад, для варіанту завдань дослідження енергетичних установок на транспорті і самих ТЗ, як безпосередній цільової функціонал, так і його розбиття за рівнями, в першому наближенні, є очевидним. В процесі дослідження вихідною характеристикою процесів в блоках 5 і 6 (ліві гілки) є формування циклу забезпечення ОТС двигуна і ТЗ за допомогою КСКП.

Процес побудови ІСД стає паралельним (права гілка на стадії 1) на етапі встановлення взаємозв'язку функціоналу з основними величинами і параметрами КСКП, ДВЗ і ТЗ (блок 7). За своєю суттю, цей етап - декомпозиція методології формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ за допомогою КСКП, як складної системи за рівнями - визначається класичними завданнями формування процесу теплообміну за рівняннями теплового балансу двигунів і ТЗ в процесі забезпечення ОТС [17, 18]. Завдання виявлення взаємозв'язку основних величин і їх визначальних параметрів на належних рівнях вимагає самостійного рішення. Паралельна частина ІСД замикає етап виявлення факторів найбільшого впливу величин і параметрів КСКП, ДВЗ і ТЗ при застосуванні різних ТАМ, ТА і складових КСКП.

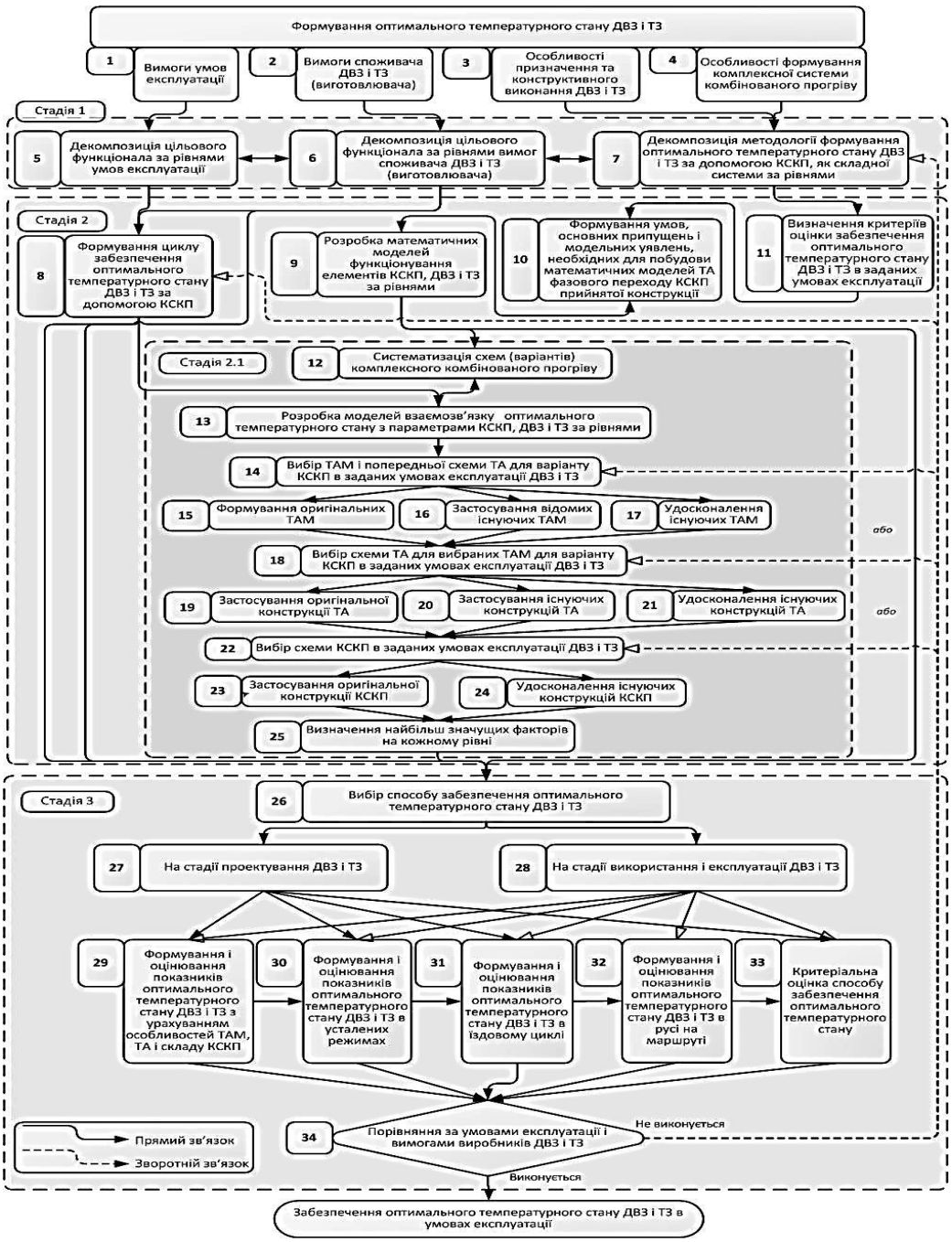


Рисунок 2 - Логічна організація процесу управління оптимальним температурним станом на різних етапах експлуатації ДВЗ і ТЗ

На стадії 2 на етапі процесів побудови ІСД і систематизації схем ККП послідовно відбувається в паралельних гілках: формування циклу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ за допомогою КСКП (ліва гілка) (блок 8); визначення критеріїв оцінки забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в заданих умовах експлуатації (права гілка) (блок 11); формування умов, основних припущень і модельних уявлень, необхідних для побудови математичних моделей ТА фазового переходу КСКП прийнятої конструкції (права гілка) (блок 10) і розробка математичних моделей функціонування елементів КСКП, ДВЗ і ТЗ за рівнями (права гілка) (блок 9).

На стадії 2.1, як складової стадії 2, послідовно виконується систематизації схем (варіантів) комплексного комбінованого прогріву ККП (блок 12) і розробка моделей взаємозв’язку оптимального температурного стану з параметрами КСКП, ДВЗ і ТЗ за рівнями (блок 13). Систематизація - процедура об’єднання, з’єднання груп однорідних, за деякими ознаками, одиниць (параметрам, критеріями) до певної ієрархієрізованої єдності в функціональних цілях на основі існуючих між ними зв’язків / або взаємодоповнюючих зв'язків із зовнішнім світом. Систематизація (від грец. *Systema* - ціле, що складається з частин), розумова діяльність, у процесі якої досліджувані об’єкти

організовуються в певну систему на основі вибраного принципу [14 - 17, 19]. Після цього відбувається вибір ТАМ і попередньої схеми ТА для варіанту КСКП в заданих умовах експлуатації ДВЗ і ТЗ (блок 14): для формування оригінальних ТАМ (блок 15), застосування відомих існуючих ТАМ (блок 16) і при удосконаленні існуючих ТАМ (блок 17). Вибір схеми ТА при вибраних ТАМ для варіанту КСКП в заданих умовах експлуатації ДВЗ і ТЗ (блок 18) відбувається: при застосуванні оригінальної конструкції ТА (блок 19), застосуванні існуючих конструкцій ТА (блок 20) і при удосконаленні існуючих конструкцій ТА (блок 21). Вибір схеми КСКП в заданих умовах експлуатації ДВЗ і ТЗ (блок 22) відбувається: при застосуванні оригінальної конструкції КСКП (блок 23) або удосконаленні існуючих конструкцій КСКП (блок 24). В блоці 25 наприкінці стадії 2 відбувається визначення найбільш значущих факторів з блоків 14 - 24 на кожному рівні дослідження.

В блоках 26 - 34 стадії 3 здійснюється вибір способу забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ на основних етапах вибору на стадії проектування ДВЗ і ТЗ (блоки 27, 29 – 31, 33) і на стадії використання та експлуатації ДВЗ і ТЗ (блоки 28 - 33).

Зворотні зв’язки з блоку 34 - Порівняння за умовами експлуатації і вимогами виробників ДВЗ і ТЗ - показують, що рішення щодо забезпечення оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ в умовах експлуатації може бути прийнято за результатами оцінки на кожному окремому етапі або після виконання оцінки забезпечення ОТС на всіх визначених попередньо етапах. Цей етап пов'язаний в структурі ІСД зворотним зв'язком з першими етапами розробки ІСД на стадіях 1, 2 і 2.1. Зворотній зв'язок відображає ітераційний характер процесу побудови ІСД. Він передбачається можливістю зміни як цільового функціоналу та його декомпозиції за рівнями, так і декомпозицією методології формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ за допомогою КСКП, як складної системи за рівнями [18] на основі вивчення особливостей ступеня впливу різних показників на цільові функції кожного рівня. Таким чином, початкове розбиття на ієрархічні рівні може бути змінено результатами дослідження з виявлення показників найбільшого впливу. У процесі дослідження виявляються фактори найбільшого впливу на забезпечення ОТС двигуна і ТЗ, які з нижніх рівнів попереднього розбиття можуть переміститися на вищі рівні і ввійти у вигляді визначаючих величин в функціонали вищих рівнів на стадії 1 [18].

Висновок. Таким чином, запропонований системний підхід до вирішення проблеми створення логічної організації управління процесом формування оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації. Запропонований підхід може служити методичним інструментом обґрунтування технічних завдань на розробку і формування комплексних систем комбінованого прогріву засобів транспорту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Волков В. П. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В. П. Волков, І. В. Грицук, Ю. Ф. Гутаревич, В. Д. Александров, В. Й. Поддубняк, Ю. В. Прилепський, П. Б. Комов, Д. С. Адров, В. С. Вербовський, З. І. Краснокутська, Т. В. Волкова // Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2015.- 314с.

2. Грицук І. В. Системний підхід до проектування і дослідження комплексних систем комбінованого прогріву ДВЗ / І. В. Грицук // Збірн. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ - Донецьк: ДонІЗТ, 2012– №30, с. 106-117.

3. Власов В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов, А. Б. Николаев, А. В. Постолит, В. М. Приходько; под общ.ред. В. М. Приходько // МАДИ (Гос. техн. ун-т). – М.: Наука, 2006. - 283 с.

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

5. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред. Донецк: Донбасс, 2011, 580 с.

6. Александров В. Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів / В. Д. Александров, Ю. Ф. Гутаревич, І. В. Грицук, Ю. В. Прилепський, В. А. Постніков, А. М. Гущин, Д. С. Адров, В. С. Вербовський, З. І. Краснокутська // Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2014.- 230 с.

7. Сергієнко М.І. Середньоексплуатаційна витрата палива тепловозними двигунами та її оцінка / М.І. Сергієнко, С.А. Ерощенков, А.А. Каграманян // Залізничний транспорт України. – 2008. - №2. – с. 9-10.

8. Левенберг В.Д. Аккумулирование тепла / В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем // Киев: Техника. 1991. - 112 с.

9. Schatz D. Latentwarmespeicher fur Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen / D. Schatz // Brennst.- Warme-Kraft, 1991. №6. - p. 333-340.

10. Шульгин В. В. Тепловые аккумуляторы автотранспортных средств / В. В. Шульгин / СПб.: Издательство Политехн. ун-та, 2005. - 268 с.

11. Карнаухов Н. Н. Тепловой аккумулятор для поддержания пусковой температуры ДВС в период межсменной стоянки строительной машины в зимний период / Н. Н. Карнаухов, И. А. Пустовалов, А. В. Яркин // Отраслевой журнал «Автотранспортное предприятие», ноябрь, 2010. Москва, Издатель - НПП Транснавигация, Минтранс России, ISSN 2076-3050, стр. 45-48.

12. Вашуркин И. О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И. О. Вашуркин // Тюмень, ТюмГНГУ, 2001.-145 с.

13. Карнаухов Н. Н. Эксплуатация машин в строительстве: Учебное пособие. / Н. Н. Карнаухов, Ш. М. Мерданов, В. В. Шефер, А. А. Иванов // Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. - 440 с.

14. Матейчик В. П. Системний підхід до аналізу структурних схем енергоустановок транспортних засобів / В. П. Матейчик // Вісник НТУ“ХПІ” №7(т.2). – Харків, НТУ”ХПІ”. –2002. – С.162-167.

15. Одрин В. М. Метод морфологического анализа технических систем / В. М. Одрин / М.: ВНИИПИ, 1989 – 314 с.

16. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М. Ф. Дмитриченко, В. П. Матейчик, О. К. Грищук, М. П. Цюман // К.: НТУ, 2014. – 168.

17. Сафиуллин Р.Н. Теоретические основы комплексной оптимизации основных величин и параметров ДВС АТС при применении топлив различного качества ДВС / Р.Н. Сафиуллин // Журнал «Вестник гражданских инженеров» № 4 (45), СПбГАСУ, 2014. - с. 104-111.

18. Декомпозиция. Материал из Википедии - свободной энциклопедии [Електроний ресурс] / Викепедия. Свободная энциклопедия // Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F – 03.05.2015г.

19. Систематизация. Материал из Википедии - свободной энциклопедии [Електроний ресурс] / Викепедия. Свободная энциклопедия // Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F – 03.05.2015г.

REFERENCES

1. Volkov V. P., Gritsuk I. V., Hutarevych Yu. F., Aleksandrov V. D., Poddubnyak V. Y., Pryleps'kyy Yu. V., Komov P. B., Adrov D. S., Verbovs'kyy V. S., Krasnokut·s'ka Z. I., Volkova T. V. "*Systemy prohrivu dvyhuniv vnutrishn'oho z·horannya: osnovy funktsionuvannya: monohrafiya*" Donets'k: Noulidzh, 2015.- 314.

2. Gritsuk I. V. "*Sy`stemny`j pidxid do proektuvannya i doslidzhennya kompleksny`x sy`stem kombinovanogo progrivu DVZ*". *Zbirn. nauk. pracz` DonIZT UkrDAZT* - Donecz`k: DonIZT, 2012– №30. 106-117. Print.

3. Vlasov V.M., Nikolaev A.B., Postolit A.V., Prikhodko V.M. *Information technologies in road transport* [Text], ed. V.M. Prikhodko. MADI (State Technical. Univ.) - Moscow: Nauka, 2006. - 283 p.

4. Volkov V., Mateichyk V., Nikonov O., Komov P., Gritsuk I., Volkov Ju., Komov Je. (2013), "*Integration of the technical operation of vehicles in the structures and processes of intelligent transport systems"*, ["Integracija techniceskoj ekspluataciji avtomobilej v strukturi i processi intelektualnich transportnich sistem"], Donetsk. Noulidj, 2013, 398p.

5. Aleksandrov V.D. "*Kinetika zarodysheobrazovanija i massovoj kristallizacii pereohlazhdennyh zhidkostej i amorfnyh sred*". Donetsk: Donbass, 2011/- 580.

6. Aleksandrov V. D., Gutarevych Yu. F., Gritsuk I. V., Pryleps'kyy Yu. V., Postnikov V. A., Gushhy`n A. M., Adrov D. S., Verbovs`ky`j V. S., Krasnokuts`ka Z. I. "*Teplovi akumulyatory` fazovogo perexodu dlya transportny`x zasobiv: parametry` robochy`x procesiv*". Donecz`k: Vy`d-vo «Noulidzh» (Donecz`ke viddilennya), 2014.- 230.

7. Sergiyenko M.I., Eroshhenkov S.A., Kagramanyan A.A. "*Seredn`oekspluatacijna vy`trata paly`va teplovozny`my` dvy`gunamy` ta yiyi ocinka*". Zalizny`chny`j transport Ukrayiny`. – 2008. - №2. s. 9-10. Print.

8. Levenberg V.D., Tkach M.R., Gol'strem V.A. "*Akkumulirovanie tepla*". Kiev: Tehnika. 1991. - 112.

9. Schatz D. "*Latentwarmespeicher fur Kaltstartverbesserung von Kraftfahrzeugen*". Brennst.-Warme-Kraft, 1991. №6. 333-340. Print.

10. Shul'gin V. V. *Teplovye akkumuljatory avtotransportnyh sredstv* SPb.: *Izdatel'stvo Politehn. un-ta*, 2005. 268.

11. Karnauhov N. N., Pustovalov I. A., Jarkin A. V. "*Teplovoj akkumuljator dlja podderzhanija puskovoj temperatury DVS v period mezhsmennoj stojanki stroitel'noj mashiny v zimnij period*". *Otraslevoj zhurnal «Avtotransportnoe predprijatie», nojabr',* 2010. Moskva, Izdatel' - *NPP Transnavigacija, Mintrans Rossii*. 45-48. Print.

12. *Vashurkin I. O. Teplovaja podgotovka i pusk DVS mobil'nyh transportnyh i stroitel'nyh mashin zimoj*. Tjumen', TjumGNGU, 2001. 145.

13. Karnauhov N. N., Merdanov Sh. M., Shefer V. V., Ivanov A. A. "*Jekspluatacija mashin v stroitel'stve: Uchebnoe posobie*", Tjumen': TjumGNGU, 2006. 440.

14. Mateychyk V. P. "*Systemnyy pidkhid do analizu strukturnykh skhem enerhoustanovok transportnykh zasobiv*" *Visnyk NTU“KhPI” №7(t.2).* Kharkiv, NTU”KhPI”. 2002. 162-167. Print.

15. Odrin V. M."*Metod morfologicheskogo analiza tehnicheskih sistem*" M.: VNIIPI, 1989 314.

16. Dmytrychenko M. F., Mateychyk V. P., Hryshchuk O. K., Tsyuman M. P. "*Metody systemnoho analizu vlastyvostey avtomobil'noyi tekhniky: navch. posib*" K.: NTU, 2014. 168.

17. Safiullin R.N. Teoreticheskie osnovy kompleksnoj optimizacii osnovnyh velichin i parametrov DVS ATS pri primenenii topliv razlichnogo kachestva DVS / R.N. Safiullin // Zhurnal «Vestnik grazhdanskih inzhenerov» № 4 (45), SPbGASU, 2014. 104-111. Print.

18. (2015), "Dekompozicija. Wikipedia. The Free Encyclopedia"**,** *https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F* – 03.05.2015г.

19. (2015), "Systematization. Wikipedia. The Free Encyclopedia". *https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F* – 03.05.2015г.

РЕФЕРАТ

Грицук І.В. Організація управління процесом формування оптимального температурного стану двигуна і транспортного засобу / І.В. Грицук // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті запропонований системний підхід до вирішення проблеми логічної організації процесу управління оптимальним температурним станом двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу. Запропонований підхід може служити методичним інструментом для обґрунтування технічних завдань на розробку і формування комплексних систем комбінованого прогріву засобів транспорту.

Об'єкт дослідження – процес підтримання теплового стану двигуна і транспортного засобу в умовах експлуатації.

Мета роботи – на основі системного підходу до вирішення проблеми теплової підготовки і зберігання температурного стану в процесі експлуатації двигуна і транспортного засобу, визначені, розроблені і обґрунтовані складові забезпечення логічної організації дослідження процесу формування оптимального теплового стану транспортного двигуна і транспортного засобу.

Метод дослідження – аналіз, визначення, узагальнення та порівняння наявних відомостей про умови експлуатації, вимоги виробників, конструктивні особливості двигунів і транспортних засобів, складових комплексної системи комбінованого прогріву з тепловими акумуляторами фазового переходу і інформаційно-вимірювального комплексу при здійсненні забезпечення логічної організації дослідження процесу формування оптимального теплового стану транспортного двигуна і транспортного засобу.

Для урахування умов експлуатації, особливостей конструкції двигунів і транспортних засобів та вимог до них, функціональних особливостей комплексної системи комбінованого прогріву на основі теплових акумуляторів фазового переходу і інформаційно-вимірювального комплексу в статті були визначені, розроблені і обґрунтовані складові для забезпечення логічної організації дослідження процесу формування оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу. Для цього було системно вирішено проблему управління оптимальним температурним станом під час експлуатації в процесах передпускового, післяпускового прогріву і під час виробничої (комерційної) експлуатації двигуна і транспортного засобу. Запропонований системний підхід до вирішення проблеми логічної організація процесу управління формуванням оптимальним температурним станом двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу на

різних етапах їх експлуатації.

Результати статті можуть бути впроваджені в процесі експлуатації транспортних засобів в конструкції систем передпускового і післяпускового прогріву.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимального системного підходу до вирішення проблеми формування логічної організації дослідження забезпечення процесу формування оптимального температурного стану ДВЗ і ТЗ.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА КОМБІНОВАНОГО ПРОГРІВУ, ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС, ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР, УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ДЕКОМПОЗИЦІЯ, СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СХЕМ.

ABSTRACT

Gritsuk I.V. The organization of the control process formation of optimum temperature state of the internal combustion engine and vehicle. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper proposed a systematic approach to the problem of logical organization of the management optimum temperature as the internal combustion engine and the vehicle. The approach can serve as a methodological tool to study terms of reference for the development and formation of complex heating systems combined means of transport.

Object of study - maintain the thermal state of the engine and vehicle operating conditions.

Objective - based on a systematic approach to solving the problem of thermal preparation and storage temperature state during operation of the engine and the vehicle as defined, developed and justified the logical organization of software components research process of forming optimum thermal condition of the motor vehicle and the vehicle.

Method study - analysis, identification, synthesis and comparison of available data on the operating conditions, the requirements of manufacturers, design features of engines and vehicles, components of the integrated system combined heating with heat accumulators phase transition and information and measuring complex in the implementation of logical organization providing research process of forming optimum thermal condition of transport the engine and vehicle.

For the conditions of exploitation, design features of engines and vehicles and requirements, functional characteristics of complex systems combined heating based on heat accumulators phase transition and information and measuring complex articles were identified, developed and grounded components for the logical organization of the study process, creating the optimal temperature state of the internal combustion engine and the vehicle. This was a systemic problem solved optimum temperature control during operation as a pre-process, after starting heating during production (commercial) of the engine and the vehicle. The proposed systems approach to solving the problem of the logical organization of the management optimum formation temperature as the internal combustion engine and the vehicle at various stages of operation.

The results of the article can be introduced in the operation of vehicles in the construction of pre-and after starting heating.

Forecast assumptions about the object of study - the search for optimal system approach to solving the problem of forming the logical organization of research support for the process of forming the optimal temperature state ICE and vehicle.

KEYWORDS: VEHICLE, INTERNAL COMBUSTION ENGINE, COMPLEX SYSTEM COMBINED HEATING, INFORMATION AND MEASURING SYSTEM, HEAT ACCUMULATOR, OPERATING CONDITIONS, DECOMPOSITION, ORDERING SCHEMES.

РЕФЕРАТ

Грицук И.В. Организация управления процессом формирования оптимального температурного состояния двигателя и транспортного средства / И.В. Грицук // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье предложен системный подход к решению проблемы логической организации процесса управления оптимальным температурным состоянием двигателя внутреннего сгорания и транспортного средства. Предложенный подход может служить методическим инструментом для обоснования технических заданий на разработку и формирование комплексных систем комбинированного прогрева средств транспорта.

Объект исследования - процесс поддержания теплового состояния двигателя и транспортного

средства в условиях эксплуатации.

Цель работы - на основе системного подхода к решению проблемы тепловой подготовки и сохранения температурного состояния в процессе эксплуатации двигателя и транспортного средства, определены, разработаны и обоснованы составляющие обеспечения логической организации исследования процесса формирования оптимального теплового состояния транспортного двигателя и транспортного средства.

Метод исследования - анализ, определение, обобщение и сравнение имеющихся сведений об условиях эксплуатации, требования производителей, конструктивные особенности двигателей и транспортных средств, составляющих комплексной системы комбинированного прогрева с тепловыми аккумуляторами фазового перехода и информационно-измерительного комплекса при осуществлении обеспечения логической организации исследования процесса формирования оптимального теплового состояния транспортного двигателя и транспортного средства.

Для учета условий эксплуатации, особенностей конструкции двигателей и транспортных средств и требований к ним, функциональных особенностей комплексной системы комбинированного прогрева на основе тепловых аккумуляторов фазового перехода и информационно-измерительного комплекса в статье были определены, разработаны и обоснованы составляющие для обеспечения логической организации исследования процесса формирования оптимального температурного состояния двигателя внутреннего сгорания и транспортного средства. Для этого системно решена проблема управления оптимальным температурным состоянием во время эксплуатации в процессах предпускового, послепускового прогрева и при производственной (коммерческой) эксплуатации двигателя и транспортного средства. Предложенный системный подход к решению проблемы логической организация процесса управления формированием оптимальным температурным состоянием двигателя внутреннего сгорания и транспортного средства на различных этапах их эксплуатации.

Результаты статьи могут быть внедрены в процессе эксплуатации транспортных средств в конструкции систем предпускового и послепускового прогрева.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования - поиск оптимального системного подхода к решению проблемы формирования логической организации исследования обеспечения процесса формирования оптимального температурного состояния ДВС и ТС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОМБИНИРОВАННОГО ПРОГРЕВА, ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКС, ТЕПЛОВОЙ АККУМУЛЯТОР, УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ДЕКОМПОЗИЦИИ, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СХЕМ.

АВТОР:

Грицук Ігор Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра технічна експлуатація і сервіс автомобілів, **e-mail:** gritsuk_iv@ukr.net, тел. +050-627-38-13, Україна, 61002, м. Харків, вул.Петровського, 25.

AUTHOR:

Gritsuk Igor V., Ph.D., Associate Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Department Technical maintenance and service of vehicles, **e-mail:** gritsuk_iv@ukr.net, tel . +050-627-38-13, Ukraine, 61002, Kharkiv, Str.Petrovskogo, 25.

АВТОР:

Грицук Игорь Валериевич, кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, кафедра технической эксплуатации и сервиса автомобилей, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, тел. +050-627-38-13, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Волков В.П., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, м. Харків, Україна.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Volkov Vladimir.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Head of Department Technical maintenance and service of vehicles, Kharkiv, Ukraine.

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 504
UDC 504

PRZEWÓZ TOWARÓW NIEBEZPIECZNYCH ŚRODKAMI TRANSPORTU DROGOWEGO

KRZEMIŃSKI Artur, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. Inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

КШЕМІНЬСКІ Артур, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

KRZEMINSKI Arthur, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Transport towarów niebezpiecznych w Polsce stanowi ok. 15% wszystkich przewozów. Po naszych drogach firmy transportowe przewożą głównie: paliwa płynne, gazowe w postaci ciekłej, a także chlor, amoniak, cyjanowodór i wiele innych substancji o działaniu toksycznym i wybuchowym.

Wzmożony ruch drogowy oraz wzrost ilości przewozu towarów niebezpiecznych wymagają od organizatorów przewozu oraz kierowców zapewnienia właściwych warunków transportu. Zasady bezpieczeństwa przewozu tego typu ładunków są uregulowane umową europejską określaną skrótem ADR (Accord Dangereuses Route).

Na podstawie analiz wypadków spowodowanych przewożeniem towarów niebezpiecznych zauważono, że jeśli przewoźnik nie będzie znał i przestrzegał przepisów bezpieczeństwa w tym zakresie, to samo prawne określenie warunków przewozu tychże towarów nie wystarczy, aby przewozić je w bezpieczny sposób.

Klasyfikacja towarów niebezpiecznych oraz obowiązki wykonawcy, nadawcy oraz odbiorcy. Ze względu na zagrożenie dla otoczenia w czasie załadunku, transportu oraz rozładunku, towary niebezpieczne dzielimy na następujące klasy[1]:

- klasa 1 – materiały i przedmioty wybuchowe,
- klasa 2 – gazy,
- klasa 3 – materiały ciekłe, zapalne,
- klasa 4.1. – materiały stałe, zapalne, materiały semoreaktywne i materiały wybuchowe, odczulone,
- klasa 4.2. – materiały samozapalne,
- klasa 4.3. – materiały wytwarzające w zetknięciu z wodą gazy palne,
- klasa 5.1. – materiały utleniające,
- klasa 5.2. – nadtlenki organiczne,
- klasa 6.1. – materiały trujące,
- klasa 6.2. – materiały zakaźne,
- klasa 7 – materiały promieniotwórcze,
- klasa 8 – materiały żrące,
- klasa 9 – różne przedmioty.

Każdy towar z powyższych klas posiada numer rozpoznawczy UN, podawany przed właściwą nazwą przewozową, np. UN 2820 - kwas mlekowy.

Materiały w zależności od stopnia zagrożenia z klas 3, 4.1 (z wyjątkiem samoreaktywnych), 4.2, 4.3, 5.1, 6.1, 8 i 9 są przydzielone do odpowiedniej z grup pakowania:

- grupa pierwsza – obejmująca materiały stwarzające duże zagrożenie,
- grupa druga – obejmująca materiały stwarzające średnie zagrożenie,
- grupa trzecia – obejmująca materiały stwarzające małe zagrożenie.

Do obowiązków kierowcy przewożącego towary niebezpieczne należą: znajomość i przestrzeganie ustawy o prawie o ruchu drogowym oraz warunków przewozu towarów niebezpiecznych. Oprócz znajomości tych przepisów ważne jest utrzymanie pojazdu, którym transportuje się tego typu ładunki w pełnej sprawności technicznej. Również od kierowcy wymaga się praktycznej znajomości posługiwania się

urządzeniami wchodzącymi w skład takiego pojazdu. Kierowca nie ponosi odpowiedzialności za opakowanie i oznakowanie przewożonego towaru.

Przed wykonaniem transportu kierowca powinien:

- upewnić się, czy towar nadawany do przewozu jest prawnie dopuszczony do takiego przewozu, czy posiada wymagane dokumenty, czy pojazd jest wyposażony zgodnie z pisemną instrukcją dla kierowcy; powinien również sprawdzić, czy pojazd jest właściwie oznakowany,
- sprawdzić wzrokowo, czy pojazd oraz ładunek nie posiada wad, czy nie ma wycieku, pęknięć, braków w zabezpieczeniu ładunku oraz czy pojazd nie jest przeładowany.

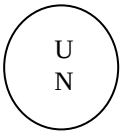
W przypadku wystąpienia nieprawidłowości kierowca nie powinien podejmować się przewozu, aż do momentu usunięcia wszystkich braków i nieprawidłowości. Gdyby podczas przewozu ładunku wystąpiła sytuacja zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu drogowego i środowiska, należy przewóz przerwać w możliwie najkrótszym czasie z zachowaniem przepisów ruchu drogowego i bezpieczeństwa publicznego. Dalszy przewóz jest możliwy po usunięciu wszystkich czynników zagrażających bezpieczeństwu. Jeśli nie jest to możliwe, to należy ładunek przepakować na inny pojazd spełniający wymogi do przewozu towarów niebezpiecznych.

Nadawca jest odpowiedzialny za przygotowanie towaru do przewozu zgodnie z wymaganiami ADR. Jego głównym zadaniem jest sklasyfikowanie, opakowanie i oznakowanie towaru zgodnie z przepisami. Do pakowania nadawca (producent) może używać tylko tych opakowań, kontenerów i cystern, które są prawnie dopuszczone i przystosowane do przewozu towarów niebezpiecznych. Towar powinien być tak zabezpieczony, aby nie mógł się wydostać na zewnątrz, nie powinien wchodzić w reakcję z opakowaniem. Nadawca zaopatruje kierowcę w informację dotyczącą nadawanego towaru, w wymagane dokumenty przewozowe, instrukcję pisemną i inne, np. certyfikat pakowania konteneru.

Aby możliwe było użycie przez nadawcę (producenta) określonego opakowania dla określonego towaru niebezpiecznego, prototyp takiego opakowania musi być poddany następującym badaniom:

- na wytrzymałość przy spadku z określonej wysokości,
- na szczelność,
- na wytrzymałość nacisku przez spiętrzanie.

Opakowanie, które zostało dopuszczone do transportu materiałów niebezpiecznych, jest oznaczone w następujący sposób [1] :



1B1/Y1.4/150/83/NL/VL123

gdzie:

1B1 – oznacza rodzaj oraz materiał, z jakiego jest wykonane opakowanie, Y1.4 – przeznaczenie opakowania oraz klasa lepkości materiału, 150 – maksymalna masa brutto przewożonego materiału w kg, 83 – rok produkcji, NL – znak państwa, w którym zostało ono przebadane i dopuszczone do przewozu towarów niebezpiecznych, VL123 – znak i numer producenta.

Odbiorca nie powinien przedłużać przyjęcia towaru niebezpiecznego. Może opóźnić przyjęcie tylko i wyłącznie wtedy, kiedy występują poważne powody, np. niezgodność towaru z jej parametrami chemicznymi itp. Po wyładowaniu towaru odbiorca powinien sprawdzić, czy został on przetransportowany zgodnie z przepisami ADR. Jeśli wymagają tego przepisy, powinien oczyścić i odkazić pojazd, kontener, cysternę oraz usunąć oznakowanie z pojazdu, który został rozładowany, oczyszczony i odkażony.

Kierowca, przewoźnik i nadawca podlegają odpowiedzialności karnej określonej przepisami art. 163 i 164 Kodeksu karnego. Art. 163 § 1 Kodeksu karnego mówi, że „Kto sprowadza zdarzenie, które zagraża życiu lub zdrowiu wielu osób albo mieniu w wielkich rozmiarach, mające postać: pożaru, zawalenia się budowli, zalewu albo obsunięcia się ziemi, skał lub śniegu, eksplozji materiałów wybuchowych lub łatwopalnych albo innego gwałtownego wyzwolenia energii, rozprzestrzeniania się substancji trujących, duszących lub parzących, gwałtownego wyzwolenia energii jądrowej lub wyzwolenia promieniowania jonizującego, podlega karze pozbawienia wolności od roku do lat 10”. § 2 stanowi, że „Jeżeli sprawca działa nieumyślnie, podlega karze pozbawienia wolności od 3 miesięcy do lat 5”. § 3. „Jeżeli następstwem czynu określonego w § 1 jest śmierć człowieka lub ciężki uszczerbek na zdrowiu wielu osób, sprawca podlega karze pozbawienia wolności od lat 2 do 12”. § 4. „Jeżeli następstwem czynu określonego w § 2 jest śmierć człowieka lub ciężki uszczerbek na zdrowiu wielu osób, sprawca podlega karze pozbawienia wolności od 6 miesięcy do lat 8” [6].

Pojazdy wykorzystywane do przewozu towarów niebezpiecznych typu cysterna. Pojazdy wykorzystywane do transportu towarów niebezpiecznych zwane cysternami muszą spełniać bardzo restrykcyjne wymagania techniczne. Wyróżniamy następujące rodzaje pojazdów wykorzystywane do tego typu transportu[1]:

- cysterna standardowa,
- cysterna przenośna,
- cysterna do przewozu odpadów, napełniana podciśnieniowo,
- cysterna stała,
- cysterna zamknięta hermetycznie.

Cysterny standardowe wykonywane są jak naczepy ciągników siodłowych (rys.1). Cysterna tego typu najczęściej wykorzystywana jest do przewozu towarów chemicznych w stanie ciekłym (np. paliwa, odczynników chemicznych, gazu LPG). Materiał zbiorników cystern powinien być odporny na przełom kruchy i korozję naprężeniową w zakresie temperatur -20^0 C ÷ + 50^0 C. Elementy poszycia wewnętrznego cysterny nie powinny wchodzić w reakcję z przewożonymi materiałami.

Rys. 1. Cysterna standardowa [2]

Kolejnym rodzajem cysterny służącej do przewożenia towarów niebezpiecznych jest cysterna przenośna o konstrukcji umożliwiającej przenoszenie jej w stanie napełnionym i umieszczenie jej na pojeździe lub statku. Pojemność tego typu cysterny jest większa niż 450 dm^3. Cysternę przenośną przedstawiono na rys. 2.

Rys. 2. Cysterna przenośna [3]

Przewóz odpadów niebezpiecznych jest realizowany również za pomocą cysterny wyposażonej w odpowiednie urządzenia. Umożliwia ona zbieranie odpadów niebezpiecznych poprzez wytwarzanie podciśnienia. Cysterna do przewozu odpadów niebezpiecznych jest pokazana na rys.3.

Rys. 3. Cysterna do przewozu odpadów niebezpiecznych [7]

Cysterna stała jest na stałe przytwierdzona do pojazdu lub stanowi nieodłączną część ramy pojazdu. Pojemność tego typu cysterny przekracza 1000 dm^3 [1]. Cysterna stała została przedstawiona na rys.4.

Rys. 4. Cysterna stała [4]

Cysterna zamknięta hermetycznie to taka, w której otwory są zamykane hermetycznie. Jeśli w tego typu cysternie zajdzie konieczność zamocowania zaworu bezpieczeństwa, konieczne jest poprzedzenie takiego zaworu płytą bezpieczeństwa. Cysternę hermetyczną ilustruje rys.5.

Rys. 5. Cysterna zamknięta hermetycznie [5]

Podsumowanie. Transport towarów niebezpiecznych wymaga dużej odpowiedzialności od kierowców, nadawców oraz odbiorców. Konieczna jest sprawna współpraca pomiędzy kierowcą a nadawcą oraz pomiędzy nadawcą i odbiorcą, mająca na celu zapewnienie bezpieczeństwa przewozu tego typu towarów.

Od kierowcy wymaga się bardzo dobrej znajomości przepisów prawnych w realizacji tego typu zleceń, jak również odpowiedzialności i dokładności. Dla kierowców prowadzone są specjalne kursy, aby mogli poznać najnowsze przepisy prawne, jak również w celu zapewnienia bezpieczeństwa samego przewozu. Kierowca powinien umieć obsługiwać urządzenia bezpieczeństwa wchodzące w skład pojazdu.

Zadaniem nadawcy jest koordynowanie całego przewozu oraz wybór odpowiedniego środka transportowego, a w przypadku powstania awarii lub wypadku z udziałem pojazdu przewożącego towary niebezpieczne sporządzenie, odpowiedniego protokołu.

LITERATURA

[1] Pusty T., Przewóz towarów niebezpiecznych, WKŁ, Warszawa 2009,
[2] www.wamsianow.polish.ru
[3] www.towary-niebezpieczne.pl
[4] dobrowolski.com.pl
[5] modscenter.pl
[6] www.arslege.pl
[7] www.mullerpolska.com

STRESZCZENIE

KRZEMIŃSKI Artur. Przewóz towarów niebezpiecznych Środkami transportu drogowego / KRZEMIŃSKI Artur, LEJDA Kazimierz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K.: NTU, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono wymagania konieczne do wykonywania transportu towarów niebezpiecznych pojazdami samochodowymi oraz opisano środki transportowe wykorzystywane do tego rodzaju przewozów typu cysterna.

РЕФЕРАТ

КШЕМІНЬСКІ Артур. Перевезення небезпечних вантажів /КШЕМІНЬСКІ Артур, ЛЕЙДА Казімеж // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлено деякі проблеми, пов’язані з реалізацією перевезення понадгабаритних вантажів, а також розглянуто види транспортних засобів, що використовуються для таких перевезень.

ABSTRACT

KRZEMINSKI Arthur, LEJDA Kazimierz. Transport of dangerous goods. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the requirements necessary to perform the oversized cargo and discusses the types of vehicles used for this type of transport.

AUTORZY:

KRZEMIŃSKI Artur, Mgr inż.,Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

КШЕМІНЬСКІ Артур, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

KRZEMINSKI Arthur, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, профессор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, professor of department of manufacturing, repair and materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, head of department of automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43-543.3
UDC 621.43-543.3

РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА В НЕУСТАЛЕНИХ РЕЖИМАХ ЗА РІЗНИХ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

CALCULATED RESEARCH OF GASOLINE ENGINE ENVIRONMENTAL INDICES ON UNSTEADY REGIMES FOR DIFFERENT METHODS OF POWER CONTROL

Gutarevych Y.F. Ph.D., Engineering (Dr.), National transport university, Kyiv, Ukraine
Syrota A.V. Ph.D., National transport university, Kyiv, Ukraine

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ В НЕУСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ ПРИ РАЗНЫХ МЕТОДАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Вступ. Незважаючи на багаторічні дослідження робочого процесу ДВЗ і на розробку різноманітних конструктивних пропозицій для його удосконалення, ще залишається багато невикористаних резервів для подальшого удосконалення процесу перетворення хімічної енергії палива в механічну. Роботи у цьому напрямі дозволяють зменшити витрату палива автомобільним двигуном і досягти зменшення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище.

Основними режимами руху автомобільних двигунів є часткові швидкісні та навантажувальні режими [1]. В цих режимах паливна економічність бензинових двигунів значно погіршується. Одними з основних причин погіршення паливної економічності двигуна в цих режимах є уповільнення процесу згоряння в циліндрах внаслідок зростання вмісту залишкових газів та зменшення коефіцієнта наповнення та зростання насосних втрат при прикритті дросельної заслінки.

Уникнути цього недоліку можна зміною кількісного методу регулювання потужності дроселюванням паливоповітряної суміші на більш досконалий метод регулювання потужності відключенням групи циліндрів і значно меншому дроселюванні працюючих циліндрів в режимах часткових навантажень та холостого ходу, тобто комбінований метод регулювання потужності (КМРП).

Як показали дослідження [2] такий метод регулювання потужності дає змогу зменшити насосні втрати та покращити робочий процес двигуна.

Мета роботи. Визначення можливості покращення екологічних показників двигуна з системою впорскування бензину і зворотнім зв’язком при застосуванні методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів.

Рішення задачі. В умовах експлуатації основними режимами роботи автомобільних двигунів є неусталені режими. В умовах інтенсивного руху великих міст неусталені режими двигунів складають до 97% загального часу роботи [3]. Тому метою роботи, яку проводять на кафедрі “Двигуни і теплотехніка” є визначення ефективності застосування КМРП в неусталених режимах стосовно поліпшення екологічних показників двигуна 6Ч 9,5/6,98 на якому встановлено оригінальна система для відключення групи циліндрів [4].

Для визначення впливу методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів на паливну економічність і викиди шкідливих речовин двигуна 6Ч 9,5/6,98 в неусталених режимах розроблено математичну модель руху двигуна, встановленого на гальмівному стенді при розганянні та уповільненні за регулювання потужності дроселюванням і комбінованим методом [5].

Математична модель діє на основі диференціального рівняння (1) рівноваги моментів при розганянні та уповільненні двигуна з різною інтенсивністю.

$$\frac{dn_{д}}{dt} = \left[M_{кз}(n_{д}, \varphi_{др}) - M_{н}(n_{д}, \varphi_{р})\right] \cdot \frac{30}{I \cdot \pi}, \quad (1)$$

де $\frac{dn_{д1}}{dt}$ – прискорення колінчастого вала двигуна, $\frac{\text{хв}^{-1}}{\text{с}}$;

$M_{кз}(n_{д}, \varphi_{др1})$ – ефективний крутний момент двигуна за роботи на трьох циліндрах, Нм;

$M_{н}(n_{д}, \varphi_{р})$ – момент зовнішнього навантаження, що створюється навантажувальним стендом;

I – момент інерції двигуна і рухомих частин (ротора) стенду, кг·м^2;

$\varphi_{др1}$ – кут відкриття дросельної заслінки в кожний момент інтервалу, град;

$\varphi_{р}$ – положення пластин реостата, що визначає величину навантаження гальмівного стенду, град.

Для визначення екологічних показників двигуна в неусталених режимах використовували поліноміальні залежності третього степеня залежно від кута відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$ та частоти обертання колінчастого вала двигуна $n_{д}$. Окремо розраховували концентрації ШР за роботи двигуна без нейтралізатора $C_{i\,без}$ та при застосуванні в системі випуску ВГ трикомпонентного каталітичного нейтралізатора $C_{i\,зн}$.

Поліноми для розрахунку концентрації *i*-ї шкідливої речовини за роботи двигуна без нейтралізатора мають вид:

$$C_{i\,без}(n_{д}, \varphi_{др}) = a_{0i} + a_{1i} \cdot n_{д} + a_{2i} \cdot \varphi_{др} + a_{5i} \cdot n_{д} \cdot \varphi_{др} + a_{3i} \cdot n_{д}^{2} + \\ + a_{4i} \cdot \varphi_{др}^{2} + a_{8i} \cdot n_{д}^{2} \cdot \varphi_{др} + a_{9i} \cdot n_{д} \cdot \varphi_{др}^{2} + a_{6i} \cdot n_{д}^{3} + a_{7i} \cdot \varphi_{др}^{3}, \quad (2)$$

де a_{0i}, a_{1i}, ..., a_{9i}– апроксимуючі коефіцієнти полінома *i*-ї шкідливої речовини за роботи двигуна без нейтралізатора.

Аналогічний вигляд мають поліноми для розрахунку ШР у ВГ при застосуванні трикомпонентного каталітичного нейтралізатора

$$C_{i\,зн}(n_{д}, \varphi_{др}) = b_{0i} + b_{1i} \cdot n_{д} + b_{2i} \cdot \varphi_{др} + b_{5i} \cdot n_{д} \cdot \varphi_{др} + b_{3i} \cdot n_{д}^{2} + \\ + b_{4i} \cdot \varphi_{др}^{2} + b_{8i} \cdot n_{д}^{2} \cdot \varphi_{др} + b_{9i} \cdot n_{д} \cdot \varphi_{др}^{2} + b_{6i} \cdot n_{д}^{3} + b_{7i} \cdot \varphi_{др}^{3}, \quad (3)$$

де b_{0i}, b_{1i}, ..., b_{9i}– апроксимуючі коефіцієнти полінома *i*-ї шкідливої речовини за роботи двигуна з нейтралізатором.

Чисельні значення апроксимуючих коефіцієнтів поліномів визначали з характеристик концентрацій токсичних складових відпрацьованих газів отриманих при експериментальних стендових випробуваннях двигуна.

Перевірку адекватності математичної моделі руху двигуна в неусталених режимах проводили порівнянням енергетичних показників двигуна та паливної економічності, визначених експериментально і розрахованих за допомогою математичних моделей в циклах розгін-уповільнення [6].

Екологічні показники двигуна визначали в однакових за інтенсивністю розгону і уповільнення циклах при регулюванні потужності дроселюванням всіх циліндрів та при КМРП. Порівнювання отриманих розрахунком екологічних показників двигуна показує переваги того чи іншого методу регулювання потужності.

За методикою, описаною в роботі [7] з урахуванням розрахованих концентрацій ШР за роботи двигуна без нейтралізатора та з каталітичним нейтралізатором, розраховували масові викиди оксиду вуглецю G_{CO}, сумарних вуглеводнів $G_{C_mH_n}$ та оксидів азоту G_{NO_x} в неусталених режимах за десять циклів розгін-уповільнення.

За масовими викидами окремих шкідливих речовин визначали сумарні масові викиди ШР зведені до *CO*, - $G_{\Sigma CO}$.

Для розрахунку викидів ШР при русі двигуна, встановленого на гальмівному стенді в неусталених режимах за десять циклів розгін-уповільнення за різних методів регулювання

потужності була розроблена програма в середовищі Mathcad [8]. За допомогою цієї програми можна розрахунковим методом визначати шкідливий вплив двигуна на навколишнє середовище за різних методів регулювання потужності при його роботі в неусталених режимах. Розрахунки проводили для випадків роботи двигуна без нейтралізатора та при застосуванні каталітичного трикомпонентного нейтралізатора.

Для прикладу в табл. 1 наведені результати розрахунків кількості масових викидів та сумарних масових викидів ШР у ВГ двигуна за десять циклів розгін-уповільнення при інтенсивності циклу $t_ц$ від 4 до 8 с, при положеннях пластин реостата гальмівного стенду (які характеризують інтенсивність зростання навантаження при збільшенні частоти обертання) $\varphi_р$=8,1 град та $\varphi_р$=3,2 град, для випадку, коли крутний момент в циклі змінювався від 0 до $M_{к\ max}$=80 Нм за різних методів регулювання потужності.

Таблиця 1 – Результати розрахунків масових викидів ШР з ВГ двигуна 6Ч 9,5/6,98 (Opel C-30LE) за десять циклів розгін-уповільнення при $M_{к\ max}$=80 Нм за різних методів регулювання потужності

	$t_ц$, с	$t_{заг}$, с	$\varphi_р$, град	G_{CO}, кг/год		Зміна δ, %	$G_{C_mH_n}$, кг/год		Зміна δ, %	G_{NO_x}, кг/год		Зміна δ, %	$G_{\Sigma CO}$, ум кг/год		Зміна δ, %
				Дросня	КМРП		Дросня	КМРП		Дрос-ня	КМРП		Дросня	КМРП	
без нейтралізації	4	40	8,1	0,496	0,440	11,26	0,0575	0,0510	11,32	0,0719	0,113	-57,50	3,6327	5.254	-44.63
	6	60	8,1	0,479	0,428	10,81	0,0564	0,050	11,29	0,0682	0,113	-65,24	3,4615	5.218	-50.75
	8	80	8,1	0,486	0,429	11,75	0,0569	0,0501	12,03	0,0717	0,113	-57,21	3,6125	5.219	-44.46
	4	40	3,2	0,611	0,544	11,03	0,0601	0,0533	11,41	0,0968	0,154	-59,35	4,7788	7.051	-47.54
	6	60	3,2	0,606	0,539	10,91	0,0624	0,0547	12,43	0,0997	0,158	-58,83	4,9021	7.223	-47.35
	8	80	3,2	0,611	0,533	12,84	0,0610	0,0532	12,86	0,0998	0,150	-50,70	4,9075	6.885	-40.29
	Середнє			0.548	0,486	11,43	0,0591	0,0520	11,89	0,0847	0,134	-58,14	4,2158	6,141	-45,84
З нейтралізацією	4	40	8,1	0,052	0,047	10,77	0,0180	0,0159	11,91	0,00173	0,00235	-35,84	0,1803	0.193	-7.26
	6	60	8,1	0,051	0,045	10,34	0,0177	0,0156	12,01	0,00161	0,00233	-44,72	0,1741	0.191	-9.45
	8	80	8,1	0,051	0,046	11,29	0,0178	0,0156	12,67	0,00168	0,00233	-38,69	0,1768	0.190	-7.72
	4	40	3,2	0,065	0,058	10,92	0,0177	0,0156	11,95	0,00268	0,00347	-29,48	0,2308	0.249	-8.11
	6	60	3,2	0,064	0,057	10,55	0,0178	0,0157	11,61	0,00256	0,00341	-33,20	0,2249	0.247	-9.65
	8	80	3,2	0,063	0,056	11,12	0,018	0,0158	12,40	0,00272	0,00351	-29,04	0,2321	0.251	-7.91
	Середнє			0.058	0,051	10,83	0,0179	0,0157	12,09	0,00216	0,00290	-35,16	0,2032	0,220	-8,35

Дані табл. 1 свідчать, що при $M_{к\ max}$=80 Нм перехід до КМРП дозволяє зменшити викиди оксиду вуглецю *CO* в середньому на 11,4 %, викиди сумарних вуглеводнів C_mH_n зменшити на 11,9 %, але при цьому значно зростають (на 58,14 %) масові викиди оксидів азоту NO_x. Таке збільшення вмісту у ВГ масових викидів оксидів азоту NO_x спричиняє зростання сумарних масових викидів ШР, зведених до *CO* при КМРП в середньому на 45,84 %.

За роботи двигуна з нейтралізатором в цьому режимі при КМРП зростання сумарних масових викидів ШР, зведених до *CO* зменшується до 8,35 % в порівнянні з методом регулювання потужності дроселюванням. Це пояснюється тим, що при КМРП ефективність роботи нейтралізатора при знешкодженні оксидів азоту зростає. В результаті масові викиди оксидів азоту NO_x при КМРП з 0,134 кг/год зменшуються до 0,0029 кг/год. При дроселюванні масові викиди NO_x зменшуються з 0,0847 кг/год до 0,00216 кг/год.

Таким чином, для даних режимів циклу розгін-уповільнення для випадку, коли крутний момент в циклі змінюється від 0 до $M_{кmax}$=80 Нм при переході до КМРП дещо погіршуються екологічні показники двигуна.

Разом з тим можна очікувати, що на екологічні показники двигуна в неусталених режимах при запровадженні КМРП, як і на паливну економічність, впливатиме діапазон інтервалу, в якому двигун працює на частині циліндрів.

Для визначення інтервалу зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення, в якому відбувається покращення екологічних показників двигуна при застосуванні КМРП, за математичною

моделлю були розраховані показники двигуна в різних за навантаженням циклах. Для досліджень було обрано цикли розгін-уповільнення тривалістю $t_ц$ = 4 с при положенні пластин реостата гальмівного стенду $\varphi_р$ = 8,1 град з різними діапазонами навантажень в циклі за різних методів регулювання потужності. Одним з варіантів було протікання циклу без навантаження в діапазоні частоти обертання $n_д$ від 1500 до 2000 хв$^{-1}$.

За результатами розрахункових досліджень побудовані графічні залежності годинної витрати палива та сумарних масових викидів ШР, зведених до *CO* від діапазону зміни крутного моменту в циклі від 0 до $M_{кmax}$, за різних методів регулювання потужності (рис. 1).

Як видно з графіку, при переході до КМРП спостерігається покращення паливної економічності в середньому на 15,68 % для всіх діапазонів зміни крутного моменту в циклі від режимів *XX* до значних навантажень ($M_{к\ max}$=80 Нм), при яких двигун переходить на роботу на всіх циліндрах. Максимальне покращення паливної економічності при переході до КМРП відповідає циклу розгін-уповільнення без навантаження – 23,08 %. Із зростанням навантаження ця різниця зменшується.

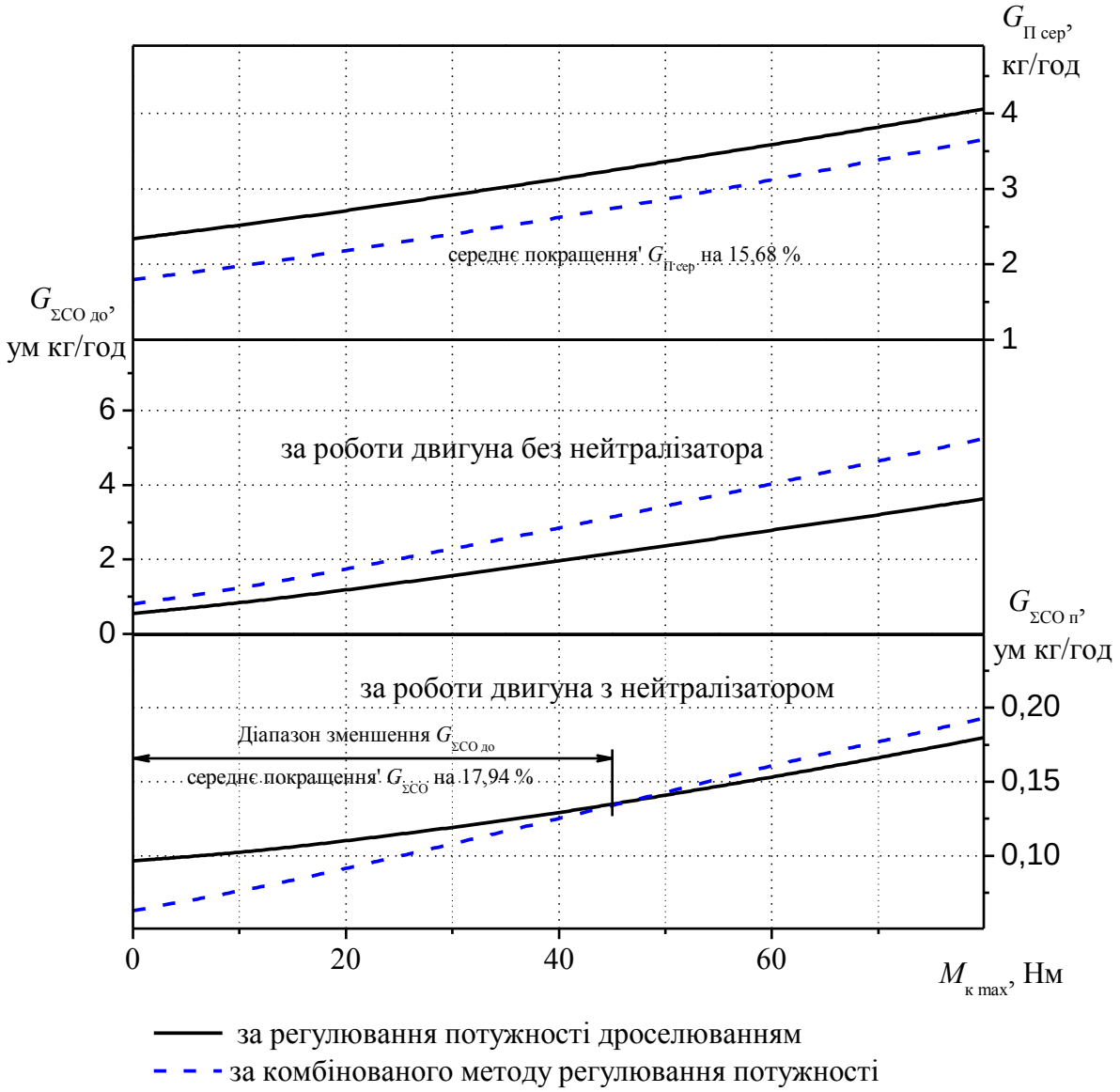


Рисунок 1 - Вплив діапазону зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення на паливну економічність та масові викиди шкідливих речовин двигуна 6Ч 9,5/6,98 за різних методів регулювання потужності

Висновок. Встановлено, що для сукупності циклів, які характеризуються різними діапазонами навантажень в циклі тривалістю $t_ц$ = 4 с при переході до комбінованого методу регулювання потужності при використанні каталітичного нейтралізатора сумарні масові викиди шкідливих речовин, зведені до *CO*, зменшуютьсяв діапазоні зміни крутного моменту в циклі до 45 Нм, в середньому на 17,94 %. В циклах розгін-уповільнення без навантаження в діапазоні $n_д$=1500-2000 хв$^{-1}$ зменшення шкідливих викидів при комбінованому методі досягає 34,75 %. Тому момент зміни кількості працюючих циліндрів доцільно встановити при $M_к$=45 Нм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф. Определение выбросов окиси углерода / Ю.Ф. Гутаревич, В.Ф. Скорченко, Н.Н. Худолий [и др.] // Автомобильный транспорт. – 1979. – №6. – С. 44–45.

2. Гутаревич Ю.Ф. Комбінований метод регулювання потужності бензинових двигунів як напрям покращення паливної економічності / Ю.Ф. Гутаревич, О.В. Сирота, С.В. Карев // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. – Луцьк, 2010. – Вип. 28. – С. 175–179.

3. Неустановившиеся режимы поршневых и газотурбинных двигателей автотракторного типа / Н.С. Ждановский, А.И. Ковригин, В.С. Шкрабак, А.В. Соминич. – Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. – 224 с.

4. Патент на корисну модель № 28208 МПК (2006) F02M 13/00. Система живлення багатоциліндрового двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням і впорскуванням палива з відключенням групи циліндрів /Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.О, Сирота О.В., Дяченко В.Л. – № u 2007 09391; заявл. 17.08.2007; опубл. 26.11.2007. Бюл. №19.

5. Сирота О.В.Математична модель для визначення паливної економічності бензинового двигуна в неусталених режимах / О.В. Сирота // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 1. – К.: НТУ, 2010. – Випуск 21. – С. 191-196.

6. Сирота О.В. Визначення показників двигуна в неусталених режимах за різних методів регулювання потужності / О.В. Сирота // Автошляховик України. 2014. - № 4. - С. 2-5.

7. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін.]. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.

8. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №.37701 Україна. Науковий твір “Математична модель для розрахунку енергетичних параметрів, паливної економічності та екологічних показників бензинового двигуна з системою впорскування в неусталених режимах при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів” / О.В. Сирота, М.П. Сєльський (Україна). – № 37776; заявл. 02.02.2011; зареєстр. 01.04.2011.

REFERENCES

1. Gutarevych Yu.F., Skorchenko V.F, Khudoliy N.N. Determination of carbon monoxide. *Automobile transport*, 1979. no. 6. pp. 44–45. (Ukr)

2. Gutarevych Y.F., Syrota A.V., Karev S.V. Combined method of power control gasoline engines as the direction to improve fuel economy. *Interuniversity collection of «Scientific essays» Lutsk*, 2010, issue 28, pp. 175-179. (Ukr)

3. Zhdanov N.S., Kovrigin A.I., Shkrabak V.S., Sominich A.V. Transient operation of reciprocating and turbine engines *Automobile and Tractor type. Leningrad: Mashinostroyeniye (Leningrad branch)*, 1974. 224 p.

4. Gutarevych Y.F., Corpach A.O., Syrota O.V., Dyachenko V.L. *System of healing of bagatotsilindrovogo Dvigun vnutrishnogo zgoryannya s iskrovim zapalyuvannyam i vporskuvannyam palivo s vidklyuchennyam groupies tsilindriv*. Patent UA, no. u 2007 09391, 2007.

5. Syrota O.V. Ically mathematical model for viznachennya palivnoї ekonomichnosti gasoline Dvigun in neustalenih modes. Vísnik Natsíonal'nogo transportnogo unіversitetu [Bulletin of the National Transport University], 2010, issue 21, pp. 191-196.

6. Syrota O.V. Determination of parameters of the engine in unsteady modes for different methods of power control. Avtoshlyakhovyk Ukrayiny, 2014, no 4, pp. 2-5.

7. Gutarevych Y.F., Zerkalov D.V., Govorun A.G. and others. *Ecology and automobile transport. Tutorial manual*. Kyiv: Aristey, 2006, 292 p.

8. Syrota O.V., Sel'skiy M.P. *A mathematical model for calculating energy parameters, fuel economy and environmental performance gasoline engine with injection system in unsteady regimes in the regulation of power disconnects cylinders*. Certificate of registration of copyright UA, no. 37701, 2011.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Розрахункові дослідження екологічних показників бензинового двигуна в неусталених режимах за різних методів регулювання потужності. / Ю.Ф. Гутаревич, О.В. Сирота // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Метою роботи є визначення ефективності застосування методу регулювання потужності відключенням групи циліндрів в неусталених режимах стосовно поліпшення екологічних показників бензинового двигуна. Для досягнення цієї мети розроблено математичну модель руху двигуна 6Ч 9,5/6,98 в неусталених режимах, встановленого на гальмівному стенді при розганянні та уповільненні. Перевірку адекватності математичної моделі руху двигуна в неусталених режимах проводили порівнянням розрахованих енергетичних показників двигуна та паливної економічності з експериментальними.

При порівнянні кількості масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигуна в циклах розгін-уповільнення за максимального крутного моменту в циклі 80 Нм при застосуванні каталітичного трикомпонентного нейтралізатора за регулювання потужності відключенням групи циліндрів дещо погіршуються екологічні показники двигуна.

Для визначення інтервалу зміни крутного моменту в циклі розгін-уповільнення, в якому відбувається покращення екологічних показників двигуна за регулювання потужності відключенням групи циліндрів, були розраховані показники двигуна в різних за навантаженням циклах.

Встановлено, що в циклі розгін-уповільнення тривалістю $t_ц$ = 4 с за регулювання потужності відключенням групи циліндрів при використанні каталітичного нейтралізатора сумарні масові викиди шкідливих речовин, зведені до *CO*, зменшуються в діапазоні зміни крутного моменту в циклі до 45 Нм, в середньому на 17,94 %.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВИГУН, ВІДКЛЮЧЕННЯ ЦИЛІНДРІВ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, НЕУСТАЛЕНІ РЕЖИМИ, КАТАЛІТИЧНИЙ НЕЙТРАЛІЗАТОР

ABSTRACT

Gutarevych Y.F., Syrota A.V. Calculated research of gasoline engine environmental indices on unsteady regimes for different methods of power control. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The aim of work is to determine the effectiveness of power control method by disconnection of cylinders in unsteady regimes for improvement of gasoline engine environmental indices. To achieve this, the mathematical model of 6h 9.5 / 6.98 engine motion on unsteady regime, has been worked out. The engine has been mounted on brake stand and tested at acceleration and deceleration.

The checking of mathematical model adequacy for engine in unsteady regime was performing by comparing the calculated energy performance and fuel efficiency of the engine with the experimental data.Environmental performance of the engine slightly worse if comparing the number of mass emissions of pollutants in exhaust gases of the engine in acceleration-deceleration cycles for maximum torque 80 Nm at using three-part catalytic converter for power control by disconnection of cylinders .

To determine the interval of torque in acceleration-deceleration cycle, which is improving the environmental performance of the engine power control by disconnection of engine cylinder, necessary parameters were calculated at different load cycles.

It is established that in acceleration-deceleration cycle duration $t_ц$ = 4 s for regulating power by disconnecting of cylinders at using catalytic converter total mass emissions of pollutants are reduced to CO decreases ranging changes in torque to 45 Nm cycle, an average of 17 94%

KEYWORDS: ENGINE, DISCONNECTION OF CYLINDERS, ENVIRONMENTAL INDICES, UNSTEADY REGIMES, CATALYTIC CONVERTER

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Расчетные исследования экологических показателей бензинового двигателя в неустановившихся режимах при различных методf[регулирования мощности / Ю.Ф. Гутаревич, А.В. Сирота // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Целью работы является определение эффективности применения метода регулирования мощности отключением группы цилиндров в неустановившихся режимах для улучшения экологических показателей бензинового двигателя. Для достижения этой цели разработана

математическая модель движения двигателя 6Ч 9,5 / 6,98 в неустановившихся режимах, установленного на тормозном стенде при разгоне и замедлении. Проверку адекватности математической модели движения двигателя в неустановившихся режимах проводили сравнением рассчитанных энергетических показателей двигателя и топливной экономичности с экспериментальными.

При сравнении количества массовых выбросов вредных веществ с отработавшими газами двигателя в циклах разгон-замедление при максимальном крутящем моменте в цикле 80 Нм при применении каталитического трехкомпонентного нейтрализатора при регулировании мощности отключением группы цилиндров несколько ухудшаются экологические показатели двигателя.

Для определения интервала изменения крутящего момента в цикле разгон-замедление, в котором происходит улучшение экологических показателей двигателя при регулировании мощности отключением группы цилиндров, были рассчитаны показатели двигателя в различных по нагрузке циклах.

Установлено, что в цикле разгон-замедление продолжительностью $t_ц = 4$ с при регулировании мощности отключением группы цилиндров при использовании каталитического нейтрализатора суммарные массовые выбросы вредных веществ, сведенные к СО, уменьшаются в диапазоне изменения крутящего момента в цикле до 45 Нм, в среднем на 17 94%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВИГАТЕЛЬ, ОТКЛЮЧЕНИЕ ЦИЛИНДРОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ, КАТАЛИТИЧЕСКИЙ НЕЙТРАЛИЗАТОР

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Сирота Олександр Вадимович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303.

AUTHOR:

Gutarevych Yurii F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National transport university, head of the department "Engines and heating", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1,of 302.

Syrota Alexandr V. Ph.D., National transport university, associate professor department "Engines and heating", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1, of 303.

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосиевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой "Двигатели и теплотехника", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 302.

Сирота Александр Вадимович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры "Двигатели и теплотехника", e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Абрамчук Ф.І., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідуючий кафедрою «Двигуни внутрішнього згоряння», Харків, Україна.

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри “ Виробництво, ремонт та матеріалознавство”, Київ, Україна.

REVIEWER:

Abramchuk, F.I., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Kharkov National automobile and highway engineering university, head of the department “engines”, Kharkov, Ukraine.

Posvyatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National transport university, professor, department of" Manufacture, Repair and Materials ", Kyiv, Ukraine.

УДК62-4
UDC 62-4

ANALIZA WARUNKÓW WSPÓŁPRACY TULEI CYLINDROWEJ Z TŁOKIEM W SILNIKU O ZAPŁONIE SAMOCZYNNYM TYPU SW-680

KURZYNA Zbigniew, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
MICHALSKI Jacek**,** Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
WOŚ Paweł, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

АНАЛІЗ УМОВ ВЗАЄМОДІЇ ПАРИ ГІЛЬЗА ЦИЛІНДРА І ПОРШЕНЬ В ДИЗЕЛІ SW-680

КУЖИНА Збігнєв, Магістр інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ANALYSIS OF MATING CONDITIONS FOR CYLINDER LINER AND PISTON ASSEMBLY IN DIESEL ENGINE OF SW-680 TYPE

KURZYNA Zbigniew, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Zmienność warunków współpracy elementów układu T-P-C trakcyjnego tłokowego silnika spalinowego, wynikająca z chwilowego zapotrzebowania na moc oraz z kinematyki układu korbowo – tłokowego, uniemożliwia osiągnięcie w tym węźle optymalnych warunków tarcia. Analiza przebiegu ciśnienia w cylindrze i prędkości przemieszczania się tłoka pozwalają na wyznaczenie obszarów tulei cylindrowej, gdzie warunki tarcia są dobre i tych, gdzie są one niekorzystne. Rosnące wymagania w zakresie emisji spalin silników wymuszają konieczność ograniczenia zużycia oleju poprzez jego spalanie. Jedną z możliwości takiego ograniczenia, bez pogorszenia odporności na zużycie układu T-P-C, może być konstrukcja tulei cylindrowej o zmieniającej się wzdłuż tworzącej cylindra pojemności olejowej gładzi. Podstawą do jej określenia będą wyznaczone obszary dobrych i niekorzystnych warunków tarcia.

1. Główne czynniki wpływające na warunki tarcia tłoka o gładź tulei cylindrowej

1.1. Ciśnienie w cylindrze

Najtrudniejsze warunki tarcia występują w czasie suwu pracy, gdy maksymalne ciśnienie w komorze spalania dla silników wolnossących o zapłonie samoczynnym może przekraczać 12 MPa, a dla doładowanych nawet 14 MPa. Przyjmuje się, że takie ciśnienie działa na pierwszy pierścień uszczelniający. Natomiast ciśnienie działające na drugi pierścień stanowi około 20% ciśnienia w komorze spalania. Na rysunku 1 przedstawiono przebieg ciśnień w przestrzeniach międzypierścieniowych w porównaniu do ciśnienia w cylindrze dla silnika o zapłonie samoczynnym o średnicy tłoka 105 mm i skoku tłoka 120 mm przy prędkości obrotowej 1600 obr/min i średnim ciśnieniu efektywnym 0,65 MPa.i

1.2. Prędkość tłoka

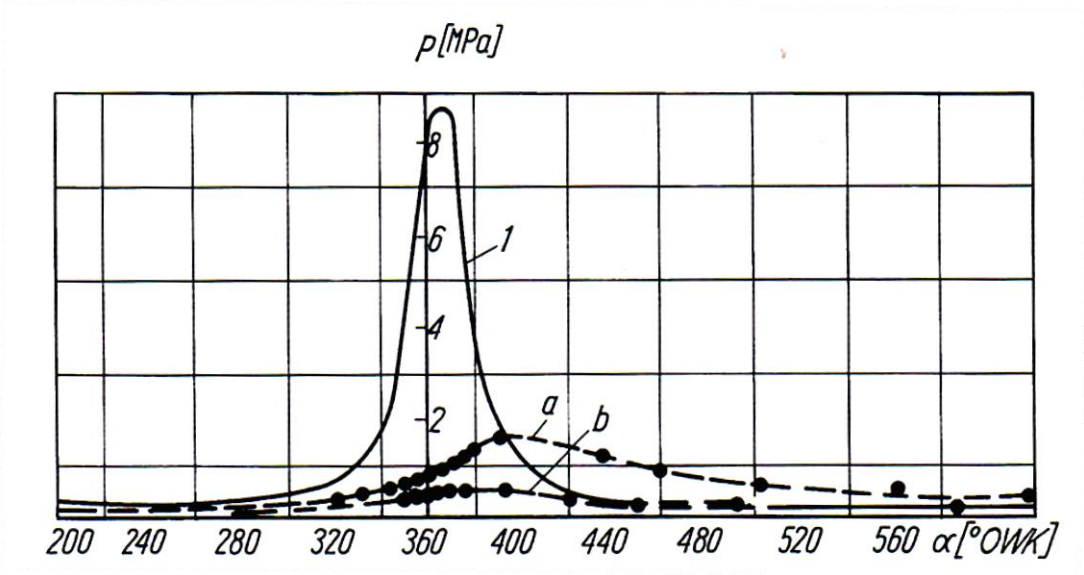
Na brak stabilnych warunków tarcia duży wpływ wywiera zmienna prędkość przemieszczania się tłoka w cylindrze, której wartość zmienia się od 0 m/s w położeniach zwrotnych tłoka do prawie dwukrotnej wartości średniej prędkości tłoka w okolicy połowy skoku tłoka. Prędkość tłoka *c* określa się z zależności (1) i (2):

$$c = R\omega \cdot \sin\alpha + \frac{\lambda}{2} R\omega \cdot \sin 2\alpha \tag{1}$$

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \tag{2}$$

gdzie:
α – kąt obrotu wału korbowego,
R – promień wykorbienia,

ω – prędkość kątowa wału korbowego,
n – prędkość obrotowa wału korbowego,
λ = R/L – stała mechanizmu korbowego,
L – długość korbowodu.



Rys. 1. Zmiany ciśnienia podczas cyklu roboczego silnika: 1) - w cylindrze, a) - w przestrzeni między pierwszym a drugim pierścieniem, b) - w przestrzeni między drugim a trzecim pierścieniem [2]

1.3. Temperatura cylindra

Temperatura cylindra jest równie ważnym czynnikiem wpływającym na warunki tarcia w analizowanym złożeniu. Ma ona zasadnicze znaczenie dla parametrów lepkości oleju i intensywności jego odparowania z gładzi. Niewielka jej zmienność dla ścianek tulei wynika z bezwładności termicznej tulei i bardzo krótkich czasów oddziaływania wysokich temperatur. Autor pracy [3] podaje wyniki badań temperatury gładzi cylindra dla silnika o zapłonie iskrowym chłodzonego powietrzem. Temperatura gładzi cylindra w zależności od obciążenia waha się od 110°C w miejscu położenia denka tłoka przy zwrocie wewnętrznym (DMP) do 190°C w miejscu położenia denka tłoka przy zwrocie zewnętrznym (GMP), przy czym różnica temperatur między tak wyznaczonym dolnym a górnym punktem tulei zawiera się w granicach 20…25°C.

2. Analiza wartości parametrów determinujących warunki tarcia w układzie t-p-c

Analizę przeprowadzono dla silnika o zapłonie samoczynnym SW-680, wykorzystując wartości ciśnień w cylindrze podane w pracy [1]. Wykres indykatorowy silnika był zarejestrowany przy prędkości obrotowej wału korbowego 2200 obr/min i obciążeniu 23,5 kW z cylindra. Analizę sporządzono dla suwu sprężania i pracy.

Podstawowe dane techniczne silnika SW-680 – odmiany, dla której dokonano dalszej analizy – są następujące:

- rodzaj silnika: czterosuwowy, sześciocylindrowy z zapłonem samoczynnym,
- średnica cylindra D: 127 mm,
- skok tłoka S: 146 mm,
- pojemność skokowa V_c: 1,1 dm^3,
- moc znamionowa Ne: 147,1 kW,
- promień wykorbienia R: 73 mm,
- długość korbowodu L: 266,9 mm,
- stała mechanizmu korbowego λ: 0,27351.

Przemieszczenie tłoka określono z zależności (3):

$$x = R \cdot \left(1 + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \alpha - \cos \alpha \right) \tag{3}$$

gdzie:

α – кąt obrotu wału korbowego,
R – promień wykorbienia,
λ = R/L – stała mechanizmu korbowego,
L – długość korbowodu.

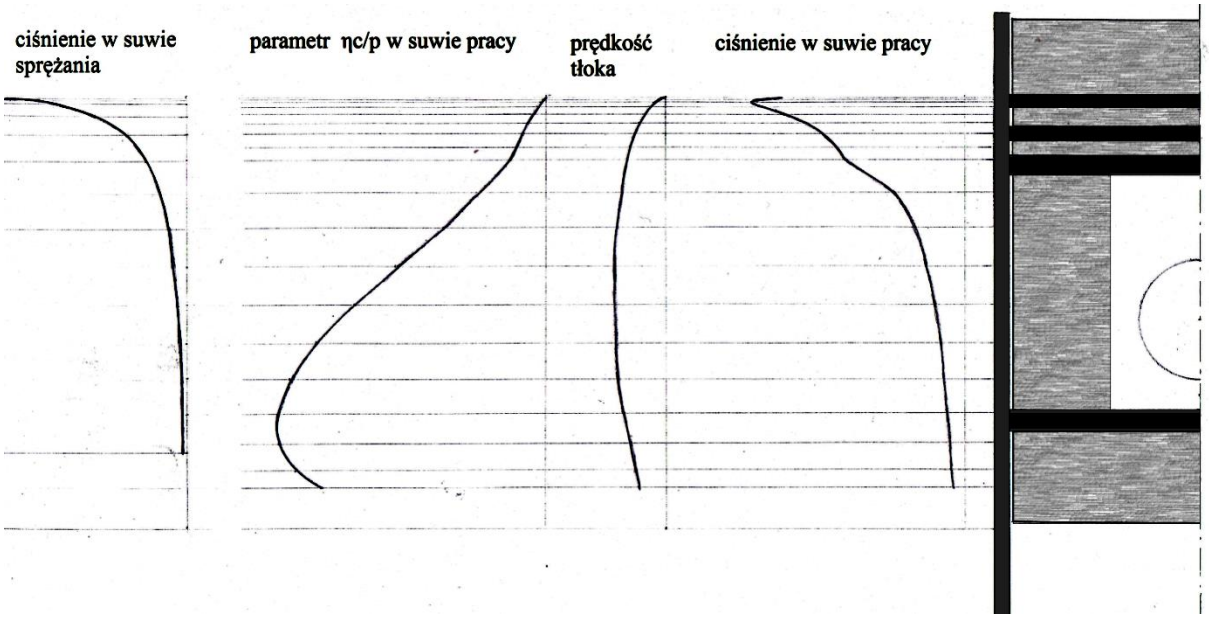
Prędkość tłoka obliczono według wzoru (1), dodatkowo wyznaczono charakterystyczny parametr opisujący warunki tarcia i tworzenia się filmu olejowego (bezwymiarowa liczba Herseya H):

$$H = \frac{\eta \cdot c}{P} \tag{4}$$

gdzie:
η – lepkość dynamiczna oleju (3,69 mPa·s dla oleju mineralnego klasy SAE 15W/40)
c – prędkość tłoka [m/s],
P – nacisk średni [MPa].

Tabela 1 zawiera wartości ciśnień w zależności od kąta obrotu wału korbowego α uzyskanych z wykresu indykatorowego. Dla danego kąta obrotu wału obliczono prędkość tłoka c, jego położenie w cylindrze x i parametr H=ηc/P. Obliczenia wykonano dla suwu sprężania i pracy.

Rysunek 2 przedstawia wyniki pomiarów ciśnienia w cylindrze w czasie suwów sprężania i pracy oraz wyniki obliczeń prędkości tłoka i parametru ηc/P w formie graficznej. Z wykresów widać jak znacząco różne są warunki współpracy tłoka z gładzią cylindra w zależności od chwilowej jego pozycji w cylindrze. Ze względu na duże ciśnienie i zerową prędkość najgorsze warunki występują w położeniu GMP tłoka. Około 12 mm od GMP prędkość tłoka jest już równa średniej prędkości, która dla tych warunków pracy wynosi 10,7 m/s. W odległości około 21 mm od GMP krzywa parametru H=ηc/P zmienia swoje nachylenie, co wskazuje na poprawę warunków współpracy. Obszar ten jest więc obszarem o niekorzystnych warunkach tarcia i wymaga większej pojemności olejowej gładzi. Zważywszy na fakt, że ciśnienie działające na drugi i trzeci pierścień tłokowy jest znacznie mniejsze niż ciśnienie w cylindrze oraz, że już około 12 mm poniżej położenia pierwszego pierścienia w GMP prędkość tłoka jest równa prędkości średniej, obszar ten może być węższy niż obszar całej części pierścieniowej, który dla tego tłoka wynosi około 28 mm. Poniżej warunki współpracy są już dobre, jednak w obszarze działania siły normalnej pojemność olejowa gładzi powinna być nieco większa, co zapobiegnie nadmiernemu zużyciu tego obszaru.

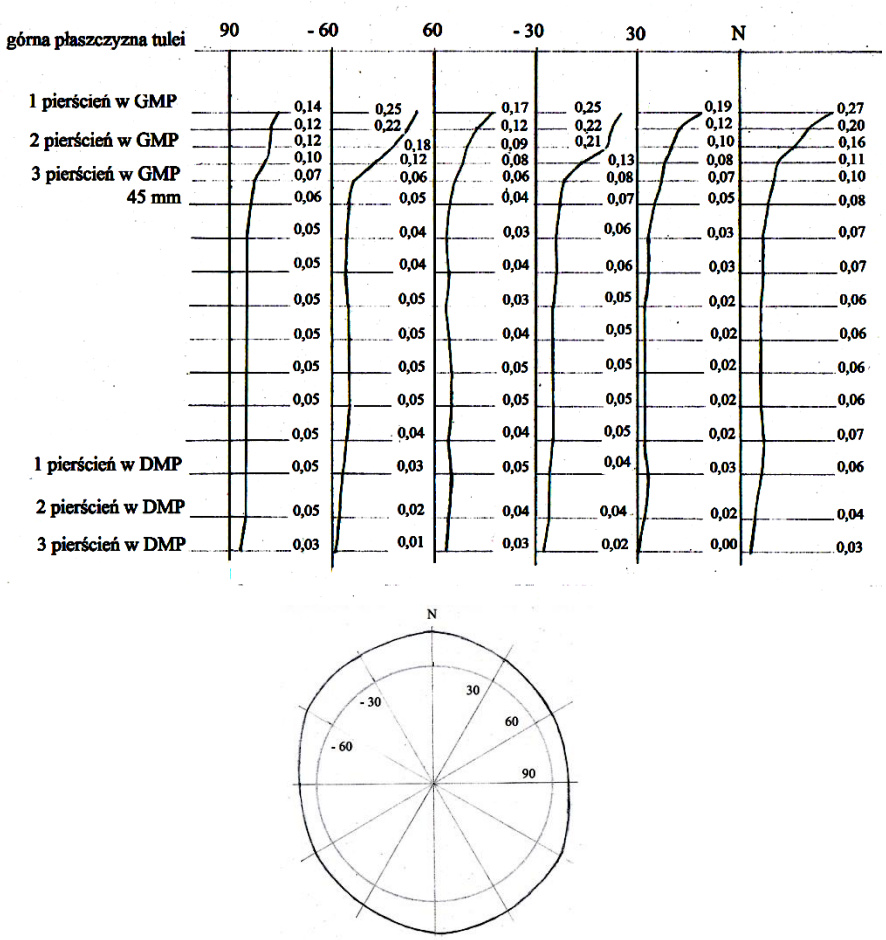


Rys. 2. Przebiegi ciśnienia w suwie sprężania i pracy, prędkości tłoka i parametru ηc/P wzdłuż cylindra

Tabela 1. Parametry charakteryzujące warunki współpracy tłoka z gładzią cylindrową

α	P [N/m^2]	c [m/s]	x [mm]	$H = \frac{\eta \cdot c}{P}$
suw sprężania				
237	154947,07	12	119,77	285,86
250	176519,7	14,32	106,78	299,38
260	206920,32	15,77	95,35	281,25
270	258895,56	16,81	82,98	239,59
280	362846,02	18,71	70	190,3
290	465815,88	17,56	56,85	139,11
300	673716,86	15,71	43,98	86,05
310	932612,42	13,27	31,93	52,5
320	1399409	13,07	21,2	34,46
330	2073125	10,39	12.28	18,49
340	3109688,7	7,23	5,57	8,58
350	4405147,2	3,7	1,41	3,1
353	4871943,7	2,6	0,7	1,97
360	6213493,4	0	GMP	0
suw pracy				
5	6841119	1,86	0,35	1
10	7256921	3,70	1,41	1,88
15	6737168	5,5	3,16	3,01
20	6115426,9	7,23	5,57	4,37
25	5389734,8	8,86	8,62	6,06
30	4767993,2	10,39	12,28	8,04
35	4320559,5	11,8	16,48	10,08
40	4042301,1	13,07	21,2	11,94
50	2383996,6	15,14	31,93	23,47
60	1762255	16,55	43,98	37,7
70	1284671,2	17,27	56,84	49,79
80	984587,66	16,95	70	63,82
90	804145,3	16,81	83	77,53
100	676658,85	15,77	95,35	85,57
110	588399	14,32	106,78	89,56
120	519752,45	12,57	116,98	89,2
130	470719,2	10,31	125,78	83,3
138	441299,25	8,96	131,71	75,14

Rysunek 3 obrazuje wyniki pomiarów zużycia cylindra silnika chłodzonego powietrzem o średnicy 100 mm. Pomiary wykonano średnicówką w sześciu zaznaczonych kierunkach w szesnastu płaszczyznach. Widoczne jest silne zużycie w GMP, wyraźny próg z ostrą krawędzią i ślady zatrzymania pierścieni w GMP. Ślady po honowaniu widoczne są tylko w dolnej, niepracującej strefie cylindra. Z pomiarów wynika wyraźna zależność zużycia cylindra od warunków współpracy z tłokiem. Największe zużycie zmierzono w GMP dla pierwszego pierścienia. Zużycie dla następnych pierścieni było już mniejsze, a w odległości 45 mm od górnej płaszczyzny tulei cylindrowej zużycie stabilizuje się. Widać również, że większe zużycie jest na kierunku działania siły normalnej.



Rys. 3. Wyniki pomiarów zużycia cylindra

Podsumowanie. Ze względu na specyfikę konstrukcji układu korbowego tłokowego silnika spalinowego niemożliwe jest uzyskanie dobrych i stabilnych warunków współpracy tłoka z gładzią tulei cylindrowej. Tuleje cylindrowe obrabia się przez honowanie, w wyniku czego uzyskuje się strukturę jednakową na całej powierzchni gładzi. Taki sposób obróbki jest kompromisem pomiędzy uzyskaniem wysokiej trwałości a niskim zużyciem oleju smarującego. Wyznaczenie obszarów tulei cylindrowej o dobrych i niekorzystnych warunkach tarcia i zastosowanie obróbki gładzi zapewniającej uzyskanie różnej pojemności olejowej w tych obszarach może się przyczynić do zmniejszenia zużycia oleju przez silnik, a tym samym zmniejszenia emisji, głównie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i cząstek stałych bez pogorszenia trwałości układu T-P-C.

LITERATURA

[1] Budzik G., Jaskólski J.: Obciążenia cieplne tłoków silników spalinowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.

[2] Kozaczewski W.: Konstrukcja grupy tłokowo – cylindrowej silników spalinowych. WKŁ, Warszawa 2004.

[3] Niewczas A.: Trwałość zespołu tłok – pierścienie tłokowe – cylinder silnika spalinowego. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 1998.

STRESZCZENIE

KURZYNA Zbigniew. Analiza warunków współpracy tulei cylindrowej z tłokiem w silniku o zapłonie samoczynnym typu SW-680 / KURZYNA Zbigniew, MICHALSKI Jacek, WOŚ Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2015. – № 32.

Artykuł zawiera opis i analizę czynników wpływających na warunki tarcia tłoka o gładź cylindra tj.: ciśnienie w cylindrze, prędkość tłoka i temperatura ścianek cylindra. Na podstawie przebiegu ciśnienia w cylindrze, wymiarów głównych silnika i prędkości obrotowej obliczono prędkość tłoka i parametr ηc/P (liczba Herseya). Wyniki przedstawiono w formie graficznej. Podobnie przedstawiono również wyniki pomiarów zużycia tulei cylindrowej.

РЕФЕРАТ

КУЖИНА Збігнєв. Аналіз умов взаємодії пари гільза циліндра і поршень в дизелі SW-680 / КУЖИНА Збігнєв, МІХАЛЬСКІ Яцек, ВОС Павел // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Стаття містить опис та аналіз факторів, що впливають на умови тертя поршня та стінки циліндра, а саме: тиск у циліндрі, швидкість поршня і температура стінки циліндра. На підставі тиску в циліндра, основних розмірів двигуна і числа обертів було розраховано швидкість поршня і параметр ηc/P (число Херси). Результати представлені графічно. Крім того, також показано результати вимірювань зносу гільзи циліндра.

ABSTRACT

KURZYNA Zbigniew, MICHALSKI Jacek, WOS Pawel. Analysis of mating conditions for cylinder liner and piston assembly in diesel engine of SW-680 type. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article contains a description and analysis of the factors affecting the friction conditions for the piston rubbing the cylinder wall, i.e.: the pressure in the cylinder, piston velocity and temperature of the cylinder wall. On the basis of the cylinder pressure course, the main dimensions of the engine and the rotational speed, the speed of the piston and the parameter ηc/P (Hersey number) has been calculated. The results are graphically presented. Similarly, the results of the cylinder liner wear measurements are also shown.

AUTORZY:

KURZYNA Zbigniew, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

WOŚ Paweł, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

КУЖИНА Збігнєв, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

KURZYNA Zbigniew, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

MICHALSKI Jacek, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Gutarevych Y.F, Doctor of Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

Levkivskyi O.P, Doctor of Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43
UDC 621.43

ВПЛИВ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА СКЛАД ПАЛИВОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Гутаревич Ю. Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна,
Шуба Є. В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

EFFECT OF ADDITIVES ON HYDROGEN-CONTAINING GAS FOR AIR-FUEL RATIO GASOLINE ENGINE

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Shuba Y.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА СОСТАВ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Шуба Е.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Значним недоліком бензинових двигунів є погіршення їх паливної економічності та екологічних показників в режимах малих навантажень і холостого ходу. Для вирішення цієї проблеми існує декілька напрямів, за якими ведуться дослідження.

Одним із перспективних заходів спрямованих на покращення паливної економічності і зниження токсичності автомобільних двигунів є використання в якості добавки водневмісного газу, що складається з молекул і атомів водню і кисню (H_2/O_2). Цей газ має швидкість згоряння вищу, ніж бензин, тому інтенсифікує процес згоряння основного палива і, як наслідок, покращуються паливо-економічні та екологічні показники двигуна.

Мета досліджень: визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що використання водневмісного газу, отриманого в результаті електролізу водних розчинів лугів, становить науковий інтерес для дослідників з різних країн світу. Даному питанню присвячено багато робіт, опублікованих в зарубіжних наукових виданнях. В роботі [1] проведені дослідження по використанню газу H_2/O_2 в якості добавки до повітряного заряду дизеля. Випробування проведені при різних рівнях навантаження з добавкою водневмісного газу до 5% від витрати дизельного палива. Отримані результати свідчать про позитивний вплив добавки на паливну економічність та екологічні показники двигуна. В роботі [2] проведені випробування на одноциліндровій бензиновій установці за роботи з добавкою водневмісного газу. Встановлено, що добавка газу приводить до підвищення крутного моменту, а також зменшення концентрацій незгорілих вуглеводнів. В роботі [3] розглянуто процес отримання водневмісного газу за допомогою електролізерів різних конструкцій і особливості роботи дизеля з добавкою водневмісного газу. Наведені в роботі результати випробувань свідчать про позитивний вплив добавки на показники роботи двигуна. Так як добавка H_2/O_2 змінює склад паливоповітряної суміші і, як наслідок, впливає на робочий процес двигуна, необхідно мати дані по впливу добавки на процес сумішоутворення. Таких досліджень в літературі не виявлено.

Виклад основного матеріалу.

Для дослідження впливу водневмісного газу на процес згоряння необхідно встановити, як змінюється склад паливоповітряної суміші в результаті добавки. Нижче наведені викладки відносяться лише до двигунів з карбюраторною системою живлення.

Розглянемо процес карбюрації в елементарному карбюраторі. Відомо, що секундна витрата повітря через дифузор карбюратора визначається за залежністю:

$$G_{пов}=\mu_д \cdot f_д \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_д \cdot \rho_0} \qquad (1)$$

де $\mu_д$ – коефіцієнт витрати через дифузор; $f_д$ – площа прохідного перерізу дифузора, м^2; $\Delta p_д$ – перепад тисків на вході в карбюратор і в мінімальному перерізі дифузора, Па; ρ_0 – густина повітряного заряду на впуску, кг/м^3.

При добавці водневмісного газу в наведеній залежності змінюється ρ_0, густина суміші повітря і H_2/O_2 менша в порівнянні з повітрям і розраховується в залежності від величини добавки газу.

Секундна витрата палива через жиклер становить:

$$G_{пал}=\mu_ж \cdot f_ж \cdot \sqrt{2\rho_т \cdot (\Delta p_д - \Delta h \cdot \rho_т)} \quad (2)$$

де: $\mu_ж$ – коефіцієнт витрати через жиклер; $f_ж$ – площа отвору жиклера, м^2; $\rho_т$ – густина палива, кг/м^3; Δh – розрідження, що має місце в карбюраторі, щоб стало можливим витікання палива з розпилювача, м.

Всі величини, що входять до формули (2) не залежать від густини повітряного заряду. Тому при добавці водневмісного газу через жиклер карбюратора буде витрачатись така ж кількість бензину, як і при роботі без добавки.

Так як не встановлено розрахункових досліджень з питання як необхідно розглядати H_2/O_2 – як добавку до бензину, що містить водень і кисень чи як добавку, що складається з двох елементів: водню, як добавку до палива, і кисню, як добавку до повітря, що впливає на склад повітря, розрахуємо вплив добавки водневмісного газу на коефіцієнт надміру повітря при цих двох підходах.

Якщо розглядати газ H_2/O_2, як паливо, то така суміш бензину і цього газу буде мати склад, що відрізняється від бензину величиною часток С і Н, а також до складу суміші буде входити кисень. При добавці газу маса суміші бензину і H_2/O_2 буде становити:

$$G_{сум} = G_п + G_{H2/O2}, \quad (3)$$

де: Gп – годинна витрата бензину, кг/год;

$G_{H2/O2}$ – годинна витрата газу H_2/O_2, кг/год.

Маса водню в суміші становитиме (в кг/год):

$$G_{H\ в\ сум}=0{,}145\times G_п+0{,}111\times G_{H_2/O_2} \quad (4)$$

де 0,145 і 0,111 – масові частки водню в бензині і водневмісному газі

Коефіцієнт надміру повітря розраховується за такою формулою:

$$\alpha=\frac{Gпов}{Gп\times l_0} \quad (5)$$

де: Gпов – годинна витрата повітря, кг/год;

l_0 – теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива.

Оскільки склад суміші бензину з водневмісним газом буде відрізнятись від складу чистого бензину, то і теоретично необхідна кількість повітря буде іншою.

$$l'_0=\frac{\frac{8}{3}C'+8H'-O}{0{,}23} \quad (6)$$

де: C', H' і О масові частки вуглецю, водню і кисню в суміші бензину і водневмісного газу.

$$C'=\frac{G_C}{G_{сум}} \quad (7)$$

$$H'=\frac{G_{H\ в\ сум}}{G_{сум}} \quad (8)$$

$$O=\frac{G_O}{G_{сум}} \quad (9)$$

де: G_C – годинна витрата вуглецю з бензином,
G_O – годинна витрата кисню з H_2/O_2

$$G_C=0,855\times G_п \quad (10)$$

$$G_O=0,889\times G_{H2/O2} \quad (11)$$

де: 0,855 і 0,889 – масові частки вуглецю в бензині і кисню в H_2/O_2

Так як водневмісний газ подається у впускний трубопровід до повітряного заряду, то частина повітря, що поступає в двигун буде заміщена газом і зменшиться на величину його об’єму.

$$Q'_{пов}=Q_{пов}-Q_{H2/O2} \quad (12)$$

де: $Q'_{пов}$ – об’ємна витрата повітря за роботи з газом, м^3/год;
$Q_{пов}$ – об’ємна витрата повітря без добавки газу, м^3/год;
$Q_{h2/o2}$ – об’ємна витрата водневмісного газу, м^3/год.
Годинна витрата повітря після добавки газу буде становити:

$$G'_{пов}=Q'_{пов}\times\rho_{пов} \quad (13)$$

де: $\rho_{пов}$ – густина повітря, кг/м^3

Після внесених змін формула для розрахунку коефіцієнту надміру повітря після добавки водневмісного газу до бензину буде мати вигляд:

$$\alpha'=\frac{G'_{пов}}{G_{сум}\times l'_0} \quad (14)$$

Розраховано вплив величини добавки водневмісного газу на показники сумішоутворення для 1 кг бензину при нормальних умовах і складі бензоповітряної суміші з коефіцієнтом надміру повітря α = 1. Величину добавки змінювали від 1 до 5 % від маси бензину. Результати розрахунку показані на рис. 1.

Як видно, якщо розглядати водневмісний газ як добавку водню і кисню до палива, то відбудуться наступні зміни показників сумішоутворення: теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг бензину зменшиться, так як з’явиться додатковий кисень, масові частки вуглецю і водню зменшаться, оскільки загальна маса суміші зросте, маса вуглецю залишиться без змін, а маса водню збільшиться незначно. Отримана суміш буде містити кисень, який складає 88,9 % маси водневмісного газу. Коефіцієнт надміру повітря зменшиться, що свідчить про збагачення паливо повітряної суміші.

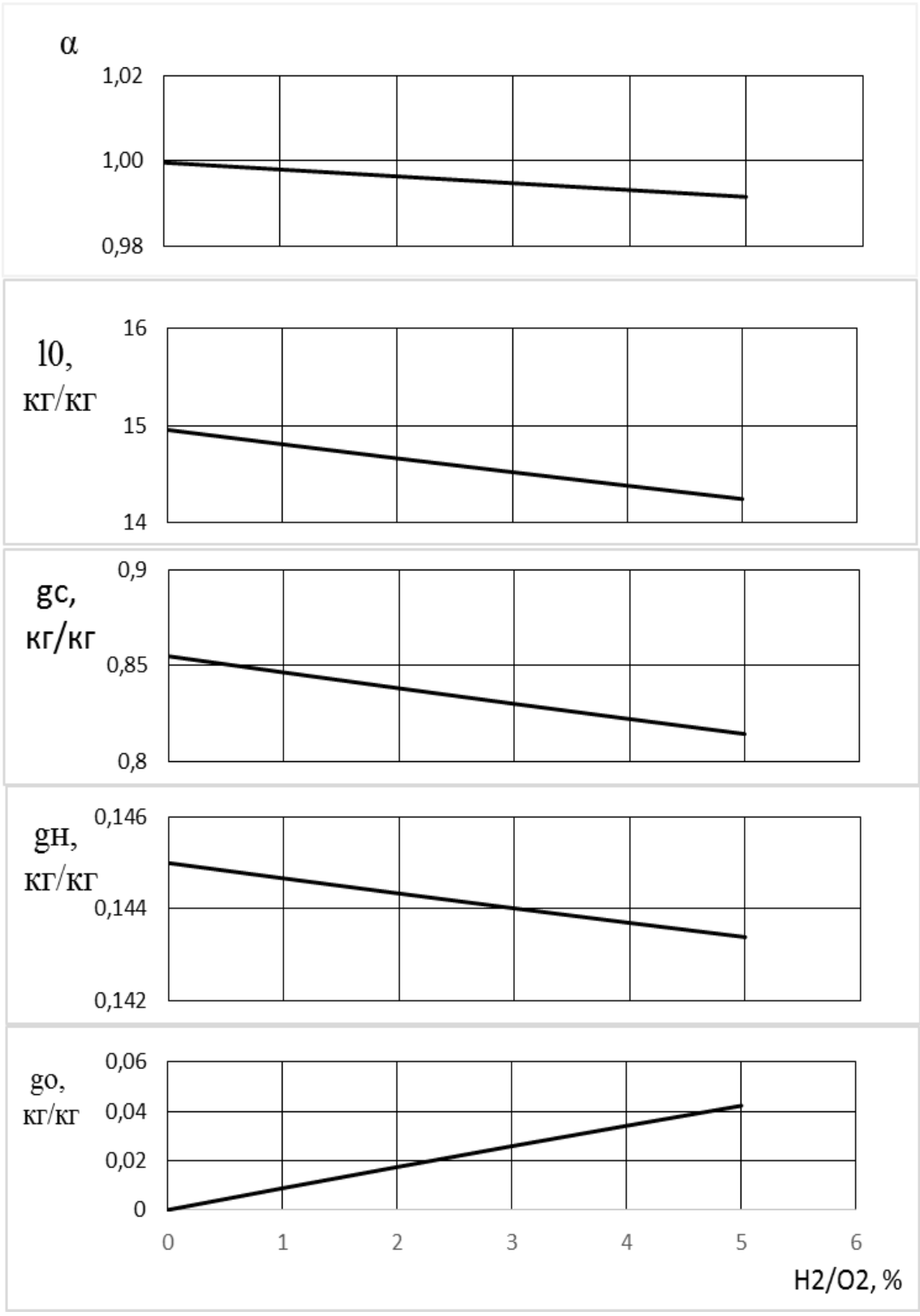


Рисунок 1 - Зміна показників сумішоутворення бензинового двигуна за добавки водневмісного газу (перший підхід до розрахунку)

Важливим термохімічним показником, який характеризує процес згоряння вуглеводневих палив є відношення кількості атомів водню і вуглецю (H/C) [4]. Це відношення змінюється з добавкою H_2/O_2. На рис. 2 показана залежність H/C від величини добавки.

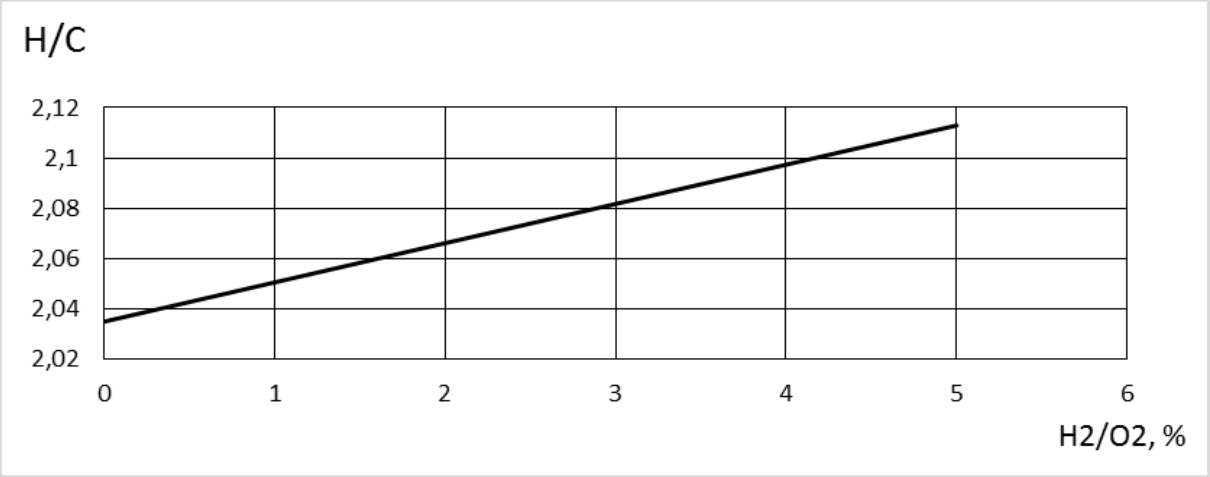


Рисунок 2 - Вплив добавки водневмісного газу на відношення H/C суміші бензину з H_2/O_2

Як видно з рисунку по мірі додавання водневмісного газу відношення H/C зростає, в наслідок чого можна очікувати покращення процесу згоряння отриманої суміші.

Розглянемо підхід при якому водневмісний газ вважається як добавка водню до бензину і добавка кисню до повітря.

Маса суміші бензину і водню буде дорівнювати:

$$G_{сум}=G_{п}+0,111\times G_{H_2/O_2} \quad (15)$$

При цьому загальна маса водню в суміші буде такою ж як і при першому підході (формула 4), але масова частка буде відрізнятись.

Теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива визначається за формулою:

$$l'_0=\frac{\frac{8}{3}C'+8H'}{0,23}, \quad (16)$$

Кисень в даному випадку враховуватись не буде, оскільки він додається до повітря.

О’ємна витрата повітря буде такою ж як і в першому випадку, але маса збільшиться на величину добавки кисню:

$$G''_{пов}=G'_{пов}+G_O \quad (17)$$

Масова частка кисню в суміші повітря з киснем визначається за формулою:

$$O=\frac{(G_O+G_{O\ з\ пов})}{G''_{пов}} \quad (18)$$

де: $G_{O\ з\ пов}$ – годинна витрата кисню з повітрям

$$G_{Oзпов}=0,23\times G'_{пов} \quad (19)$$

де: 0,23 – масова частка кисню в чистому повітрі

На рис. 3 показано зміну показників сумішоутворення бензинового двигуна за роботи з добавкою водневмісного газу, який розглядається як добавка водню до бензину і кисню до повітря.

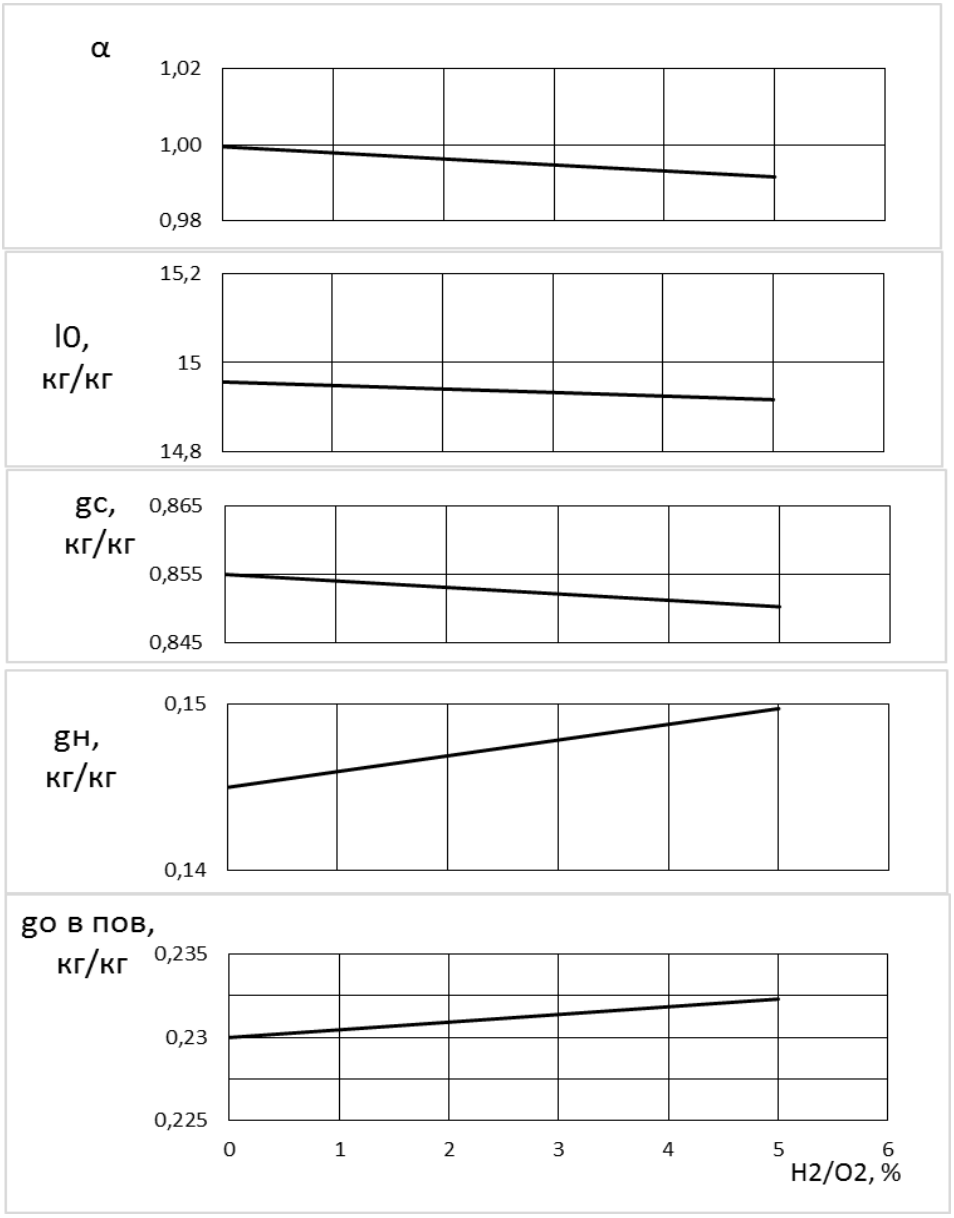


Рисунок 3 - Зміна показників сумішоутворення бензинового двигуна за добавки водневмісного газу (другий підхід)

Розглядаючи газ H_2/O_2 як добавку водню до бензину і кисню до повітря можна зазначити, що коефіцієнт надміру повітря дещо зменшиться на таку ж саму величину, як і при першому підході. Теоретично необхідна кількість повітря зменшиться, але на меншу величину, ніж при розгляді газу як кисневмісної добавки до бензину. Масова частка водню в паливі збільшиться, а частка вуглецю зменшиться. Тим не менш співвідношення Н/С буде змінюватись так як і при першому підході до розрахунку. Крім того в результаті добавки кисню до повітря його масова частка в повітряному заряді зросте.

Висновок. Добавка водневмісного газу до повітряного заряду карбюраторного двигуна призводить до зміни складу паливоповітряної суміші. Розглядаючи даний газ, як добавку лише до бензину і як добавку водню до бензину і кисню до повітря отримано однакові результати при розрахунку α. В обох випадках очікується незначне збагачення паливоповітряної суміші. Якщо за роботи без добавки газу коефіцієнт надміру повітря дорівнював 1, то при добавці 5 % газу зменшився до 0,9915 при обох підходах до розрахунку. В результаті добавки водневмісного газу зростає відношення Н/С, яке є показником, що характеризує інтенсивність процесу згоряння суміші. Для бензину дане відношення становило 2,035, а при добавці 5 % водневмісного газу зросло до 2,113, що має місце при обох підходах до розрахунку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Effect of H2/O2 addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine / S. Bari *, M. Mohammad Esmaeil // Fuel 89 (2010) 378–383.
2. Design and applications of hydroxy (HHO) system / Ali Can Yilmaz // Thesis titled above was reviewed and approved for the award of degree of the Master of Science by the board of jury on – 2010. 59 – 63.
3. Investigations on generation methods for oxy-hydrogen gas, its blending with conventional fuels and effect on the performance of internal combustion engine / Yadav Milind S., Sawant S. M., Anavkar Jayesh A., Chavan Hemant V. // Journal of Mechanical Engineering Research Vol. 3(9) 2011, pp. 325-332
4. Автотранспорт. Топливно-экологические проблемы и перспективы : [монография] / П. М. Канило; Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Х. : ХНАДУ, 2013. – с. 112

REFERENCES

1. Effect of H2/O2 addition in increasing the thermal efficiency of a diesel engine / S. Bari *, M. Mohammad Esmaeil // Fuel 89 (2010) 378–383.
2. Design and applications of hydroxy (HHO) system / Ali Can Yilmaz // Thesis titled above was reviewed and approved for the award of degree of the Master of Science by the board of jury on – 2010. 59 – 63.
3. Investigations on generation methods for oxy-hydrogen gas, its blending with conventional fuels and effect on the performance of internal combustion engine / Yadav Milind S., Sawant S. M., Anavkar Jayesh A., Chavan Hemant V. // Journal of Mechanical Engineering Research Vol. 3(9) 2011, pp. 325-332
4. Vehicles. Fuel and ecological problems and perspectives: [monograph] / PM Kanilo; Kharkov. nat. avtomob.-dor. Univ. - H.: HNADU, 2013. - p. 112

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Вплив добавки водневмісного газу на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті розглянуто результати теоретичних досліджень впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинового двигуна на склад паливо повітряної суміші.

Об’єкт досліджень – процес сумішоутворення в бензиновому двигуні з карбюраторною системою живлення за роботи з добавкою водневмісного газу.

Мета роботи – визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду на склад паливоповітряної суміші бензинового двигуна з карбюраторною системою живлення.

Метод дослідження – теоретичний.

Добавка водневмісного газу до повітряного заряду карбюраторного двигуна призводить до зміни складу паливоповітряної суміші. Розглядаючи даний газ, як добавку лише до бензину і як добавку водню до бензину і кисню до повітря отримано однакові результати при розрахунку коефіцієнта надміру повітря. В обох випадках очікується незначне збагачення паливоповітряної суміші.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕНЗИНОВИЙ ДВИГУН, КАРБЮРАТОРНА СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ, ВОДЕНЬ, СУМІШОУТВОРЕННЯ.

ABSTRACT

Gutarevych Y.F., Shuba E.V. Effect of additives on hydrogen-containing gas for air-fuel ratio gasoline engine. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article the results of theoretical studies of the impact additives hydrogen-containing gas to air charge gasoline engine in fuel air mixture.

The object of research - the process of mixing a gasoline engine with a carburettor system of the power with the addition hydrogen-containing gas.

Purpose - to determine the effect of supplement hydrogen-containing gas to the charge air fuel mixture composition to gasoline engine with carburetor feed system.

The method of research - theoretical.

Hydrogen-containing gas additive to gasoline engine air charge leads to a change of fuel mixture. Considering the present gas only as an additive to gasoline and hydrogen as an additive to gasoline and

oxygen to the air obtained the same results when calculating air-fuel ratio. In both cases expected to slightly enrich the fuel mixture.

KEYWORDS: PETROL ENGINE, CARBURETOR FEED SYSTEM, HYDROGEN, MIXING.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Влияние добавки водородсодержащего газа на состав топливовоздушной смеси бензинового двигателя. / Ю.Ф. Гутаревич, Е.В. Шуба // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассмотрены результаты теоретических исследований влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду бензинового двигателя на состав топливовоздушной смеси.

Объект исследований - процесс смесеобразования в бензиновом двигателе с карбюраторной системой питания при работе с добавкой водородсодержащего газа.

Цель работы - определение влияния добавки водородсодержащего газа к воздушному заряду на состав топливовоздушной смеси бензинового двигателя с карбюраторной системой питания.

Метод исследования - теоретический.

Добавка водородсодержащего газа к воздушному заряду карбюраторного двигателя приводит к изменению состава топливовоздушной смеси. Рассматривая данный газ, как добавку только к бензину и как добавку водорода к бензину и кислорода к воздуху получено одинаковые результаты при расчете коефициента избытка воздуха. В обоих случаях ожидается незначительное обогащение топливовоздушной смеси.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, КАРБЮРАТОРНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ, ВОДОРОД, СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ.

АВТОРИ:

Гутаревич Юрій Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою “Двигуни і теплотехніка”, e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Євгеній Васильович., Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

AUTHORS:

Gutarevych Yurii F. Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the department "Engines and Heating", e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str.1,of 302.

Shuba Y. V., National Transport University, postgraduate, department of "Engines and Heating", e-mail: shuba90@i.ua, tel. +380688147423, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 303a.

АВТОРЫ:

Гутаревич Юрий Феодосиевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Двигатели и теплотехника», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 302.

Шуба Евгений Васильевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна

Назаренко І.І., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна.

REVIEWER:

Levkovsky O.P., PhD, Engineering (Dr.), professor, National transport university, professor of manufacture, repair and materials, Kyiv, Ukraine

Nazarenko II, PhD, Engineering (Dr.) professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.3+ 62-6
UDC 629.3+ 62-6

BADANIA IDENTYFIKACYJNE SILNIKA SB 3.1 WYPOSAŻONEGO W UKŁAD RECYRKULACJI SPALIN

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. Inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
BALAWENDER Krzysztof, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
OCHAŁ Piotr, inz., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНА SB 3.1 З РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЯКУБОВСКІ Мирослав, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ОХЕЛ Пьотр, Інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

IDENTIFICATION RESEARCH TEST ENGINE SB 3.1 FITTED WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
JAKUBOWSKI Miroslaw, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
OCHAL Piotr, Ingeneer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Układ recyrkulacji spalin jest układem, któryma na celu ograniczenie emisji związków toksycznych do atmosfery. Głównym zadaniem tego układu, nazywanego w skrócie EGR (ExhaustGasRecirculation), jest obniżenie zawartości w spalinach tlenków azotu (NOx). Dzięki zastosowaniu połączenia układu wylotowego z układem dolotowym silnika możliwe jest wprowadzenie do układu dolotowego części spalin (recyrkulacja zewnętrzna).Możliwe jest także pozostawienie części spalin z poprzedniego cyklu roboczego silnika (recyrkulacja wewnętrzna). Powoduje to zmniejszenie ilości tlenu w przestrzeni nadtłokowej i jednocześnie ogranicza ilość paliwa, która może zostać spalona. Dzięki temu zmniejsza się maksymalna temperatura obiegu, co pozwala na obniżenie emisjiNOx. Działanie układu EGR ma również negatywne skutki,takie jak: mieszanie się spalin ze świeżym ładunkiem zwiększa strefę wygaszania płomienia na ściankach, co w konsekwencji wydłuża czas spalania a przez to zwiększa się emisja produktów niezupełnego spalania (tlenek węgla, węglowodory i cząstki stałe). Skutkiem działania układu EGR jest także zwiększenie się temperatury na dolocie, co powoduje obniżenie sprawności teoretycznej oraz niewielki wzrost jednostkowego zużycia paliwa. Negatywne skutki działania układu EGR mogą być ograniczone, np. poprzez zastosowanie chłodzenia spalin powracających do procesu spalania [3].

Badania eksperymentalne przeprowadzono na jednocylindrowym silniku badawczym typu SB 3.1. Silnik SB 3.1jest zmodyfikowaną wersją silnika wyprodukowanego przez dawny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu. Jest to jednocylindrowy silnik badawczy z zapłonem samoczynnym, który został w Katedrze Silników Spalinowych i Transportu wyposażony w zasobnikowy układ wtryskowy typu CommonRail, umożliwiający wtrysk pięciu dawek paliwa na cykl roboczy silnika przy różnych ciśnieniach wtrysku[1].

Dodatkowo, silnik został wyposażony w układ EGR oparty na zaworze elektromagnetycznym sterowanym elektronicznie APE. Zawór ten posiada wbudowany elektroniczny regulator ze sprzężeniem zwrotnym, co zapewnia jednoznaczne położenie zaworu w czasie pracy. Sygnał sterujący otwarciem zaworu jest przesyłany ze sterownika ECM przewodami zasilającymi układ elektroniczny zaworu. W KSSiT opracowano również sterownik z interfejsem graficznym, który pozwala na zadawanie wartości otwarcia zaworu(rys. 1). Zbudowany układ pozwala na ustawienia otwarcia zaworu w 12 położeniach, w tym jedno przy jego całkowitym zamknięciu. Sposób określenia otwarcia zaworu przedstawiono na rys. 3.

Badania zaworu EGR. Badania otwarcia zaworu EGR w zależności od sygnału sterującego przeprowadzono z użyciem głębokościomierza mikrometrycznego (rys. 2) do pomiaru wartości G0, a następnie wartości G (rys. 3). Wartość otwarcia zaworu U wyznaczono z następującej zależności:

$$U = G0 - G \quad (1)$$

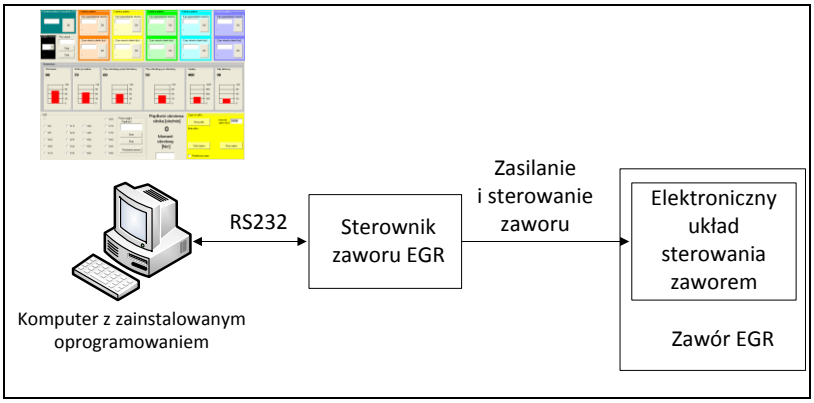
gdzie:

U – aktualne otwarcie zaworu [mm],

G0 – wskazanie głębokościomierza przy zamkniętym zaworze [mm],

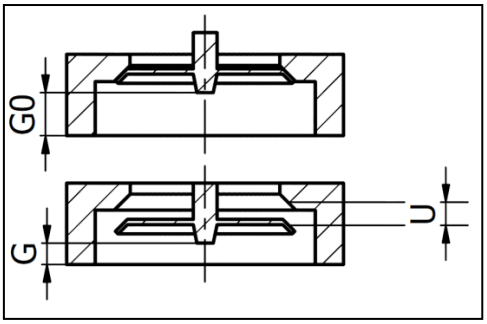
G – wskazanie głębokościomierza przy aktualnym otwarciu zaworu [mm].

Taki sposób pomiaru wynika z trudności przeprowadzenia bezpośrednich pomiarów wartości U. Wyniki przeprowadzonych pomiarów zostały przedstawione na rys. 4.



Rys. 1. Sposób regulacji otwarcia zaworu EGR

Rys.2. Pomiar otwarcia zaworu EGR

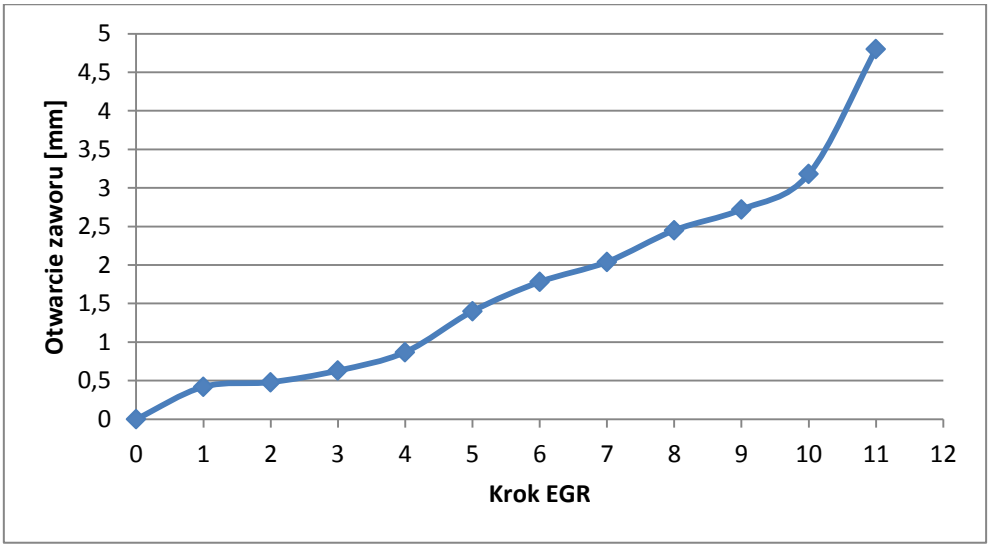


Rys. 3. Sposób wyznaczenia otwarcia zaworu EGR

Badania silnikowe. Przedmiotem badań był silnik o zapłonie samoczynnym SB3.1,do którego został zamontowany zewnętrzny układ recyrkulacji spalin bez chłodzenia. Jest to konstrukcja o pojemności 1850 cm^3, jednocylindrowa, wykonująca 4 suwy na cykl pracy, chłodzona wodą. Zastosowano tutaj obiegowy system smarowania pod ciśnieniem. Pozostałe parametry zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela1. Parametry silnika SB3.1[1]

Parametr	Wartość
Stopień sprężania	14,75
Skok tłoka	146 mm
Średnica tłoka	127 mm
Moc	23 kW
Maksymalny moment obrotowy	110 Nm
Obroty dla momentu max.	1600 obr/min
Obroty nominalne	2200 obr/min



Rys. 4. Zależność otwarcia zaworu EGR w zależności od zadanego kroku otwarcia zaworu

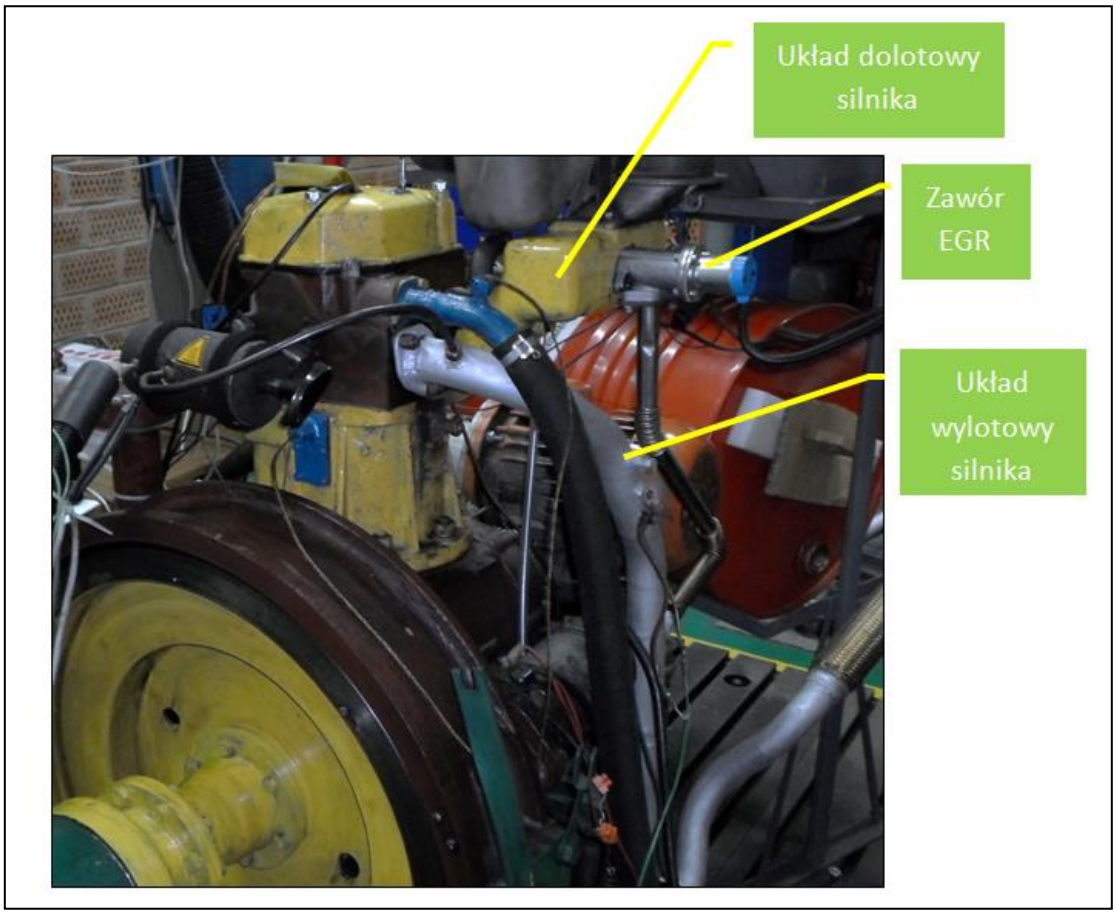
Jednostka badawcza została zmodyfikowana i wyposażona w układ wtryskowy typu Common-Rail. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwy jest wtrysk pięciu dawek paliwa na jeden cykl roboczy. Układ ten składa się z [1]:

- elektrycznej pompy niskociśnieniowej, której zadaniem jest doprowadzenie paliwa ze zbiornika(zastosowano tutaj pompę firmy BOSCH); zapewnia ona odpowiednie ciśnienie tłoczenia paliwa (ok. 0,5 MPa) oraz odpowiedni jego wydatek,
- filtra paliwa, którego zadaniem jest bardzo dokładne oczyszczanie paliwa, wyposażonegododatkowo w zawór służący do regulacji ciśnienia w niskociśnieniowej części układu,
- przewodów niskiego i wysokiego ciśnienia,
- pompy wysokiego ciśnienia firmy BOSCH, która posiada 3 sekcje tłoczące mogące zapewnić ciśnienie do 120 MPa,
- wtryskiwacza elektromagnetycznego, dzięki któremu możliwy jest wtrysk paliwa pod ciśnieniem między 40 a 135 MPa (jego sterowanie odbywa sie za pomocą sygnału elektrycznego),
- zasobnika paliwa, w którym został umieszczony czujnik ciśnienia paliwa,
- czujnika prędkości obrotowej,
- czujnika położenia wałka rozrządu,
- elektronicznego układu sterowania układem Common-Rail, dzięki któremu możliwy jest dobór ciśnienia wtrysku oraz czasu jego trwania.

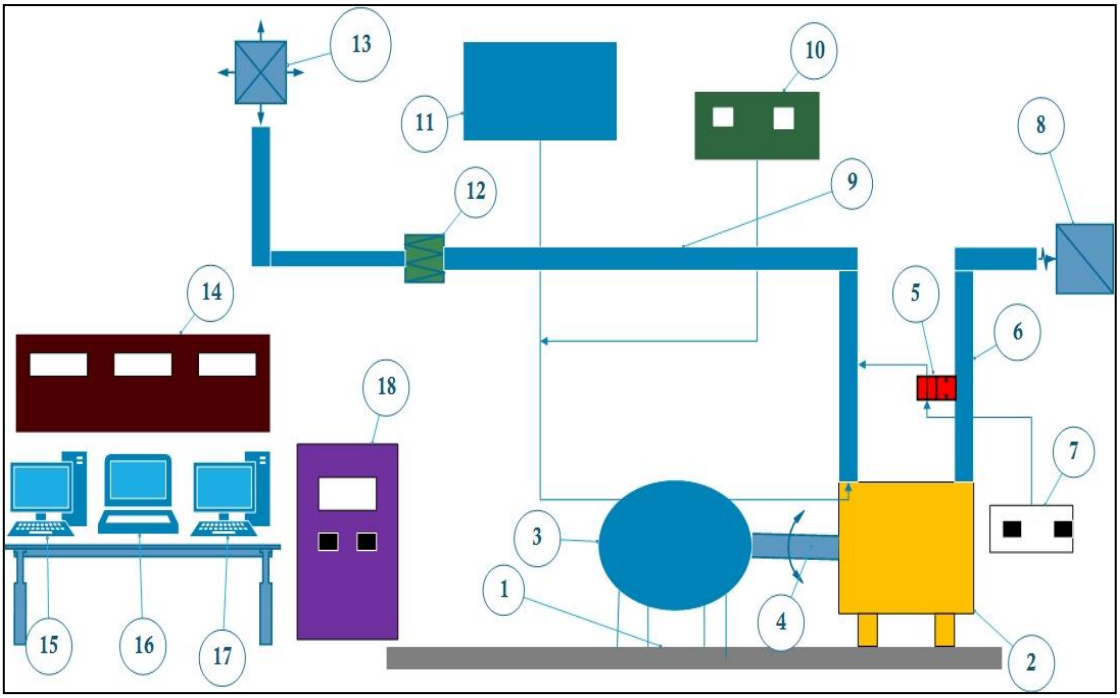
Widok stanowiska badawczego został przedstawiony na rys. 5, natomiast schemat z zaznaczeniem elementów wyposażenia na rys. 6.

Badany silnik znajduje się w boksie silnikowym Laboratorium Silników Spalinowych. Ze względu na drgania podczas jego pracy, wymagane jest specjalne mocowanie. Silnik zamocowany jest do płyty usytuowanej na tłumiku drgań do fundamentu budynku. Silnik jest obciążany przy pomocy hydraulicznego hamulca silnikowego D-630E, dzięki któremu możliwy jestpomiar prędkości obrotowej oraz momentu obrotowego. Hamulecjest mocowany w ten sam sposób, co badany silnik. Oprócz standardowych instalacji stanowiska hamownianegojest ono wyposażone w komputery i oprogramowanie umożliwiające sterowanie parametrami układu zasilania oraz dodatkowo wurządzenia do pomiaru emisji substancji toksycznych w spalinach. Możliwe jest rejestrowanie parametrów, takich jak: temperatury silnika, temperatury powietrza dolotowego, temperatury spalin, średniego ciśnienia w zasobniku CR, temperatury paliwa. Możliwa jest także obserwacja przebiegów sygnałów szybkozmiennych: przebiegu ciśnienia spalania, ciśnienia paliwa w zasobniku CR, chwilowego ciśnienia w przewodzie doprowadzającym paliwo do wtryskiwacza, sygnału sterującego wtryskiwaczem, sygnału z czujnika indukcyjnego określającego położenie wału korbowego[2].

Oprogramowanie do sterowania parametrami wtrysku paliwa pozwala na zmianę ciśnienia w zasobniku CR, zmianę ilości dawek wtryskiwanych w jednym cyklu roboczym silnika (max. 5) oraz regulację kąta wyprzedzenia i czasu trwania wtrysku każdej z części dawki.



Rys. 5. Silnik SB3.1 z układem recyrkulacji spalin



Rys. 6. Schemat stanowiska badawczego: 1 - ława fundamentowa, 2 - badany silnik wraz z układem wtryskowym, 3 - hamulec silnikowy, 4 - wał z przegubami, 5 - zawór EGR, 6 - układ wylotowy spalin, 7 - sterownik zaworu EGR, 8 - wentylator wyciągowy, 9 - układ dolotowy, 10 - układ pomiaru zużycia paliwa, 11 - zbiornik paliwa, 12 - filtr powietrza, 13 - wentylator nadmuchowy, 14 - panel z zegarami pomiarowymi, 15 - komputer sterujący parametrami układu zasilania, 16 - komputer z oprogramowaniem sterującym zaworem EGR, 17 - komputer monitorujący parametry pracy silnika zmienne w czasie, 18 - analizator spalin do pomiaru emisji tlenków azotu w spalinach

Do pomiaru emisji tlenków azotu w spalinach użyto analizatora spalin firmy PIERBURG CID 2000. Działa on na zasadzie zjawiska chemiluminescencji. Dzięki niemu możliwe jest badanie emisji NOx w zakresie od 0 do 10000 ppm z dokładnością ok. 0,1% wartości mierzonej. Dzięki elektronicznemu sterowaniu można analizator obsługiwać za pomocą specjalnego panelu, co daje możliwość kalibracji, zerowania i uśredniania pomiaru [4].

Badania i wyniki pomiarów silnikowych. Badania polegały na pomiarzenastępujących parametrów pracy silnika SB 3.1:

- temperatury spalin,
- godzinowego zużycia paliwa,
- siły na hamulcu,
- emisji tlenków azotu w spalinach,
- masowego przepływu powietrza.

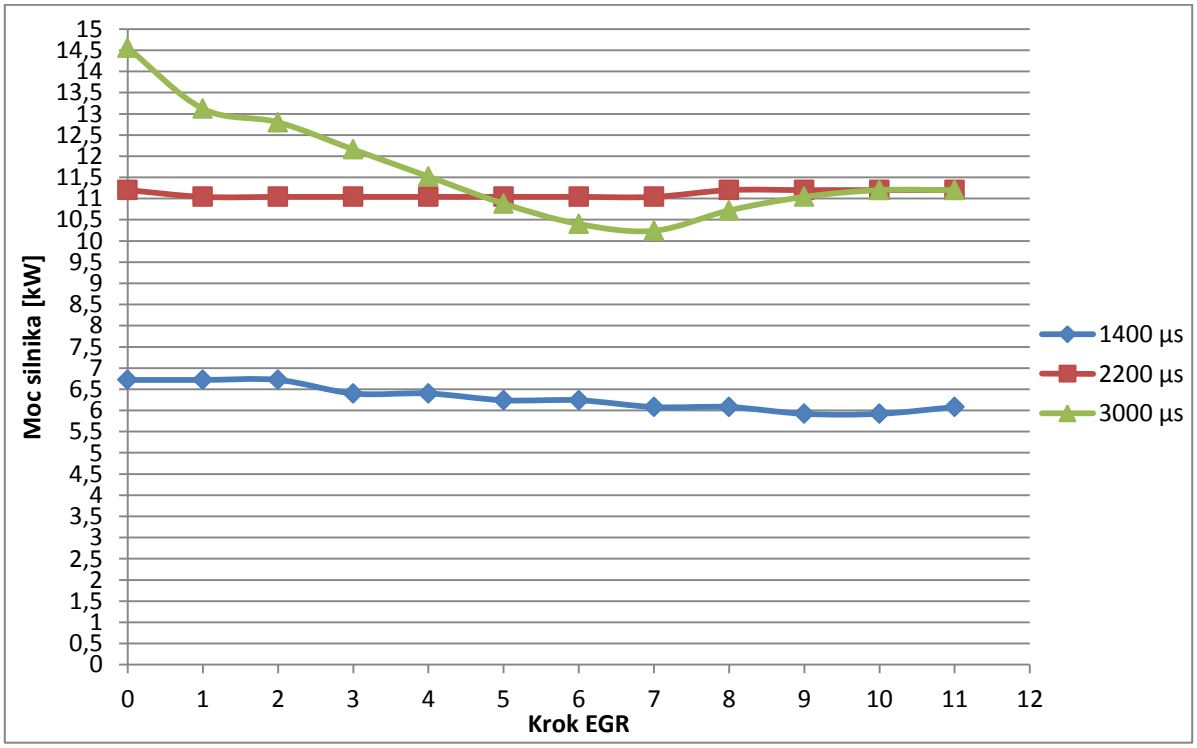
Wszystkie te parametry zostały zmierzone dla każdego kroku otwarcia zaworu recyrkulacji spalin, przy trzech różnych czasach wtrysku paliwa. Prędkość obrotowa została ustalona na stałym poziomie i wynosiła 1600 obr/min. Badania zostały przeprowadzone przy temperaturze otoczenia 8 ºC i ciśnieniu otoczenia 752 mm Hg.Ciśnienie wtrysku, którego kąt wyprzedzenia wynosił 20 ºOWK, zostało ustalone na poziomie 800 bar. Po każdym pomiarze parametrów następowało przełączenie na kolejny krok otwarcia zaworu recyrkulacji spalin. Otrzymane wartości mocy silnika i emisji tlenków azotu są wartościami średnimi jakie zmierzył analizator od momentu zadania kolejnego kroku do chwili ustalenia sięwartości emisji na stałym poziomie. W czasie pracy silnika monitorowano również inne parametry,takie jak:

- przebieg ciśnienia w komorze spalania,
- przebieg ciśnienia w zasobniku CR,
- pulsacje powietrza w układzie dolotowym silnika,
- sygnał sterujący wtryskiwaczem.

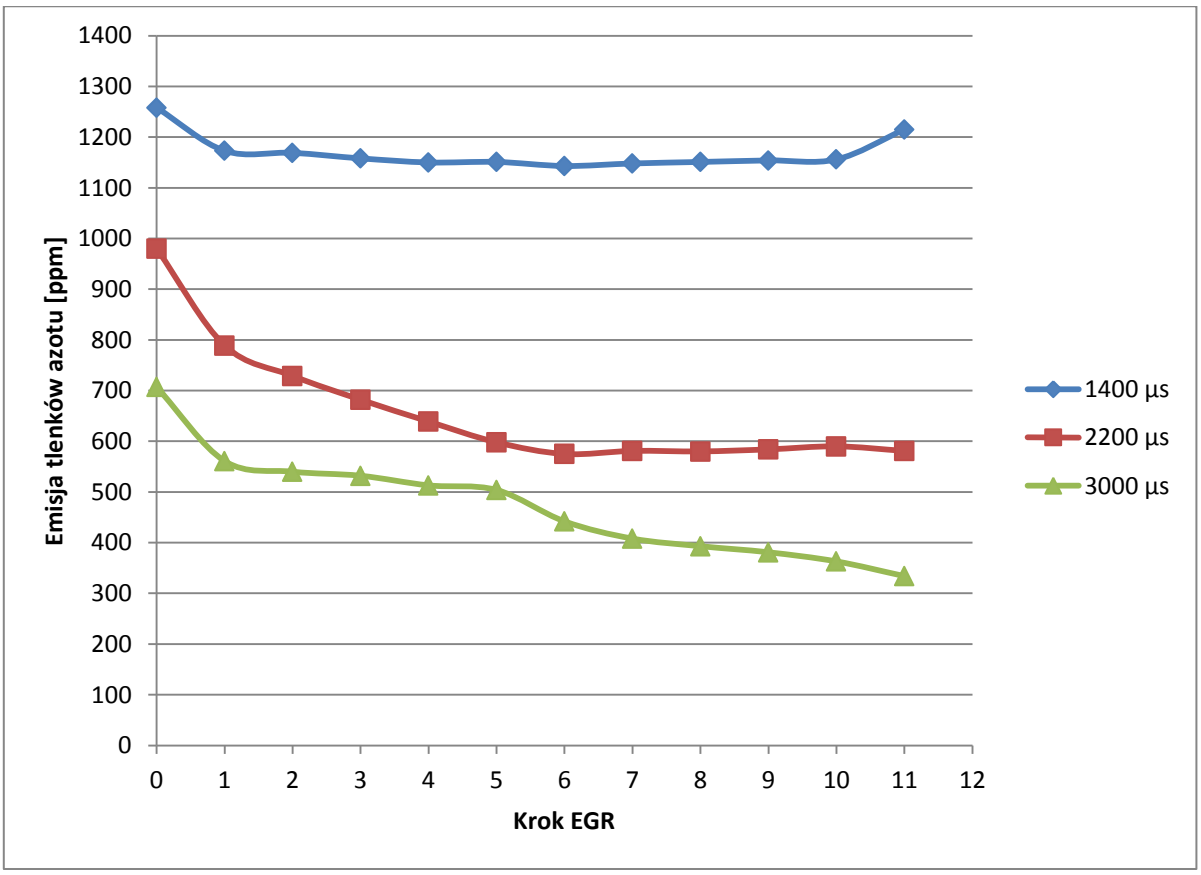
Parametry te pomogą w przyszłości na doskonalenie konstrukcji silnika SB 3.1 i na opracowanie planu bardziej zaawansowanych badań odnośnie wpływu układu recyrkulacji spalin na emisję innych składników toksycznych, w tym m.in.:

- tlenkuwęgla CO,
- węglowodorów HC,
- zadymienia spalin D,
- emisji masowej cząstek stałych PM.

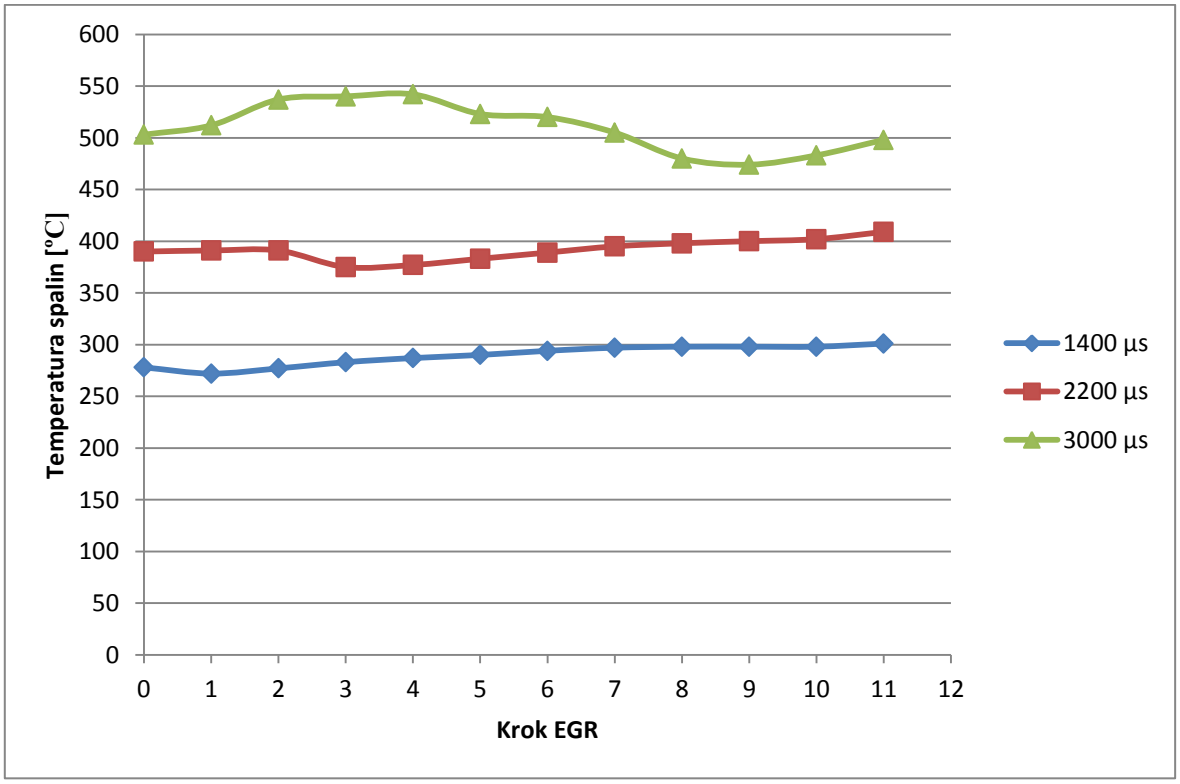
Na podstawie badań uzyskano wyniki, których ilustrację graficzną przedstawiono na rys. 7 - 10.



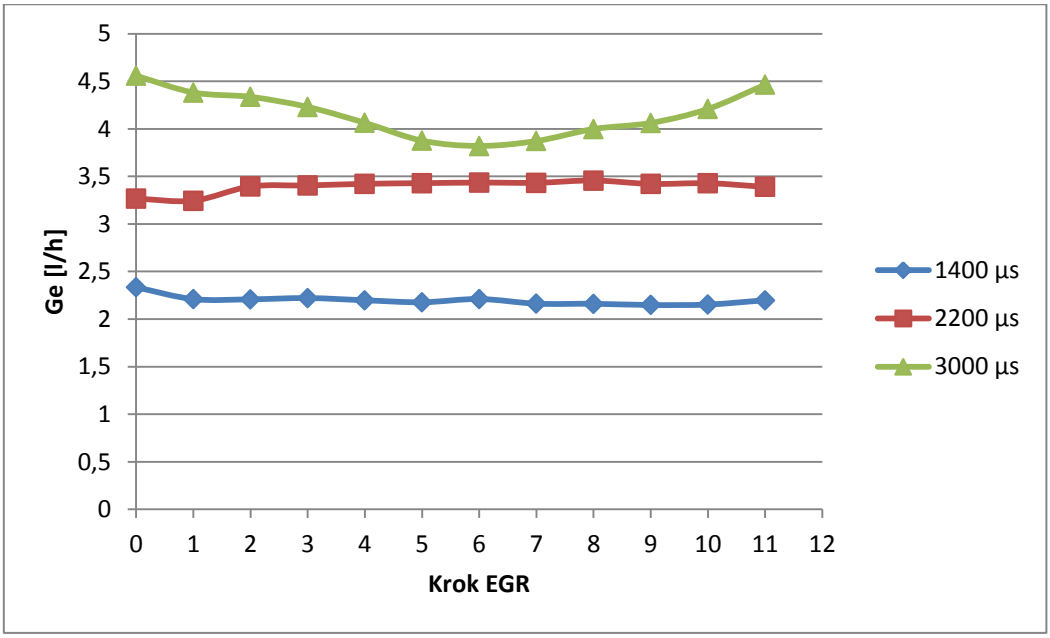
Rys. 7. Zależność między mocą silnika a stopniem otwarcia zaworu EGR dla różnych czasów wtrysku paliwa (1400, 2200, 3000 µs)



Rys.8. Emisja tlenków azotu w zależności od stopnia otwarcia zaworu EGR dla trzech różnych czasów wtrysku paliwa (1400, 2200, 3000 µs)



Rys. 9. Zależność temperatury spalin od stopnia otwarcia zaworu EGR dla różnych czasów wtrysku paliwa (1400, 2200, 3000 µs)



Rys. 10. Zależność godzinowego zużycia paliwa od stopnia otwarcia zaworu EGR

Wnioski. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono widoczny wpływ działania układu recyrkulacji spalin na pracę badanego silnika SB3.1. Przed rozpoczęciem badań oczywistym było założenie, że zmniejszy on emisję tlenków azotu, gdyż jest to główne zadanie tego systemu. Jednak po ich przeprowadzeniu można dokładniej przeanalizować, jak to zjawisko zachodziło w badanym silniku. Analizując rys. 8 można zaobserwować wyraźny spadek emisji NOx wraz z każdym kolejny krokiem otwarcia zaworu EGR. Spadek ten jest wyraźniejszy, im większe jest obciążenie silnika czyli dłuższy czas wtrysku. We wszystkich trzech przypadkach największy spadek można zaobserwować pomiędzy zamkniętym zaworem a pierwszym krokiem jego otwarcia. Dla pierwszego czasu wtrysku,którywynosił 1400 µs, po wyraźnym spadku dla pierwszego kroku można zaobserwować, że przebieg emisji NOx kształtuje się mniej więcej na stałym poziomie. W przypadku czasu wtrysku 2200 µs widać ciągły spadek emisji tlenków azotu, który stabilizuje się od 6 kroku otwarcia zaworu EGR, z tendencją wzrostu dla ostatnich kroków. Najbardziej wyraźny spadek emisji NOx w spalinach badanego silnika można zauważyć dla czasu wtrysku 3000 µs, który jest ciągły dla wszystkich kroków otwarcia zaworu.

Podobnie sytuacja wygląda odnośnie wpływu układu recyrkulacji spalin na moc osiąganą przez silnik. W tym wypadku wpływ otwarcia zaworu dla dwóch pierwszych czasów wtrysku, tj. 1400 µs i 2200 µs, jest bardzo nieznaczny. Należy jednak zauważyć, że w obydwu przypadkach moc nieznacznie spada na początku i wzrasta dla ostatnich wartości otwarcia zaworu EGR. W przypadku najdłuższego czasu wtrysku spadek mocy jest dużo bardziej wyraźny, mimo iż dla ostatnich wartości otwarcia zaworu moc nieco wzrasta, to jej wartość jest znacznie mniejsza niż w przypadku zaworu zamkniętego.

Reasumując, układ recyrkulacji spalin zamontowany w silniku badawczym SB 3.1 spełnił swoją rolę. Występuje obniżenie emisji NOx. Niestety, występuje także spadek mocy silnika. Dlatego też wskazany byłby montaż układu chłodzącego recyrkulowane spaliny. Nie były także optymalizowane parametry regulacyjne silnika. W związku z tym konieczne jest prowadzenie dalszych prac nad rozwojem konstrukcji i możliwości badawczych silnika oraz realizacjaeksperymentów w znacznie szerszym zakresie, szczególnie dotyczącym optymalizacji parametrów wtrysku paliwa oraz pomiaru innych składników toksycznych spalin.

LITERATURA

[1] Balawender K.: Wpływ wybranych parametrów regulacyjnych procesu wtrysku na emisję cząstek stałych w silniku wysokoprężnym typu DI. Rozprawa doktorska, Rzeszów 2007.

[2] Kuszewski H.: Ustrzycki A.: Laboratorium spalinowych napędów środków transportu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2011.

[3] Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom 2. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.

[4] Woś P.: Analiza wpływu charakterystyki paliwa w silniku wysokoprężnym z komorą niedzieloną na emisję tlenków azotu NOx. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2003.

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Badania identyfikacyjne silnika sb 3.1wyposażonego w układ recyrkulacji spalin / LEJDA Kazimierz, BALAWENDER Krzysztof, JAKUBOWSKI Mirosław, OCHAŁ Piotr // WisnykNarodowego Uniwersytetu Transportu. –K. : NUT, 2015. - № 32.

Wartykule przedstawiono wstępnebadania silnika SB 3.1 po wyposażeniu go w układ EGR z zaworem elektromagnetycznym sterowanym elektronicznie.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Випробування двигуна SB 3.1 з рециркуляцією відпрацьованих газів / ЛЕЙДА Казімеж, БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, ЯКУБОВСКІ Мирослав, ОХЕЛ Пьотр // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті наведено попереднє дослідження двигуна SB 3.1 з електромагнітним клапаном EGR та електронним управлінням.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz, BALAWENDER Krzysztof, JAKUBOWSKI Miroslaw, OCHAL Piotr. Identification research test engine sb 3.1fitted with exhaust gas recirculation. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents a preliminary study on the SB 3.1 engine equipped with the EGR solenoid valve electronically controlled.

AUTORZY:

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

JAKUBOWSKI Mirosław, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

OCHAŁ Piotr, inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48178651100,35-959,Жешув, Польща

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЯКУБОВСКІ Мирослав, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ОХЕЛ Пьотр, Інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

JAKUBOWSKI Miroslaw, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

OCHAL Piotr, Engeneer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний Транспортний Університет, професор кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Korpach A.O, Ph.D., National Transport University, Professor of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.891
UDC 621.891

ВПЛИВ КОНТАКТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МІКРОТВЕРДІСТЬ ПРИПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДОСЛІДЖУВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Білякович О.М., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Савчук А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Турица Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Міланенко О.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Кущ О.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

IMPACT LOAD ON THE CONTACT SURFACE MICROHARDNESS LAYERS INVESTIGATED MATERIALS

Dmytrychenko N.F., Ph.D., Engineering (Dr), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Bilyakovych O.N., Ph.D, associate professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Savchuk A.N, Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Turitsa Y.A., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Milanenko A.A, Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kushch A.I., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНОЙ НАГРУЗКИ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПРИПОВЕРХНОСНЫХ СЛОЕВ ИССЛЕДУЕМОГО МАТЕРИАЛА

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Билякович О.Н., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Савчук А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Турица Ю.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Миланенко О.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Кущ А.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно правилу позитивного градієнту механічних властивостей по глибині, зовнішнє тертя реалізується тільки в тих випадках, коли на поверхні твердого тіла розташований шар, який має меншу міцність, ніж нижчерозташовані шари. Зі збільшенням відстані від поверхні міцнісні характеристики шарів будуть підвищуватись, досягаючи деякого максимуму, і потім плавно спадати до значень, характерних для основного матеріалу. Іноді товщина приповерхневих шарів металу, у яких спостерігається такий розподіл міцнісних властивостей, настільки мала, що визначити їх механічні характеристики, наприклад, зміну мікротвердості по глибині, надзвичайно важко. В роботах [1, 2, 3] зазначається, що аналіз напруженого стану в зонах фактичного дотику показує:

- товщина деформованих поверхневих шарів при зовнішньому терті при домінуванні пружніх деформацій складає 3-25 мкм;.
- при домінуванні пластичної деформації товщина поверхневих шарів, що характеризується механічніми властивостями, які відрізняються від властивостей основного матеріалу, зазвичай не перевищує 60 мкм, тобто вона менша або співпадає з загальною товщиною пластичнодеформованих шарів при зовнішньому терті.

Постановка завдання. Встановлення залежності зміни міцністних характеристик приповерхневих шарів поверхонь тертя від впливу трибологічних процесів в контакті.

Викладення основного матеріалу. Для оцінки зміни механічних властивостей контактних поверхонь по глибині застосовували метод мікромеханічних досліджень з реєстрацією глибини втискування індентора (алмазна піраміда) в матеріал зразка (сталь 40Х).

Дослідження мікротвердості поверхневих шарів проводили за стандартною методикою на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні 50г. Визначення мікротвердості проводилось по 5 уколам

для кожної точки, середня глибина вимірювань зміни мікротвердості приповерхневих шарів відповідала стабілізації даного параметру та становила 10-13 мкм.

Досліджувались контактні поверхні сталі 40Х при змащуванні їх оливою Honda ATF-Z1, термін експлуатації якої склав 45 тис.км пробігу, наробітка за період досліджень склала N = 1750 циклів, σ_{max} становить 450, 570 та 680 МПа.

Оскільки кінематична взаємодія зразків відбувалась в умовах кочення (проковзування складало 15%), мікротвердість визначалась окремо для відстаючої і випереджаючої поверхонь.

Для дослідження структури і зміни мікротвердості приповерхневих шарів використовували косі шліфи зразків. Перед виготовленням шліфа, для попередження крайового дефекту, торець зразка фрезерували на глибину не менше 2 мкм. Для попередження зминання шару, утворення завалів краю зразок закріплювали з контртілом в струбині.

Початковий зразок зі сталі 40Х після загартування при 780 – 800^{0}С та відпуску при 350^{0}С і шліфування (Ra = 0,37 мкм) має структуру мілкодисперсного троосту, характеризується наявністю позитивного градієнту зміни механічних властивостей металу по глибині, ширина зміцненої зони становить, в середньому 1 мкм, при цьому Н50 складає 10000-11200 МПа, до 3,5 мкм по глибині мікротвердість приповерхневих шарів поступово зменшується і становить, в середньому 4000 МПа, що відповідає мікротвердості основного металу (рис. 1).

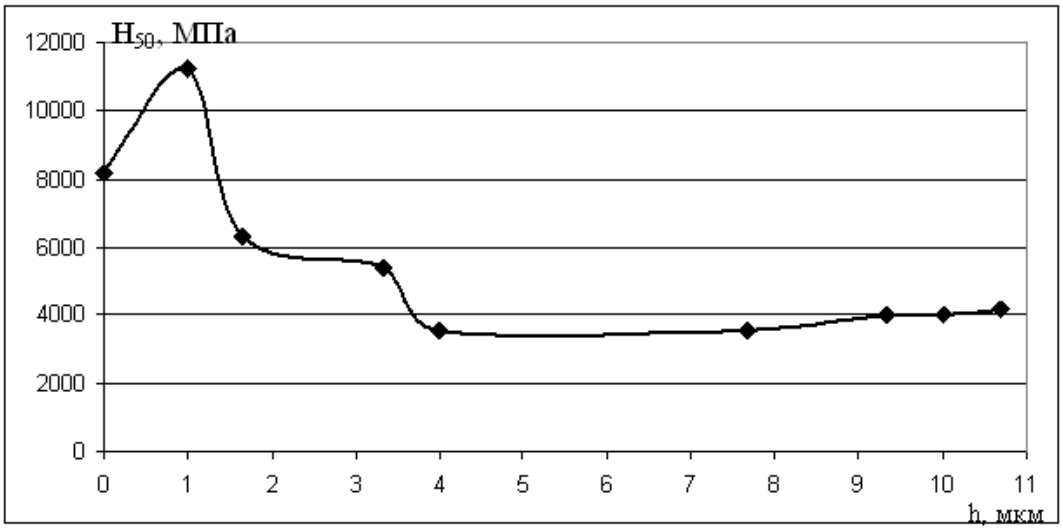


Рисунок 1 – Зміна мікротвердості приповерхневих шарів сталі 40Х в якості поставки (зразок сталі 40Х перед дослідженням)

При дослідженні зносостійкості контактних поверхонь в діапазоні навантажень σ_{max} 450 – 680 МПа при змащуванні їх відпрацьованою оливою встановлено, що, незалежно від навантаження, для випереджаючої та відстаючої поверхні лінійний знос склав 1,5 мкм та більше (виключення складає лише випереджаюча поверхня при σ_{max} 450 МПа, лінійний знос якої склав 0,65 мкм), що свідчить про стирання зміцненої зони, яка утворилась при шліфуванні сталі 40Х, отже одержана нами мікротвердість приповерхневих шарів металу – це результат трибологічних перетворень металу в динамічних умовах навантаження.

Розглянемо встановлені закономірності зміни мікротвердості приповерхневих шарів металу залежно від контактного навантаження для відстаючого зразка (рис. 2).

По-перше, для всіх контактних поверхонь, незалежно від σ_{max}, встановлений позитивний градієнт механічних властивостей по глибині, однак якщо при σmax 450 МПа та 570 МПа ΔН50 при максимальному початковому зростанні мікротвердості вглиб металу відносно поверхні складає 3000 МПа та 4100 МПа відповідно, то при σ_{max} 680 МПа даний показник складає лише 50 МПа. По-друге, ступінь зміцнення найвищих поверхневих шарів сталі 40Х залежить від контактного навантаження і становить 6000:7000:8400 МПа відповідно при σmax 450, 570 та 680 МПа. По-третє, ширина локалізації пластичної деформації в тонких приповерхневих шарах, яка охоплює зміцнені та розміцнені ділянки металу по глибині складає 4,5:6,5:7 мкм відповідно при σ_{max} 450, 570 та 680 МПа.

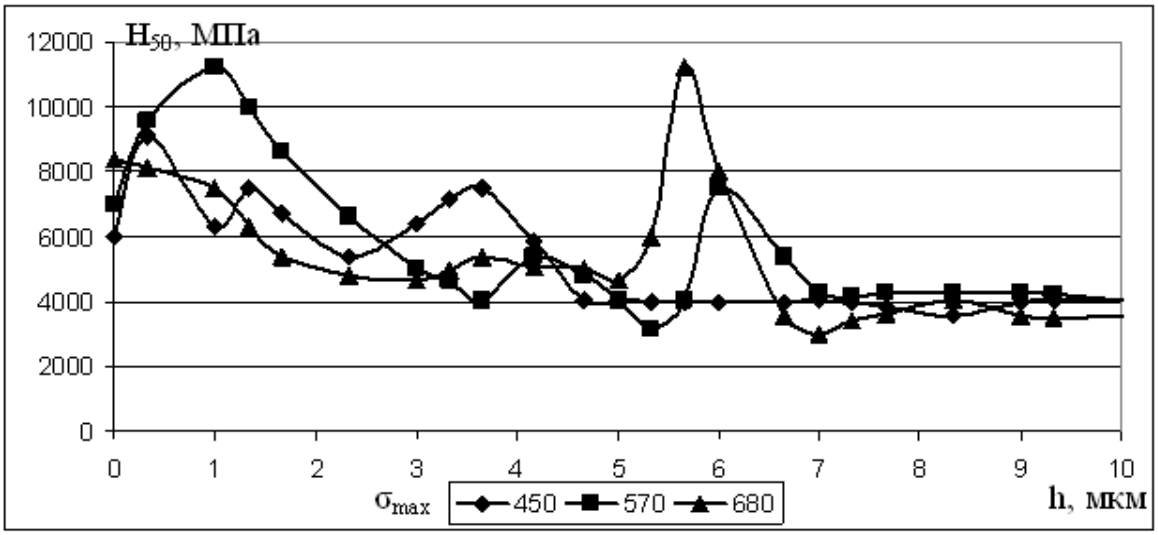


Рисунок 2 – Зміна мікротвердості приповерхневих шарів відстаючого зразка сталі 40Х при σ_{max} = 450, 570, 680 МПа

Відомо, що підвищення пластичної деформації при терті в тонких приповерхневих шарах призводить до градієнту густини дислокацій, адсорбція та хемосорбція поверхнево-активних речовин обумовлює зменшення напруг руйнування металу, дані явища підсилюються в місцях концентрації напруг, особливо поблизу дислокаційних скупчень [4]. Оскільки змащувальний матеріал активно приймає участь в всіх вищезазначених процесах завдяки протіканню окислювально-полімеризаційних процесів та комплексоутворення, розглянемо описані зміни мікротвердості приповерхневих шарів металу з позиції формування на активованій поверхні металу стійкої адаптованої плівки мастильного матеріалу до динамічних умов навантаження. При σ_{max} 450 МПа не відбувається в процесі наробітки за даних умов експерименту формування міцного граничного шару на контактних поверхнях, в 50% циклів спостерігається деструкція сформованих граничних плівок, внаслідок чого реалізується безпосередній металевий контакт поверхонь. За таких умов при багатоцикловому навантаженні, за наявності проковзування в контакті, накопичуються мікронапруги та прихована енергія деформації [5], що проявляється в трьох піках зростання мікротвердості приповерхневих шарів з шириною 0,3 – 0,8 мкм, що відповідає товщині пачки ліній ковзання [6].

При σ_{max} 570 та 680 МПа інтенсифікуються процеси формування стабільної граничної плівки (при $N \geq 900$ циклах та $N \geq 1250$ циклах відповідно), яка містить велику концентрацію поверхнево-активних окислювально-полімеризаційних компонентів в відпрацьованій оливі, що призводить до зниження напруг руйнування металу внаслідок адсорбційного зменшення міцності поверхневих шарів та зростання зносу контактних поверхонь. Поверхнево-активні речовини граничного шару полегшують вихід дислокацій на поверхню деформованого металу, зменшуючи накопичувальні внутрішні напруги та приховану енергію деформації, що проявляється в наявності двох піків збільшення мікротвердості приповерхневих шарів металу при σ_{max} 570 МПа (на відстані 1 мкм та 6 мкм по глибині) та одного піку при 680 МПа (на відстані 5,5 мкм по глибині). Полегшення зсувоутворення в присутності ПАР в кінцевому рахунку призводить до значного зміцнення тонкого приповерхневого шару внаслідок сильних викривлень решітки поверхневих зерен [7], однак дане явище спостерігається лише при σ_{max} 570 МПа – максимальний ступінь наклепу спостерігається на відстані 1 мкм від поверхні, при σ_{max} 680 МПа зона наклепу незначна, що обумовлено як постійним стиранням поверхневих шарів внаслідок зносу (лінійний знос відстаючої поверхні при σ_{max} 680 МПа на 26% перевищує аналогічний показник при σmax 570 МПа), так і підвищеною твердістю поверхневих шарів металу ($\Delta H50$ = 1400 МПа, в порівнянні з мікротвердістю при σ_{max} 570 МПа) внаслідок протікання інтенсивнішої пластичної деформації поверхневих шарів металу при збільшенні навантаження, що призводить до реалізації критичного пружньонапруженого стану в поверхневих об’ємах металу [8].

Проаналізуємо кінетику зміни мікротвердості приповерхневих шарів металу для випереджаючої поверхні (рис. 3).

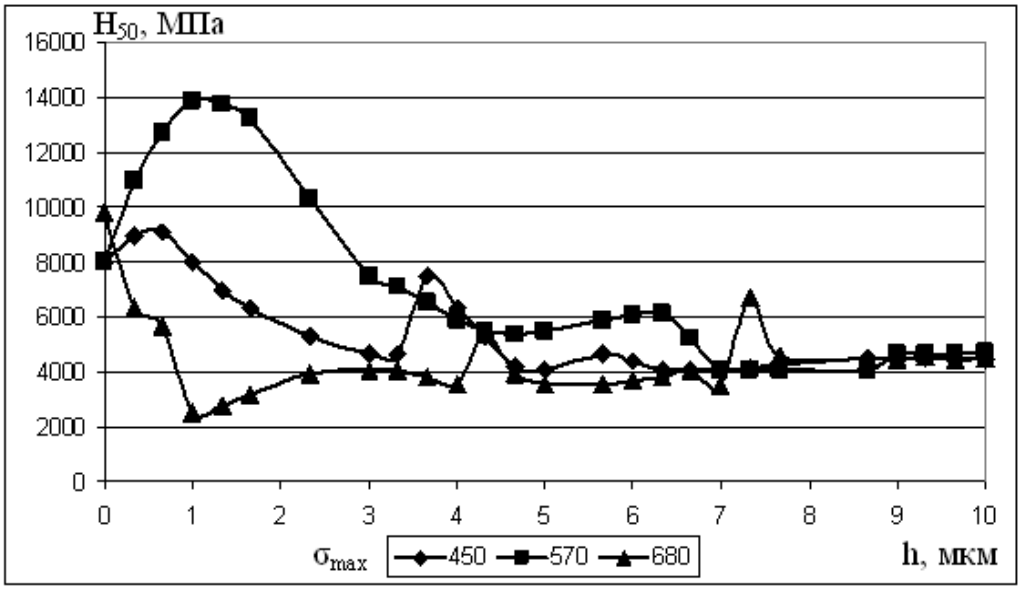


Рисунок 3 – Зміна мікротвердості приповерхневих шарів випереджаючого зразка сталі 40Х при змащуванні відпрацьованою оливою Honda ATF-Z1 (σ_{max} = 450, 570, 680 МПа)

По-перше, як і для відстаючої поверхні, незалежно від контактного навантаження, встановлений позитивний градієнт зміни механічних властивостей по глибині, а ступінь максимального зміцнення складає 1000:6000:200 МПа при σ_{max} 450, 570 та 680 МПа відповідно. По-друге, чіткої кореляції між зміцненням найвищих приповерхневих шарів сталі 40Х залежно від навантаження, як це спостерігається для відстаючої поверхні, не встановлено: мікротвердість даної зони становить 8000 МПа при σ_{max} 450 і 570 МПа та 9800 МПа при σmax 680 МПа. По-третє, повністю співпадають показники оцінки ширини локалізації пластичної деформації по глибині металу як для відстаючої так і для випереджаючої поверхонь, зокрема для останньої при σ_{max} 450, 570 та 680 МПа даний параметр становить 4,5:6,5:7,5 мкм.

Отже, для випереджаючої поверхні встановлені аналогічні закономірності щодо реалізації зовнішнього тертя в контакті (позитивний градієнт зміни механічних властивостей сталі), зміцнення поверхневих шарів металу та зростання ширини зони локалізації мікронапруг з підвищенням навантаження, як і для відстаючої поверхні, однак є деякі особливості динаміки зазначених процесів, які і обумовлюють, на нашу думку, підвищенні зносостійкості випереджаючої поверхні. Зокрема, збільшення мікротвердості найвищих приповерхневих шарів металу на 2000:1000:1400 МПа відповідно при σ_{max} 450, 570 та 680 МПа внаслідок зменшення ступеня розклинюючої дії оливи при еластогідродинамічному мащенні в результаті різновекторної направленості сил тертя для контактуючих поверхонь забезпечує зменшення зносу випереджаючої поверхні, незалежно від навантаження, в середньому, на 47%, в порівнянні з відстаючою поверхнею.

При σ_{max} 450 МПа, незважаючи на однакову ширину проникнення пластично-деформованих змін в приповерхневі шари контактуючих поверхонь, для випереджаючого зразка встановлено зменшення площин ліній ковзання, що характеризує зниження ступеня прихованої енергії деформації. На нашу думку, це обумовлено найменшим інтенсивним зносом контактної поверхні, в порівнянні зі всіма досліджуваними зразками сталі 40Х, – 0,65 мкм, що припадає на найбільш зміцнену зону початкового металу, яка утворилась при шліфуванні поверхні. Отже, при терті, хоча ця ділянка і розмінюється, в середньому на 1200 МПа, однак вона забезпечує достатній міцнісний бар’єр щодо накопичення мікронапруг в нижчерозташованих приповерхневих шарах металу.

При σ_{max} 570 МПа поверхнево-активні компоненти відпрацьованої оливи інтенсифікують процеси, обумовлені ефектом Ребіндера, що призводить до збільшення твердості наклепаного шару для випереджаючої поверхні ΔH50 = 3000 МПа, в порівнянні з відстаючою, а його ширина має найбільші значення – 1,8 мкм, що перешкоджає поширенню внутрішніх напруг по глибині металу, і, як наслідок, забезпечується підвищення зносостійкості даної поверхні.

При σ_{max} 680 МПа для випереджаючої поверхні реалізуються умови критичного пружньонапруженого стану приповерхневих шарів металу, які були описані і для відстаючої

поверхні, однак відмітимо зростання прихованої енергії деформації, що проявляється в коливаннях ступеня зміцнення – розміцнення приповерхневих шарів металу по глибині та збільшення ширини зони розповсюдження змін металу на 0,5 мкм, в порівнянні з відстаючою поверхнею. На нашу думку, ведучим чинником, який впливає на дані процеси, є найбільша інтенсивність зміцнення поверхневих шарів металу: відмітимо, що лише для даної контактної поверхні при напрацюванні $1 < N < 1250$ циклів наробітки спостерігається поступове зростання мікротвердості поверхневих шарів металу, незважаючи на інтенсивний знос даної поверхні (лінійний знос випереджаючої поверхні при σ_{max} 680 МПа на 12% перевищує аналогічний показник при σ_{max} 570 МПа) в результаті адсорбційного пониження міцності металу при адсорбції ПАР відпрацьованої оливи. Однак, інтенсивний вихід дислокацій на поверхню, домінування пластичної складової компоненти при збільшенні навантаження, суттєве зменшення розклинюючого ефекту компонентів оливи внаслідок різновекторної направленості сили тертя та швидкості кочення (даний параметр, на нашу думку, є найважливішим), призводять до зміцнення найвищих поверхневих шарів сталі 40Х з послідуючим різким падінням мікротвердості до 2500 МПа ($\Delta H50 =$ 7500 МПа), що призводить до збільшення концентрації внутрішніх напруг та активізує роботу дислокаційних джерел [9], які розташовані вглибині металу, внаслідок чого і збільшується ширина локалізації пластичної деформації в приповерхневих шарах випереджаючої поверхні.

Висновок. Аналіз зміни мікротвердості приповерхневих шарів металу при багатоцикловому навантаженні контактних поверхонь встановив, що на відстаючій та випереджаючій поверхнях при σ_{max} 450 МПа локалізація пластичної деформації в приповерхневому об’ємі металу в більшій мірі залежить від міцнісних характеристик сталі 40Х, тоді як при σ_{max} 570 МПа та 680 МПа активація пластичної деформації поширюється на більшу об’ємну глибину металу внаслідок зменшення критичних напруг його руйнування при адсорбції поверхнево-активних компонентів відпрацьованої оливи та внаслідок прояву пружньонапруженого стану приповерхневих шарів металу при його інтенсивній пластичній деформації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Рыбакова Л.М. Структура и износостойкость металла / Л.М. Рыбакова, Л.И. Куксенова. – М.: Машиностроение. – 1982.

2. Гормаков А.Н. Исследование триботехнических характеристик материалов. Учебно-методическое пособие / А.Н.Гормаков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005 – 21 с.

3. Дмитриченко М.Ф. Триботехніка та основи надійності машин. Навчальний посібник / М.Ф.Дмитриченко, Р.Г.Мнацаканов, О.О.Мікосянчик. – К.: ІНФОРМАВТОДОР, 2006. – 216 с.

4. Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материала / В.П. Алехин. – М.: Наука, 1983. – 280 с.

5. Sush N.P. // Wear, 1973. Vol. 25, №1. P. 111-124.

6. Липатов Ю.С. Взаимопроникающие полимерные сетки / Ю.С. Липатов, Л.М. Сергеева. – К.: 1979.

7. Лихтман В.И. Физико-химическая механика металлов / В.И. Лихтман, Е.Д. Щукин, П.А. Ребиндер. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 303 с.

8. Пинчук В.Г. Некоторые структурные предпосылки трещинообразования при трении / В.Г. Пинчук, В.Ф. Концевой // Трение и износ, том VII, №1. – 1986. С. 129 – 135.

9. Пинчук В.Г. Особенности изменения дислокационной структуры никеля при трении / В.Г. Пинчук, Б.А. Савицький, А.С. Булатов // Поверхность, физика, химия, механика, 1983. – №9. – С. 72-75.

REFERENCES

1. Rybakova L.M. Structure and wear resistance of metal. L.M. Rybakova, L.I. Kuksenova. - M.: Mechanical Engineering. - 1982. (Rus)

2. Gornakov A. N. Investigation of tribological characteristics of materials. Textbook. A.N. Gornakov. - Tomsk: Publishing house of TPU, 2005 - 21 c. (Rus)

3. Dmitrichenko N.F. Tribotekhnika and bases of reliability of machines. Train aid. N.F.Dmitrichenko, R.G.Mnacakanov, O.A.Mikosyanchik. – K.: INFORMAVTODOR, 2006. – 216 p. (Rus)

4. Alekhin V.P. Physics of strength and plasticity of the surface layers of material. V.P. Alekhin. - M.: Nauka, 1983. - 280 S. (Rus)

5. Sush N.P. Wear, 1973. Vol. 25, №1. P. 111-124. (Eng)

6. Lipatov Y.S. Interpenetrating polymer network. Y.S. Lipatov, L.M. Sergeeva. - K.: 1979. (Rus)

7. Lichtman V.I. Physico-chemical mechanics of metal. V.I. Lichtman, E.D. Shchukin, P.A., Rebinder. - M.: Izd-vo an SSSR, 1962. - 303 S.. (Rus)

8. Pinchuk V.G. Certain structural prerequisites of crack formation in friction. Century, Pinchuk, B.G. Friction and wear, vol VII, No. 1. - 1986. S. 129 - 135. (Rus)

9. Pinchuk V.G. Particularly changes in the dislocation structure of Nickel in friction. Pinchuk V.G., B.A. Sawicki, A.S. Bulatov. Surface physics, chemistry, mechanics, 1983. No. 9. - S. 72-75.Landman U. Atomic Scale Issues in Tribology: Interfacial Junctions and Nano-Elastohydrodynamics. U. Landman, W.D. Luedtke, J. Gao. Langmuir. – 1996. – Vol. 12. P. 4514 – 4524. (Rus)

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Вплив контактного навантаження на мікротвердість приповерхневих шарів досліджуваних матеріалів / М.Ф.Дмитриченко, О.М.Білякович, А.М.Савчук, Ю.О.Турица, О.А.Міланенко, О.І.Кущ, // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлені результати досліджень, які виконували на роликах, виготовлених зі сталі 40Х при максимальних контактних навантаженнях по Герцу 450, 570 та 650 МПа. Мастильний матеріал – трансмісійна олива Honda ATF-Z1.

Об'єкт дослідження – міцнісні характеристики приповерхневих шарів контактних поверхонь.

Метою роботи було дослідження впливу трибологічних процесів на міцнісні характеристики при поверхневих шарів контактних поверхонь.

Метод дослідження – дослідження мікротвердості поверхневих шарів проводили за стандартною методикою на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні 50г.

Визначено, що інтенсивний вихід дислокацій на поверхню, домінування пластичної складової компоненти при збільшенні навантаження, суттєве зменшення розклинюючого ефекту компонентів оливи внаслідок різновекторної направленості сили тертя та швидкості кочення (даний параметр, на нашу думку, є найважливішим), призводять до зміцнення найвищих поверхневих шарів сталі 40Х з послідуючим різким падінням мікротвердості до 2500 МПаАналіз зміни мікротвердості приповерхневих шарів металу при багатоцикловому навантаженні контактних поверхонь встановив, що на відстаючій та випереджаючій поверхнях при σ_{max} 450 МПа локалізація пластичної деформації в приповерхневому об’ємі металу в більшій мірі залежить від міцнісних характеристик сталі 40Х, тоді як при σ_{max} 570 МПа та 680 МПа активація пластичної деформації поширюється на більшу об’ємну глибину металу внаслідок зменшення критичних напруг його руйнування при адсорбції поверхнево-активних компонентів відпрацьованої оливи та внаслідок прояву пружньонапруженого стану приповерхневих шарів металу при його інтенсивній пластичній деформації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОНТАКТНА ПОВЕРХНЯ, НАВАНТАЖЕННЯ, ПАРА ТЕРТЯ, ПРИПРАЦЮВАННЯ, ШОРСТКІСТЬ, МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ.

ABSTRACT

Dmitrichenko N.F., Bilyakovich O.N., Savchuk A.N., Turitsa Y.A., Milanenko A.A, Kusch A.I. Impact load on the contact surface microhardness layers investigated materials. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the results of research conducted on rollers made of steel 40X maximum contact stress on gerco 450, 570, and 650 MPa. Lubricant - gear oil Honda ATF-Z1.

The study the strength characteristics of the surface layers of the contact surfaces.

The aim of this work was to study the influence of tribological processes on mechanical properties of the surface layers of the contact surfaces.

Method of research - the study of microhardness of the surface layers was performed by standard methods on the microhardness tester PMT-3 at a load of 50g.

Determined that the intense output of dislocations on the surface, the dominance of the plastic component components when the load increases, a significant decrease in wedging effect of the components of the oil due to the different orientation of the friction force and rolling velocity lead to the strengthening of high surface layers of steel 40X with a subsequent sharp drop in microhardness up to 2500 MPa.

Analysis of changes in the microhardness of the surface layers metal under cyclic load of the contact surfaces has determined that the backward and forward looking surfaces at 450 MPa σ_{max} localization of plastic deformation in the near-surface volume of metal in a greater degree depends on the strength characteristics of steel 40X, while σ_{max} 570 MPa and 680 MPa activation of plastic deformation is distributed

in a large volume the depth of the metal due to the decrease of critical stresses its destruction by adsorption of surface-active components of the waste oil and due to manifestations uruguayround state of the surface layers of metal when it is severe plastic deformation.

KEYWORDS: THE CONTACT SURFACE OF THE LOAD, A PAIR OF FRICTION, BREAKING, ROUGHNESS, LUBRICANT.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Влияние контактной нагрузки на микротвердость приповерхносных слоев исследуемого материала / Н.Ф.Дмитриченко, О.Н.Билякович, А.Н.Савчук, Ю.А.Турица, А.А. Миланенко, А.И.Кущ, // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье представлены результаты исследований, проводившихся на роликах, изготовленных из стали 40Х при максимальных контактных нагрузках по Герцу 450, 570 и 650 МПа. Смазочный материал - трансмиссионное масло Honda ATF-Z1.

Объект исследования – прочностные характеристики приповерхностных слоев контактных поверхностей.

Целью работы было исследование влияния трибологических процессов на прочностные характеристики приповерхностных слоев контактных поверхностей.

Метод исследования – исследование микротвердости поверхностных слоев проводили по стандартной методике на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 50г.

Определено, что интенсивный выход дислокаций на поверхность, доминирование пластической составляющей компоненты при увеличении нагрузки, существенное уменьшение расклинивающего эффекта компонентов масла вследствие разновекторной направленности силы трения и скорости качения приводят к укреплению высоких поверхностных слоев стали 40Х с последующим резким падением микротвердости до 2500 МПа.

Анализ изменения микротвердости приповерхностных слоев металла при циклической нагрузке контактных поверхностей установил, что на отстающей и опережающей поверхностях при σ_{max} 450 МПа локализация пластической деформации в приповерхностном объеме металла в большей степени зависит от прочностных характеристик стали 40Х, тогда как при σ_{max} 570 МПа и 680 МПа активация пластической деформации распространяется на большую объемную глубину металла вследствие уменьшения критических напряжений его разрушения при адсорбции поверхностно-активных компонентов отработанного масла и вследствие проявления упругонапруженного состояния приповерхностных слоев металла при его интенсивной пластической деформации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОНТАКТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ, НАГРУЗКА, ПАРА ТРЕНИЯ, ПРИРАБОТКА, ШЕРОХОВАТОСТЬ, СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ.

АВТОРИ:

Дмитриченко Микола Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 318.

Білякович Олег Миколайович, кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технологій аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Україна, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409.

Савчук Анатолій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Туриця Юлія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Міланенко Олександр Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: milanmasla@gmail.com, тел. (044)2801886 , Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

Кущ Олексій Іванович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

AUTHORS:

Dmytrychenko Nykolay F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044)2808203, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 318.

Bilyakovych Oleg N., associate professor, National Aviation University, associate professor department of technologies of air-ports, e-mail: oleg65@voliacable.com, tel. (044)4067694, Ukraine, 03680, Kyiv, b. Cosmonaut of Komarova, 1, of. 1.409.

Savchuk Anatoliy N, associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Turytsia Yuliya A., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: yuliya_tur@ukr.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Milanenko Aleksandr A., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: milanmasla@gmail.com, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

Kushch Aleksey I., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 318.

Билякович Олег Николаевич, кандидат технических, профессор, Национальний авиационный университет, профессор кафедры «Технологій аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409.

Савчук Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Турица Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Миланенко Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: milanmasla@gmail.com, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Кущ Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри двигунів і теполотехніки, Київ, Україна.

Тамаргазін О.А., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, професор кафедри екології та технологій аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gutarevich Y.F. Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of motors and heating, Kyiv, Ukraine.

Tamargazin O.A., Ph.D., Engineering (Dr.), National Aviation University, professor department ecology and safety of vital functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.02
UDC 656.02

KONKURENCYJNOŚĆ PRZEWOZÓW MIĘDZYNARODOWYCH W TRANSPORCIE DROGOWYM W SEKTORZE POCZTOWO-KURIERSKIM

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
SIEDLECKA Sylwia,Mgr inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В ПОШТОВОМУ ТА КУР'ЄРСЬКОМУ СЕКТОРІ

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

COMPETITIVENESS OF INTERNATIONAL ROAD TRANSPORT IN THE POSTAL AND COURIER TRADE

LEJDA Kazimierz,Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
SIEDLECKA Sylwia,Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Konkurencyjność w logistyce międzynarodowej i jej analiza on-linepełnią bardzo ważną rolę. Wyraźnie widać, że logistyka międzynarodowa oraz zjawisko konkurencyjności są ze sobą związane w sposób szczególny a postęp i dalszy rozwój w obrębie obu tych dziedzin napędza w znaczącym stopniu światową gospodarkę. Od połowy lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku zauważamy znaczący wzrost przewozów ładunków za pomocą transportu drogowego, można nawet stwierdzić, że transport drogowy zdominował przewozy towarowe. Skutkiem tego jest zwiększenie ruchu na drogach europejskich i całego świata. Staje się to także przyczyną znacznego rozwoju usług w tymże sektorze, co prowadzi w efekcie do wzrostu konkurencyjności.

Przemieszczanie ładunków pomiędzy odpowiednimi podmiotami stało się codziennością. Podstawowym kryterium pozostaje sposób i efektywność przewozów. Trzeba to zrobić jak najszybciej, jak najtaniej oraz jak najlepiej.Są to podstawowe czynniki wpływające na konkurencyjność przedsiębiorstwa transportowego. Analiza czynników i otoczenia oraz jej prawidłowa interpretacja prowadzi do przewagi konkurencyjnej, co przyczynia się do rozwoju sektora usług.

Problematyka analizy konkurencyjności przy udziale transportu samochodowego w przewozach międzynarodowych jest kluczowa i wymaga podejmowania badań, dogłębnych analizi relatywnych porównań.

Charakterystyka ogólna konkurencyjności. Analiza konkurencyjności to obszerna dziedzina wiedzy, zawierająca w swojej strukturze wiele etapów, dzięki którym w szczegółowy sposób można określić pozycje przedsiębiorstwa na rynku. Z uwagi na rozmiar i zakres tematu skupiono się na kluczowych pozycjach w procesie analizy. Do jej przeprowadzenia wybrano firmy działające w sektorze pocztowo-kurierskim, które są pionierami w tej dziedzinie na rynku międzynarodowym. Przedsiębiorstwa wybrane do oceny to DHL, UPS orazTNT. Analiza konkurencyjności, którą przeprowadzono, dotyczy przewozów międzynarodowych przy użyciu transportu samochodowego.

Kryteria ogólne analizy konkurencyjności. Na analizę konkurencyjności składa się wiele czynników. W artykule wymieniono najbardziej istotne, dzięki którym uzyskuje się obraz przewozów międzynarodowych przy użyciu środków transportu drogowego.

Wśród tych czynników należy wymienić przede wszystkim [2]:

1) analizę sił konkurencji:
   - zagrożenie potencjalnymi nowymi konkurentami,
   - siła oddziaływania dostawców,
   - siła oddziaływania odbiorców,

2)ocenę pozycji konkurentów w stosunku do analizowanej firmy (mapa konkurencji),
3) przewidywane posunięcia głównych konkurentów,
4) główne walory konkurencji,
6) analizę sytuacji firmy:
   - główne wskaźniki pozycji strategicznej,

- analiza SWOT,
- pozycja w stosunku do głównych rywali,

7) plan strategiczny przedsiębiorstwa:

- ogólna strategia firmy.

Na polskim rynku kurierskim działa wiele przedsiębiorstw z tego sektora. Główne różnice pomiędzy nimi to charakter działalności oraz wielkość i kapitał jakim dysponują. Wybrane do analizy firmy DHL, UPS, TNTsą w czołówce tabeli posiadanego rynku i wiodą prym w przewozach międzynarodowych przy użyciu transportu samochodowego. Przewaga konkurencyjna tych firm rośnie także ze względu na posiadanie przez nie wieloletniego doświadczenia w zakresie wykonywanych usług, wysoce wykwalifikowanego personelu orazdzięki dostępowi do ogromnego kapitału.

Do najważniejszych konkurentów zagranicznych oraz krajowych wymienionych firm można zaliczyć:

- Direct Parcel Distribution (DPD),
- Szybka Paczka,
- RGW Express,
- Masterlink Express,
- Fed-EX.

Ocena konkurencyjności w odniesieniu do analizowanych firm na rynku międzynarodowym. Mapa konkurencji, opisująca główne aspekty z działalności badanych firm, została przedstawiona w tabela 1. Jak zauważamy, różnice pomiędzy przedsiębiorstwami w aspekcie konkurencyjność są niewielkie, granice ięzy nimi zacierają się wyraźniei trudno wskazać przedsiębiorstwo, które w większym stopniu mogłoby osiągnąć pożądaną przewagę konkurencyjną na rynku transportu międzynarodowego.

Tabela1. Ocena wskaźników analizowanych firm

Czynniki	DHL	UPS	TNT
Udział w rynku	**33%**	**17%**	**41%**
Ceny	Średnie	Niższe niż u konkurencji	Niskie
Jakość	SystemyISO, Laureat „*Wybór konsumentów2011*”, jakość obsługi klienta, Top100 rankingu najprzyjaźniejsza firma w Polsce	Wysoka, szereg ciekawych rozwiązań, innowacyjne udogodnienia, wysoka jakość usług transportowych	2008 r. – 3 razy laureat „*Złotego godła*” w programie badania satysfakcji klientów „Operator Logistyczny”
Terminowość	Bardzo dobra	Precyzyjna i punktualna dostawa	Z dokładnością do konkretnego dnia
Dostępność	Duża	Bardzo duża	Poniżej poziomu konkurencji
Pozycja finansowa	Firma posiada pełną płynność finansową	Bardzo duży kapitał, znakomita płynność finansowa	Firma zajmuje pod tym względem ostatnie miejsce spośród analizowanych
Strategia	Strategia zrównoważonego rozwoju, rozwój w głównej mierze przesyłek Express	Rozwój przedsiębiorstwa poprzez dużą ekspansję placówek i gęstą sieć oddziałów	Główny nacisk postawiony na umocnienie marki na rynku oraz na prowadzeniu dużych projektów
Priorytet zorientowany na klienta	Wysoki	Zadowalający	Wysoki
Innowacyjność	Cel priorytetowy	Cel priorytetowy	Cel priorytetowy
Bezpieczeństwo i niezawodność	Gwarancja, ubezpieczenie przesyłek, monitorowanie paczek, systemy GPS	Gwarancja, ubezpieczenie przesyłek, monitorowanie paczek, systemy GPS	Gwarancja, ubezpieczenie przesyłek, monitorowanie paczek, dwustronna wymiana informacji pracownik-spedytor
Poziom kapitału	Wysoki	Wysoki	Wysoki

Analiza SWOT wybranych firm transportowych. Jedną ze stosowanych metod analizy strategicznej czynników konkurencyjności firmy jest analiza SWOT. Polega ona na analizie szans i zagrożeń oraz silnych i słabych stron, które firma może napotkać na swojej drodze w trakcie swojego działania. Głównym celem analizy jest sprecyzowanie celów strategicznych przedsiębiorstwa. Wymaga to zdefiniowania stanu obecnego w jakim aktualnie znajduje się organizacja, w jaki sposób firma może

osiągnąć zamierzony cel oraz czym ma się stać w przyszłości. Analiza czynników konkurencyjności przedsiębiorstwa obejmuje następujące obszary funkcjonowania [4]:

- metodologię, sposób i styl zarządzania,
- strukturę organizacyjną, system informacji i komunikacji,
- realizację procesów produkcyjnych,
- marketing i promocje, techniki sprzedaży, rynki zbytu, rozwój zasobów ludzkich oraz dostaw.

Pierwsze litery słowa SWOT pochodzą od czynników klasyfikujących możliwości firmy:

- strenghts (mocne strony: wszystkie takie czynniki, które stanowią atut, przewagę, zaletę analizowanego podmiotu),
- weaknesses (słabe strony: wszystkie takie czynniki, które określają słabość, barierę, wadę analizowanego podmiotu),
- opportunities (szanse przedsiębiorstwa: wszystkie takie czynniki, które stwarzają dla analizowanego podmiotu szansę korzystnej zmiany),
- threats (zagrożenia: wszystkie takie czynniki, które stwarzają dla analizowanego podmiotu niebezpieczeństwo zmiany niekorzystnej).

Analiza polega na identyfikacji 4 wyżej wymienionych grup czynników, opisaniu ich wpływu na przyszłościowy rozwój organizacji i jej wykorzystaniu w celu wzmocnienia strategii lub często wprowadzenia dużych zmian, niezbędnych do poprawienia pozycji na rynku. Analiza SWOT nie wymaga opisywania i wyszczególnienia wszystkich czynników, wystarcza wskazanie konkretnych i charakterystycznych elementów, w oparciu o które przygotowywana jest analiza. Należy również ustalić skalę punktową, przypisującą wartości od np. -5 do +5 poszczególnym czynnikom, co ma uprościć ustalenie priorytetowych kryteriów dla każdej z grup. Najwięcej problemów napotyka się przy ocenie czynników niewymiernych, takich jak np.: szanse firmy lub takich, gdzie nie ma konkretnych danych liczbowych, dzięki którym w oczywisty sposób dokonuje się klasyfikacji [5].

Analiza SWOT pozwala także określić przyszłość przedsiębiorstwa w najbliższych latach ijego strategię rozwojową. Silne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia określają nową wizję ocenianych firm na kolejne lata. W tabeli 2,3 i 4została przeprowadzonaanaliza SWOT dla wybranych przedsiębiorstw realizujących przewozy pocztowo-kurierskie.

Tabela 2.Analiza SWOT – DHL

Silne strony	**Słabe strony**
• znajomość potrzeb klientów i utrzymywanie bliskichkontaktów z klientami, • korzystna lokalizacja, • unikatowe umiejętności, • dużydostęp do tanich źródeł finansowania, • własna, unikalna technologia, • licznepatenty, • znakomici menadżerowie, • wykwalifikowana kadra, • ogromne zasoby firmy, • ponad 30-procentowy udział w rynku, • liczne innowacje usług i produktów, • konkurencyjne ceny i warunki umowy, • wysoka jakość produktów i usług, • szeroka gama produktów o różnym stopniu zróżnicowania, • unikatowa, rozpoznawalna marka, • pozytywnywizerunek przedsiębiorstwa i jego usług, • wysokie zaangażowanie w walce o przewagę nad konkurencją, • szerokie kanały dystrybucji, • duża liczba magazynów przeładunkowych, • duża liczba punktów przeładunkowych. •	• zbyt słaba promocja firmy, • średnia pozycja konkurencyjna, • niska rentowność, za mały potencjał wytwórczy, • dużykoszt jednostkowy pracownika, • brak precyzyjnie zdefiniowanej i określonej strategii działania, • zbyt wolne nadążanie zawciąż rosnącym postępem, • niewystarczający poziom marketingu.

Szanse	Zagrożenia
• dostęp do innowacyjnych segmentów rynku, • możliwość przejęcia niektórych rynków zbytu, • zróżnicowanie oferty, • osiągnięcie wyższej pozycji na rynku, • zdefiniowanie się na nowo powstałe grupy klientów.	• spadek sprzedaży usług firmy, • pojawienie się nowych konkurentów, • obniżenie koniunktury, • spadek zainteresowania nabywców, • załamanie rynku, • utrata klientów z określonego rynku zbytu, • niekorzystneprzemiany w sferze demograficznej.

Tabela3. Analiza SWOT – UPS

Silne strony	Słabe strony
• bardzo krótki czas oczekiwania na kuriera, • duża dostępność i szeroki wachlarz usług, • konkurencyjne ceny, • wysoka jakość oferowanych usług, • zaawansowany system komputerowy, • duży udział w rynku transportowym, • duża gwarancja bezpieczeństwa przewozu, • postęp w sferze technologicznej, • system „śledzenia paczki”, • duży wzrost inwestycji w sektorze transportu drogowego, • duża dyscyplina terminowości dostawy, • znakomita opinia klientów, • dobra pozycja na rynku UE.	• brak ukierunkowanej sieci połączeń do obsługi dużej ilości klientów, • technologicznie i kadrowo słaby poziom, • marketing na niskim poziomie, • reklama słabo rozpowszechniona, • wysokie koszty eksploatacji, • słabo wykwalifikowani kierowcy, • kiepsko rozwinięta sieć magazynowa, • brak inwestorów strategicznych, • znikomy stopień współpracy z innymi przedsiębiorcami, • słaba ekspansja na rynek lokalny i międzynarodowy.
Szanse	**Zagrożenia**
• pojawienie się nowych grup klientów, • rozwijająca się bankowość(kredyty), • wkroczenie na nowe rynki zbytu, • możliwość rozwoju na więcej państw w sferze międzynarodowej, • stałe podnoszenie kwalifikacji kadry.	• zwiększenie się liczby ofert konkurencji, • niż demograficzny, • wzrost sprzedaży usługinnych firmy, • szybki postęp w wymianie floty samochodowej w konkurencyjnych firmach, zmiany w usługach itp.

Tabela4. Analiza SWOT – TNT

Mocne strony	Słabe strony
• bogata tradycja – długi staż na rynku, • znakomita znajomość dostawców, • dobrzerozpoznawalna marka, • duży udział w rynkach usługowych, • dobra współpraca z różnymi operatorami na rynkach europejskich i światowych, • znakomity system on-line, • bogata oferta usługowa, • ogromna sieć dystrybucji usług, • dobra pozycja negocjacyjna, • bardzo dobra znajomość rynku globalnego, • monopol w niektórych częściach rynku, • olbrzymie doświadczenie, • znakomicie zarządzająca kadra .	• niesprecyzowane perspektywy rozwoju firmy w przyszłości, • niekorzystny wizerunek firmy w niektórych sektorach gospodarki w odniesieniu do działań monopolistycznych, • kiepsko rozwinięte zaplecze badawczo-rozwojowe, • niedostatecznie rozwinięty system wdrażania i adaptacji zaawansowanych systemów informacyjnych i informatycznych, • obniżona jakość usług przy większych zamówieniach.
Szanse	**Zagrożenia**

• pojawienie się nowych grup odbiorców, • szersza możliwość rozwoju usług na rynki międzynarodowe, • rozwój innowacyjności.	• możliwość pojawienia się niesprecyzowanej konkurencji, • niekorzystne regulacje prawne w sferze usług, • zmniejszenie popytu na usługi, • duże wahania kursów walutowych.

Podsumowanie. W pracy przeprowadzono analizę konkurencyjności przewozów międzynarodowych środkami transportu samochodowego na podstawie trzech pionierów pocztowo-kurierskich: TNT Express Worldwide, DHL Worldwide Express i United Parcel Service (UPS).

Podsumowując analizę konkurencyjności, biorąc pod uwagę sytuację rynkową, analizę SWOT oraz ocenę pozycji nad konkurencją należy stwierdzić, że najważniejszą sprawą w odniesieniu do wszystkich trzech przedsiębiorstw jest wzmocnienie pozycji firm na rynku oraz intensyfikacja działań marketingowych. Głównym elementem do poprawy jest również jakość na każdym poziomie oferowanej usługi transportowej. Jakość rozumiana w kontekście obsługi klienta to głównie terminowość usługi oraz bezpieczeństwo przesyłki. Innowacyjność to także ważny aspekt, która powinna być stawiana na wysokim miejscu, ponieważ to rozwój techniki napędza gospodarkę.W obszarze tym istnieje ogromny potencjał, który w różny sposób można wykorzystać do poprawienia swojej sytuacji konkurencyjnej.

Analiza konkurencyjności wybranych firm pocztowo-kurierskich, specjalizujących się w różnych dziedzinach logistyki międzynarodowej przy użyciu transportu samochodowego, pozwala sformułować następujące wnioski:

- konkurencyjność w sektorze pocztowo-kurierskim dotycząca przewozów międzynarodowych jest bardzo wysoka,
- wyróżniającą się firmą spośród analizowanych, biorąc pod uwagę wszystkie wskaźniki, jest United Parcel Service (UPS),
- każde zaprezentowane przedsiębiorstwo charakteryzuje się mocnymi i słabymi elementami oceny w stosunku do konkurencji,
- przeanalizowane przedsiębiorstwa prezentują podobną strategię i należy przyjąć, że szanse oraz zagrożenia na rynku są bardzo zbliżone i wpływają w podobny sposób na planowanie strategiczne tych firm,
- wszystkie analizowane firmy prezentują relatywnie wysoki poziom jakościowy w odniesieniu do innych usługodawców na rynku o podobnym profilu działalności.

LITERATURA

[1] Brdulak H.:Rynek usług TSL w Polsce, „Logistyka” 2004, nr 3.

[2] Walczak W.:Niematerialne determinanty konkurencyjności współczesnych przedsiębiorstw. M. Matejun (red.), Konkurencyjność, jako determinanta rozwoju przedsiębiorstwa, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.

[3] www.wsz-pou.edu.pl/ Knap-Stefaniuk A.: Innowacje a konkurencyjność przedsiębiorstw

[4] www.iso.org.pl/analiza-swot

[5] www.eurofin.pl/

[6] serwisy internetowe firm kurierskich: DHL, TNT, UPS.

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Konkurencyjność przewozów międzynarodowych w transporcie drogowym w sektorze pocztowo-kurierskim / LEJDA Kazimierz, SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NTU, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono podstawowe zagadnienia z logistyki międzynarodowej oraz analizy konkurencyjności w przewozach pocztowo-kurierskich. Opisano także metodykę analizy konkurencyjności. Dodatkowo, przeprowadzono analizę SWOT trzech firm kurierskich(DHL, TNT, UPS) oraz podsumowano całość opracowania.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Конкурентоспроможність міжнародних перевезень автомобільним транспортом в поштовому та кур'єрському секторі / ЛЕЙДА Казімеж, СІДЛЕЦЬКА Сільвія // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Наведено основні поняття в галузі міжнародної логістики і аналіз конкуренції в поштових та кур'єрських перевезенях.Також описано методологію для аналізу конкурентоспроможності. Крім того, проведено SWOT аналіз трьох кур'єрських компаній (DHL, TNT, UPS).

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz, SIEDLECKA Sylwia. Competitiveness of international road transport in the postal and courier trade. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the basic issues of international logistics and the analysis of competitiveness in postal and courier trade. Describes alsothe methodology of the analysis of the competitiveness. Additionally, an analysis of SWOT three courier companies DHL, TNT and UPS was conducted.

AUTORZY:

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

SIEDLECKA Sylwia, Mgrinż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowychi Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

LEJDA Kazimierz**,** Prof**.** DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

SIEDLECKA Sylwia, Mgr inż.,Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Dean of Automobile Mechanic Faculty, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.71 + 711.553.9
UDC 656.71 + 711.553.9

INVENTORY OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE AVIATION SECTOR

Zaporozhets O.I., Doctor of Technical Sciences, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОБЛЕМ В АВВІАЦІЙНОМУ СЕКТОРІ ТРАНСПОРТУ

Запорожець О.І., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ПРОБЛЕМ В АВИАЦИОННОМ СЕКТОРЕ ТРАНСПОРТА

Запорожец А.И., доктор технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Introduction. In the air transportation system air traffic is centered on airports. For the population living in the vicinity of airports, this implies involuntary exposure to a number of impacts, including the risk of aircraft accidents. Current inventory of environmental problems in the aviation sector is groups them into seven categories [1**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]: aircraft noise, air pollution near airports, global phenomena, airport/infrastructure construction, water/soil pollution near airports, airport waste management, and aircraft accidents/incidents.

Before to consider further the inventory as a whole and one of its particular elements – aircraft accidents/incidents, we may put a look on environmental safety in general. Environmental safety is a state of the environment, which ensures the prevention of its degradation and risks to human health [2]. Environmental safety is a component of the national safety and security, which provides the protection of vital interests of individuals, society, the environment and the state of real or potential threats posed by man-made or natural factors concerning the environment [3]. At current stage of human development the main real and potential threats to the national security of any country in the environmental area are the significant anthropogenic disturbances and technological overloads, increased risks of man-made and natural disasters [4].

The risk of man-made environmental disasters at considerable extent is determined by the state of “potentially dangerous objects” or “critical objects”. Prevention of emergency situations at critical objects is provided by implementation of the system of measures to reduce their risk at these sites. Based on the possibility of man-made environmental emergencies associated with the critical objects and their negative impact on the environment and particularly on people, these facilities require special attention to their technological development, because they bear powerful man-made threats [5].

The main requirements of the emergency prevention at critical objects and infrastructures include: development of executive and organizational documents on emergency prevention; development and implementation of action plans of emergency prevention at facility; forecasting emergency situation, determine the risk of emergencies for occupational personnel and population in the surrounding area; collection, processing and delivery of information in the field of emergency prevention, protection of population and territories from dangerous effects on them; declaration of safety, licensing and liability insurance for injuries when hazardous facilities are operating; creation of the reserves of material and financial resources to emergency response [5].

Environmental safety is considered as a dynamic component of the regional system, which ensures harmonious development of the protection from real and potential anthropogenic impacts. To manage effectively the environmental safety is possible only grounding on the study of the conditions of formation and manifestations of environmental hazards, analysis of specific hazards to identify regionally significant component of danger and its sources. Environmental risk is of a complex hierarchical structure in general (Fig. 1) [6].

Technological component of environmental hazards describes the impact on people and the environment associated with technological facilities and activities. One of the most representative objects of anthropogenic impact should be allocated airports with character concentration and dominance of certain types and classes of the hazards within them.

The main objective of the system of environmental safety management is a creation and maintenance of the necessary level of protection of vital interests of all the objects of environmental safety to guarantee

favorable conditions for the safe development of the individuals, society and environment and for their sustainable development. The main element of modern system of environmental safety evaluation is an assessment of risk and account of the probability of the negative impact of various anthropogenic factors. Therefore, the primary objective of the study of environmental safety is the identification of anthropogenic factors that can lead to violation of the environmental safety, particularly of the population in the vicinity of airports.

Airports of civil aviation provide an excessive anthropogenic pressure on environment, in conditions of simultaneous presence of hazardous constituents of the different genesis, and the unfavorable positioning of their sources. Placement and functioning inside a specific area of the powerful commercial systems of different profiles, stationary objects (mechanical and galvanic stations, storages for fuels and lubricants, painting stations and pumps for pumping petroleum products, boiler installations), vehicles, cause adverse in time and place neighborhood of the significant number of hazardous factors, and significantly enhance their negative impact on population around airports. Specific dominant environmental hazards of the airports are traffic accidents, including aircraft accidents and incidents, due to their unfavorable localization relatively to the natural and human environs to which they have an impact.

In particular in [6] there is proposed a hierarchical structure of man-made hazards, highlighting the hazards generated by operating factors, with a limited number of subtypes. On the basis of fulfilled investigations this hierarchical system of hazards was extended under normal and abnormal operational conditions of the . The class of man-made environmental safety consists of hazards produced by the factors: chemical, physical, biological, landscape-transforming, informational, innovative designing, operational. In particular operational factors are defined by: malfunctions in technologies, systems and designs, human insufficient performances and errors, malfunction in informational systems, which provide the management and control of the overall human-techno-systems, conditions of outer environment, inside which the human-techno-systems are operating. Among these man-made environmental hazards the specific factors are formed, which are associated with uncontrolled withdrawal of lands near the airports for industrial and residential construction.

Abnormal conditions can lead to accidents, in fact - to traffic or aircraft accidents related to impact on environment: the risk to third party (impairments in health of the population, even fatal consequences for people living around airports); risk to wildlife, especially for birds (with reverse risk to safety in collision with aircraft); risk associated with the infrastructures surrounding the airport areas (storages of hazardous substances, pipelines, other critical objects, etc.). In such case both types—the environmental and flight safety hazards—produce the genesis of the factors, which sufficiently enhance the environmental hazards. Only a balanced approach, similar to aircraft noise control, formulated by ICAO, may efficiently manage such complicated hazardous system.

The basis of the balanced approach to the general problem of environmental protection consists of: implementation of measures to reduce the adverse effects of aircraft during their operation in environment; zoning, planning and control of land use around; monitoring levels of exposure to adverse factors inside airport area and in its vicinity; implementation of economic regulations to environmental protection, etc.

The ICAO Airport Planning Manual (Doc 9184, first published in 1999) [7] includes a discussion on third party risk issues in its Part 2 on Land Use and Environmental Control. Third party risk (TPR) is in many ways similar to local air quality and noise issues in that it impacts mainly the population living close to airports: this population gains certain economic, employment or other benefits from air traffic but is also subject to its negative effects. Noise and third party issues also carry similar implications in terms of zoning and land use planning: different levels of protection zones with respect to noise and TPR exposure can be established around airports, restricting land use and further developments. Third party risk is therefore not merely a safety issue, although the accident rates (based either on historical data or modelling and simulations) used in TPR calculations are naturally related to aviation safety. Environmental problems might arise from aircraft accidents while incidents involving dangerous goods carried as cargo are likely to occur only under exceptional circumstances. Action taken to improve aviation safety helps to reduce the likelihood of these problems. The quantities of dangerous goods carried on aircraft are so small that they only pose environmental hazards of a very localized nature. In the event of accidents, fuel spills could be of environmental concern but a fire is a much greater risk.

It is important to note that ICAO and ACARE targets and goals are not only to reduce noise levels and air pollution concentrations: the novelty of the approach is the idea that noise and air pollution reduction at receiver point are not the final objective for the society, but a tool to achieve the real final goal which is the reduction of the noise and air pollution effects. This effect is defined currently by ICAO as a reduction of the number of people affected by aircraft noise and air pollution [8]. The same approach is needed when

analyzing the effects of aircraft accident risk—the aim is to reduce the number of people affected by this risk, while there can also be damage to material assets and ecological systems.

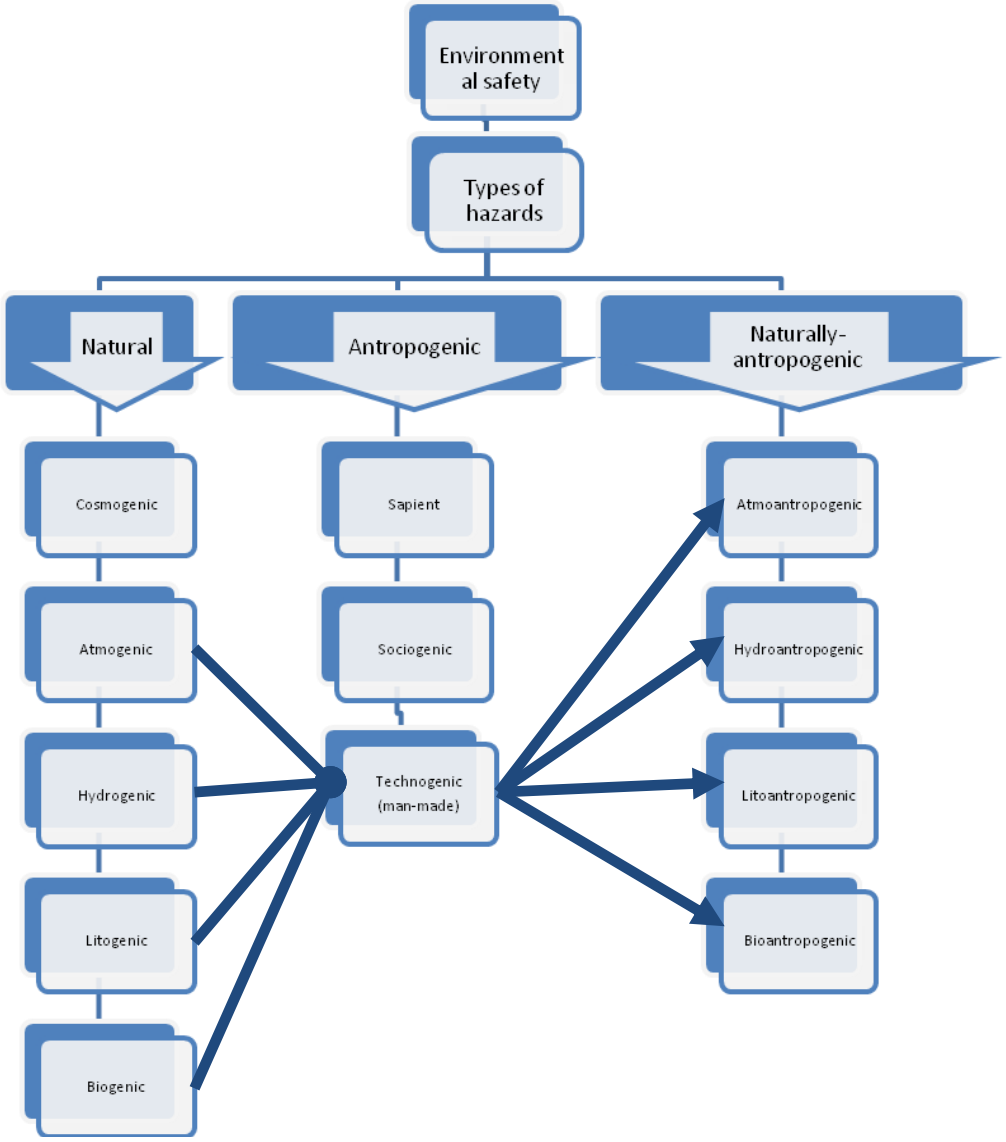


Figure 1. General hierarchical structure of environmental risk

Until recently, risks to health and life were defined largely from the purely scientific perspective, even though it has been recognized for some time that risks are commonly understood and interpreted very differently by different groups in a society, such as scientists, professionals, managers, the general public and politicians. Assessment and management of risks to human health and life is a relatively new area of study that has been expanding steadily since the early 1970s [9]. It began by focusing on developing scientific methods for identifying and describing hazards and for assessing the probability of associated adverse outcomes and their consequences. Particular attention has been given to the type and scale of the adverse consequences, up to mortality. Early studies on risk were mainly developed in the US and Europe [10].

During the early 1980s, risk analysis evolved into the two main phases of risk assessment and risk management, as more attention was given to how hazards or risk factors could be controlled at both the individual level (individual risk) and by society (societal risk) as a whole. The emphasis moved from determining the probability of adverse events for different risk factors to assessing the scale and range of possible consequences, and at the same moment reducing any uncertainties in used estimates [11]. Mortality is commonly seen as one of the most important consequences. Many risks were characterized as behavioural in origin and largely under individual control, which gave rise to the lifestyle approach in health promotion.

Risk assessment can be defined as a systematic approach to estimate the burden of disease and/or injury resulting from different hazards [8]. The first estimates of disease and injury burden attributable to a

set of different hazards were reported in the global burden of disease study [12, 13]. All the defined risk factors that were assessed were either exposures to the environment (for example, unsafe water [14]), human behaviour (for example, tobacco smoking [15]) or physiological states (for example, hypertension [16]). There was a lack of comparability between different risk factor assessments due to different degrees of reliability in assessing risk factors and lack of standard comparison between the groups.

World Health Organization (WHO) considers that transportation (road, aircraft, rail, etc.) traffic injuries are a major but neglected global public health problem, requiring concerted efforts for effective and sustainable prevention [17]. Worldwide, the number of people killed in transportation (mainly road) traffic crashes each year is estimated at over the 1 million, while the number injured could be as high as 50 million. Transportation traffic accidents are estimated to be the eighth leading cause of death globally, with an impact similar to that caused by many communicable diseases, such as malaria [18]. Forecasts for 2020 predict that this hazard will be the 3rd in rank order of disability-adjusted life years (DALYs) for the 10 leading causes of the global burden of disease [17]. At the national level transportation traffic injuries result in considerable financial costs, particularly to developing economies. Indeed, transportation traffic injuries are estimated to cost low- and middle-income countries between 1–2 % of their gross national product, estimated at over US$ 100 billion a year [19].

Injuries represent 12% of the global burden of disease, the third most important cause of overall mortality, amounting to 2.3% of all deaths, and the main cause of death among 1–40-year-olds. Because many such deaths occur in young adults, with significant loss of life, the proportion of disease burden measured in DALYs is greater—about 2.8% of the total. According to WHO data, deaths from transportation traffic injuries account for around 25% of all deaths from injury [20]. Approaches to improving traffic safety fall into three broad groups: engineering measures (e.g. airport design and air traffic management), vehicle design and equipment (e.g. seat belts for passengers and airport runway light systems) and operational measures (e.g. speed limits, and restrictions on drinking for pilots and drivers).

Since the last major WHO world report on traffic safety issued over 40 years ago [17], there has been a major change in the perception, understanding and practice of traffic injury prevention—a shift of paradigms—among traffic safety professionals around the world. One of the main contributions to this shift is made by the approach that transportation safety is a multi-sectoral issue and a public health issue—all sectors, including health, need to be fully engaged in responsibility, activity and advocacy for traffic crash injury prevention. Traditionally, transportation safety has been assumed to be the responsibility of the transport sector, with the main focus within this sector limited to building infrastructure and managing traffic growth. In general, the public health sector was slow to become involved [21, 22].

The public health approach to transportation traffic injury prevention is based on science. The approach draws on knowledge from medicine, biomechanics, epidemiology, sociology, behavioural science, criminology, education, economics, engineering and other disciplines. Cross-sectoral collaboration is essential here, and this is something the public health sector is in a good position to promote. In all regions of the world, to prevent death and disabling injury during transportation, a traffic system better adapted to the physical vulnerabilities of its users needs to be created—with the use of better crash protected vehicles and transportation infrastructure. If greater attention in designing the transport system were to be given to the tolerance of the human body to injury, there would be substantial benefits [17]. While the health sector is only one of the many bodies involved in transportation safety—and usually not even the leading one—it nonetheless has an important role to play (see Figure 1). These include:

- discovering, through injury surveillance and surveys, as much as possible about all aspects of crash injury by systematically collecting data on the magnitude, scope, characteristics and consequences of the crashes;
- researching the causes of traffic crashes and injuries, and in doing so trying to determine:
  - causes and correlations of crash injury,
  - factors that increase or decrease risk,
  - factors that might be modifiable through interventions;
- exploring ways to prevent and reduce the severity of injuries in traffic crashes by designing, implementing, monitoring and evaluating appropriate interventions;
- helping to implement, across a range of settings, interventions that appear promising, especially in the area of human behaviour, disseminating information on the outcomes, and evaluating the cost-effectiveness of these programmes;
- working to persuade policy-makers and decision-makers of the necessity to address injuries in general as a major issue, and of the importance of adopting improved approaches to traffic safety;

- translating effective science-based information into policies and practices that protect third party individuals to transportation traffic;
- promoting capacity building in all these areas, particularly in the gathering of information and in research.

In global environmental policy deliberations, transportation safety was also recognized at the recent Rio+20 UN Conference on Sustainable Development. There a clear link was made between transportation safety and sustainable development. Encouraging sustainable transport policy must include making non-motorized forms of transport accessible and safe: 27% of global road traffic deaths are among pedestrians and cyclists (alsomay considered as third party to motorized transportation. To date, these road users have been neglected in transport and planning policy.

Figure 1 Transportation traffic injury as a public health problem [17]

The convergence of air traffic over areas surrounding airports implies for people living in the vicinity an involuntary exposure to a number of impacts, such as aircraft accidents [23, 24]. Whilst crashes with significant civilian casualties are infrequent, most aircraft accidents occur on take-off or landing [24] and people on the ground near airports run a heightened risk of death or serious injury. A fatal injury is defined as an injury that results in death within 30 days of the accident. Fatal injuries are further sub-divided into on-board fatalities and third party fatalities. If a fatality concerns persons outside the aircraft, then these are treated as third party fatalities. Accordingly, such a risk is known as Third Party Risk (TPR) when the people exposed are there for reasons unrelated to aviation, for instance people living in the airport vicinity.

Conclusion. There are a number of ways in which the environmental impacts of airports are currently regulated. Planning regimes and policies exist at local, regional and national levels and provide a framework that allows airports to seek permission to construct and operate facilities—runways, passenger terminals and so on—and expand to meet demand. These actions are subject to scrutiny of varying degrees. A zone policy with land use restrictions applied to domestic and commercial development and transport links based on rigorous risk assessment, consequence and cost benefit analysis (including societal risk) should underpin safety zone policy development. In TPR context, these zones are usually called Public Safety Zones (PSZs). The stated aim of this policy is: “to minimize the number of people on the ground at risk of death or injury in the event of an air crash on take-off or landing” [25,26].

REFERENCES

1. John Crayston. ICAO group identifies environmental problems associated with civil aviation ICAO Journal, August, 2002. p. 4-5.

2. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України № 1264-12 від 25.06.1991 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12.

3. Єгоров Ю. В. Державно-управлінські механізми здійснення політики екологічної безпеки України [Електронний ресурс] / Ю. В. Єгоров // Державне управління : удосконалення та розвиток. – 2011. – № 4. – Режим доступу: http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=273.

4. Про основи національної безпеки України: Закон України № 964-IV від 19.06.2003 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу:

http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/964-15.

5. Ілляшенко І. О. Потенційно небезпечні об’єкти як джерела екологічної небезпеки [Електронний ресурс] / І. О. Ілляшенко // Ефективна економіка. – 2012. – № 12. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1645.

6. Шмандій В. М. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави / В. М. Шмандій, О. В. Шмандій // Екологічна безпека. – Кременчук : КДПУ, 2008. – №1. – С. 9–15.

7. Airport Planning Manual, Part. 2 al par. 5.4 “Risk of Aircraft Accident around Airports”. ICAO Doc. 9184. Fourth edition. (2002).

8. Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection — Climate change. Resolution A38-18 in ICAO Assembly Resolutions in Force, Doc 1002. Published by authority of the Secretary General, International Civil Aviation Organization (as of 4 October 2013).

9. Reducing Risks, Promoting Healthy Life. The World Health Report 2002© World Health Organization 2002

10. Kates RW, Kasperson JX. Comparative risk analysis of technological hazards: a review. Proceedings of the National Academy of Sciences 1983; 80:7027-38.

11. Royal Society. Risk analysis, perception and management. London: Royal Society; 1992.

12. Murray CJL, Lopez AD. Quantifying the burden of disease and injury attributable to ten major risk factors. In: Murray CJL, Lopez AD, editors. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1996. p. 295-324.

13. Murray CJL, Lopez AD. Global patterns of cause of death and burden of disease in 1990, with projections to 2020. In: Investing in health research and development. Report of the Ad Hoc Committee on Health Research Relating to Future Intervention Options. Geneva: World Health Organization; 1996.

14. Smith KR, Corvalan CF, Kjellstrom T. How much global ill health is attributable to environmental factors? Epidemiology 1999; 10:573-84.

15. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M, Heath CW. Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimates from national vital statistics. Lancet 1992; 339:1268-78.

16. Rodgers A, Lawes C, MacMahon S. The global burden of cardiovascular disease conferred by raised blood pressure. Benefits of reversal of blood pressure-related cardiovascular risk in Eastern Asia. Journal of Hypertension 2000; 18 (Suppl):S3-S5.

17. World report on road traffic injury prevention / edited by Margie Peden, World Health Organization 2004.

18. Economic Commission for Europe Intersecretariat Working Group on Transport Statistics. Glossary of transport statistics, 3 rd ed. New York, NY, United Nations Economic and Social Council, 2003 (TRANS/WP.6/2003/6).

19. International Classification of Diseases – 9 th Revision. Geneva, World Health Organization, 1975.

20. Peden M, McGee K, Sharma G. The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries. Geneva, World Health Organization, 2002 (http://www.who.int/violence_injury_prevention/injury/chartbook/chartb/en/, accessed 30 October 2003)..

21. Road traffic accidents: epidemiology, control and prevention. Geneva, World Health Organization, 1962.

22. Trinca GW et al. Reducing traffic injury: the global challenge. Melbourne, Royal Australasian College of Surgeons, 1988.

23. Henderson M, ed. Public health and road safety: why can’t we live with our roads? [Conference proceedings of Australian Doctors’ Fund and Royal Australasian College of Surgeons, “Keeping patients and doctors together”, Sydney, 29–30 March 1990]. (http://www.adf.com.au/archive.php?doc_id=22, accessed 30 October 2003).

24. Statistical summary of Commercial Jet Airplane Accidents, 1959 – 2008, Boeing

25. UK DETR Public Safety Zone policy consultation document, 1998

16. Jeffrey Gazzard. Environmental Policies at Europe’s Airports. Friends of the Earth Netherlands publication, 2002. [Електронний ресурс] (http://www.milieudefensie.nl).

РЕФЕРАТ

Запорожець О.І. Інвентаризація природоохоронних проблем в авіаційному секторі транспорту / О.І.Запорожець // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті виконано узагальнення та порівняння відомостей щодо інвентаризації чинників довкілля в околиці аеропорту.

Об'єкт дослідження - процес інвентаризації чинників довкілля в околиці аеропорту.

Мета роботи - визначення, порівняння і обґрунтування перспектив інвентаризації чинників впливу на довкілля в околиці аеропорту, обґрунтування засобів та засобів захисту довкілля від впливу авіації.

Метод дослідження - аналіз, узагальнення та порівняння наявних відомостей про чинники впливу на довкілля в околиці аеропорту.

Використання інвентаризації чинників довкілля для їх моделювання та оцінки має відносно недавню історію. Сучасний акцент на інвентаризаційному аналізі обумовлений тим, що розроблений на сьогодні ряд так званих моделей другого покоління (наприклад, моделі PolEmiCa, Isobella, 3PRisk) для підтримки управління забрудненням повітря, шумом, безпекою, не враховує усі чинники і особливо їх особливості впливу. Результати інвентаризаційного аналізу сприятимуть більш ефективному використанню розроблених моделей на ГІС-платформах, частково через їх високу вимогу стосовно даних, як просторових, так і часових.

Результати статті можуть бути впроваджені в процесі експлуатації авіатранспортних засобів в умовах інтелектуальних транспортних систем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АЕРОПОРТИ, ШУМ, МІСЦЕВА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ, БЕЗПЕКА, РИЗИК ТРЕТЬОЇ СТОРОНИ

ABSTRACT

Zaporozhets O.I. Inventory of environmental problems in aviation sector. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the paper the synthesis and comparison of the available information on Inventory of environmental factors in the vicinity of the airports presented.

Object of study - the process of inventory of environmental factors around the airport.

Purpose - to identify, compare and study the prospects for inventory of the environmental impact factors in the vicinity of the airports.

Research methods - analysis and comparison of available information on the factors impacting the environment in the vicinity of the airport.

The use of inventory results for exposure modelling and assessment has a relatively recent history. The current emphasis on inventory analysis is due to the fact, that so-called second-generation models have been developed (eg, PolEmiCa, Isobella, 3PRisk) to support noise and air pollution and safety management, does not account for all factors and especially their impact features. To date the results of the inventory analysis will contribute to a more efficient usage of the developed models on GIS-platforms, partly because of their high demand on data, spatial and temporal.

The results can be incorporated into the operation of aviation vehicles in intelligent transportation systems.

KEYWORDS: AIRPORTS, NOISE, LOCAL AIR QUALITY, SAFETY, THIRD PARTY RISK

РЕФЕРАТ

Запорожец А.И. Инвентаризация природоохранных проблем в авиационном секторе транспорта / А.И. Запорожец // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье выполнено обобщение и сравнение сведений по инвентаризации факторов окружающей среды в окрестности аэропортов гражданской авиации.

Объект исследования - процесс инвентаризации факторов окружающей среды в окрестности аэропорта.

Цель работы - определение, сравнение и обоснование перспектив инвентаризации факторов воздействия на окружающую среду в окрестности аэропорта, обоснование средств и средств защиты окружающей среды от воздействия авиации.

Метод исследования - анализ, обобщение и сравнение имеющихся сведений о факторах влияния на окружающую среду в окрестности аэропорта.

Использование инвентаризации факторов окружающей среды для их моделирования и оценки имеет относительно недавнюю историю. Современный акцент на инвентаризационном анализе обусловлен тем, что разработанный на сегодня ряд так называемых моделей второго поколения (например, модели PolEmiCa, Isobella, 3PRisk) для поддержки управления загрязнением воздуха, шумом, безопасностью, не учитывает все экофакторы и особенно их особенности воздействия. Результаты инвентаризационного анализа будут способствовать более эффективному использованию разработанных моделей на ГИС-платформах, частично из-за их высоких требований к данным, как пространственным, так и временным.

Результаты статьи могут быть внедрены в процессе эксплуатации воздушных средств в условиях интеллектуальных транспортных систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АЭРОПОРТЫ, ШУМ, МЕСТНОЕ КАЧЕСТВО ВОЗДУХА, БЕЗОПАСНОСТЬ, РИСК ТРЕТЬЕЙ СТОРОНЫ

АВТОР:

Запорожець Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, e-mail: zap@nau.edu.ua. тел. +3 8044-497-33-54, Україна, 03058, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

AUTHOR:

Zaporozhets Oleksandr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor National Aviation University, Head of the Chair of Safety of Life Activities.e-mail: zap@nau.edu.ua, тел. +38044-497-33-54, Ukraine, 03058, Kyiv, ave. Kosmonavta Komarova, 1.

АВТОР:

Запорожец Александр Иванович, доктор технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, e-mail: zap@nau.edu.ua, тел. +38044-497-33-54, Украина, 61002, г. Киев, просп. Космонавта Комарова, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний Авіаційний Університет, завідувач кафедри екології, Київ, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Boichenko S.V.. Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Head of the Department of Ecology, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Ecology and Human Safety. Kyiv. Ukraine.

УДК656-2
UDC 656-2

PRZEGLĄD ELEKTRONICZNYCH SYSTEMÓW POBORU OPŁAT DROGOWYCH W ZESTAWIENIU WYBRANYCH PAŃSTW EUROPEJSKICH

LIS Katarzyna, Studentka, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEW Krzysztof, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ОГЛЯД ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ЗБОРУ ДОРОЖНЬОГО МИТА ОКРЕМИХ ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН

ЛІС Катажина, студент, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕВ Кшиштоф, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

REVIEW OF ELECTRONIC SYSTEMS OF COLLECTION OF ROAD FEES IN STATEMENT OF SELECTED EUROPEAN COUNTRIES

LIS Katarzyna, Student, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LEW Krzysztof, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. System elektronicznego rozliczania się za przejazdy autostradami oraz drogami ekspresowymi funkcjonuje od wielu lat w krajach Europejskich. W czasach kiedy transport drogowy wykorzystywany jest na szeroką skalę wymusza to dbanie o stan infrastruktury drogowej.Ze wszystkich rodzajów dróg (lądowych, morskich i powietrznych) najbardziej narażone na uszkodzenia są drogi lądowe. Pobieranie opłat za przejazdy wyznaczonymi trasami dostarcza do budżetu państwa środki, które w późniejszym okresie służyć powinny rozbudowie istniejących sieci komunikacyjnych, jak również naprawie i ulepszaniu dotychczas istniejących. Pobieranie opłat drogowych jest więc uzasadnione, dlatego dla usprawnienia tego procesu wprowadza się elektroniczne systemy informatyczne.

Viatoll – elektroniczny system poboru opłat w Polsce. W Polsce od 1 lipca 2011 roku funkcjonuje viaTOLL, czyli elektroniczny system poboru opłat drogowych. Zastąpił on winiety, które wcześniej były obowiązkowym „wyposażeniem” każdego samochodu powyżej 3,5 tony. Winiety były problemowe dla większości kierowców, gdyż były dostępne w formie papierowej w konkretnych punktach sprzedaży. Konto systemuviaTOLL można uzupełnić w każdej chwili poprzez specjalny serwis internetowy, jak również w tradycyjny sposób w konkretnych punktach sprzedaży.

System viaTOLL opiera swoje działanie na bezprzewodowej technologii komunikacji o krótkim zasięgu. Podstawowe elementy z których składa się system to:

- bramownice – umieszczone nad płatnymi drogami,
- viaBOX –znajdujący się w pojeździe, służący do przekazywania zakodowanych w nim informacji o pojeździe, w celu odróżnienia go od urządzeń pokładowych stosowanych w innych krajach oznaczony jest logiem „viaTOLL”,
- anteny – znajdują się na bramownicach w celu zapewnienia komunikacji pomiędzy urządzeniem viaBOX a przekaźnikami.

Pobranie opłaty jest w pełni automatyczne i zasygnalizowane kierowcy pojedynczym sygnałem dźwiękowym [2].

Pojazdy podlegające obowiązkowi opłat elektronicznych. System elektronicznego poboru opłat jest obowiązkowy dla następujących pojazdów samochodowych:

1. Samochód ciężarowy o dopuszczalnej masie całkowitej:
- od 3,5 do 12 ton,
- od 3,5 do 12 ton z przyczepą,
- powyżej 12 ton,
- powyżej 12 ton z przyczepą z dyszlem.

2. Ciągnik siodłowy o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony z naczepą (lub bez naczepy).

3. Autobus lub autokar posiadający więcej niż 9 miejsc siedzących, włączając kierowcę oraz niezależnie od dopuszczalnej masy z przyczepą (lub bez przyczepy).

4. Mikrobus, posiadający mniej niż 9 miejsc siedzących z przyczepą, którego masa całkowita przekracza 3,5 tony.

5. Samochód osobowy z przyczepą, którego masa całkowita przekracza 3,5 tony.

Rys. 1. Urządzenie viaBOX [3]

Wszystkie te pojazdy zobowiązane są do dokonywania opłat, a kontrolę nad ich prawidłowością sprawują inspektorzy Inspekcji Transportu Drogowego. Posiadają oni stacje stacjonarne jak i przenośne,które są wyposażone w specjalne urządzenia do kontroli pojazdów. Pozwalają one określić czy urządzenia viaBOX są prawidłowo zainstalowane oraz czy opłaty są pobierane. W przypadku jakichkolwiek nieprawidłowości informacja wraz z automatycznie wygenerowanym zdjęciem pojazdu zostaje wysłana do centrum kontroli, które weryfikuje zgłoszenie. W przypadku potwierdzenia niedokonania opłaty taki pojazd musi pozostać zatrzymany. Jednocześnie sporządzony zostaje raport oraz inspektorzy podejmują decyzję o wszczęciu postępowania administracyjnego, którema na celu wyegzekwowanie kary za nieuiszczenie opłaty drogowej [2].

System naliczania opłat elektronicznych. W Polsce opłaty pobierane są na:

- autostradach płatnych,
- drogach szybkiego ruchu,
- wybranych drogach krajowych.

Od opłat mogą być zwolnione:

- pojazdy należące do Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej,
- pojazdy sił zbrojnych innych państw jeśli stanowi tak umowa międzynarodowa podpisana z Polską,
- pojazdy służb ratowniczych,
- pojazdy Biura Ochrony Rządu,
- pojazdy Policji, Inspekcji Transportu Drogowego oraz Służby Więziennej,
- pojazdy, które korzystają z drogi publicznej świadcząc pomoc humanitarną lub medyczną.

W pozostałych przypadkach opłatę ustala się na podstawie iloczynu stawki opłaty za przejazd dla danej kategorii pojazdu oraz liczby przejechanych kilometrów. Aby ustalić wysokość stawki wprowadza się kategorie pojazdów, w których można wyróżnić:

- kategorię 1 – pojazdy samochodowe o masie całkowitej mieszczącej się w przedziale od 3,5 tony do 12 ton,
- kategorię 2 – pojazdy samochodowe, których masa całkowita przekracza 12 ton,
- kategorię 3 – autobusy.

Maksymalną wysokość stawki określa Rada Ministrów biorąc pod uwagę koszty budowy drogi, koszty finansowe, utrzymania, zarządzania, ochrony, poboru opłat oraz eksploatacji.Stawka ta nie może jednak przekraczać 2 zł za przejechany kilometr.Rada Ministrów określa również, na których drogach obowiązuje obowiązek pobierania opłat [2]. Obecnie w Polsce jest około 2900km płatnych dróg [2].

Rys.1. Mapa przedstawiająca odcinki płatnych dróg w Polsce [3]

Stawki obowiązujące w Polsce. Stawki opłat elektronicznych obowiązujących w systemie viaTOLL zostały wskazane przez Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Wodnej (Tab.1, Tab. 2).

Tab. 1.Wysokość stawek opłaty elektronicznej dla dróg krajowych klasy A i S lub ich odcinków [1]

Kategoria pojazdu	**Stawka opłaty elektronicznej za przejazd 1 km drogi krajowej (w zł)**			
	Klasy pojazdów w EURO w zależności od limitów emisji spalin (1)			
	max. EURO 2	**EURO 3**	**EURO 4**	**min. EURO 5**
Pojazdy samochodowe o dopuszczalnej masie całkowitej (2) powyżej 3,5 t i poniżej 12 t	0,40	0,35	0,28	0,20
Pojazdy samochodowe o dopuszczalnej masie całkowitej (2) co najmniej 12 t	0,53	0,46	0,37	0,27
Autobusy niezależnie od dopuszczalnej masy całkowitej	0,40	0,35	0,28	0,20

Tab. 2.Wysokość stawek opłaty elektronicznej dla dróg krajowych klasy GP i G lub ich odcinków [3]

Kategoria pojazdu	**Stawka opłaty elektronicznej za przejazd 1 km drogi krajowej (w zł)**			
	Klasy pojazdów w EURO w zależności od limitów emisji spalin (1)			
	max. EURO 2	**EURO 3**	**EURO 4**	**min. EURO 5**
Pojazdy samochodowe o dopuszczalnej masie całkowitej (2) powyżej 3,5 t i poniżej 12 t	0,32	0,28	0,22	0,16
Pojazdy samochodowe o dopuszczalnej masie całkowitej (2) co najmniej 12 t	0,42	0,37	0,29	0,21
Autobusy niezależnie od dopuszczalnej masy całkowitej	0,32	0,28	0,22	0,16

Autopass – elektroniczny system poboru opłat w Norwegii. W Norwegii funkcjonuje elektroniczny system poboru opłat drogowych noszący nazwę AutoPass. Od 1 stycznia 2015 roku samochody o dopuszczalnej masie całkowite powyżej 3,5 tony,jak również autobusy zobowiązane są do posiadania urządzenia „AutoPass Box”. Budowa norweskiego przekaźnika jest bardzo zbliżona do polskiego urządzenia viaBOX [3].

Rys. 3. AutoPass Box [3]

Korzystanie z urządzenia AutoPass Box jest obowiązkowe dla wszystkich samochodów dostawczych wykorzystywanych do celów komercyjnych o masie całkowitej przekraczającej 3,5 tony. Wartości kar za niezastosowanie się do obowiązku posiadania nadajnika [3]:

- do 1000 euro w przypadku nałożenia grzywny po raz pierwszy,
- do 1400 euro jeśli zależność nie zostanie uregulowana w ciągu 2 tygodni od nałożenia,
- do 1900 euro w wypadku gdy kierowca ponownie dopuści się wykroczenia w ciągu dwóch lat od nałożenia kary.

Stawki opłat drogowych obowiązujących w Norwegii

Stawki opłat drogowych w Norwegii są zróżnicowane. W zależności od rodzaju pojazdu oraz rodzaju drogi opłaty te zmieniają się w szerokim zakresie. Oznaczenia dróg na terenie Norwegii:

- A - Autostrady 4-pasmowe,
- B - Autostrady 2-pasmowe,
- E – drogi europejskie,
- RV – drogi krajowe,
- FV – drogi lokalne.

Kategorie pojazdów:

- **1** – motocykl,
- **2** – samochód osobowy lub zespół pojazdów (samochód osobowy z przyczepą) o ciężarze nie przekraczającym 3,5 tony długości do 6 m,
- **3**– pojazd o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 tony i długości od 6 do 12,4 m,
- **4** – pasażer.

Tab. 3.Przykład zróżnicowania opłat drogowych na podstawie drogi europejskiej ø E39 – stawki podane są w NOK[3]

Oznaczenie drogi	Nazwa odcinka drogi	1	2	3	4
øE39	Royskärsletta, Listerpakken		20	40	-
øE39	Trekantsambandet, Hordaland		85	270	-
E39	Nordhordlandsbrua, Hordaland	20	45	140	-
øE39	Rennfast, Rogaland		90	280	-
øE39	Oysand – Thamshamn		16	32	-

Toll collect – elektroniczny system poboru opłat w Niemczech. Na terenie Niemiec system elektronicznego poboru opłat obowiązuje dla samochodów ciężarowych o masie powyżej 12 ton. Myto naliczane jest na podstawie przejechanego odcinku autostrady z dokładnością do 1 km. System wykorzystuje technologię satelitarną, dlatego w momencie poboru opłaty nie jest wymagane zmniejszenie prędkości ani zatrzymanie pojazdu. Wysokość opłaty zależy od klasy emisji spalin, liczby osi samochodu oraz długości płatnego odcinka drogi.

Urządzenia służące do poboru opłat wykorzystują system technologii telefonii komórkowej – GSM oraz system nawigacji satelitarnej – GPS. W samochodach montowane są tzw.OBU(On-Board Unit) automatycznie obliczające przejechane odcinki dróg, naliczające opłatę oraz przekazujące dane do centrum obliczeniowego Toll Collect.Dostępne rodzaje urządzeń OBU:

- urządzenie pokładowe w wersji zabudowanej- zainstalowane np. w szufladce DIN,
- urządzenie pokładowe w wersji odkrytej – zainstalowane na tablicy rozdzielczej.

Od poboru myta za przejazd autostradami zwolnione są [3]:

- autobusy,
- pojazdy sił zbrojnych,
- pojazdy policji,
- pojazdy obrony cywilnej i ochrony przed klęskami żywiołowymi,
- pojazdy federalne,
- pojazdy innego pogotowia,
- pojazdy używane wyłącznie do remontu i eksploatacji dróg, w tym również do czyszczenia i zimowego utrzymania dróg,
- pojazdy wykorzystywane wyłącznie do celów działalności jarmarcznej i cyrkowej,
- pojazdy, które nie są przeznaczone wyłącznie do transportu towarów, ani też nie są do tego celu używane,
- pojazdy, które są używane przez organizacje użyteczności publicznej lub organizacje dobroczynne do transportu dóbr humanitarnych w sytuacjach kryzysowych,
- pojazdy straży pożarnej.

Na terenie Niemiec opłata za przejazd autostradą samochodu ciężarowego o masie powyżej 12 ton waha się od 0,09 do 0,14 euro. Wysokość opłaty zależy od ilości osi oraz od normy emisji spalin. Klasyfikacja pojazdów pod względem emisji spalin [3]:

- 6 - Klasa EEV1,
- 5 - S5,
- 4 - S4, S3 z PMK 2,3 lub 4,
- 3 - S3 bez PMK, S2 z PMK 1, 2, 3 lub 4,
- 2 - S2 bez PMK,
- 1 - S1 oraz pojazdy nie należące do żadnej klasy emisji spalin.

Tab. 4.Wysokość stawek myta za przejechany kilometr dla niemieckiego systemu Toll Collect[3]

Kategoria	**Norma emisji spalin**	**Liczba osi**	**Stawka w euro**
A	6, 5	do 3	0,141
		od 4	0,155
B	4	do 3	0,169
		od 4	0,183
C	3	do 3	0,190
		od 4	0,204
D	2, 1	do 3	0,274
		od 4	0,288

Podsumowanie. Opłaty drogowe są głównym źródłem finansowania budowy oraz remontowania już istniejących sieci dróg. Są one także narzędziem polityki, która na celu ma zachęcenie do korzystania z alternatywnych źródeł transportu jak np. transport kolejowy czy morski. Różnorodność opłat w zależności od pory roku lub dnia powoduje, że możliwe jest sterowanie natężeniem ruchu.Pobór opłat wpływa również pozytywnie na środowisko, ponieważ posiadana przed dany pojazd norma emisji spalin przekłada sięna wysokość ponoszonej opłaty.

Zalety elektronicznych systemów poboru opłat drogowych:

- płynność ruchu na odcinkach płatnych dróg – system sam pobiera opłatę bez konieczności zatrzymywania pojazdów w punktach poboru opłat,
- łatwość i szybkość doładowania konta – użytkownik może oszczędzić czas poprzez uzupełnienie funduszy na swoim koncie korzystając z witryny internetowej,
- mniejsze prawdopodobieństwo nieuiszczenia opłaty przez kierowców – przy przejechaniu samochodu pod bramką z nadajnikiem opłata zawsze zostanie pobrana, nie ma również możliwości przejechania pojazdu bez urządzenia, ponieważ każdy pojazd jest rejestrowany. W systemie jakim są obowiązkowe, tradycyjne winiety dla samochodów ciężarowych znacznie łatwiej jest ominąć opłatę, ponieważ wyznaczone władze nie są w stanie skontrolować wszystkich pojazdów na drogach,
- szybka budowa oraz krótki okres zwrotu inwestycji.

W elektronicznych systemach poboru opłat problemem jest to, iż na terenie Europy pomimo kompatybilności technologii na jakich opierają się systemy,stanowią one ciągle osobne jednostki dla każdego państwa. Przedsiębiorca świadczący usługi transportowe poza granicami kraju zazwyczaj musi zaopatrzyć pojazd w dodatkowe urządzenie zintegrowane z konkretnym systemem. Wynajem takiego sprzętu wiąże się z dodatkowym kosztem.Wysokości kaucji za wypożyczenie na podstawie omawianych wcześniej systemów [1]:

- ViaBox (Polska) – kaucja 120 PLN,
- AutoPass Box (Norwegia) – kaucja 30 EUR,
- OBU (Niemcy) – brak kaucji.

Proces pobierania opłat drogowych jest konieczny, a rozwiązania elektronicznych systemów e-myta pozwalają znacząco usprawnić całą operacje.

LITERATURA

[1] Nowak M., Jaśkiewicz M., Jurecki R.: Systemy egzekwowania e-myta w wybranych państwach Europy. Czasopismo Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe nr 5, Radom, 2014.

[2] Ustawa z dnia 7 listopada 2008 r. o zmianie ustawy o drogach publicznych oraz niektórych innych ustaw Dz.U. z 2008 r. Nr 218, poz. 1391.

[3] Witryny internetowe dotyczące poboru e-myta w wybranych krajach Europy.

STRESZCZENIE

LIS Katarzyna. Przegląd elektronicznych systemów poboru opłat drogowych w zestawieniu wybranych państw europejskich / LIS Katarzyna, LEW Krzysztof, MĄDZIEL Maksymilian // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono charakterystykę elektronicznych systemów poboru opłat drogowych w wybranych krajach Europy. Artykuł ukazuje funkcjonowanie tych systemów, opis wykorzystywanych urządzeń oraz podstawowe stawki obowiązujące w wybranych państwach. Dopełnieniem artykułu jest zaprezentowanie zalet, jak również problemów związanych z tymi systemami.

РЕФЕРАТ

ЛІС Катажина. Огляд електронних систем збору дорожнього мита окремих європейських країн / ЛІС Катажина, ЛЕВ Кшиштоф , МОНДЗЕЛЬ Максиміліан // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлені характеристики систем електронного збору плати в окремих європейських країнах. Стаття показує функціонування цих систем, опис використовуваного обладнання та основних платіжних ставок, які, встановлені в окремих країнах. Показно переваги і проблеми, пов'язані з цими системами.

ABSTRACT

LIS Katarzyna, LEW Krzysztof, MADZIEL Maksymilian. Quality of rzeszow urban transport. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the characteristics of electronic toll collection system sin selected European countries. The article shows the functioning of these systems, the description of the used equipment and basic rates which applicable in selected countries .Complementing of this article is showing the benefits and problems associated with these systems.

AUTORZY:

LIS Katarzyna,Studentka., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

LEW Krzysztof, Mgr inż.,Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

MĄDZIELMaksymilian, Mgr inż., PolitechnikaRzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛІС Катажина, Студент, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ЛЕВ Кшиштоф, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

LIS Katarzyna, Student, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

LEW Krzysztof, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 637.1/.3:502.55
UDK 637.1/.3:502.55

ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Зюзюн В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Макаренко В.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

AS FOR THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WASTE TREATMENT FOR FACTORY

Ziuziun V.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Makarenko V.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Зюзюн В. И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Макаренко В.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В умовах зростання негативного антропогенного впливу на довкілля проблема утворення, зберігання, розміщення, передача на утилізацію, реалізація відходів як вторинної сировини на підприємствах харчової промисловості, стає все більш актуальною. При цьому захист довкілля та зменшення обсягів утворення відходів у сфері поводження з промисловими відходами повинні бути ефективними, щоб в результаті було досягнуте безвідходне виробництво.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями поводження з відходами присвячені роботи наступних дослідників: Хрутьба В.О., в своїх працях, розглядала питання поводження з відходами, які утворюються на підприємствах транспортно-дорожнього комплексу [1-2]; Левандовський Л.В., Лукашевич Є.А. вивчали вплив відходів харчової промисловості на довкілля [3]. Беляєва С.С. досліджувала питання удосконалення організаційно-економічного механізму у сфері поводження з відходами [4]; Берлінг Р.З. розглядав питання державного управління з твердими відходами [5]. В праці Замули І.В. розглядався облік виробничих відходів як фактор забезпечення раціонального природокористування [6], а в роботі Ігнатенко О.П. – еколого економічні аспекти поводження з твердими побутовими відходами в Україні [7]. Основні керівні принципи для сектора відходів визначені такими документами, як Рамкова Директива про відходи 75/442/ЄЕС, Директива про небезпечні відходи 91/689/ЄЕС, Директива 96/61/ЄС про всеохоплююче запобігання забрудненню та його контроль. Для ефективного впровадження проектів та програм поводження з відходами необхідно провести аналіз нормативно-правової політики поводження з відходами в Україні.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є формування програми поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод” положення якої сприятимуть покращенню стану навколишнього природного середовища.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ознайомитись та оцінити міжнародний і вітчизняний досвід поводження з відходами харчової галузі;
- визначити методи екологічної оцінки системи поводження з відходами;
- охарактеризувати ПАТ “Бобровицький молокозавод” як джерело техногенної небезпеки для навколишнього природного середовища;
- визначити відходи молокозаводу та оцінити реальний екологічний стан системи поводження з ними;
- сформувати комплексну програму підвищення екологічної ефективності поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод”;
- спрогнозувати результати програми.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для комплексної оцінки промислових відходів використовують метод оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) відходів [9], що передбачає збір інформації, зіставлення і оцінка вхідних потоків, а також можливого впливу на навколишнє середовище протягом всього життєвого циклу. Інвентаризаційний аналіз як стадію життєвого циклу зображено на рис. 1.

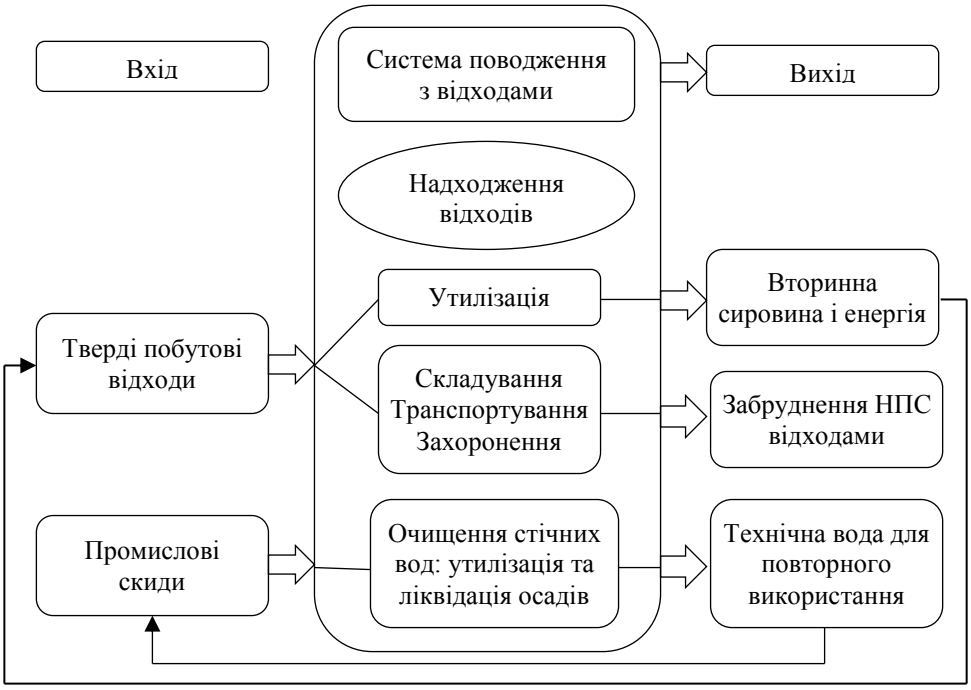


Рисунок 1 – Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу промислових відходів

Також для оцінки системи поводження з відходами як інструмент екоменеджменту використовують метод мінімізації відходів виробництва [10], який можна розглядати як будь-яку діяльність, процес або ж метод, які унеможливлюють або зменшують обсяг викидів від джерел, або дають змогу впровадити повторне використання або перероблення відходів на самому об’єкті. Мінімізацію відходів виробництва розглядають як кращий підхід порівняно з принципом «кінця труби», тому що вона може як зменшити витрати на утилізацію відходів у промисловості, так і довкілля.

Переваги мінімізації відходів виробництва [10]:

- економія витрат на сировину;
- економія витрат на поводження з відходами;
- зменшення ризику екологічних інцидентів;
- поліпшення відносин із замовниками та контролю вальними органами.

Хоча виробничі процеси можуть значно відрізнятися в різних секторах бізнесу, є певний стандартний підхід до мінімізації відходів, застосовуваний на всіх підприємствах, і ці основні заходи наведено нижче на рис. 2:

Об’єктом дослідження є ПАТ “Бобровицький молокозавод”, що розташований в місті Бобровиця Чернігівської області в 110 км від м. Києва. Потужність по переробці молокосировини - 250 тонн в добу.

Підприємство здійснює суттєвий вплив на навколишнє природне середовище..

Забруднення ґрунтів стічними водами при експлуатації установок на ПАТ “Бобровицький молокозавод” виключена за рахунок того, що:

- зливові та талі води залишаються на колишньому рівні і надходять в існуючу систему збору та відведення промзливових вод;
- виробничі стічні води утилізуються або направляються на очистку перед скиданням їх у водоймища.

На підприємстві знаходяться очисні споруди. Процес очищення стічних вод проходить таким чином: стічні води направляються через каналізаційний колектор на очисні споруди.

В процесі виробництва відбувається забруднення навколишнього середовища такими речовинами як: діоксид азоту, оксид вуглецю, метан, ртуть, аерозоль гідроокису натрію, оксид заліза, фреони.

На ПАТ “Бобровицький молокозавод” існує 4 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин, які викидають в атмосферу забруднюючі речовини. Валові викиди шкідливих речовин складають 25,4864 т/рік.

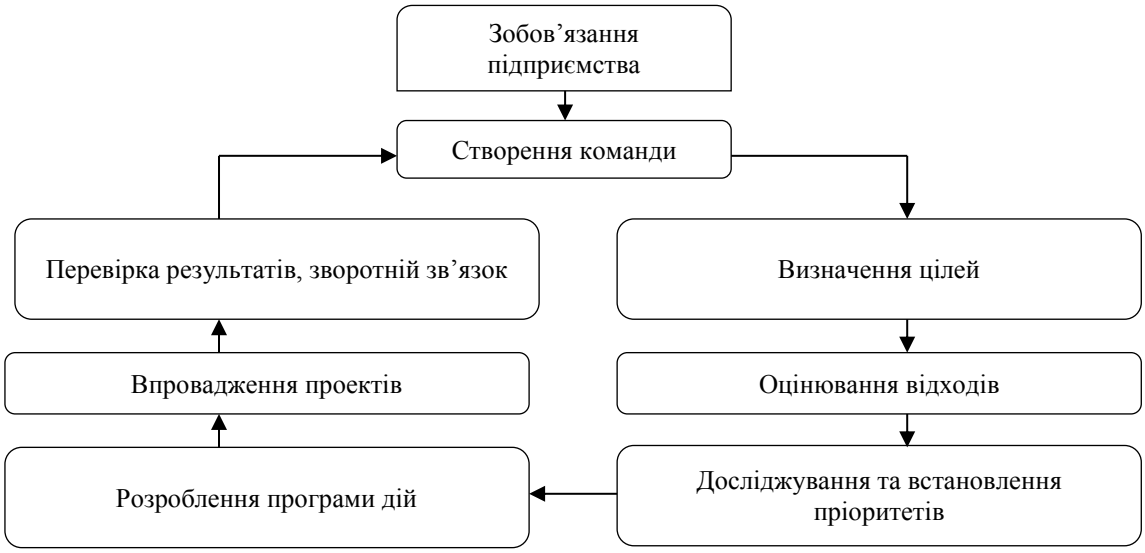


Рисунок 2 – Заходи щодо мінімізації утворення відходів

Відповідно до [9] ISO 14040 оцінка життєвого циклу відходів була проведена з чотирьох етапів: визначення цілей і сфери застосування, інвентаризаційний аналіз життєвого циклу, оцінка впливу протягом життєвого циклу та інтерпретація життєвого циклу.

Також був використаний і другий метод – метод мінімізації відходів виробництва, за яким було запропоновано зменшення відходів молочних залишків, залучивши їх до рециклінгу.

Першим етапом до розробки програми є загальний опис підприємства. На другому етапі необхідно виявлено всі відходи підприємства та описати реальний еколого-економічний стан поводження з ними. Виходячи з проведеного аналізу системи поводження з відходами, необхідно внести пропозиції покращення поводження з відходами, які не відповідають вимогам законодавства та пропозиції залучення відходів виробництва (молочних залишків)до вторинної переробки що задовольнить як екологічну, так і економічні вимоги. ОЖЦ відходів ПАТ “Бобровицький молокозавод” з застосуванням методу мінімізації відходів підприємства наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Програма поводження з промисловими відходами ПАТ “Бобровицький молокозавод”, спрямована на підвищення екологічної ефективності його діяльності

Відходи на виробництві підприємства та клас небезпеки	Існуюча система поводження з відходами на підприємстві	Заходи та пропозиції покращення системи поводження з відходами на підприємстві
Відпрацьовані мастила (II)	Зберігаються в трьохкубовій ємкості з подальшою здачею заготівельній організації (ПП “Агат-1”)	Поводження з відходом проходить за ДСанПіН 2.2.7.029-99 [11]
Вловлений пил в циклоні (IV)	Надходить в контейнер для ТПВ на території підприємства з подальшим вивозом на полігон ТПВ	Збір пилу з циклонів і подальша його передача будівельному підприємству для виробництва цегли
Зношені гумові, металеві та пластикові деталі виробничої техніки та молоковозів (IV)	Надходить в контейнер для ТПВ на території підприємства з подальшим вивозом на полігон ТПВ	Збір та розподіл деталей за матеріальним складом і подальша здача заготівельним організаціям
Відпрацьовані свинцеві акумуляторні батареї (I)	Зберігаються в окремому приміщенні, що обладнане герметичним піддоном та здаються в заготівельну організацію ТОВ “Черкаська регіональна група “Європа”	Поводження з відходом проходить за ДСанПіН 2.2.7.029-99 [11]

Сироватка для миття техніки (III)	Очисні споруди	Заміна сироватки для миття “Elgato”, в якій присутні токсини, на нетоксичний миючий засіб на основі органічних жирних кислот ТМ “SUTTER”
Молочний жир, сухе молоко, творожні залишки (IV)	Передача на очисні споруди	Встановлення промислової жироловки [12] “ОТБ” на виробництві
- Відходи поліетилену, картону, фольги - Рукавички, халати, маски - Ганчір’я, швабри, пляшки після миючих засобів - Зношені та зіпсовані каністри для палива - Зношене лабораторне обладнання (чашки Петрі, пробірки, піпетки, металеві прилади) - Офісні відходи (Папір, картон, ручки, пластикові папки, органічні залишки їжі упаковка паперова, поліетиленова, фольга, застаріла або зламана офісна техніка) (IV)	Контейнер для ТПВ на території підприємства з подальшим вивозом на полігон ТПВ	Запровадження системи роздільного збору сміття: - закупка різнокольорових контейнерів для металу, пластику, паперу та картону, гуми, текститю; - проведення навчальної роботи персоналу на виробництві по роздільному збору сміття та розміщення закликаючи стендів на дану тему; - показ екологічного фільму про накопичення відходів у всьому світі; - назначення замісника інженера з охорони праці відповідальним за дотримання правил роздільного збору відходів
Відпрацьовані люмінісцентні лампи (I)	Зберігають в окремому приміщенні в металевому ящику з подальшою здачею їх заготівельній організації ПАТ “Чернігівське хімволокно”	Поводження з відходом проходить за [11] ДСанПіН 2.2.7.029-99 “Гігієнічні вимоги, щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення”
Використані хімічні реактиви в лабораторії (сірчана кислота, ізоаміловий сирт, гідроксид натрію, аміак, формалін) (I)	Передача на очисні споруди	Збір та здача хімічних речовин на ПАТ “Рівнеазот” (небезпечні хімічні речовини, сполуки хімічного походження)
Зразки молочної продукції (молочна сироватка, молочний жир, сухе молоко, творожні залишки) (IV)	Передача на очисні споруди	Передача молочної сировини на корм
Відпрацьовані лампи розжарювання в офісних приміщеннях (III)	Зберігаються на території проммайданчика в металевих контейнерах, розташованих на твердому покритті та передаються ТОВ “Сумикомунсервіс” для розміщення на полігоні ТПВ	Заміна ламп розжарювання на люмінесцентнтні
Відпрацьовані та зіпсовані шини (IV)	Зберігаються на окремому майданчику з подальшою здачею їх заготівельній організації (ПП “ДонБас”)	Поводження з відходом проходить за ДСанПіН 2.2.7.029-99 [11]
Мул після очистки стічних вод (ганчір’я, бруд, гума, молочні залишки, папір, хімічні реактиви) (IV)	Розміщуються на мулових майданчиках з подальшим вивозом на полігон відходів	Якщо на молокозаводі встановлять перелічені заходи в попередніх підрозділах, такі як: встановлення жироловки [12], утилізація хімічних реактивів та здійснення комплексного контролю за стічними водами підприємства, то мул після очистки стічних вод можна ре циклювати як добриво для ґрунту на городі очисних споруд

Запровадивши на підприємстві всі запропоновані заходи в табл. 1, буде досягнуте виробництво, найбільш наближене до безвідходного. Результатами вжитих заходів є: повний рециклінг пилу; зменшення відходів підприємстві; підвищення екологічної свідомості працівників заводу; підвищення екологічної репутації підприємства; фінансові витрати; рециклінг зношених деталей; очищення від токсичних речовин стічних вод підприємства; можливість рециклінгу мулу після очистки стічних вод; зменшення негативного впливу на НПС та працівників заводу; передача вловленого жиру на корм коровам та отримання знижки на молоко від постачальників; очищення від жиру стічних вод підприємства; зниження частоти забиття труб і поломок на очисних спорудах; удобрення ґрунту, що в результаті підвищить його родючість.

Висновок. Таким чином, на ПАТ “Бобровицький молокозавод” запропоновано комплексну систему поводження з відходами. Кінцевим результатом програми є впровадження безвідходного виробництва, тобто щоб відходи, що утворює підприємство можна було використати повторно і отримати ще з цього не тільки екологічну користь, а й економічну вигоду. А відходи, що все-таки не можливо усунути та рециклювати, необхідно тимчасово розміщувати згідно [11] ДСанПіН 2.2.7.029-99 “Гігієнічні вимоги, щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення” і передавати на утилізацію відповідним підприємствам.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хрутьба В.О. Розробка спіральної моделі 3Р розвитку регіональних програм поводження з відходами / В.О. Хрутьба [Електронний ресурс] // Збірка тез доповідей LXIX науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів НТУ - К.: НТУ, 2014.

2. Хрутьба В.О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі. Монографія. / В.О. Хрутьба [Електронний ресурс] – К.: НТУ, 2013. – 192 с.

3. Левандовський Л.В. Вплив відходів харчової промисловості на довкілля / Л.В. Левандовський, Є.А. Лукашевич, Г.О. Нікітін, А.О. Диба [Електронний ресурс] // І-й Всеукраїнський з’їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф.: тези доповідей. – Вінниця, 2006 – С. 264.

4. Бєляєва С.С. Удосконалення організаційно-економічного механізму у сфері поводження з промисловими відходами (на прикладі Черкаської області): дисертація канд. екон. наук: 08.08.01 [Електронний ресурс] / Бєляєва С.С.; НАН України; Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень. – О., 2003. – 21 с.

5. Берлінг Р.З. Державне управління поводженням з твердими відходами: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.02.03 [Електронний ресурс] / Р.З. Берлінг; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л., 2004. – 20 с.

6. Замула І.В. Облік виробничих відходів як фактор забезпечення раціонального природокористування / І.В.Замула // Вісник ЖДТУ. – № 1(47). – с. 48-50.

7. Ігнатенко О.П. Економіко-екологічні аспекти поводження з твердими побутовими відходами в Україні: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.08.01 [Електронний ресурс] / О.П. Ігнатенко; НАН України. Рада по вивч. продукт. сил України. – К., 2004. – 19 с.

8. Закон України “Про відходи” від 05.03.1998 № 187/98-ВР.

9. Уланова О.В. Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами/ О.В. Уланова, В.Ю. Старостина [Електронний ресурс] // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 4.

10. Инженерная экология и экологический менеджмент. – М .: Логос, 2002

11. Гігієнічні вимоги, щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення, ДСанПіН 2.2.7.029-99 від 01.07.1999. 01.07.1999.

12. Вяльцев А.В., Семенова О.В. Логістика усунення відходів на підприємстві: зарубіжний досвід та орієнтири для Росії / А.В. Вяльцев, О.В. Семенова [Електронний ресурс] // Вісник Санкт-Петербурзького Університету. Серія 5. Економіка. Вип. 3 (№19). – 1999.

REFERENCES

1. Khrutba V.O., (2014), “Spiral development model ZR development of regional waste management programs”, [“Rozrobka spiralnoi modeli ZR rozvytku regionalnyh program povodzhennja z vidhodamy”] / V.O. Khrutba [Elektronnyj resurs] // Zbirka tez dopovidei LXIX naukovo-praktuchnoi konferencii naukovo-pedagogichnyh pracivnykiv, aspirantiv, studentiv ta strukturnyh pidrozdiliv NTU – K.: NTU. (Ukr)

2. Khrutba V.O., (2013), “Fundamentals of projects and programs of waste management in the transport sector. Monograph”, [“Osnovy upravlinnja proekyamy I programamy povodzhennja z vidhodamy v transportno-dorozhnjomu kompleksi. Monografija”] / V.O. Khrutba. [Elektronnyj resurs] – K.: NTU. – 192 s. (Ukr)

3. Levandovskyj L.V., (2006), “The impact of food processing waste on the environment”, [“Vplyv vidhodiv harchovoi promyslovosti na dovkillja”] / L.V. Levandovskyj, E.A. Lukashevich, G.O. Nikitin, A.O. Dyba [Elektronnyj resurs] // I-yi Vseukrainskuyj zjizd ekologiv: mignar. nauk.-tehn. konf.: tezy dipovidei. – Vinnycja – S. 264. (Ukr)

4. Bjeljajeva S.S., (2003), “Improving organizational and economic mechanism in the treatment of industrial waste (for example, Cherkasy region)”, [“Udoskonalennja organizacijno-ekonomichnogo mehanizmu u sferi povodzhennya z promuslovumu vidhodamu (na prukladi Cherkaskoji oblasti)”]: dys. kand. ekon. nauk: 08.08.01 [Elektronnyj resurs] / Bjeljajeva S.S.; NAN Ukrainy; Instytut problem rynku ta ekonomiko-ekologichnyh doslidzhen. – O. – 21 s. (Ukr)

5. Berling R.Z., (2004), “State management of municipal solid waste”, [“Derzhavne upravlinnja povodzhennja z tverdymy vidhodamy”]: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.02.03 [Elektronnyj resurs] / R.Z. Berling; Nac. un-t “Lviv. politehnika”. – L. – 20 s. (Ukr)

6. Zamula I.V., (2004), “Accounting for industrial waste as a factor of rational nature”, [“Oblik vyrobnychyh vidhodiv jak factor zadezpechennja racionalnogo prirodokorystuvannja”] / I.V. Zamula // Visnyk ZHDTU. – № 1 (47). – s. 48-50. (Ukr)

7. Ignatenko O.P., (2004), “Economic and environmental aspects of solid waste management in Ukraine”, [“Ekonomiko-ekologichni aspektu povodzhennja z tverdymy pobutovymy vidhodamy v Ukrainni”]: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.08.01 [Elektronnyj resurs] / O.P. Ignatenko; NAN Ukrainy. Rada po vyvch. produkt. syl Ukrainy. – K. – 19 s. (Ukr)

8. (1998), “On waste”, [“Pro vidhody”] Zakon Ukrainy vid 05.03.1998 № 187/98-BP. (Ukr)

9. Uglanova O.V., (2012), “A brief overview of the method of life cycle assessment of products and systems for waste management”, [“Kratkij obzor metoda ocenki zhiznennogo cykla produkcii s sistem upravlenija othodami”] / O.V. Uglanova, V.Ju. Starostina [Elektronnyj resurs] // Elektonnyj nauchnyj zhurnal «Sovremennye problem nauki i obrazovanija». – Penza, Rossijskaja akademija estestvoznanija. – № 4. (Rus)

10. (2002), “Engineering ecology and environmental management”, [“Inzhenernaja ekologija i ekologicheskij menedzhement”]. – M .: Logos. (Rus)

11. (1999), “Hygienic requirements on industrial waste management and determination of hazard class health”, [“Gigienichni vymogy, schodo povodzhennja z promyslovymy vidhodamy ta vyznachennja ih klasa nebezpeky dlja zdorovja naselennja”], DSaNPiN 2.2.7.029-99 vid 01.07.1999. (Ukr)

12. Valcev A.V., (1999), “Logistics eliminate waste in the enterprise: international experience and benchmarks for Russia”, [“Logistyka usunennja vidhodiv na pidpryemstvi: zarubizhnyi dosvid ta orientiry dlja Rosii”] / A.V. Valcev, O.V. Semenova [Elektronnyj resurs] // Visnyk Sankt-Peterburgskogo universytetu. Serija 5. Ekonomika. Vyp. 3 (№19). (Ukr)

РЕФЕРАТ

Зюзюн В.І. До екологічної оцінки системи поводження з відходами на підприємстві / В.І. Зюзюн, В.В. Макаренко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті запропонована комплексна система поводження з відходами ПАТ “Бобровицький молокозавод” згідно методу оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) відходів та з використанням інструмента екологічного менеджменту – методу мінімізації відходів підприємства.

Об’єкт дослідження – система поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод”.

Мета роботи – паспортизація відходів ПАТ “Бобровицький молокозавод” для подальшої оцінки системи поводження з ними. За результатами зібраних даних запропонувати комплексну програму поводження з кожним відходом підприємства для підвищення екологічної ефективності даної системи і досягнення безвідходного виробництва.

В сучасних умовах існує безліч альтернатив поводження з відходами на харчових підприємствах, в результаті яких зменшується негативний вплив на НПС та зменшується вичерпання природних ресурсів. Тому для забезпечення належного стану поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод”, доцільно розробити комплексну програму поводження з відходами, використовуючи всі можливі варіанти їх мінімізації, врахувавши екологічну складову.

Результатами статті може бути впровадження комплексної системи поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод”.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук еколого-економічного важеля оптимізації системи поводження з відходами на ПАТ “Бобровицький молокозавод”.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, СИСТЕМА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВІДХОДІВ, МІНІМІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ, РОЗДІЛЬНИЙ ЗБІР СМІТТЯ, РЕЦИКЛІНГ ВІДХОДІВ.

ABSTRACT

Ziuziun V.I., Makarenko V.V. As for the environmental assessment of waste treatment for factory. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article a comprehensive system of waste management PJSC “Bobrovitskiy milk plant” Ltd according to the method of life-cycle assessment (LCA) of waste and the use of environmental management tool - a method of minimizing waste company are proposed.

The object of study - the system of waste management at JSC “Bobrovitskiy milk plant” Ltd.

Purpose - waste certification “Bobrovitskiy milk plant” Ltd for further evaluation of treatment. As a result of the collected data offer a comprehensive treatment program for each departure enterprises to improve the environmental performance of the system and achieve cleaner production.

In modern terms, there are many alternatives to waste management in food factories, in which the adverse effects on NPCs and reduces depletion of natural resources. Therefore, to ensure the proper state of waste management in “Bobrovitskiy milk plant” Ltd, it is advisable to develop a comprehensive waste management program, using all possible ways to minimize them, taking into account the environmental dimension.

The results of an article to be implementing a comprehensive waste management at “Bobrovitskiy milk plant” Ltd.

Projected assumptions about the object of study - search lever environmental and economic optimization of the waste management of “Bobrovitskiy milk plant” Ltd.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL EFFICIENCY, WASTE MANAGEMENT, LIFE CYCLE ASSESSMENT WASTE, WASTE MINIMIZATION, SEPARATE WASTE COLLECTION, RECYCLING OF WASTE.

РЕФЕРАТ

Зюзюн В.И. К экологической оценке системы обращения с отходами на предприятии / В.И. Зюзюн, В.В. Макаренко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье предложена комплексная система обращения с отходами на ЧАО “Бобровицкий молокозавод” по методу оценки жизненного цикла (ОЖЦ) отходов и с использованием инструмента экологического менеджмента – метода минимизации отходов предприятия.

Объект исследования – система обращения с отходами на ЧАО “Бобровицкий молокозавод”.

Цель работы – паспортизация отходов ЧАО “Бобровицкий молокозавод” для дальнейшей оценки системы обращения с ними. По результатам собранных данных предложить комплексную программу обращения с каждым уходом предприятия для повышения экологической эффективности данной системы и достижения безотходного производства.

В современных условиях существует множество альтернатив обращения с отходами на пищевых предприятиях, в результате которых уменьшается негативное влияние на НПС и уменьшается исчерпания природных ресурсов. Поэтому для обеспечения надлежащего состояния обращения с отходами на ЧАО “Бобровицкий молокозавод”, целесообразно разработать комплексную программу обращения с отходами, используя все возможные варианты их минимизации, учитывая экологическую составляющую.

Результатами статьи возможно использование комплексной системы обращения с отходами на

ЧАО “Бобровицкий молокозавод”.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - поиск эколого-экономического рычага оптимизации системы обращения с отходами на ЧАО “Бобровицкий молокозавод”.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ, ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОТХОДОВ, МИНИМИЗАЦИИ ОТХОДОВ, РАЗДЕЛЬНЫЙ СБОР МУСОРА, РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ.

АВТОРИ:

Зюзюн Вадим Ігорович, Національний транспортний університет, асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: vadim1489_@ukr.net, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Макаренко Вікторія Володимирівна, Національний транспортний університет, студентка кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: makarenko.ua@rambler.ru, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Ziuziun Vadym I. National Transport University, Assistant Professor of Department of Ecology and life safety, e-mail: vadim1489_@ukr.net, tel. +38044-288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Str. Suvorova 1.

Makarenko Victoria V/, National Transport University, Student of the Department of Environment and life safety, e-mail: makarenko.ua@rambler.ru, tel. +38044-288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Str. Suvorova 1.

АВТОРЫ:

Зюзюн Вадим Игоревич, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: vadim1489_@ukr.net, тел. +38044-288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Макаренко Виктория Владимировна, Национальный транспортный университет, студентка кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: makarenko.ua@rambler.ru, тел. +38044-288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко Ю.В., доктор технічних наук, професор, Університет економіки та права “КРОК”, професор, завідувач кафедри комп’ютерних наук, Київ, Україна.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Kravchenko Yu. V., PhD, Professor, University of Economics and Law "STEP", Professor, Department of Computer Science, Kyiv, Ukraine.

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor, Head of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 62-6
UDC 62-6

KSZTAŁTOWANIE POWŁOK PVD DO ZASTOSOWAŃ W ŚLIZGOWYCH WĘZŁACH CIERNYCH SILNIKÓW SPALINOWYCH.

LUBAS Janusz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
WOŚ Paweł, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ФОРМУВАННЯ PVD ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ВУЗЛАХ ТЕРТЯ КОВЗАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ.

ЛЮБАС Януш, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

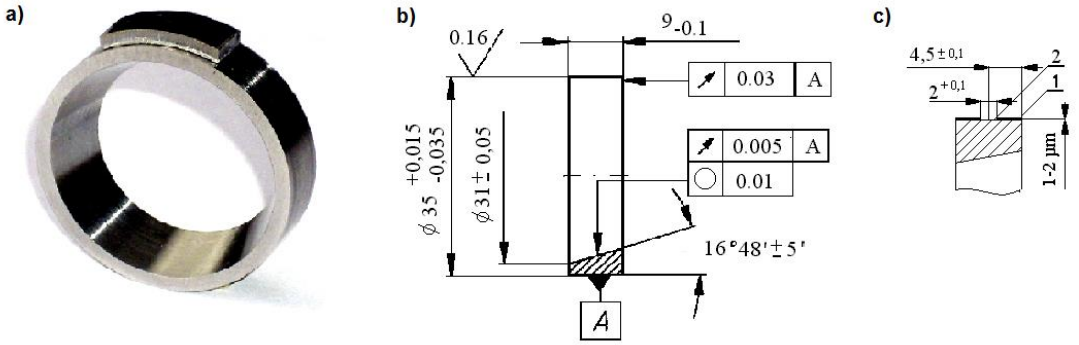
THE FORMATION OF PVD COATINGS FOR USE IN SLIDING FRICTION PAIRS OF COMBUSTION ENGINES.

LUBAS Janusz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wprowadzenie. Niezawodność maszyn jest efektem poprawnej pracy węzłów łożyskowych, a szczególnie łożyskowych węzłów ślizgowych. W projektowaniu i wytwarzaniu tych elementów konstrukcyjnych wykorzystuje się dostępne metody umożliwiające zmniejszenie intensywności zużycia oraz zapewniających korzystne parametrów pracy elementów węzła ciernego. Szczegółowa analiza warunków pracy tych węzłów i badania modelowe dają podstawę do tworzenia nowych konstrukcji i technologii spełniających rosnące wymagania eksploatacyjne. W przypadku specyficznych warunków pracy węzłów ślizgowych (np. rozruchu, przeciążenia układu, zanieczyszczenia oleju produktami zużycia, zatrzymania), koniecznym jest zastosowanie nowych metod obróbki powierzchniowej zapewniających korzystne warunki pracy przy występującym tarciu mieszanym [1].

W pracy węzłów tarcia w warunkach tarcia mieszanego, istotne znaczenie mają warstwy powierzchniowe wytworzone na elementach pary ciernej i rodzaj czynnika smarnego. Eksploatacja i badania wykazują, że w tych warunkach tarcia zachodzą istotne korelacje miedzy warstwami powierzchniowymi elementów węzła ciernego a czynnikiem smarnym tworzącym warstwy graniczne ograniczające niekorzystne warunki pracy. Na podstawie zaleceń eksploatacyjnych czopy łożysk ślizgowych powinny charakteryzować się: dużą odpornością na zużycie, odpornością na korozyjne oddziaływanie czynnik smarnego, niskim współczynnikiem tarcia. W badaniach [2-6] przedstawiono badania właściwości fizycznych i mechanicznych powłok CrN i TiN. badania te wykazują również na korzystne właściwości tribologiczne tych materiałów jak niski współczynnik tarcia, wysoka powierzchniowa mikrotwardość i wysoka wytrzymałość mechaniczna. Dodatkowo materiały te charakteryzują się znaczą odpornością na zużycie tribologiczne. Jednak zachowanie się tych powłok w warunkach obciążania zależy od właściwości materiału podłoża, grubości powłoki, rodzaju zużycia (ścierne , adhezyjne, korozyjne) obróbki cieplnej oraz warunków pracy. Pomimo prowadzonych badań powłok CrN i TiN w warunkach tarcia nie uwzględniono dotychczas ich charakterystyk tribologicznych w warunkach ograniczonego smarowania parach ciernych. Celem badań jest porównanie procesów tarcia występujących w skojarzeniach powłok CrN i TiN we współpracy z materiałem łożyskowym AlSn20 w warunkach smarowania obszaru tarcia olejami silnikowymi.

Opis badań. Celem badań jest określenie wpływu technologicznie ukształtowanych warstw powierzchniowych czopa i gatunku oleju silnikowego na parametry tarcia w parze kinematycznej czop–panew w warunkach tarcia mieszanego. W badaniach zastosowano czopy z warstwą powierzchniową po azotowaniu jonizacyjnym oraz z powłokami jednoskładnikowymi (TiN, CrN) i dwuskładnikowymi (TiN–stal 45H CrN–stal 45H) (Rys. 1). Czopy współpracowały w parze ciernej z przeciwpróbką ze stopu łożyskowego AlSn20, a obszar tarcia smarowano olejami silnikowymi Lotos Syntetyk 5W/40 i Castrol Magnatec 5W/40. Badania porównawcze współpracy czopa i panwi przeprowadzono na maszynie trybologicznej produkcji MCNEMT w Radomiu typu T–05 [7].



Rys. 1. Para cierne pierścień- przeciwpróbka z materiału łożyskowego (a), wymiary próbki pierścieniowej (b) i struktura warstwy dwuskładnikowej: 1–powłoka (CrN, TiN), 2–materiał pierścienia (c)

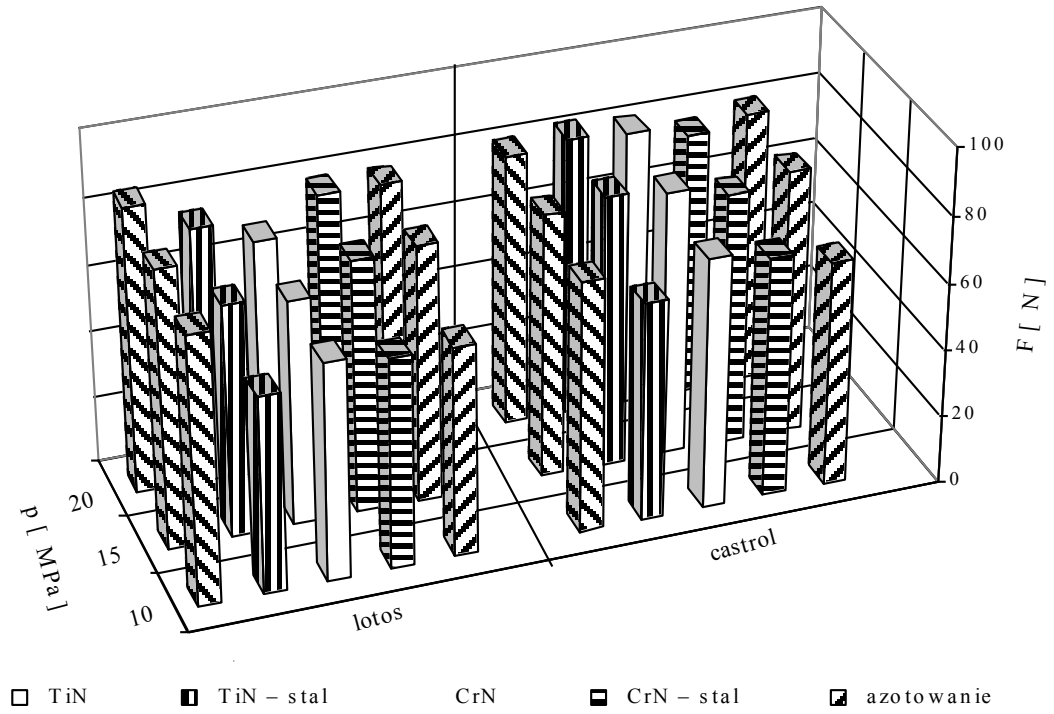
Wyniki badań. Wpływ wytworzonych technologicznych warstw powierzchniowych czopa na warunki tarcia jest istotnym zagadnieniem przy projektowaniu pary ciernej czop-panew.

Tabela 1. Średnie wartości siły tarcia w momencie rozruchu.

Warstwa powierzchniowa czopa	Gatunek oleju silnikowego					
	Lotos Syntetyk			Castrol Magnatec		
	Naciski jednostkowe [MPa]					
	10	15	20	10	15	20
Azotek tytanu	79,5	82,6	85,3	74,4	78,8	81,5
Azotek tytanu – stal	58,6	68,8	76,3	64,6	80,8	83,5
Azotek chromu	64,7	66,7	69,3	74,3	79,0	82,2
Azotek chromu – stal	62,4	75,4	79,7	71,1	74,9	78,2
Azotowana jonizacyjnie	62,2	76,2	79,5	66,6	78,8	81,6

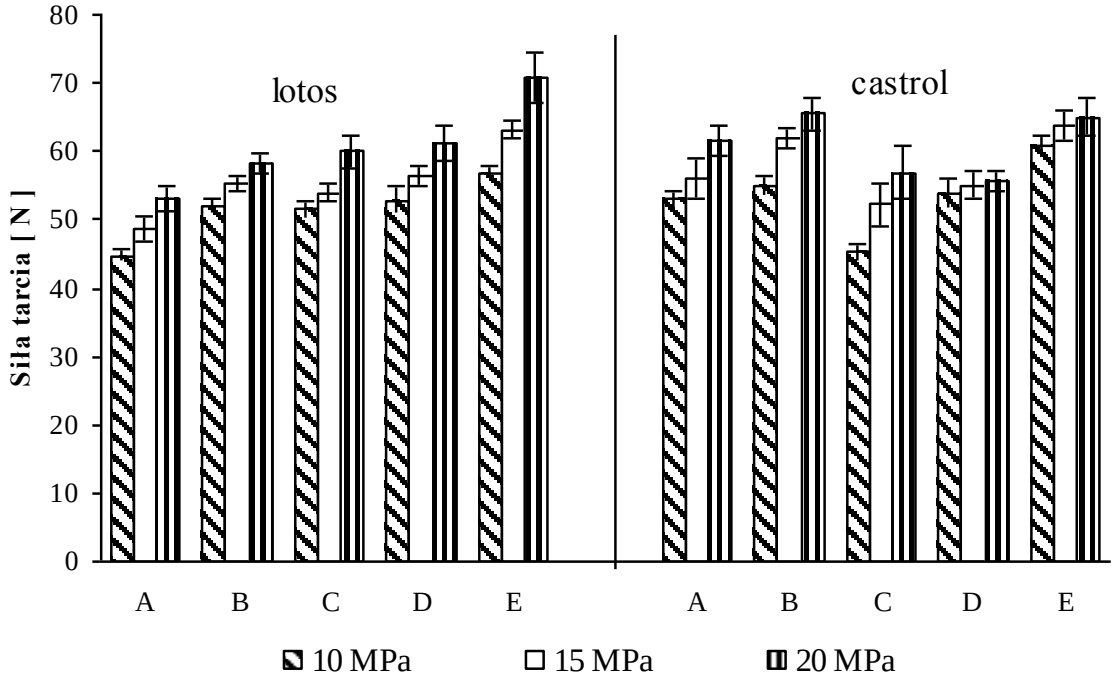
Wyznaczenie wpływu tych czynników na proces tarcia w parze ciernej w warunkach smarowania możliwe jest na podstawie pomiarów momentu tarcia i temperatury w obszarze tarcia pary ślizgowej. Przeprowadzone badania wykazały, że technologiczne warstwy powierzchniowe i gatunek oleju silnikowego wpływają na parametry tarcia pary ciernej. W celu określenia tych zmian przeprowadzono pomiary wartości oporów tarcia wstępujących w czasie rozruchu pary ciernej. W chwili startu pary ciernej rejestrowano wartości siły tarcia w zależności od warstwy powierzchniowej czopa, gatunku oleju silnikowego i obciążenia pary kinematycznej (tablica 1).

Zarejestrowane wyniki siły tarcia w momencie rozruchu badanych parach ciernych czop–panew, pokazały, że nie można określić ogólnych zależności miedzy badanymi wielkościami (Rys. 2). Uzyskane przebiegi siły tarcia, jak również jej wartości są indywidualne dla badanej pary kinematycznej czop–panew. Zarejestrowane wartości siły tarcia potwierdziły, że jej wartość wzrasta wraz ze wzrostem obciążenia pary ciernej. Najniższe wartości siły tarcia są charakterystyczne dla par kinematycznych z czopami z powłoką azotek chromu, a najwyższe dla pary z czopem z powłoką azotek tytanu (smarowanie olejem Lotos). Podczas prób obserwowano niższe wartości siły tarcia dla par z czopami z warstwami dwuskładnikowymi niż dla par z czopami z warstwami jednoskładnikowymi. Wartości siły tarcia podczas rozruchu par z warstwami dwuskładnikowymi są porównywalne do uzyskanych dla par z czopami z warstwami azotowanymi. Smarowanie par olejem Lotos pozwala na uzyskanie niższych wartości siły tarcia niż w przypadku smarowania olejem Castrol.



Rys. 2. Średnie wartości siły tarcia w momencie rozruchu pary ciernej

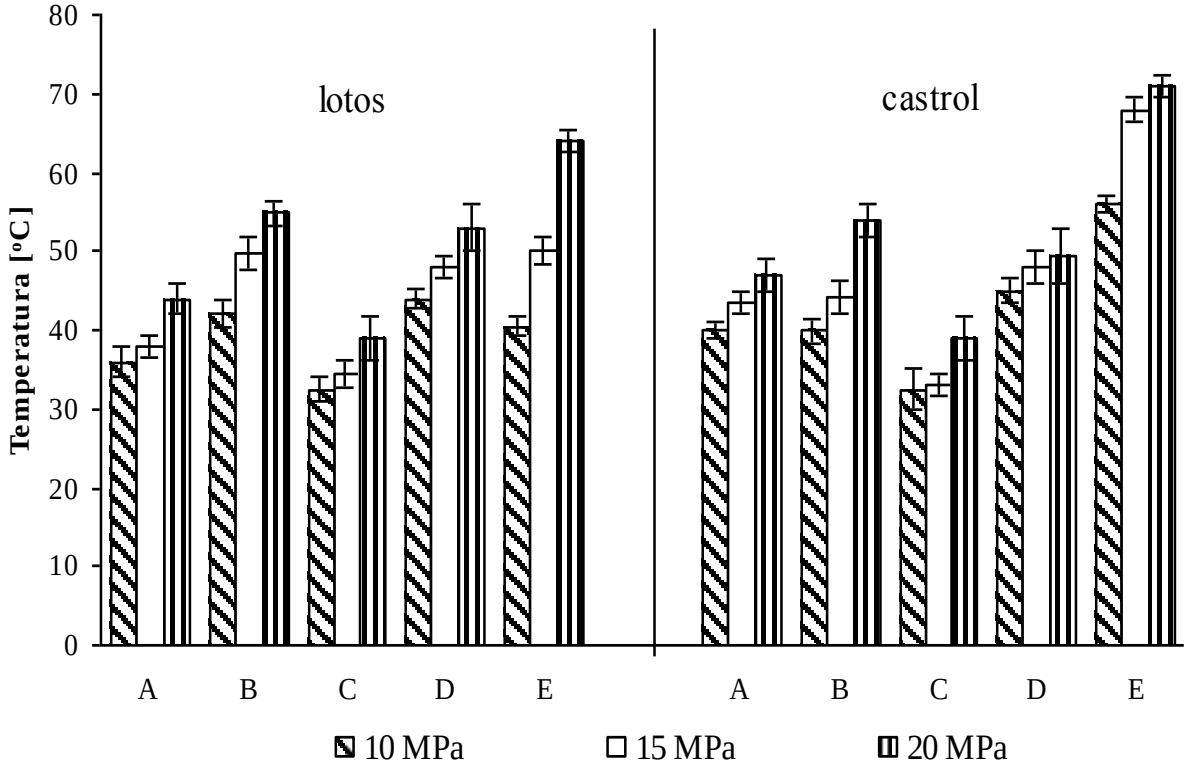
W celu wyznaczenia wpływu badanych czynników na siłę tarcia w parze kinematycznej czop–panew i temperaturę w obszarze tarcia, przeprowadzono badania przy założonych warunków obciążenia; stała prędkość obrotowa czopa n = 100 obr/min i zmienne naciski jednostkowe p = 10–20MPa. Uzyskane wyniki posłużyły do opracowania wykresów zmian siła tarcia i temperatury w obszarze tarcia w funkcji obciążenia pary kinematycznej czop–panew (Rys. 3 i 4).



Rys. 3. Zmiany siła tarcia w funkcji obciążenia pary kinematycznej czop–panew; A) TiN, B) TiN–stal, C) CrN, D) CrN–stal, E) azotowanie jonizacyjne

W tak ustalonych warunkach pracy pary kinematyczne czop–panew uzyskano istotne różnice w wartości rejestrowanej siły tarcia w zależności od struktury badanej pary ciernej i zastosowanego oleju silnikowe (Rys. 3). Uzyskane w czasie prób wyniki pomiarów dla par ciernych smarowanych olejem lotos

wykazały istotne zmniejszenie siły tarcia dla czopów z warstwami jedno i dwuskładnikowymi modyfikowanymi azotkiem boru i azotkiem tytanu w stosunku do czopa z warstwą azotowaną. Najwyższe wartości siły tarcia charakteryzują pary z czopami z warstwami powierzchniowymi z azotkiem tytanu. Pary z czopami z warstwami z azotkiem tytanu i azotowane jonizacyjne smarowane olejem castrol wykazują zbliżone wartości siły tarcia. W tych przypadkach niższe wartości siły tarcia rejestrowano podczas pracy par z warstwami zawierającymi azotek chromu.



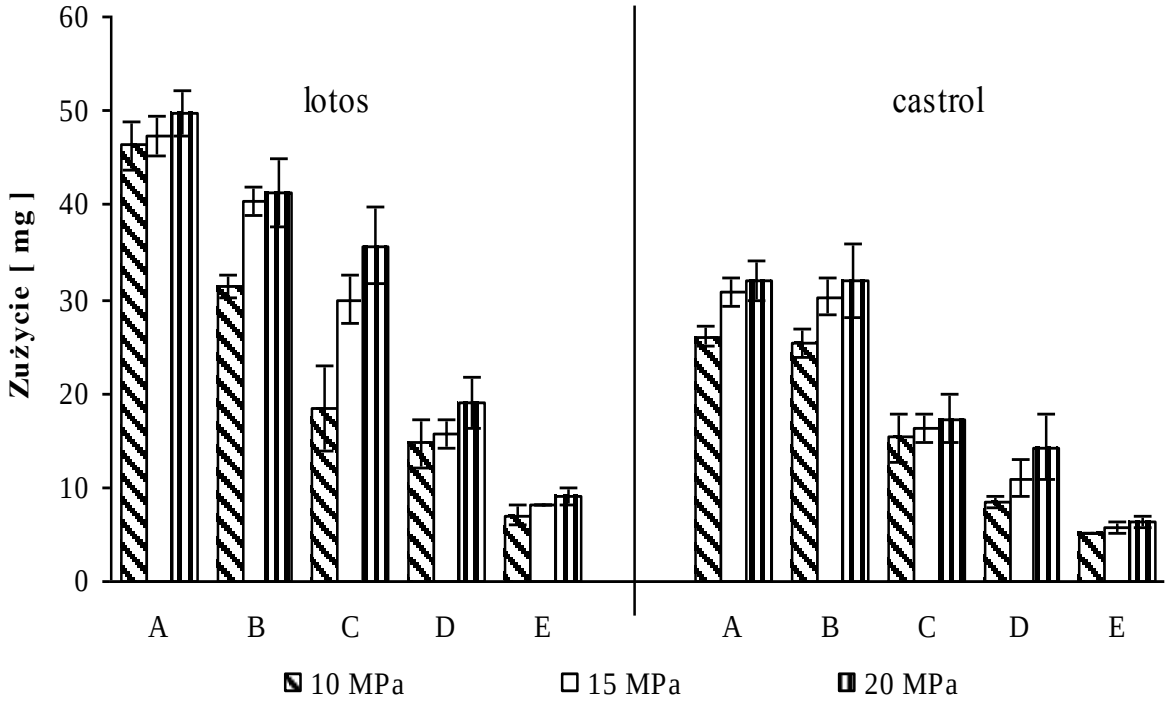
Rys. 4. Zmiany temperatury w funkcji obciążenia pary kinematycznej czop–panew; A) TiN, B) TiN–stal, C) CrN, D) CrN–stal, E) azotowanie jonizacyjne

Wartości i przebiegi temperatury dla warunków smarowania olej lotos i olej castrol są zbliżone (Rys. 4). Istotne zmiany temperatury są efektem zastosowanego sposobu modyfikacji warstwy powierzchniowej czopa i dla czopów z warstwami jedno i dwuskładnikowymi modyfikowanymi azotkiem boru i azotkiem tytanu są niższe w stosunku do czopa z warstwą azotowaną. Zastosowanie azotku chromu wpłynęło na znaczne obniżenie temperatury w obszarze tarcia czop-panew. Uzyskane wyniki pomiaru temperatury wykazały że najniższe temperatury rejestrowano podczas prób par czopami z warstwami jednoskładnikowymi azotek tytanu i azotek chromu.

Otrzymane wyniki badań siły tarcia i temperatury można tłumaczyć właściwościami olejów, własnościami fizycznymi warstw powierzchniowych o odmiennych strukturach metalograficznych, strukturą warstwy jednoskładnikowej i dwuskładnikowej jak również własnościami stopu łożyskowego. W przypadku badanych struktur istotne zmiany mogą być spowodowane adsorpcją oleju, która jest uzależniona od zwilżalności współpracujących warstw powierzchniowych, jak również podatności tych struktur na oddziaływanie powierzchniowo aktywnych dodatków zawartych w oleju. Poważnym zagadnieniem w przypadku warstw dwuskładnikowych są możliwości występowania zakłóceń w przepływie czynnika smarnego, możliwości magazynowania oleju w mikroobszarach warstw powierzchniowej, występowanie gradientu temperatury na szerokości styku, wpływu produktów zużycia i powstaniem nowych struktur metalograficznych jako mieszanin materiałów stanowiących budowę pary.

Analiza uzyskanych wyników zużycia stopu łożyskowego pozwala stwierdzić, że zastosowanie dwuskładnikowej warstwy powierzchniowej czopa umożliwia uzyskanie ważnych zmian w procesie tarcia (Rys. 5). Najmniejsze zużycie stopu łożyskowego uzyskano w parach ciernych współpracujących z czopem z warstwą powierzchniową po azotowaniu jonizacyjnym (niezależnie od zastosowanego gatunku oleju silnikowego). Istotne zmniejszenie zużycia stopu łożyskowego zaobserwowano dla par z czopem z warstwą

powierzchniową dwuskładnikową w stosunku do par z czopem z warstwą jednoskładnikową. W przypadku par z czopem z warstwą zawierającą azotek chromu zużycie panwi jest około dwukrotnie mniejsze, przy zastosowano w parze ciernej czopa z warstwą dwuskładnikową azotek chromu – stal. Również dla czopów z warstwami z azotkiem tytanu – stal obserwuje się zmniejszenie zużycia o około 10 – 20% w stosunku do par z czopem z warstwą jednoskładnikową azotek tytanu (smarowanie olejem lotos). W parach ciernych smarowanych olejem castrol obserwuje się mniejsze różnice w wartości zużycia panwi w funkcji ukształtowanej jedno i dwuskładnikowej warstwy powierzchniowej czopa. Próby wykazały korzystny wpływ na zmniejszenie zużycia stopu łożyskowego zastosowanie w warstwie wierzchniej azotku chromu.



Rys. 5. Zużycie stopu łożyskowe; A) TiN, B) TiN–stal, C) CrN, D) CrN–stal, E) azotowanie jonizacyjne

Występujące zmiany w zużyciu stopu łożyskowe można tłumaczyć wzajemnym oddziaływanie współpracujących warstw powierzchniowy, jak również występowaniem zjawisk fizyko-chemicznych na ich powierzchniach pod wpływem wymuszeń zewnętrznych. Istotne znaczenie odgrywa tutaj oddziaływanie czynnika smarnego, który ulęgając przemianom może tworzyć korzystne lub niekorzystne warunki tarcia. Zachodzące zmiany w oleju mogą prowadzi to powstawania warstw granicznych na wytworzonych warstwach powierzchniowych o dużej odporności na przerywanie lub ulegające szybkiemu zniszczeniu. W wyniku procesu tarcia mogły przebiegać zjawiska przenoszenia materiału panwi na powierzchnie czopa lub wbijania się twardych cząstek zużycia materiału czopa w powierzchnie stopu łożyskowego.

Wytworzone warstwy powierzchniowe charakteryzują się duża odpornością na zużycie ścierne, i w pewnych określonych warunkach tarcia posiadają korzystne cechy tribologiczne. Badania modelowe wykazały, że istnieje możliwość stworzenia par ciernych z czopami dwuskładnikowymi, które są w stanie pracować w istniejących węzłach tarcia. Pary te mogą posiadać korzystniejsze charakterystyki tribologiczne niż stosowane obecnie. Przy czym zmiana ta może wymagać zastosowania nowej generacji olejów smarujących (umożliwiających wytworzenie bardziej trwałych warstw granicznych), lub opracowanie nowej generacji materiałów łożyskowych o zwiększonej odporności na zużycie ścierne.

Wnioski. Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych i analizy ich wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Sposób ukonstytuowania warstw powierzchniowych czopa w procesie obróbki powierzchniowej wpływa na zmianę oporu tarcia w parze ciernej. Uzyskane na podstawie prób eksperymentalnych wartości siły tarcia, pozwoliły określić istotną zależność przebiegu zmian sił tarcia od nacisku jednostkowego.
2. Na podstawie doświadczeń stwierdzono wpływ ukształtowanej warstwy powierzchniowej czopa na zużycie stopu łożyskowego panwi. Wykazano, że przy współpracy czopów z warstwą powierzchniową dwuskładnikową azotek chromu–stal i azotowanej jonizacyjnie występuje najmniejsze zużycie stopów

łożyskowych. Natomiast największe zużycie zarejestrowano dla par z czopami z warstwą powierzchniową z azotkiem tytanu.

3. Współpraca pary kinematycznej czop – panew wykazała korzystny wpływ oleju silnikowego castrol GTX magnatec 5W/40 w stosunku do oleju lotos syntetic 5W/40 na zmniejszenie zużycia stopów łożyskowych.

LITERATURA

[1] Kula P., Inżynieria warstwy wierzchniej. Politechnika Łódzka, Łódź, 2000.

[2] Ma G., Wang L., Gao H., Zhang J., Reddyhoff T., The friction coefficient evolution of a TiN coated contact during sliding wear. Applied Surface Science, Vol. 345, 2015, s. 109-115.

[3] Tang S., Gao S., Wang S., Wang J., Zhu Q., Chen Y., Li X., Characterization of CVD TiN coating at different deposition temperatures and its application in hydrocarbon pyrolysis. Surface and Coatings Technology, Vol. 258, 2014, s. 1060-1067.

[4] Sęp J., Zielecki W., Preliminary evaluation of the application possibility of bearing journal with two component surface layer. Tribologia, nr 3, 1995.

[5] Bandeira, A.L. Trentin, R. Aguzzoli, C. Maia da Costa M.E.H., Michels A.F.,. Baumvol I.J.R, Farias M.C.M., Figueroa C.A., Sliding wear and friction behavior of CrN-coating in ethanol and oil–ethanol mixture, Wear, Vol. 301, 2013, s. 786–794.

[6] Ramadossa R., Kumarb N., Dashb S., Arivuolia D., Tyagib A.K. Wear mechanism of CrN/NbN superlattice coating sliding against various counterbodies. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials Vol. 41, 2013, s 547–552.

[7] Szczerek M.: Metodologiczne problemy systematyzacji eksperymentalnych badań tribologicznych. ITE, Radom 1997.

STRESZCZENIE

LUBAS Janusz. Kształtowanie powłok PVD do zastosowań w ślizgowych węzłach ciernych silników spalinowych / LUBAS Janusz, WOŚ Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2015. - № 32.

W pracy przedstawiony wyniki badań porównawczych wpływu ukształtowanej warstwy powierzchniowej jednoskładnikowej (TiN, CrN) i dwuskładnikowej (TiN-stal, CrN-stal) czopa na warunki tarcia pary ciernej. Podczas badań tribologicznych pary ślizgowe były smarowane olejami silnikowymi Castrol magnatec 5W/40 i Lotos syntetic 5W–40. Test wykonano dla par skojarzonych z przeciwpróbkami wykonanymi z materiału łożyskowego AlSn20. Badania zostały przeprowadzone na testerze tribologicznym T-05. Wyniki badań potwierdziły możliwość zostawania warstw powierzchniowych dwuskładnikowych w ślizgowych parach ciernych pracujących w warunkach tarcia mieszanego. Badania wykazały że siła tarcia, temperatura w obszarze tarcia i zużycie stopu łożyskowego zależy od kompozycji warstwy powierzchniowej czopa pracującego w parze ciernej. Korzystne charakterystyki tribologiczne obserwowano w parach ciernych z czopami w warstwami dwuskładnikowymi CrN-stal i warstwami jednoskładnikowymi CrN.

РЕФЕРАТ

ЛЮБАС Януш. Формування PVD покриттів для використання в вузлах тертя ковзання двигунів внутрішнього згоряння / ЛЮБАС Януш, ВОС Павел // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У роботі представлені результати досліджень, які порівнюють вплив однокомпонентних поверхневих шарів (TiN, CrN) і двокомпонентних поверхневих шарів (TiN і сталі, CrN і сталі). В ході випробувань, трибологічні пари були змащені оливою Castrol magnatec engine oil 5W/40 and lotos syntetic 5W–40.

Стендові випробування виконанувалися для фрикційних пар підшипника AlSn20. Випробування проводилися на трибологічному тестері Т-05. Отримані результати підтвердили можливість використання двокомпонентних поверхневих шарів в парах тертя, які працюють в умовах змішаного тертя. Дослідження показали, що сила тертя, температура в зоні тертя і зносу матеріалу підшипника залежить від умов тертя і складу поверхневих шарів пар тертя. Сприятливі характеристики тертя спостерігалися в парах тертя з двокомпонентними поверхневими шарами CrN, і однокомпонентними поверхневими шарами CrN.

ABSTRACT

LUBAS Janusz, WOS Pawel. The formation of PVD coatings for use in sliding friction pairs of combustion engines. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper presents the results of studies comparing the impact of one-component surface layers (TiN, CrN) and two-component surface layers (TiN and steel, CrN and steel) of the journal on the conditions of friction in the friction pairs. During the tests, the tribological pairs were lubricated with Castrol magnatec engine oil 5W/40 and lotos syntetic 5W–40. The stand tests have been performed for the frictional pairs with AlSn20 bearing alloy. The tests were performed on a T-05 tribological tester. The results confirmed the possibility of using two-component surface layers in sliding pairs which are working under mixed friction conditions. The research showed that friction force, temperature in the area of friction and wear of the bearing material depend on the conditions of friction and the composition of the surface layers of the cooperating pairs. Favorable friction characteristics were observed in friction pairs with two-component CrN-steel surface layers and one-component CrN surface layer.

AUTORZY:

LUBAS Janusz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

WOŚ Paweł, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛЮБАС Януш, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

LUBAS Janusz, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.453
UDC 504.453

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРИРОДНОЇ ВОДИ р.ДНІПРО У м. КИЄВІ

Лук’янова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ESTIMATION of QUALITY of NATURAL WATER of r.DNEPR In KYIV

Lukianova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ р.ДНЕПР В г. КИЕВЕ

Лукьянова В.В., кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Водні ресурси є одними з життєво важливих компонентів гідросфери земної кулі та необхідною підвалиною соціально-економічного розвитку в цілому, задоволення основних потреб людей, діяльності у галузі виробництва продовольства, збереження екосистем. Швидке зростання чисельності народонаселення призводить до збільшення споживання водних ресурсів. Але, на сьогодні, головною проблемою є не брак питної води в більшості країн світу, а збільшення забруднення поверхневих та підземних вод [1]. Різке збільшення промислових підприємств призвело до того, що технічні відходи, недостатньо очищені або неочищені стічні води скидаються у водоймища. Скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації призводить до надходження у водні об'єкти забруднюючих речовин, в тому числі і біологічної природи. Нині забруднення води в басейнах великих річок практично на всій території України досягло критичних показників [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Як відомо, Київ забезпечується питною водою з Дніпра, Десни та підземних водоносних горизонтів (промислових артезіанських джерел). Вода перед тим, як потрапити до споживача у водопровідну систему проходить обробку спеціальними реагентами. Водні ресурси р.Дніпро становлять 80% водних ресурсів України, і забезпечують водою більшість населення нашої країни та 2/3 господарського потенціалу країни. Нажаль, водосховища на Дніпрі накопичили величезну кількість забруднюючих речовин. Значної шкоди завдано північній частині басейну внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС; в критичному стані перебувають малі річки басейну, значна частина яких втратила природну здатність до самоочищення. У незадовільному стані знаходяться річки Нижнього Дніпра, де щорічно має місце ускладнення санітарно-епідеміологічної ситуації, знижується вилов риби, спостерігається зменшення біологічного різноманіття. Значної шкоди екосистемі Дніпра поряд із щорічним забрудненням басейну органічними речовинами (40тис.т), нафтопродуктами (745т), хлоридами, сульфатами (по 400 тис.т), солями важких металів (65 - 70т) завдає забруднення біогенними речовинами внаслідок використання відсталих технологій сільськогосподарського виробництва, низької ефективності комунальних очисних споруд [3]. Тому, основною метою Національної програми екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води є відновлення і забезпечення сталого функціонування Дніпровської екосистеми, якісного водопостачання, екологічно безпечних умов життєдіяльності населення і господарської діяльності та захисту водних ресурсів від забруднення та виснаження [3].

Фактична ліквідація державного контролю у галузі якості води після реорганізації служби санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні призвела до вкрай негативних наслідків [4]. І тому, одним з інструментів забезпечення сталого розвитку є впровадження управління водними ресурсами за басейновим принципом, що визначено як в українському законодавстві, так і в законодавстві Європейського Союзу, зокрема Директиві № 2000/60/ЄС про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики (Водна Рамкова Директива) [5].

Саме тому **предметом** дослідження обрано екологічний стан р. Дніпро, як головного джерела водопостачання м. Києва.

На екологічний стан р.Дніпро впливають різні чинники, які тісно взаємопов’язані. На першому місті стоїть проблема неповної очистки стічних вод через застаріле обладнання, а іноді і недбалість

підприємців, які нишком скидають забруднені води у річку. На другому місті стоїть самовільний скид стічних вод від приватного сектору. Насьогодні більшість невеличких населених пунктів не мають повноцінної каналізаційної систему, і тому скидають стічні води у поверхневі водоймища. Ще одним чинником, який призводить до забруднення р.Дніпро є недотримання режиму у прибережних смугах та водоохоронних зонах. На березі річки досить часто з’являються несанкціоновані сміттєзвалища та забудови прибережної території.

Метою роботи було надати первісну екологічну оцінку якості природної води р. Дніпро на території м. Києва за органолептичними, санітарно-хімічними показниками з метою оцінки можливих ризиків для здоров’я людей та попередження негативних наслідків її вживання.

Методика експерименту. В ході роботи було проведено відбір проб природної води з р. Дніпро на території м. Києва. Відбір проб води здійснювався на березі річки Дніпро, поблизу станції метро Дніпро згідно з [6]. Проби води відбирали раз на тиждень впродовж двох місяців (жовтень - листопад). Під час разового відбору проби брали три зразки природної води. Місце відбору позначено на карті (рис. 1) та мало такий вигляд (рис. 2), територія була засмічена, було видно водорості і сміття, яке надійшло з хвилями, на поверхні водойми спостерігалась ледь помітна плівка. Для кожної проби природної води складали паспорт проби згідно з [6] (див. Таблиця 1).

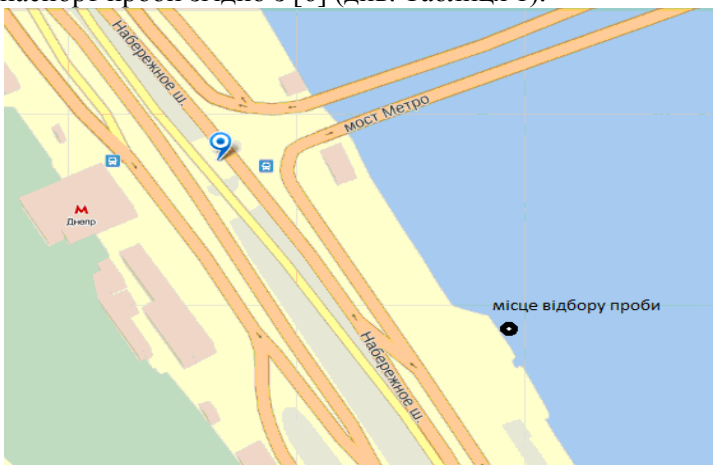


Рисунок 1 - Місце відбору проби

Рисунок 2 - Місце відбору проби

Таблиця 1 - ПАСПОРТ ПРОБИ [6]. Дослідження якості води у поверхневих джерелах централізованого водопостачання

Назва джерела питного водопостачання	р. Дніпро
Місце відбору проби	ст. м. Дніпро
Ким узята проба	
Дата, час	
Температура відбору проби/проведення аналізу	
Дата виконання аналізу, початок, закінчення	
Адреса і назва лабораторії	НТУ, вул. Суворова, 1

Лабораторний аналіз проб води проводився у лабораторії кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету.

Отримані результати та висновки.

Моніторинг якості проб природної води оцінювали за кількома критеріями. Визначали такі дані по органолептичним показникам досліджуваних проб води: запах проби (за походженням, інтенсивність запаху та характер запаху), прозорість води, кольоровість. Хімічний аналіз якості природної води проводили за показниками: завислі речовини, лужність, карбонатна та загальна твердість, водневий показник (*pH*), перманганатна окисність, вміст заліза, нітратів, фторидів). Отримані результати наведено в Таблиці 2.

Таблиця 2 – порівняльна характеристика отриманих даних

Показник	Результати отримані в лабораторії	ДСанПіН2.2.4.171-10	ДСТУ 4808, клас якості води	*ГДК* мг/л
1. Запах проби: - за походженням, бали	Природний, 1-2	-	2	-
- інтенсивність запаху при 20-25^{0}С - інтенсивність запаху при 60 ^{0}С	Дуже слабкий із болотяними нотками; <2 Відчутний із болотяними нотками; 2	2-3	2	1
- характер запаху	болотний	-	-	-
2. Кольоровість, град	20 град	20-35	2	20 град
3. Температура відбору проби ^{0}С	10-15 ^{0}С	-	-	-Не норм
4. Температура проведення аналізу ^{0}С	20^{0}С	-	-	-
5. Зовнішній вигляд проби	На поверхні води спостерігалась ледь помітна плівка, у пробі виявлені незначні залишки водоростей	-	-	-
6. Прозорість води (візуальне визначення)	Прозора	-	-	Не норм
7. *pH*	7,85	6,5-8,5	2	6,5-8,5
8. *pcNO$_3$*, мг/л	206	50	4	9,1
9. Лужність, ммоль/л	3,17	-	2	
10. Твердість загальна, ммоль-екв/л	3,24	7-10	1	Не норм
11. Твердість карбонатна , ммоль-екв/л	5,8	1,5-70	2	Не норм
11. Завислі речовини, мг/л	6,4	-	-	0,25
12. Перманганатна окисність, мгО/л	5,3	<5,0	3	Не норм
13. Вміст заліза, мг/л	0,44	0,2	2	0,3
14. Вміст фосфатів	1,31	-	4	Не норм

Для оцінки стабільності природної води було визначено показник стабільності (*C*) за лужністю та значенням *pH* досліджуваної води:

$$C = \frac{Л_0}{Л_{нас}} = 1.03 \quad (1)$$

або

$$C = \frac{pH_0}{pH_{нас}} = 1.07 \quad (2),$$

де $Л_0$,pH_0 – лужність і pH досліджуваної води;

$Л_{нас}$, $pH_{нас}$ – лужність і pH тієї ж води, насиченої карбонатом кальцію.

За умови C = 1, вода є стабільною; C >1– вода нестабільна; C <1 – вода агресивна. Тому, за отриманими даними можна зробити висновок, що природна вода р.Дніпро є нестабільною. Це свідчить про те, що концентрація вільної карбонатної кислоти в ній менша за концентрацію рівноважної кислоти ($[CO_2]_{досл.} < [CO_2]_{рівн.}$). Це призводить до утворення $CaCO_3$, який відкладається у трубопроводах у вигляді осаду.

Отримавши значну кількість результатів по визначенню якісних показників проб води, дуже важко дати комплексну оцінку стану водного об’єкта. Тому в роботі було розраховано коефіцієнт забрудненості запропонований авторами [7] у своїй монографії. Цю методику розроблено Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (м. Харків) та затверджено Міністерством охорони навколишнього природного середовища № 89-М від 4 червня 2003 р. Методика дає комплексну оцінку якості води та бере за основу показники хімічного складу проби.

Згідно цієї методики коефіцієнт забрудненості розраховується за формулою

$$КЗ = \sum_{i=10}^{10} \left(\frac{1}{N_i} \sum_{n=1}^{N_i} x_{in} \right) \quad (3)$$

$$x_{in} = \begin{cases} якщо \quad C_{in} \rangle ГДК_i \quad \Rightarrow \quad x_{im} = \dfrac{C_{in}}{ГДК_i} \\ якщо \quad C_{in} \le ГДК_i \quad \Rightarrow \quad x_{im} = 1 \end{cases} \quad (4)$$

де i – порядковий номер показника; N_i – загальна кількість вимірювань i – го показника; X_{in} – кратність перевищення ГДК в разі n-го вимірювання i – го показника; C_{in} – фактична концентрація i – ї речовини у воді; ГДК – гранично-допустима концентрація i – ї речовини у воді.

За допомогою отриманих числових значень коефіцієнта забрудненості (КЗ) можна оцінити стан водного об’єкта за рівнем забрудненості та надати йому оцінку класу якості [7]:

-КЗ=1; незабруднені (чисті) води; клас якості I;

-КЗ=1,01 – 2,50; слабо забруднені води; клас якості II;

-КЗ=2,51 – 5,00; помірно забруднені води; клас якості III;

-КЗ=5,01 – 10,00; брудні води; клас якості IV;

-КЗ більше 10; дуже брудні води; клас якості V.

Провівши експерименти, та визначивши пріоритетні показники якості води, а саме pH, нітрати, лужність, твердість загальна та карбонатна, завислі речовини, перманганат на окисність, залізо, фосфати, та проаналізувавши близько 40 проб ми дали оцінку якості води згідно розрахунку КЗ, який становить 1,85. В результаті можна зробити висновок що досліджувана вода відноситься до II-го класу якості та є слабо забрудненою.

Отримані результати (Табл.2) свідчать про те, що тільки по 2-м показникам якості досліджувані проби води перевищують нормативні показники. Підвищений вміст нітратів у природній воді (більше 50мг/дм^3) свідчить про те, що на сільськогосподарських угіддях стали використовувати надлишок нітратних добрив. Нітрати, як відомо, досить добре розчиняються у воді, а рослини не в змозі засвоїти їх надлишок, тому солі нітратної кислоти просочуються в грунти та потрапляють в підземні та поверхневі води. **АВТОРИ** [9-10] вважають, що підвищений вміст нітратів у поверхневих водах залежить від пори року, наявності сільськогосподарських угідь або ферм вище за течією річки. Досліджувані зразки проб води мають перевищення нормативів по вмісту заліза (загального). Як

відомо, дощ є природним конденсатом, що поглинає вуглекислий газ з повітря, відповідно має слабо кислу реакцію. Дощова вода, просочуючись через залізні руди видаляє з них залізо. В природних водах залізо може бути двох валентне (у розчинному вигляді), трьох валентне (у вигляді іржі) та органічні сполуки заліза (залізобактерії). Підвищений вміст загального заліза у природній воді, у нашому випадку, пов’язаний з декількома фактами. По-перше, більший внесок в цю величину вносять саме залізобактерії. Підтвердженням цього факту є утворення ржавого слизу на металевих конструкціях, що знаходились поряд з місцем відбору проб. По-друге, при відстоювання проб води спостерігався ледь помітний коричневий осад, що і є підтвердженням наявності у воді двох- та трьохвалентного заліза.

Висновки.

За даними отриманими в роботі було визначено клас якості природної води згідно [6] (див. Табл. 2). Досліджувану природну воду з р. Дніпро можна переважно віднести до 2 класу якості (вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої), хоча по показникам вмісту нітратів та фосфатів досліджувана вода відноситься до 4-го класу (вода небажаної якості), а по перманганат ній окисності до 3-го класу (вода задовільної якості).

У досліджуваному місті відбору проб спостерігається забруднення поверхневих вод наводним транспортом, скидання у водойму поверхневих стоків із промислових та будівельних майданчиків, надходження забруднень з міських територій, створення на березі річки несанкціонованих смітників.

В Угоді про асоціацію між Україною та Європейським Союзом та його державами-членами (підписаної 21 березня 2014 року) у Главі 6 «Навколишнє природне середовище» розглядаються питання співробітництва у сфері охорони навколишнього природного середовища. Директиви цього документу встановлюють загальні правила та стандарти, які повинні бути транспоновані до внутрішньодержавного права. На відміну від сучасного природоохоронного законодавства України, яке у багатьох аспектах є декларативним, джерела права ЄС визначають кількісні та якісні результати, які треба досягти і в Україні. У секторі «Якість води та управління водними ресурсами» виділено шість директив. Директива «Про питну воду» спрямована на забезпечення захисту здоров’я людей від несприятливого впливу будь-якого забруднення води, призначеної для споживання людиною, гарантуючи, що така вода є безпечною та чистою. Ця директива встановлює необхідні стандарти для води, призначеної для споживання людиною (загалом 48 мікробіологічних та хімічних показників підпадає нормуванню у воді). Щоб досягти цієї мети Україна має 5 років, впродовж яких необхідно змінити законодавчу базу в цій сфері, встановити нові стандарти якості води для споживання людиною, створити систему моніторингу та надання відкритої інформації споживачам про якість води.

Для того щоб покращити стан р. Дніпро та інших поверхневих джерел України мало вдосконалювати законодавчу базу у цій сфері, проводити реконструкцію та будівництво очисних споруд, приводити у задовільний стан прибрежні зони, необхідно підвищувати екологічну культуру населення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. A. S. Edward, T. Lofts, S. Lofts Dissolved trace metal speciation in estuarine and coastal waters: Comparison of WHAM/Model VII predictions with analytical results/ Environmental Toxicology and Chemistry Volume 34, Issue 1, pages 53–63, January 2015 DOI: 10.1002/etc.2789
2. Центральна геофізична обсерваторія. Звіт про дослідну роботу «Екологічні дослідження водних об’єктів України» : [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: http://www.cgo.kiev.ua/dgerelo/dg-1.html Або http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=lgb-kyiv/
3. Верховна рада України (офіційний веб-портал). Постанова Верховної ради України про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 38-39, ст.248) : [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/188/98-вр
4. Khmenko I. Administrative decentralization in post communist countries: The case of water management in Ukraine / I. Khmelko // J. Political Sciences, Government and Politics. – 2012. – V. 1, Issue 1. – P. 1-12: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: http://www.scientificjournals.org/journals2012/articles/1512.pdf
5. Верховна рада України (офіційний веб-портал). Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС: [Електрон. ресурс]. - Режим доступа: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_962

6. ДСТУ 4808-2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання.-К.: Держстандарт України, 2007.-40с.
7. Приходько М. М., Приходько Н. Ф., Пісоцький В. П. Наукові основи басейнового управління природними ресурсами (на прикладі р. Гнила Липа). Монографія за ред. М. М. Приходька. – Івано-Франківськ, 2006. – 270 с.
8. СанПиН 2.2.4-171-10. Государственные Санитарные Нормы и Правила. "Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком" та зміни до нього (Зміни до СанПін 2.2.4-171-10 затверджено наказ МОЗ Украйни № 505 від 15.08.2011)
9. G.N. Wogan, W. Generoso, L.D. Koller, R.P. Smith, S.R. Tannenbaum Nitrate and nitrite in drinking water/ Environ Health Perspect.- V. 114(3).- 2006.-320–327p.
10. Dan Binkley, Heather Burnham, H. Lee Allen Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus/Elsevier. Forest Ecology and Management.-V.121.- 1999.- 191-213p.

REFERENCES

1. Edward, A. S., Lofts, T., Lofts S. (2015). Dissolved trace metal speciation in estuarine and coastal waters: Comparison of WHAM/Model VII predictions with analytical results. Environmental Toxicology and Chemistry, 34(1). P.53–63. DOI: 10.1002/etc.2789
2. Central geophysical observatory. Report on an experience work "Ecological researches of water objects of Ukraine" : [Electronic resource]. - Access mode: http://www.cgo.kiev.ua/dgerelo/dg-1.html Або http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=lgb-kyiv/
3. Verkhovna rada of Ukraine (official web-portal). Resolution of the Verkhovna rada of Ukraine is about Basic directions of public policy of Ukraine in industry of guard of environment, use of natural resources and providing of ecological safety (of List of Verkhovna Rada of Ukraine), 1998, N 38-39, st.248) : [Electronic resource]. - Access mode: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/188/98-вр
4. Khmenko I. Administrative decentralization in post communist countries: The case of water management in Ukraine / I. Khmelko // J. Political Sciences, Government and Politics. – 2012. – V. 1, Issue 1. – P. 1-12: [Electronic resource]. - Access mode: http://www.scientificjournals.org/journals2012/articles/1512.pdf
5. Verkhovna rada of Ukraine (official web-portal). Water Scope Directive EC 2000/60/EC: [Electronic resource]. - Access mode: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_962
6. DSTU 4808-2007 SOURCES OF THE CENTRALIZED DRINKING WATER SUPPLYING The hygienic, ecological requirements to water quality and the rules of selection.-K.: Derjstandart of Ukrain, 2007.-40p. (Ukr)
7. Pryhodko, M. M., Pryhodko, N. F., Pisotskij, V. P. Scientific pool government natural resources (on an example r. Gnila Lipa) bases. Monograph is under a release M. M. Pryhodko. – Ivano-Frankovsk, 2006. – 270 p. (Rus)
8. SanPiN 2.2.4-171-10. State Sanitary Norms and Rules. "Hygienical requirements to water drinkable, intended for a consumption by a man" and changes are to him (Changes to SanPiN 2.2.4-171-10 the order of MOZ of Ukraine is ratified № 505 by 15.08.2011)
9. Wogan, G.N., Generoso, W., Koller, L.D., Smith, R.P., Tannenbaum, S.R. Nitrate and nitrite in drinking water/ Environ Health Perspect.- V. 114(3).- 2006.P.320–327.
10. Binkley, D., Burnham, H., Lee Allen, H.Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus/Elsevier. Forest Ecology and Management.-V.121.- 1999.P.191-213.

РЕФЕРАТ

Лук’янова В.В. Оцінка якості природної води в р. Дніпро у м.Києві / В.В. Лук’янова // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті проведено аналіз основних фізико-хімічних характеристик якості природної води на прикладі р. Дніпро, визначено якість природної води та розраховано коефіцієнт забрудненості.

Об'єкт дослідження – природна вода р.Дніпро (м.Київ).

Мета роботи – надати первісну екологічну оцінку якості природної води р. Дніпро на території м. Києва за органолептичними, санітарно-хімічними показниками з метою оцінки можливих ризиків для здоров’я людей та попередження негативних наслідків її вживання.

Метод дослідження – фізико-хімічні методи визначення якості води.

Основними джерелами прісної води на території України є стоки річок Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Дунаю з притоками, а також малих річок північного узбережжя Чорного та Азовського морів. В результаті порушення норм якості води відбувається деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм.

В статті приведені результати роботи по визначенню низки показників якості води р. Дніпро, визначено показник стабільності та коефіцієнт забрудненості води. Встановлено, що характеристики якості води відповідають нормам майже по всім показникам якості. Зовнішній стан місця відбору проб визнано незадовільним.

Результати статті можуть бути використанні для розробки програми моніторингу поверхневих вод.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРИРОДНА ВОДА, ЯКІСТЬ ВОДИ, ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ’ЄКТІВ, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ.

ABSTRACT

Lukjanova V.V. Estimation of quality of natural water of r. Dnepr in Kyiv. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article the analysis of basic physical and chemical descriptions of quality of natural water is conducted on an example river Dnepr. Certain the quality of natural water and the coefficient of muddiness.

Object of the study – natural water of r. Dnepr in Kyiv.

Purpose of the study– to give the primitive ecological estimation of quality of natural water Dnepr on territory of Kyiv on organoleptic properties, sanitary-chemical indexes with the aim of estimation of possible risks for the health of people and warning of negative consequences of her use.

Method of the study – physical and chemical methods of determination of quality of water .

The basic sources of fresh water on territory of Ukraine are flows of the rivers of Dnepr, Dnister Southern Bug, Siverskyi Donets, Danube with inflows, and also the small rivers of north coast of Black and Azov pestilences. As a result of violation of norms of quality of water it takes place to degradation of water ecosystems, decline of the productivity of reservoirs.

In the article the brought job performances over on determination of row of indexes of quality of water Dnepr, the index of stability and coefficient of muddiness of water are certain. It is set that descriptions of quality of water meet standards almost for all to the indexes of quality. The external state of sampling place is confessed by unsatisfactory.

Results of the article can be the use for development of the program of monitoring of water.

KEYWORDS: NATURAL WATER, QUALITY of WATER, CONTAMINATION of WATER OBJECTS, INDEXES of QUALITY of WATER.

РЕФЕРАТ

Лукьянова В.В. Оценка качества природной воды в р. Днепр в г. Киеве / В.В. Лукьянова // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье проведено анализ основных физико-химических характеристик качества природной воды на примере р. Днепр, определено качество природной воды, рассчитан коэффициент загрязнённости.

Объект исследования – природная вода р.Днепр (г.Киев).

Цель работы – дать первичную экологическую оценку качеству природной воды р. Днпр на территории г. Киева по органолептическим и санитарно-химическим показателям с целью оценки возможных рисков для здоровья людей и предупреждения негативных последствий её использования.

Метод исследования – физико-химические методы определения качества воды.

Основными источниками пресной воды на территории Украины являются стоки речек Днепра, Днестра, Южного Буга, Северского Донца, Дуная с их притоками, а также небольшие речки западного побережья Чёрного и Азовского морей. В результате нарушения норм качества воды происходит деградация водных экосистем, понижение продуктивности водных объектов.

В статье приведены результаты работы по определению ряда показателей качества воды р. Днепр, рассчитано показатель стабильности и коэффициент загрязнённости воды. Показано, что характеристики качества воды отвечают нормам почти по всем показателям качества. Внешнее состояние места отбора проб определено как неудовлетворительное.

Результаты статьи могут быть использованы для разработки программ мониторинга поверхностных вод.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРИРОДНАЯ ВОДА, КАЧЕСТВО ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЄКТОВ, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ.

АВТОРИ:

Лук’янова Віталіна Віталіївна, кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: vitalina_lk@i.ua, тел. +380677985533, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

AUTHOR:

Lukjanova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, associate professor department of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: vitalina_lk@i.ua, tel. +380677985533, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Лукьянова Виталина Витальевна, кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: vitalina_lk@i.ua, тел. +380677985533, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О.В., кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Інституту біоколоїдної хімії ім.Ф.Д.Овчаренка НАН України, Київ, Україна

Барабаш О.В., кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, Київ, Україна

REVIEWER:

Krsvchenko O.V., Candidate of Chemical Science, Senior staff scientist of Institute of biocolloid chemistry of F. D. Ovcharenko of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Barabash E.V., Candidate of Biological Science, associate professor department of The Department of Ecology and Safety of Vital Functions, National Transport University, Kyiv, Ukraine

УДК 656.002
UDC 656.002

OCENA OFERTY PRZEWOZOWEJ RZESZOWSKIEJ KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
SIEDLECKA Sylwia,Mgr inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ОЦІНКА МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ЖЕШУВА

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща
СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ASSESSMENT OF URBAN TRANSPORT OFFERED BY MPK RZESZOW

MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
SIEDLECKA Sylwia,Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Działalność ludzka powiązana jest z nierozłączną koniecznością przemieszczania ładunków, osób i informacji. Przemieszczanie to determinuje możliwość zaspokajania ludzkich potrzeb. Realizowanie codziennych czynności powoduje, że transport ludności, ładunków i informacji jest jednym z najbardziej istotnych procesów z punktu widzenia możliwości funkcjonowania jednostek w społeczeństwie i gospodarce. Na terenie zurbanizowanym do przemieszczania osób służy transport miejski, znany również pod pojęciem komunikacji miejskiej.

Transport miejski jest ważnym elementem przestrzennego zagospodarowania obszarów umożliwiającym i sprzyjającym rozwojowi i kształtowaniu sieci osadniczych oraz wpływającym na lokalizację zakładów pracy. Pełni on znaczącą rolę w funkcjonowaniu miast i terenów z nimi powiązanych.

Miasto Rzeszów posiada jedno, główne przedsiębiorstwo, które odpowiada za zbiorowy przewóz pasażerów na terenie miasta i aglomeracji rzeszowskiej, mianowicie Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne. Zasadniczą ideą funkcjonowania tego przedsiębiorstwa, spisaną w Regulaminie Organizacyjnym oraz Akcie Założycielskim, jest prowadzenie działalności gospodarczej dotyczącej transportu pasażerskiego miejskiego, podmiejskiego, a także lądowego.

Pomimo tego, że ostatnimi czasy na terytorium miasta Rzeszowa powstało wiele firm oferujących usługi w zakresie transportu osób, spółka MPK ciągle dominuje. Tabor przewozowy MPK jest najczęściej wybieranym środkiem przewozowym przez społeczeństwo Rzeszowa.

Analiza oferty transportowej realizowanej przez mpk rzeszów. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Rzeszowie ma do zaoferowania 45 linii autobusowych w tym:

- 30 linii miejskich,
- 11 linii podmiejskich,
- 3 linie nocne,
- 1 linię do portu lotniczego Rzeszów-Jasionka.

Częstotliwość jazdy linii autobusowych wynosi od 10 do 25 minut dla kursów linii miejskich, natomiast dla linii podmiejskich czas ten jest wydłużony do zakresu od 20 do 90 minut.

Tabela 1. Dane eksploatacyjne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego

Rodzaj linii	**Ilość linii**	**Długość linii w granicach miasta [km]**	**Długość linii poza granicami miasta [km]**	**Liczba taboru**
Miejskie	30	394	9	129
Podmiejskie	11	129	121	49
Nocne	3	48	-	2
Lotnisko	1	17	15	1
Ogółem	45	588	145	181

Tabela 2. Cennik biletów dla Gminy Miejskiej Rzeszów oraz gmin, z którymi Miasto Rzeszów zawarło porozumienie (Strefa Aglomeracyjna), ważny na dzień 01.03.2014 [3]

Rodzaje biletów		**Ceny biletów**	**Ceny biletów obowiązujących w godz. NOCNYCH tj. 23:00 - 05:00**
		Strefa Aglomeracyjna	Strefa Aglomeracyjna
Bilet 1 - przejazdowy	normalny	2,80	5,60
	ustawowy	1,40	2,80
	samorządowy	1,70	3,40
Bilet 4 - przejazdowy	normalny	10,60	W godzinach nocnych należy skasować dwa odcinki z biletu 4-przejazdowego
	ustawowy	5,30	
	samorządowy	6,40	
Bilet 60 - minutowy	normalny	4,00	Ważny przez całą dobę
	ustawowy	2,00	
	samorządowy	2,40	
Bilet 24 -godzinny o niekontrolowanej ilości przejazdów	normalny	12,00	Ważny przez 24 godziny od momentu skasowania
	ustawowy	6,00	
	samorządowy	7,20	
Bilet miesięczny trasowany ważny we wszystkie dni miesiąca	normalny	70,00	Ważny przez całą dobę od pierwszego do ostatniego dnia miesiąca
	ustawowy	35,00	
	samorządowy	42,00	
Bilet miesięczny sieciowy ważny we wszystkie dni miesiąca			
imienny	normalny	98,00	Ważny przez całą dobę od pierwszego do ostatniego dnia miesiąca
	ustawowy	49,00	
	samorządowy	55,00	
na okaziciela	normalny	250,00	Ważny przez całą dobę od pierwszego do ostatniego dnia miesiąca
	ustawowy	125,00	
	samorządowy	149,00	
Bilet imienny pięciodniowy ważny przez 5 kolejnych dni	normalny	26,00	Ważny przez całą dobę
	ustawowy	13,00	
	samorządowy	16,00	
Bilet imienny semestralny:			
od 16 lutego do 30 czerwca		199,00	Ważny przez całą dobę
od 1 października do 15 lutego		199,00	
Bilet wakacyjny miesięczny dla dzieci, młodzieży szkolnej i studentów studiów stacjonarnych			
na 1 miesiąc wakacyjny		40,00	Ważny w godz 5.00 - 23.00
na 2 miesiące wakacyjne		70,00	

Ceny, które widnieją w tabeli 2 obowiązujące od 1 marca 2014 roku nie przyczyniają się do zwiększenia atrakcyjności przewozów autobusami MPK Rzeszów. Porównując poprzednie ceny biletów można zauważyć ich wzrost np. dla biletów studenckich i normalnych o 17 %. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Rzeszowie podwyżkę tę tłumaczy próbą zachęcenia ludności miasta do zakupu biletów miesięcznych, którychkoszt obniżył się o około 11% w stosunku do starego cennika.

Analizując strukturę pasażerów komunikacji miejskiej w Rzeszowie zauważyć można bardzo wysoki odsetek osób podróżujących posiadających bilet jednoprzejazdowy. Udział pasażerów, którzy odbywają podróże korzystając z biletów: miesięcznych trasowanych, sieciowych i semestralnych – wynosi 34,5% łącznej liczby podróżujących. Porównując ten udział do struktury sprzedaży w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, jest on stosunkowo niski. W ostatnim roku sprzedaż biletów jednoprzejazdowych zmalała o 6%, a udział ze sprzedaży biletów okresowych miesięcznych i o dłuższym okresie ważności, wzrósł natomiast o 5%. Owa tendencja zmian dotycząca sprzedaży biletów następuje więc w prawidłowym kierunku.

Rzeszowska komunikacja miejska posiadała ceny dla strefy taryfowej A, a po przekroczeniu przystanku granicznego – obowiązywał cennik dla strefy taryfowej B. Od dnia 1.03.2014 podział na strefy został zniesiony, a cennik biletów stał się ujednolicony zarówno dla mieszkańców Rzeszowa jak i gmin sąsiednich.

W MPK Rzeszów obowiązują dwa rodzaje ulg: samorządowe oraz ustawowe. Cennik biletów uwzględniający zniżki samorządowe i ustawowe przedstawiony został w tabeli 2.

Obecna taryfa nie obejmuje już biletów na okaziciela. Oferta biletów okresowych nie jest duża, a cena, pomimo ostatnich obniżek wciąż wysoka. Koszt biletu miesięcznego trasowanego stanowi równowartość ceny 26 biletów z karnetu czteroprzejazdowego, 25 biletów jednoprzejazdowych, natomiast cena biletu sieciowego jest równoważna z kosztem 37 biletów z karnetu czteroprzejazdowego, bądź 35 biletów jednoprzejazdowych.

Uprawnieni do przejazdów bezpłatnych są: inwalidzi, dzieci do lat 4, radni, zasłużeni honorowi dawcy krwi lub przeszczepów, dzieci z rodzin w trudnej sytuacji, osoby niezdolne do pracy i ich opiekuni, bezrobotni, osoby w wieku powyżej 70 lat, umundurowani funkcjonariusze Straży Miejskiej, pracownicy operatora wewnętrznego.

Ulgi z racji zniżek ustawowych, wynikają z przepisów prawa. Natomiast uprawnienia do ulg samorządowych wyznacza uchwała Rady Miasta. Dotyczą one: inwalidów słuchu, niepełnosprawnych i ich opiekunów, emerytów, dzieci od 4 do 7 lat oraz studentów studiów doktoranckich.

Prezydent Rzeszowa posiada również prawo do przyznania prawa do bezpłatnego przejazdu do wysokości 0,3% wpływów ze sprzedaży biletów za uprzedni rok, dla osób w zakresie inicjatyw sportowych, charytatywnych, kulturalnych lub społecznych.

Dodatkowa opłata za bagaż nadgabarytowy równoważna jest cenie biletu za dany przejazd.

Sprzedaż biletów realizowana jest:

- u kierowców autobusów, za odliczoną kwotę – zakres biletów 60-minutowych,
- w punktach obsługi pasażera (5 punktów własnych) – ul. Dąbrowskiego, ul. Miłocińska, pl. Wolności, al. Wyzwolenia i al. Powstańców Warszawy –sprzedaż detaliczna, z wyłączeniem biletów wakacyjnych i semestralnych,
- w zewnętrznych punktach sprzedaży (punkty handlowe, sklepy, kioski) – sprzedaż detaliczna biletów 24- godzinnych, 60- minutowych, jednoprzejazdowych,
- w kasie biletowej w centrum miasta, ul. Lisa Kuli – sprzedaż hurtowa i detaliczna obejmująca zakres całego asortymentu biletów, jednocześnie możliwe jest wyrabianie legitymacji do biletów okresowych.

Oprócz konwencjonalnych metod kupna biletu MPK Rzeszów uruchomiło opcję kupna elektronicznego komórkowego biletu w specjalnych serwisach.

Obecnie w Rzeszowie brak jest mobilnych i stacjonarnych automatów do sprzedaży biletów. Planowana jest jednak instalacja 80 automatów mobilnych w autobusach oraz 29 automatów stacjonarnych w wybranych miejscach.

Automaty stacjonarne zlokalizowane będą:

- przy dworcu PKP,
- na wybranych pętlach,
- przy przystankach o zwiększonym ruchu pasażerów wsiadających,
- przy centrach handlowych,
- przy wybranych punktach węzłowych.

Aktualnie działający system sprzedaży biletów w Rzeszowie jest znikomy jeżeli porównamy go do innych miast o podobnej wielkości. Poszerzenie systemu o sprzedaż automatyczną, zlokalizowaną w wybranych punktach miasta, wdrożenie sprzedaży biletów okresowych przez Internet oraz implementacja automatów mobilnych w wybranych autobusach zapewni mu odpowiednią liczbę kanałów dystrybucji.

Zgodnie ze statystykami, MPK Rzeszów transportuje dziennie około 30 tysięcy pasażerów, co sprawia, że spółka ta odgrywa znaczącą rolę w życiu obywateli Rzeszowa i okolic [1].

Charakterystyka infrastruktury transportu miejskiego mpk rzeszów. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne mimo wykonywania podstawowych czynności powiązanych z samą operacją przewozu elementami infrastruktury liniowej (takimi jak drogi kołowe), kieruje takimi obiektami infrastruktury punktowej jak [3]:

- myjnią pojazdów,
- usługami wulkanizacyjnymi,
- usługami wynajmu autobusów wraz z kierującym,
- stacją paliw włączającą CNG,
- zajezdnią nr 1 umiejscowioną przy ul. Trembeckiego,

- zajezdnią nr 2 umiejscowioną przy ul. Lubelskiej, która dysponuje parkingiem strzeżonym oraz stacją diagnostyczną.

Linie autobusowe połączone są siecią 599 przystanków autobusowych, między którymi średnia odległość wynosi około 486 metrów.Całkowita długość linii wynosi 588,6 km.

Drogowy transport publiczny Rzeszowa bazuje na sieci ulicznej miasta i drogach podmiejskich z oddzielonymi zatokami przystankowymi na trasach o zwiększonych potokach pasażerskich. W obszarze administracyjnych granic Rzeszowa zlokalizowanych jest 307 przystanków, pośród których 115 posiada wiaty różnych typów. Na 72 przystankach wiaty są zabudowane. Na długości al. Sikorskiego funkcjonują buspasy o długości 3,3 km. Poza nimi rzeszowskie autobusy komunikacji miejskiej nie są uprzywilejowane w ruchu drogowym. Aktualnie wprowadzany jest system, który ma za zadanie sprawić aby pojazdy komunikacji miejskiej miały pierwszeństwo na 15 skrzyżowaniach miasta Rzeszowa.

Opis środków transportu wykorzystywanych w mpk rzeszów na terenie aglomeracji rzeszowskiej. MPK Rzeszów w swojej ofercie taboru przewozowego do celów komunikacji miejskiej nie posiada pozaautobusami innych środków transportu. Obecna liczba autobusów wynosi 181. Dokładne dane dotyczące taboru liniowego zostały przedstawione w tabeli 3.

Tabela 3.Tabor liniowy Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Rzeszowie

Model autobusu	**Lata produkcji**	**Przystosowanie do osób niepełnosprawnych**	**Ilość**
Jelcz-Berliet PR110U	1982-1983	-	1
Jelcz 120M	1992-1996	-	3
Jelcz 120MM/1	1993-1996	-	8
Mercedes O405N2	1995	Tak	3
Jelcz M181MB	1996	Tak	1
Jelcz M181MB/2	1997	Tak	2
Jelcz 120MM/2	1998	-	4
Solaris Urbino 12	1999/2000	Tak	29
Solaris Urbino 15	2000	Tak	8
MAN NL 223	2002	Tak	5
Autosan A 844MN	2001	Tak	1
Jelcz M125M/4 CNG	2003-2006	Tak	11
Solaris Urbino 12 CNG	2005/2006	Tak	9
Jelcz M120M/4 CNG Supero	2006	-	10
Jelcz M121M/4 CNG	2007	Tak	8
Autosan H7-20.07 "Solina City"	2008	Tak	2
Neoplan N4016	1998	Tak	1
Neoplan K4016TD	1998	Tak	1
Jelcz M125M	1999	Tak	2
Autosan Sancity 10LF	2012	Tak	20
Mercedes-Benz O530	2012	Tak	30
Mercedes-Benz O530 CNG	2013	Tak	22
		Wszystkie pojazdy	181
		Udział autobusów niskopodłogowych we flocie	86%
		Udział autobusów zasilanych gazem ziemnym	34%
		Średni wiek taboru	8,5 lat

Tabela 4.Tabor liniowy Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Rzeszowie

Wiek:	0-3 lat	4-8 lat	9-12 lat	13-15 lat	powyżej 15 lat
Udział:	38%	21%	9%	20%	12%

Na postawie tabeli 4 zauważyć można duży odsetek autobusów, których wiek nie przekracza 8 lat. Spowodowane jest to zakupieniem przez MPK Rzeszównowych autobusów. Zakup ten obejmuje Mercedesy-Benz 0530 oraz Autosany Sancity 10LF. Warto wspomnieć, iż miasto Rzeszów zaopatrując się we wspomniane autobusy, które charakteryzuje nowa stylistyka kolorowa chce stworzyć nowoczesną wizytówkę komunikacji miejskiej, w celu zachęcenia większej ilości osób do podróżowania tym środkiem przewozowym. Ponad 85% autobusów jest niskopodłogowych, co w znacznym stopniu ułatwia podróżowanie osobom starszymi niepełnosprawnym.

Wielkość pracy eksploatacyjnej i popytu na przewóz autobusami rzeszowskiej komunikacji miejskiej na przestrzeni lat 2008-2013 oraz skalę zaistniałych zmian, ukazano w tabeli 5 oraz tabeli6.

Tabela5.Wielkość pracy eksploatacyjnej i popytu na przewóz rzeszowskimi autobusami komunikacji miejskiej w latach 2008-2013

Rok	Wielkość popytu (tys. pasażerów)	Praca eksploatacyjna (tys. wozokm)	Wskaźnik (pasażerowie/wozokm)
2008	37184	9934	3,74
2009	36025	9917	3,63
2010	33628	9746	3,45
2011	30011	9056	3,31
2012	29806	7503	3,97
2013	b.d.	7540	b.d

Tabela 6. Zmiana wielkości pracy eksploatacyjnej i popytu na przewóz rzeszowskimi autobusami komunikacji miejskiej w latach 2008-2013

Zmiana w analizowanym roku w stosunku do 2008 r.				
	wielkość popytu		wielkość pracy eksploatacyjnej	
Rok	(tys. pasażerów)	(%)	(tys. wzkm)	(%)
2009	-1159	-3,12	-17	-0,2
2010	-3556	-9,56	-188	-1,9
2011	-7173	-19,29	-878	-8,8
2012	-7378	-19,84	-2431	-24,5
2013	b.d.	b.d.	-2394	-24,1

Tendencja, która występowała od 2009 r. dotycząca spadku liczby przewożonych pasażerów, przy jednoczesnym spadku ilości realizowanych wozokilometrów, korespondowała z ogólnokrajowymi trendami w miastach średniej wielkości [2]. Malejący popyt spowodowany był m.in. silnie rosnącą liczbą samochodów osobowych należących do mieszkańców Rzeszowa i obsługiwanych rzeszowską komunikacją gmin ościennych.

Podsumowanie. Po poddaniu ocenie oferty komunikacji miejskiej realizowanej przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Rzeszowie stwierdzić można, że spółka ciągle i dynamicznie dąży do udoskonalania świadczonych przez siebie usług. Zakup nowych autobusów, tworzenie systemu zintegrowanego sterowania ruchem publicznym, rozbudowywanie infrastruktury drogowej, zakup i montaż e-kiosków oraz tablic informacji pasażerskiej na pewno sprawia, że rzeszowska komunikacja powoli staje się lepiej odbierana w powszechnej opinii mieszkańców.

LITERATURA

[1] Mądziel M., Wojewoda P.: Badanie częstotliwości jazdy rzeszowskich autobusów miejskich na przykładzie wybranej linii. Wydawnictwo: Ministerstwo Oświaty i Nauki Ukraina, Narodowy Uniwersytet Transportu, Lwów 2013.

[2] Rudnicki L.: Zachowanie konsumentów na rynku. PWE, Warszawa 2012.

[3] Strona Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Rzeszowie: http://www.mpk.rzeszow.pl/

STRESZCZENIE

MĄDZIEL Maksymilian. Ocena oferty przewozowej Rzeszowskiej komunikacji miejskiej / MĄDZIEL Maksymilian, SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NTU, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono analizę oferty transportowej oferowanej przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Rzeszowie. Opisane zostały kwestie związane z ilością tras autobusowych, analizą cennika biletowego, infrastruktury transportu wykorzystywanej na potrzeby komunikacji, jak również środków transportowych użytkowanych przez MPK Rzeszów. Całość rozważań została podsumowana.

РЕФЕРАТ

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан. Оцінка міської транспортної мережі Жешува / МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, СІДЛЕЦЬКА Сільвія // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті наведено аналіз транспортної системи Жешува. Описані питання, пов'язані з кількістю автобусних маршрутів, аналізу цін на квитки, транспортної інфраструктури, використовуваних для зв'язку, а також транспортних засобів, що використовуються МПК.

ABSTRACT

MADZIEL Maksymilian, SIEDLECKA Sylwia. Competitiveness of international road transport in the postal and courier trade. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents an analysis of the offer of transportation serviced by MPK Rzeszow. Describes the issues related to the number of bus routes, ticket pricing analysis, transport infrastructure used for communication, as well as the means of transport used by MPK. The whole discussion is summarized.

AUTORZY:

MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., PolitechnikaRzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

SIEDLECKA Sylwia, Mgrinż., PolitechnikaRzeszowska, KatedraSilnikówSpalinowychiTransportu, Al. PowstańcówWarszawy 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

SIEDLECKA Sylwia, Mgr inż.,Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Dean of Automobile Mechanic Faculty, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.06:519.7
UDC 504.06:519.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Грищук О.К., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Вайганг Г.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Блажчук О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESEARCH OF TRAFFIC FLOW OPERATIONAL MODES IMPACT ON THE LEVEL OF ROADSIDE POLLUTION

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Gryschuk OK., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Weigang G.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Blazhchuk O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ СРЕДЫ

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Грищук О.К., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Вайганг А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Блажчук Е.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. На сьогоднішній день автомобільний транспорт в м. Києві, як і в ряді інших великих міст України, є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря і створює одну з найважливіших екологічних проблем, яка характеризується значним негативним впливом на екосистеми та здоров’я населення через потрапляння у довкілля значних обсягів шкідливих речовин. Обсяги викидів мають тенденцію до зростання, що обумовлено постійним збільшенням кількості автотранспорту в місті, погіршенням технічного стану автомобільного парку, незадовільною якістю палива та недостатньо розвиненою законодавчою та юридичною базою у галузі ефективного управління автотранспортом. Саме тому виникає гостра необхідність в оцінюванні впливу транспортних потоків (ТП) автомобільних доріг на величину забруднюючих викидів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню забруднення довкілля автомобільним транспортом та пошуку шляхів покращення екологічних показників транспортних засобів (ТЗ) присвячено велику кількість досліджень. Зокрема, в роботах Ю.Ф. Гутаревича, Ю.В. Трофименка, В.Н. Луканина досліджено питання впливу різних конструкційних та експлуатаційних факторів на рівень емісії окремими ТЗ [1, 2, 3].

Методи оцінки забруднення придорожнього простору регламентуються відповідними законодавчими актами України та нормативно-методичними документами. З одного боку – екологічним законодавством, що висуває загальні вимоги до здійснення будь-якої господарської діяльності, а з другого – спеціальним законодавством щодо правового регулювання суспільних відносин, що складаються в транспортній галузі.

Існують чисельні методики здійснення розрахунку масових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря транспортними засобами.

Найбільш поширеною є методика [4], яка дозволяє визначати концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Методика [5] визначає особливості розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від ТЗ. Проте дані методики є малоефективними для розрахунку забруднення на локальних перехрестях доріг, оскільки не враховують режими руху ТЗ та актуальний склад ТП. Для дослідження впливу режимів руху ТП доцільно використовувати методику «Оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення

придорожнього середовища системою «транспортний потік-дорога» [6], яка враховує характеристики складу ТП та режими його руху.

Отримання інформації про забруднення придорожнього середовища викидами ТП в атмосферне повітря можливе двома шляхами: експериментальними вимірами параметрів, що характеризують якість повітря придорожнього середовища, та розрахунком викидів забруднюючих речовин в атмосферу пересувними джерелами.

Для вирішення задач, пов’язаних з моделюванням забруднення атмосфери ТП, найбільш перспективним є розрахунковий метод.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. На сьогоднішній день пошук обґрунтованого рішення проблеми зменшення надходження у навколишнє середовище забруднюючих речовин від ТЗ не менш актуальний, ніж розробка технологічних методів зниження викидів автотранспорту. Необхідність комплексного врахування характеристик ТП визначає потребу розробки єдиного методичного підходу до розрахунку викидів від автомобілів з врахуванням режимів їх руху.

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою роботи є оцінка впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Комплексний вплив ТП на придорожнє середовище залежить від характеристик та параметрів окремих ТЗ. Дослідження проводилися на основі методики [6] з використанням інформаційно-аналітичної системи оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік – дорога» та внесеними у систему уточненими моделями коефіцієнтів питомих викидів забруднюючих речовин (*CO, NO_x, C_nH_m* та *ТЧ*) для різних режимів руху та видів палива [7].

Масовий викид *i*-ої забруднюючої речовини транспортним потоком M_i, розраховується із врахуванням категорії транспортних засобів, їх екологічного класу Євро, виду використовуваного палива за формулою, мг:

$$M_i = \frac{1}{3600} \cdot I \cdot \sum_k (m_{ikpv} \cdot \gamma_{kpj} \cdot k_j) \cdot \Delta t, \qquad (1)$$

де m_{ikpv} – питомі викиди *i*-ї забруднюючої речовини транспортним засобом *к*-ї категорії екологічного класу Євро-0, який використовує *p*-й вид палива при *v*-й швидкості руху транспортного потоку, г/км;

γ_{kpj} – частка транспортних засобів *к*-ї категорії *p*-го виду палива *j*-го класу Євро ($\Sigma\gamma_{kpj} = 1$);

k_j – коефіцієнт приведення до норм *j*-го класу Євро;

L – довжина ділянки дороги, км;

Δt – абсолютний час викиду *i*-ї забруднюючої речовини, с;

I – інтенсивність транспортного потоку, авт./год.

Обробка значень питомих викидів забруднюючих речовин в різних режимах руху ТЗ [2] дозволила отримати апроксимуючі моделі. Зокрема, для режиму розгону в залежності від зміни швидкості транспортного потоку модель має вигляд:

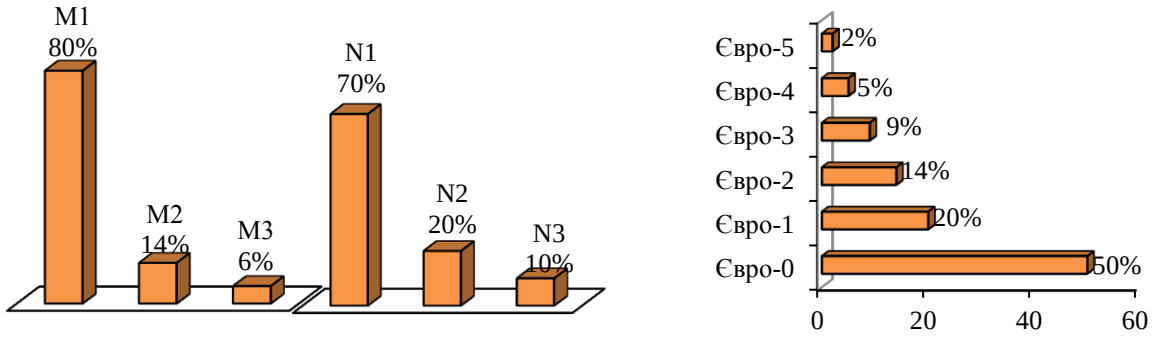
$$m_{ikp} = a_0 + a_1 \cdot \Delta V + a_2 \cdot \Delta V^2 + a_3 \cdot \Delta V^3, \qquad (2)$$

де a_i – коефіцієнти регресійних рівнянь;

ΔV – зміна швидкості транспортного потоку в процесі розгону, км/год.

Перевірка адекватності отриманих математичних залежностей, які описують емісії транспортних засобів при різних режимах руху, проводилась з використанням *F* – критерію Фішера, який не перевищує граничні значення.

Дослідження проводились для інтенсивності транспортного потоку 2300 авт/год в обох напрямках як середньої за результатами спостережень на дослідних ділянках. Транспортний потік, згідно з Правилами і Директивою Європейського Союзу (ЄС), складається з ТЗ категорії М (М1, М2 та М3), тобто ТЗ, які призначені для перевезення пасажирів, та категорії N (N1, N2 та N3), тобто ТЗ, які призначені для перевезення вантажів. Враховуючи статистичні дані щодо структури автотранспорту України, в дослідженнях приймався склад ТП, характеристика якого наведена на рис. 1.



а) б)

Рисунок 1 – Структура складу досліджуваного ТП:
а) за категоріями ТЗ; б) за екологічними класами ТЗ.

Для проведення дослідження впливу режимів руху ТП на рівень забруднення придорожнього середовища моделювання здійснювалося за їздовим циклом, який найбільш повно відображає реальні експлуатаційні умови ТЗ. Їздові цикли містять усталені та перехідні режими у широкому діапазоні роботи двигуна автомобіля.

На сьогодні відомо багато різновидів їздових циклів. Всі вони були отримані в результаті вивчення режимів руху автомобілів в конкретних містах з урахуванням умов експлуатації, типу транспортного засобу та багатьох інших факторів [8].

Режими руху ТЗ в ТП відображає європейський міський їздовий цикл згідно з Директивою 70/220/EEC та R-83, який повністю відтворює режими руху ТЗ в ТП: робота двигуна автомобіля в режимі мінімальної частоти обертання, активного холостого ходу (імітація очікування зеленого світла світлофора на перехресті), рушання автомобіля з місця та розгін до певної швидкості, рух з усталеною швидкістю на певній ділянці, перемикання передач з нижчої на вищу або в зворотному напрямку, розгін автомобіля від однієї швидкості до іншої, гальмування двигуном з однієї швидкості до іншої або до повної зупинки, службове гальмування транспортного засобу до повної зупинки з використанням робочої гальмової системи. Фрагмент міського їздового циклу тривалістю 195 с, довжиною умовного шляху 1013 м і максимальною швидкістю руху 50 км/год. показано на рис. 2.

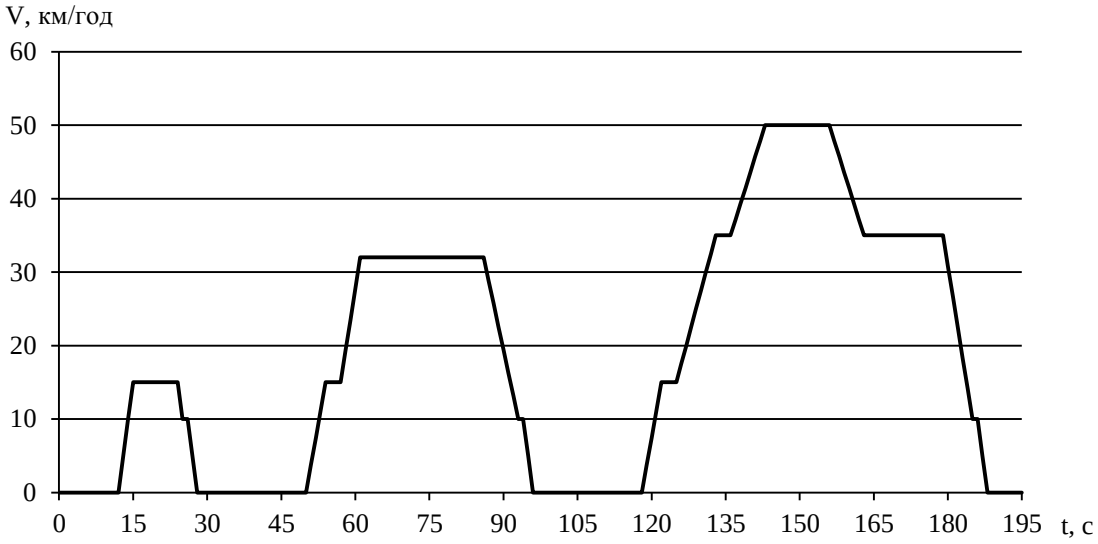


Рисунок 2 – Фрагмент міського їздового циклу (ECE City Cycle)

Результати розрахунків масових викидів ТП в режимах їздового циклу наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Розподіл масових викидів забруднюючих речовин в залежності від режиму руху ТП в їздовому циклі

Назва режиму роботи	Швидкість км/год	Тривалість режиму роботи, с	Масові викиди шкідливих речовин M_i, мг			
			CO	C_mH_n	NO_x	*ТЧ*
Холостий хід (Н)	-	11	65,46	22,16	3,64	0,33
Розгін (К1)	0…15	4	99,28	7,96	10,1	0,54
Постійна швидкість (К1)	15	8	20,96	3,65	5,39	0,08
Уповільнення (К1)	15…10	2	0,96	0,19	0,13	0
Уповільнення з відключеним зчепленням	10…0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	21	125	42,29	6,95	0,63
Розгін (К1)	0…15	5	124,2	9,94	12,62	0,67
Переключення передач(К1-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К2)	15…32	5	145,63	6,76	12,43	0,75
Постійна швидкість (К2)	32	24	39,9	7,03	11,81	0,12
Уповільнення (К2)	32…10	8	2,02	0,31	0,23	0,01
Уповільнення з відключеним зчепленням	10…0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	21	125	42,29	6,95	0,63
Розгін (К1)	0…15	5	124,2	9,94	12,62	0,67
Переключення передач(К1-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К2)	15…35	9	255,03	11,38	23,68	0,97
Переключення передач(К2-К3)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Розгін (К3)	35…50	8	154,37	7,33	13,21	0,61
Постійна швидкість (К3)	50	12	14,81	2,95	8,78	0,06
Уповільнення (К3)	50…35	8	1,13	0,19	0,11	0
Постійна швидкість	35	13	20,11	3,61	6,58	0,06
Переключення передач(К3-К2)	-	2	11,9	4,02	0,66	0,06
Уповільнення (К2)	32…10	7	1,7	0,28	0,21	0,01
Уповільнення з відключеним зчепленням	10…0	3	2,61	0,53	0,34	0,01
Холостий хід (Н)	-	7	41,67	14,09	2,32	0,21
∑		195	1416,86	210,02	141,42	6,62

Як видно з таблиці 1, найбільш суттєву частку забруднюючих речовин складають викиди СО, оскільки 50% транспортних засобів в потоці не мають будь-яких систем нейтралізації забруднюючих речовин. (відповідають екологічному класу Євро-0).

Аналіз сумарних викидів дослідних забруднюючих речовин в окремих режимах руху ТП в їздовому циклі дозволяє оцінити вагомість цих режимів. Як видно з рис. 3, найбільша кількість викидів ЗР (60…64%) характерна для режиму розгону. Викиди СО в режимі розгону складають 64%, в режимі холостого ходу – 28% і є значно меншими в режимі усталеного руху (7%). Аналогічна тенденція спостерігається для масових викидів NO_x та *ТЧ*. Проте викидів C_nH_m є найбільшими в режимі холостого ходу (65%), в режимі розгону – 26% і близько 8% при постійних швидкостях.

Порівняльний аналіз питомих (мг/км) масових викидів забруднюючих речовин при різних режимах руху ТП (табл.2) показав найменший вплив транспортного потоку на придорожнє середовище в режимі усталеного руху.

Питомі викиди окремих забруднюючих речовин в цьому режимі в 4,3…21,5 рази менші, ніж в режимі розгону. Це свідчить про доцільність забезпечення руху транспортного потоку з постійними швидкостями, що може бути досягнуто за допомогою таких заходів як організація «зеленої хвилі» на довгих ділянках автодоріг міста, використання системи «старт-стоп», що автоматично вимикає двигун при зупинці автомобіля, зменшення кількості нерегульованих пішохідних переходів тощо.

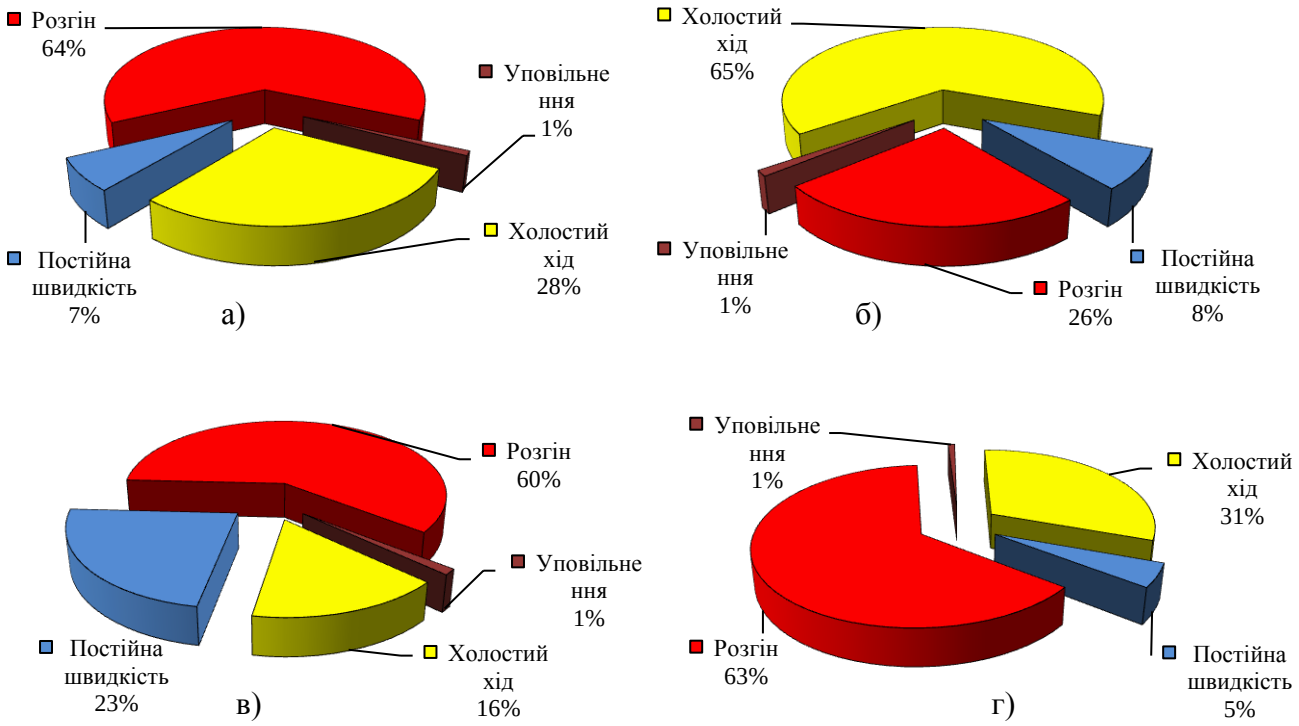


Рисунок 3 – Вагомість режимів руху ТП в їздовому циклі за масовими викидами забруднюючих речовин: а) *CO,* б) C_nH_m, в) NO_x, г) *ТЧ.*

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз питомих масових викидів забруднюючих речовин в різних режимах руху ТП за їздовим циклом

Режим руху	Питомі викиди, мг/км			
	CO	C_mH_n	NO_x	*ТЧ*
Усталений рух	189,1	34,04	64,28	0,64
Розгін	2940,7	173,7	275,78	13,73

Висновки. Транспортні потоки є суттєвим джерелом забруднення придорожнього середовища, рівень якого значно залежить від режимів руху ТЗ в ТП. Удосконалена методика оцінювання забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік-дорога» шляхом уточнення коефіцієнтів залежностей питомих викидів основних шкідливих речовин ТЗ дозволила дослідити вплив режимів руху на рівень забруднення придорожнього середовища. Найбільша кількість викидів забруднюючих речовин характерна для режиму розгону (60…64%). Показано що питомі викиди окремих забруднюючих речовин в режимі усталеного руху в 2,6…13,1 рази менші, ніж в режимі розгону, що свідчить про доцільність організації руху ТП з постійними швидкостями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Екологія та автомобільний транспорт: Навч. Посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К: Арістей, 2006. – 292с.

2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта/ В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко //ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – Москва. – 1996. – 339 с.

3. Трофименко Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.В. Трофименко, Г.И. Евгеньев; под ред. Ю.В. Трофименко. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 400 с.

4. ОНД–86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД–86)». – Л.: Гидрометеоизд, 1987. – 93 с.

5. «Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів» (В.К. Данилко, М.Т. Микитенко, М.В. Лєснікова, О.В. Литовка, Н.А. Козорез,

Л.П. Квашук, М.Г. Пічкур) затверджена Наказом Держкомстату України від 13 листопада 2008 р. N 452.

6. М 218-02070915-694:2011 «Оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік-дорога». – Київ НТУ – 2011.

7. Матейчик В.П. Моделювання системи «транспортний потік - дорога» / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, Г.О. Вайганг // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк. – 2014. Вип. 46. – С. 371–382.

8. Луканин В.Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда [Учеб. пособие для вузов] / В.Н. Луканин, А.П. Буслаев, Ю.В. Трофименко, М.В. Яшина; под ред. В.Н. Луканина. - М.: ИНФРА-М., 1998. - 408 с.

REFERENCES

1. Ekologiya ta avtomobil'niy transport [Ecology and automobile transport] / Y.F. Gutarevich, D.V. Zerkalov, A.G. Govorun ta in. – K: Aristej, 2006. – 292s.

2. Lukanin V.N. Snizheniye ekologicheskih nagruzok na okruzhayuschuyu sredu pri rabote avtomobil'nogo transporta [Reducing the environmental load on the environment during the road transport] /V.N. Lukanin, Y.V. Trofimenko // VINITI. Itogi nauki i tehniki. Ser. Avtomobilnyiy i gorodskoy transport. – Moskva. – 1996. – 339 s.

3. Trofimenko Y.V. Ekologiya: Transportnoe sooruzhenie i okruzhayuschaya sreda [Ecology: Transport facilities and environment] / Y.V. Trofimenko, G.I. Evgenev; pod red. Y.V. Trofimenko. — M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2006. — 400 s.

4. OND–86 «Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veschestv, soderzhaschihs'a v vybrosah predpriyatij (OND–86)» [The method of calculation of concentrations in atmospheric air of harmful substances contained in the emissions of enterprises (OND–86)]. – L.: Gidrometeoizd, 1987. – 93 s.

5. «Metodika rozrahunku vikidiv zabrudn'uyuchih rechovin ta parrnikovih gaziv u povitr'a vid transportnih zasobiv»[Methods of calculating emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere from vehicles] (V.K. Danilko, M.T. Mikitenko, M.V. Lesnikova, O.V. Litovka, N.A. Kozorez, L.P. Kvashuk, M.G. Pichkur) zatverdzhena Nakazom Derzhkomstatu Ukrayini vid 13 listopada 2008 r. N 452.

6. M 218-02070915-694:2011 «Ocin'uvann'a ingredientnogo i parametrichnogo zabrudnenn'a pridorozhn'ogo seredovischa sistemoyu «transportnij potik-doroga» [Evaluation ingrediente and parametric roadside pollution system “traffic flow-road”]. – Kiyiv NTU – 2011.

7. Mateichyk V.P. Modelyuvannya sistemi «transportniy potik - doroga»[Simulation system "traffic flow - road] / V.P. Mateichyk, M.P. Tsyuman, G.O. Vaygang //– Lutsk. – 2014. Vip. 46. – S. 371–382.

8. Lukanin V.N. Avtotransportnyie potoki i okruzhayuschaya sreda [Traffic flow and environment] / V.N. Lukanin, A.P. Buslaev, Y.V. Trofimenko, M.V. Yashina; pod red. V.N. Lukanina. - M.: INFRA-M., 1998. - 408 s.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Дослідження впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожнього середовища / В.П. Матейчик, О.К. Грищук, Г.О. Вайганг, О.В. Блажчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті досліджено вплив режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожнього середовища з використанням інформаційно-аналітичної системи оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік – дорога».

Об’єктом дослідження є вплив режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожнього середовища.

Метою статті є оцінка впливу режимів руху транспортного потоку на рівень забруднення придорожнього середовища.

Методи дослідження – розрахункові, статистичні, інформаційно-аналітичні, дослідницько-експериментальний.

Обґрунтовано необхідність розробки методів оцінювання забруднення придорожнього середовища транспортними потоками з врахуванням режимів руху транспортних засобів. Удосконалено методику оцінювання забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік-дорога» шляхом уточнення залежностей питомих викидів основних шкідливих

речовин (*CO, NO_x, C_nH_m, ТЧ*) транспортних засобів різних категорій в окремих режимах руху. Проведено оцінку рівня забруднення придорожнього середовища транспортними потоками в умовах руху за європейським міським їздовим циклом.

Показано, що основна маса викидів припадає на режим розгону, величина якого складає 60…64%. Найменші викиди характерні для усталеного руху, що свідчить про доцільність забезпечення руху транспортних потоків з постійними швидкостями.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРНИЙ ПОТІК, ЗАБРУДНЮЮЧІ ВИКИДИ, ПРИДОРОЖНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РЕЖИМИ РУХУ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Gryschuk O.K., Weigang G.O., Blazhchuk O.V. Research of traffic flow operational modes impact on the level of roadside pollution. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article explores impact of traffic movement modes on the level of contamination of the environment with the use of roadside information-analytical system of evaluation and parametric roadside environment pollution system "traffic - the road."

Object of the study is the impact of the traffic modes movement on the level of roadside environment contamination.

Purpose of this article - assess the impact of the traffic modes movement on the level of roadside environment pollution.

Research Methods - calculation, statistical, information-analytical, research and experimental.

Road transport is a significant source of anthropogenic air pollution by chemicals. Based on the problem, was proved the necessity of developing methods of evaluation of roadside pollution traffic flows with taking into account operating conditions of vehicles. The main methods of calculation of the mass emissions of pollutants into the atmospheric air vehicles were analyzed. Also, was proposed improvement of methods of assessment of roadside pollution system "traffic flow-road" by clarifying the dependency ratios of the specific emissions of major pollutants (*CO, NO_x, C_nH_m, PM*) of vehicles of different categories in separate operating modes. Levels of roadside pollution in traffic on European city driving cycle was assessed, the composition of which reflects the structure of the vehicle fleet in Ukraine.

It’s shown that the major parts of emissions are from the acceleration mode, the value of which is 64%. The lowest emissions are characteristic of the steady motion that suggests the desirability of ensuring traffic flow with constant velocity.

KEYWORDS: TRAFFIC FLOW, EMISSION, ROADSIDE ENVIRONMENT, OPERATIONAL MODES OF MOTION.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Исследование влияния режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды / В.П. Матейчик, О.К. Грищук, А.А. Вайганг, Е.В. Блажчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье исследовано влияние режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды с использованием информационно-аналитической системы оценки загрязнения придорожной среды.

Объектом исследования являются влияние режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды.

Целью статьи есть оценка влияния режимов движения транспортного потока на уровень загрязнения придорожной среды.

Методы исследования – расчетные, статистические, информационно-аналитические, исследовательско-экспериментальный.

Обоснована необходимость разработки методов оценки загрязнения придорожной среды транспортными потоками с учетом режимов движения транспортных средств. Усовершенствована методика оценки загрязнения придорожной среды системой «транспортный поток-дорога» путем уточнения зависимостей удельных выбросов основных вредных веществ (*CO, NO_x, C_nH_m, ТЧ*) транспортных средств различных категорий в отдельных режимах движения. Проведена оценка

уровня загрязнения придорожной среды транспортными потоками в условиях движения в европейском городском ездовом цикле.

Показано, что основная масса выбросов приходится на режим разгона, величина которого составляет 60…64%. Наименьшие выбросы характерны для установившегося движения, что свидетельствует о целесообразности обеспечения движения транспортных потоков с постоянными скоростями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЫБРОСЫ, ПРИДОРОЖННАЯ СРЕДА, РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 309.

Грищук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, e-mail: kobzysta@ukr.net, тел. +380963330744, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Вайганг Ганна Олександрівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, тел. +380630778181, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Блажчук Олена Вікторівна, Національний транспортний університет, магістр кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: blazhchukk@ukr.net, тел. +380934332379, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 36, кім. 316.

AUTHOR:

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Professor, e-mail: matei_vp@mail.ru, tel. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 307.

Gryschuk O. K., Ph.D., professor, National transport university, vice rector for academic, e-mail: kobzysta@ukr.net, 01010, Ukraine, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Weigang G.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Assistant Professor of department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, tel. +380630778181, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Blazhchuk O.V., National Transport University, Master's degree department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: blazhchukk@ukr.net, tel. +380934332379, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 36, of. 316.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, e-mail: matei_vp@mail.ru, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 307.

Грищук Александр Казимирович, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, проректор по учебной работе, e-mail: kobzysta@ukr.net, тел. +380963330744, Украина, 01010, г.. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Вайганг Анна Александровна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, тел. +380630778181, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Блажчук Елена Викторовна, Национальный транспортный университет, магистр кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: blazhchukk@ukr.net, тел. +380934332379, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 36, ком. 316.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О.І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets O.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Director of Institute for Environmental Safety, Department of Life Safety, Kyiv, Ukraine.

Korpach A.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Professor of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.341
UDC 629.341

USZKADZALNOŚĆ UKŁADÓW AUTOBUSÓW MERCEDES-BENZ CITARO A BEZPIECZEŃSTWO TRANSPORTU MIEJSKIEGO

MICHALSKI Jacek**,** Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ АВТОБУСА MERCEDES-BENZ CITARO ПРОТИ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В МІСТАХ

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

RELIABILITY OF SYSTEMS IN MERCEDES-BENZ CITARO BUS VERSUS URBAN TRANSPORT SAFETY

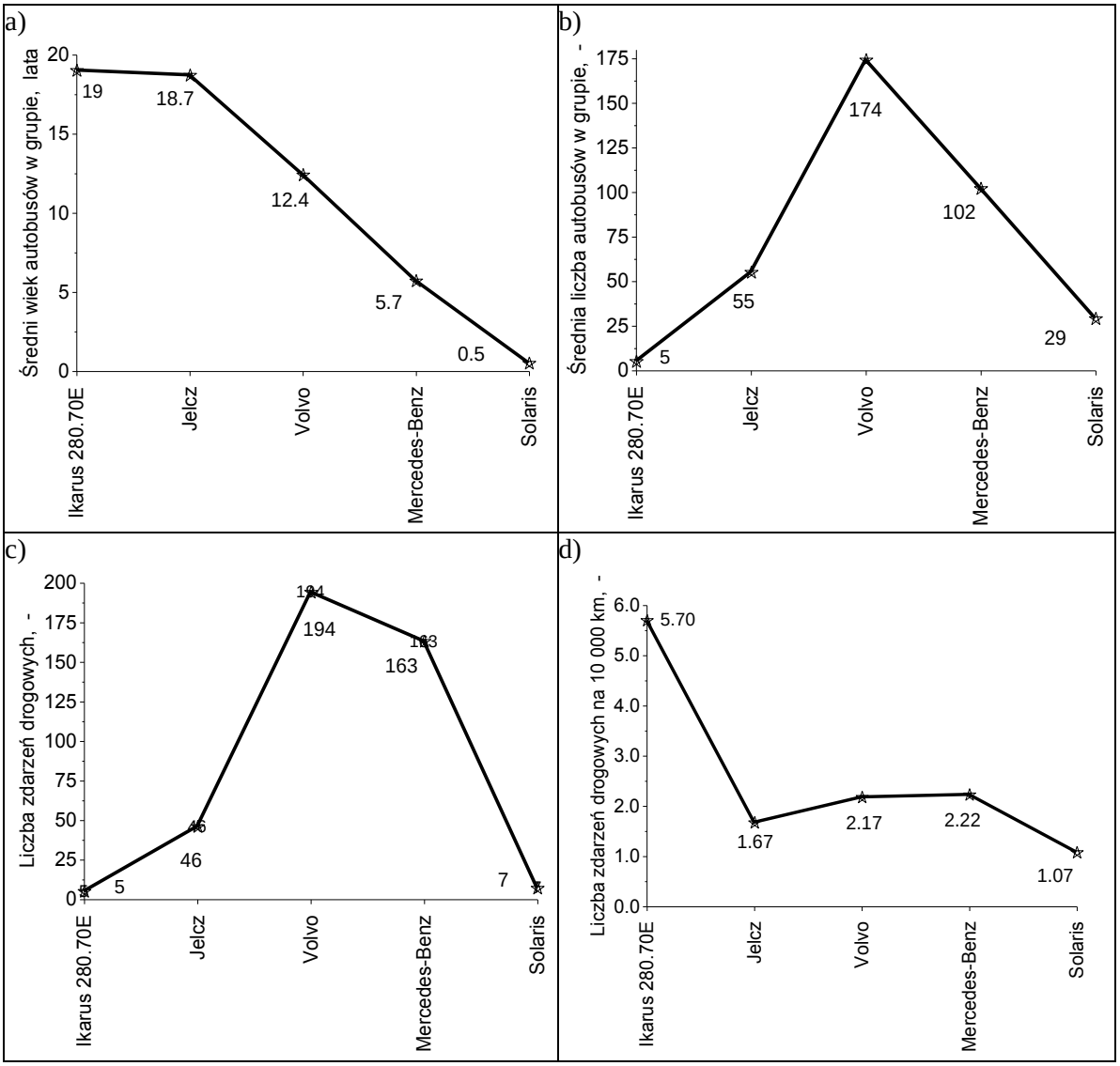
MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Przewozy realizowane autobusami stanowią w Polsce podstawę systemu komunikacji zbiorowej w większości miast, a także na trasach pomiędzy miejscowościami o mniejszej liczbie mieszkańców [33]. W Unii Europejskiej (UE) autobus jest zdecydowanie najbardziej bezpiecznym pojazdem drogowym. Udział ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych na terenie EU wynosił w 2014 roku: kierowcy i pasażerowie 55%, motocykliści 15% i rowerzyści 8%. Udział transportu drogowego w wypadkach śmiertelnych UE stanowił: samochodowy 46,4%, motocyklowy 17,7%, rowerowy 6,6%, tramwajowy 3,3%, natomiast autobusowym tylko 0,4 %. Łącznie cały transport drogowy to aż 74,4% liczby wypadków śmiertelnych [2, 9]. Liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w 2014 roku, w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców, w Polsce to 84. Największy wskaźnik UE wystąpił na Łotwie, wynosił 106. Najważniejszymi przyczynami tego tragicznego stanu rzeczy w Polsce, według Najwyższej Izby Kontroli [18] są: niedostateczna infrastruktura drogowa i jej przystosowane do przenoszenia coraz intensywniejszego ruchu samochodowego. Bezpieczeństwo na drogach ogranicza także: zła organizacja ruchu drogowego, brak powszechnego spójnego systemu oddziaływania na bezpieczeństwo w ruchu drogowym i niedostateczne finansowanie. Również zdaniem autorów monografii [8, 26], czynniki drogowe mają największy wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Jamroz [12] stwierdza, iż liczba wypadków silnie liniowo zależy od parytetu siły nabywczej, liczby pojazdów oraz pracy przewozowej. Jak wykazano w publikacji [7] bezpieczeństwo ruchu drogowego jest uzależnione od wielu czynników, lecz najistotniejszym z nich jest człowiek.

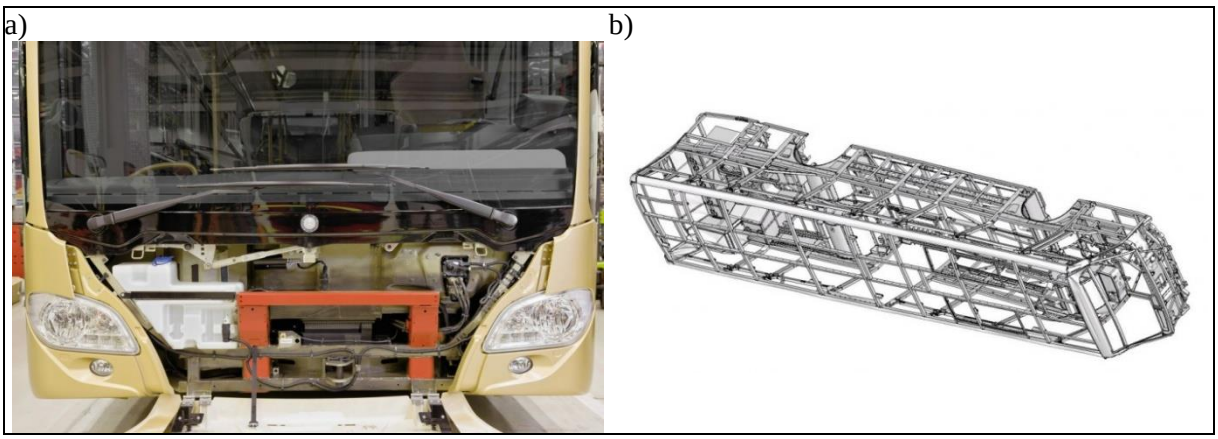
Z elementów technicznych pojazdu, istotna jest przede wszystkim konstrukcja pojazdu [1, 19, 22], jego właściwości dynamiczne i stan techniczno-eksploatacyjny, czyli bezpieczeństwo czynne i bezpieczeństwo bierne [17, 24]. Elementami kluczowymi autobusu ze względu na bezpieczeństwo jest układ podwozia i nadwozia [20]. Wymagania techniczne autobusów zawarte są w aktach prawnych i publikacjach [14, 21, 23]. Pojazd komunikacji zbiorowej będzie bezpieczny wtedy, gdy: zostanie zapewniona płynność ruchu takiego pojazdu, stan techniczny pojazdu będzie kontrolowany w sposób ciągły z uwzględnieniem prognozowania eksploatacyjnego, kierowcy autobusów będą posiadali odpowiednie kwalifikacje oraz będą przechodzili okresowe szkolenia specjalistyczne z zakresu bezpieczeństwa i techniki jazdy [20]. Współczesna sytuacja gospodarcza, silna konkurencja, rosnąca złożoność konstrukcji, skracanie cykli życia pojazdów oraz presja na ograniczanie kosztów powodują, że jakość także autobusów, kształtuje się poniżej oczekiwań nabywców [27]. Wpłynąć to może nie tylko na użyteczność czy komfort, ale także na straty materialne, zdrowie i życie. W artykule [6] przedstawiono analizę uszkodzeń układów bezpieczeństwa w transporcie pasażerów komunikacji miejskiej. W analizie uwzględniono układ hamulcowy, kierowniczy i zawieszenie, dla taboru pojazdów użytkowanych przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie. Najwięcej awarii wystąpiło w układzie hamulcowym, kierowniczym i zawieszeniu, odpowiednio. Dane pozyskane z MPK w Lublinie, w okresie jednego roku, wskazują najmniejszą liczbę awarii w autobusach marki Mercedes Conecto 628G i Conecto 628LF [6]. Badaną grupą pojazdów stanowiły autobusy komunikacji miejskiej takie jak: Ikarus 260.26, Ikarus 280.26, Jelcz M11, Solaris Urbino 12, Mercedes-Benz 0405N, Mercedes Conecto 628 G i Mercedes Conecto 628 FL. Dane statystyczne wskazują iż rozwiązanie technologiczne i stanu techniczny autobusu ma wpływ na ryzyko wypadku [13]. Na bezpieczeństwo pasażerów autobusu największy wpływ wywiera początek hamowania, automatyczne

otwieranie drzwi oraz materiały i architektura wewnętrzna autobusów oraz układy wspomagania hamowania [3]. W transporcie publicznym autobusowym, mniej wypadków ma miejsce w przypadku podziału trasy na krótsze odcinki drogi oraz przydzieleniu autobusów krótszych (12 m lub mniejszych) i nowszych (25 lat lub poniżej) mniej doświadczonym kierowcom [10]. Za kluczowe wskaźniki bezpieczeństwa ruchu drogowego w UE uznano te, które dotyczą: alkoholu i narkotyków, prędkości, systemów ochronnych, świateł do jazdy dziennej, budowy samochodu, drogi i zarządzania urazami [25]. Autobusy muszą być wyposażone w systemy bezpieczeństwa przyjezdne osobom niepełnosprawnym [4]. Transportu publicznego winien także zapewnić bezpieczeństwo osobiste pasażerów, rozumiane jako brak ryzyka jakiegokolwiek naruszenia nietykalności osobistej lub mienia ze strony innych uczestników [28, 31]. W transporcie miejskim jednym z najważniejszych elementów procesów zarządzania jest kontrola i zapewnienie możliwie najwyższej jakości usługi [11]. Wiążą się one z nadzorowaniem i korygowaniem stanów rzeczy oraz realizowanych procesów, w celu zapewnienia ich przyszłej sprawności.

Warunki badań. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o. o. we Wrocławiu (MPK Wrocław) liniowo eksploatuje autobusy: Ikarus - 280.70E, Jelcz - 120MM, M121M, M121MB, M181M i M181MB, Volvo - B10M, B10BLE, 7000, 7700 i 7700H, Mercedes-Benz - O530 K Citaro, O530 Citaro, O530 G Citaro i O530 G Citaro 2 oraz Solaris Urbino - 12 i 18 [15]. Najstarszymi autobusami, a analizowanym 2014 roku, były pojazdy marki Jelcz i Ikarus. Największą grupę 194 autobusów stanowi Volvo oraz drugą, pod względem liczności, autobusy Mercedes-Benz Citaro. Średni wiek autobusów Volvo to 12,4 lat oraz autobusów Mercedes-Benz 5,7 lat (rys. 1).



Rys. 1. Zestawienie techniczne autobusów MPK Wrocław i ich charakterystyka: a) średni wiek, b) średnia liczba autobusów w grupie, c) liczba zdarzeń drogowych, d) liczba kolizji i wypadów na 10000 kilometrów przebiegu



Rys. 2. Elementy konstrukcji nadwozia autobusu Mercedes-Benz Citaro: a) konstrukcja pochłaniające energię zderzenia (wzmocnienie), mające umożliwić autobusowi spełnienie przyszłościowej normy bezpieczeństwa EKG-ONZ R29, b) kratownica po próbie wywrotu - zapewniająca dużą przestrzeń życiową pasażerów, wymagana normą EKG-ONZ R66/01

Citaro albo O530 jest autobusem przeznaczonym do użytku w komunikacji miejskiej i podmiejskiej klasy maxi i mega. Od 1997 roku Citaro jest wytwarzane w Mannheim (Niemcy) oraz Ligny-en-Barrois (Turcja). Kratownica autobusu O530 jest nowoczesną konstrukcją o małym przemieszczenia elementów podczas wywrotu, czyli o dużym bezpieczeństwie przestrzeni życiowej, co jest wymagane normą EKG-ONZ R66/01. Ma ona w części czołowej dodatkową konstrukcję pochłaniająca energię zderzenia (rys. 2a). Umożliwia to autobusowi spełnienie przyszłościowych norm bezpieczeństwa EKG-ONZ R29. W rozpatrywanych autobusach Citaro (tablica) silnik umieszczony jest z tyłu po lewej stronie. Silnik OM 936 ma europejski standard emisji spalin Euro 6 oraz system zapobiegający powstaniu pożarów, tylko w wersji Citaro 2. Zbiorniki oleju napędowego umiejscowione są pod siedzeniami pasażerów. Poszczególne wersje mają oznaczenie: O530 K - autobus jednoczłonowy, długości 10,5 m, 2 osie i 3 drzwi; O530 - autobus jednoczłonowy, długości 12 m, 2 osie i 3 drzwi; O530 G - wersja przegubowa, długości 18 m, 3 osie i 4 drzwi; O530 G Citaro 2 - wersja drugiej generacji Mercedes-Benz Citaro G, zbudowana w 2011 roku. Liczba miejsc ogółem wynosi 106, miejsc siedzących 28-32. Stalowa kratownica autobusów O530 wykonana jest z rur kwadratowych i prostokątnych o małych przemieszczeniach podczas wywrotu bocznego (rys. 2b). Autobus Citaro wyposażono w światła LED z doświetlaniem zakrętów, siedzenia nieregulowane, oparcie foteli niskie bez pasów bezpieczeństwa. Skrzynia biegów jest automatyczna Diva 60, 4-stopniowa. Hamulce o rozwiązaniu tarczowym są sterowane elektronicznie z zintegrowanym retarderem. Systemy bezpieczeństwa wspomagające pracę kierowcy to: układ zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania (ABS), system kontroli trakcji (ASR) - nie dopuszczający do poślizgu kół osi napędowej pojazdu podczas przyspieszania oraz elektroniczny układ hamowania (EBS). Opony Conti Urban HA3 mają rozmiar 275/70 R22,5 i są z zagęszczeniem rowków oraz grubszymi ścianami bocznymi. Zwiększenie zagęszczenia oraz sztywność opasania w karkasie polepsza odporność na kontakt z krawężnikami. Z kolei zwiększone grubości ściany bocznej zapewnia lepszą ochronę. Szerszy bieżnik wpływa na lepszą stabilność w zakrętach przy jeździe po mieście. Z kolei większe zagęszczenie połączonych rowków poprawia przyczepność na mokrej nawierzchni.

Zamieszczono w publikacji porównawczo także wyniki badań autobusu Jelcz 120MM MPK Wrocław oraz autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro 12 ON oraz Citaro 12 CNG z MPK Rzeszów. Jelcz 120MM to dwunastometrowy, średniopodłogowy autobus miejski o 3 dwuskrzydłowych drzwiach o układzie 2-2-2, klasy maxi. Jest on rozwiniętą konstrukcją modelu PR110MM. Autobus otrzymał silnik MAN D0826LUH o mocy maksymalnej 220 KM, oraz 4 biegową automatyczną skrzynię biegów ZF 4HP500.

Wrocławski Obszar Metropolitalny (WrOM) obejmuje 9 powiatów i miasto na prawach powiatu Wrocław [32]. Liczba ludności wynosi 1 172 954, powierzchnia 6725 km^2 i gęstość zaludnienia 174,4 osoby/km^2. WrOM wyrasta na centrum biznesowe, jest czwartym pod względem liczby ludności miastem w Polsce - 633 802 mieszkańców, piątym pod względem powierzchni - 293 km^2. Struktura sieci drogowej Wrocławia jest silnie zorientowana na centrum miasta, mając kształt promienisty. Transport autobusowy w mieście zapewnia głównie MPK Wrocław. Infrastruktura składa się ze 104 linii dziennych i 13 linii nocnych. Tabor MPK Wrocław stacjonuje w miejskich zajezdniach. Eksploatowane są liniowo pojazdy firm - Ikarus, Jelcz, Volvo, Mercedes-Benz i Solaris. Od 2014 roku testowany jest autobus z napędem hybrydowym Volvo, model 7700 Hybrid. Dworce autobusowe obsługiwane są przez Polbus-PKS, PKS z całego kraju,

PolskiBus.com, DLA, Sevibus, Trako, Marco Polo i kilku mniejszych prywatnych przewoźników. Miejski transport zbiorowy we Wrocławiu korzysta z 22 stałych linii tramwajowych oraz kolei linowej przez Odrę. Rozległa sieć tram wajowa jest jedną z większych w kraju. Przez Wrocław przebiega autostrada A4, autostrada A8, droga ekspresowa S5, droga krajowa nr 5, droga krajowa nr 94, droga krajowa nr 98. Miasto ma autostradową Obwodnicę Wrocławia (AOW), Wschodnią Obwodnicę Wrocławia (WOW), węzeł autostrady A4 i dróg nr 5, nr 35 i nr 98 oraz trasę W-Z, obwodnicę śródmiejską, obwodnicą aglomeracyjną - Zachodnią Obwodnicę Wrocławia (ZOW). We Wrocławiu jest Konsulat honorowy Ukrainy natomiast miastem partnerskim Wrocławia jest Lwów.

Tabela. Zestawienie danych eksploatacyjnych autobusów marki Mercedes-Benz w MPK Sp. z o.o. Wrocław wraz z uszkodzeniami układów w 2014

Nazwa uszkodzonego układu autobusu	Rodzaj autobusu				Suma uszkodzeń
	Mercedes-Benz O530 K Citaro	Mercedes-Benz O530 Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro 2	
Układ hamulcowy	11	56	48	8	123
Układ elektryczny	19	89	71	10	189
Układ nadwozia	2	52	32	1	87
Układ przeniesienia napędu	0	16	14	2	32
Układ zawieszenia	5	37	29	1	72
Układ kierowniczy	5	18	15	3	41
Silnik z osprzętem	12	60	46	8	126
Układ jezdny	0	20	15	2	37
Liczba uszkodzeń autobusów LU	54	348	270	35	707
Liczba kolizji i wypadków LZ	1	93	67	2	163
Średnia wieku, lata	3	5,7	5,7	3	-
Sumaryczny przebieg autobusów	65 818	4 496 745	2 709 404	54 824	7 326 791
Liczba ogółem	1	58	42	1	

Przebieg badań i wyniki pomiarów. Zgromadzone informacje w tabeli dotyczą: liczby uszkodzeń i awarii poszczególnych układów autobusów w każdej analizowanej grupie, liczby kolizji i wypadków drogowych badanych pojazdów, sumarycznego przebiegu rocznego każdej analizowanej grupy autobusów. Do określenia liczby uszkodzeń badanych zbiorów autobusów, posłużono się danymi zamieszczonymi w książce zleceń napraw autobusu. Uszeregowano poszczególne układy, od najbardziej narażonych na usterki do mniej podatnych na awarie, występujące w czasie eksploatacji autobusów międzymiastowych. Do zgromadzenia liczby kolizji i wypadków drogowych spowodowanych przez autobusy, w badaniach własnych analizowanych grup, posłużono się danymi zawartymi w zbiorach dokumentów z archiwum przewoźnika oraz protokołów Zakładów Ubezpieczeń i sporządzanych wycen zaistniałych szkód. Określono liczbę kolizji i wypadków, których przyczyną powstania zdarzeń był stan ograniczonej zdatności badanych autobusów.

Ocenę liczby uszkodzeń autobusów i ich układów, przypadającą na tysiąc kilometrów, w ciągu jednego roku użytkowania, przeprowadzono za pomocą wskaźników W_1 i W_2, gdzie:

W_1 - wskaźnik liczby uszkodzeń autobusu na 1000 km (rys. 3)

$$W_1 = \frac{LU}{P} \cdot 10^3 \tag{1}$$

gdzie: LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu 1 roku,

P - sumaryczny przebieg autobusów w badanym zbiorze ciągu 1 roku.

Wartości wskaźnika liczby uszkodzeń wybranego układu autobusu na 1000 km W_2 obrazuje rysunek 3.

$$W_2 = \frac{LU^*}{P} \cdot 10^3 \tag{2}$$

gdzie: *LU** - liczba uszkodzeń i-tego układu (podsystemu) w ciągu 1 roku inicjujących zdarzenia niepożądane,

P - sumaryczny przebieg autobusów w badanym zbiorze ciągu 1 roku.

W celu oceny zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego, *O*, jakie stwarzają uszkodzenia poszczególnych układów autobusów, przeprowadzono badania ankietowe metodą oceny eksperckiej [16]. Ankiecie poddano grupy pracowników: mechanicy stacji obsługi, diagności, kierowcy autobusów, dyspozytorzy ruchu autobusowego i brygadziści stacji obsługi. Istotność wpływu uszkodzenia układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa, oceniano w dziesięciostopniowej skali:

1-2 - uszkodzenie układu nie powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

3-5 - uszkodzenie układu raczej nie powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

6-8 - uszkodzenie układu raczej powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

9-10 - uszkodzenie układu powoduje zagrożenia bezpieczeństwa.

Poziom zagrożenia działania autobusu, wynikający z uszkodzenia układu autobusu, wyznaczono za pomocą wskaźnika W_3 i W_4 (rys. 4). Wskaźnik W_3 charakteryzuje poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikły z uszkodzenia układu autobusu w ciągu jednego roku [16].

$$W_3 = \frac{LZ}{LU*} \cdot P(U^*) \cdot O \tag{3}$$

gdzie: *LZ* - liczby zdarzeń drogowych (kolizji i wypadków) w analizowanym zbiorze autobusów,

*LU** - liczba uszkodzeń wybranego układu autobusu w ciągu 1 roku,

P(U)* - prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu,

O - ocena stopnia zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego (rys. 5, jakie stwarza uszkodzenie analizowanego układu (zakres oceny od 1 do 10).

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu (rys. 5 wyznaczono z estymaty, na podstawie zależności:

$$P(U^*) = LU^*/LU \tag{4}$$

gdzie:

*LU** - liczba uszkodzeń wybranego układu autobusu w ciągu 1 roku,

LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu 1 roku.

Z kolei wskaźnik W_4 charakteryzuje także ocenę poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego roku podczas tysiąca kilometrów przebiegu lecz sposób jego obliczenie jest odmienny, jak powyżej. Wskaźnik W_4 wyznaczono z zależności:

$$W_4 = \frac{LZ}{LU} \cdot P(U^*) \cdot O \tag{5}$$

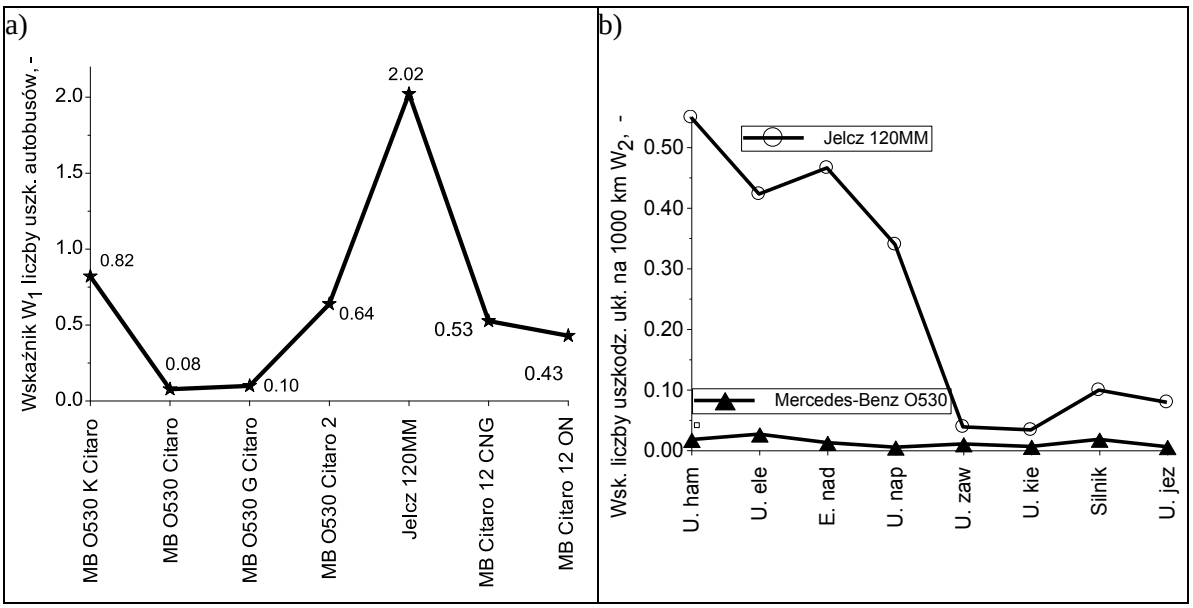
gdzie: *LZ* - liczba wszystkich zdarzeń niepożądanych,

LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu jednego roku,

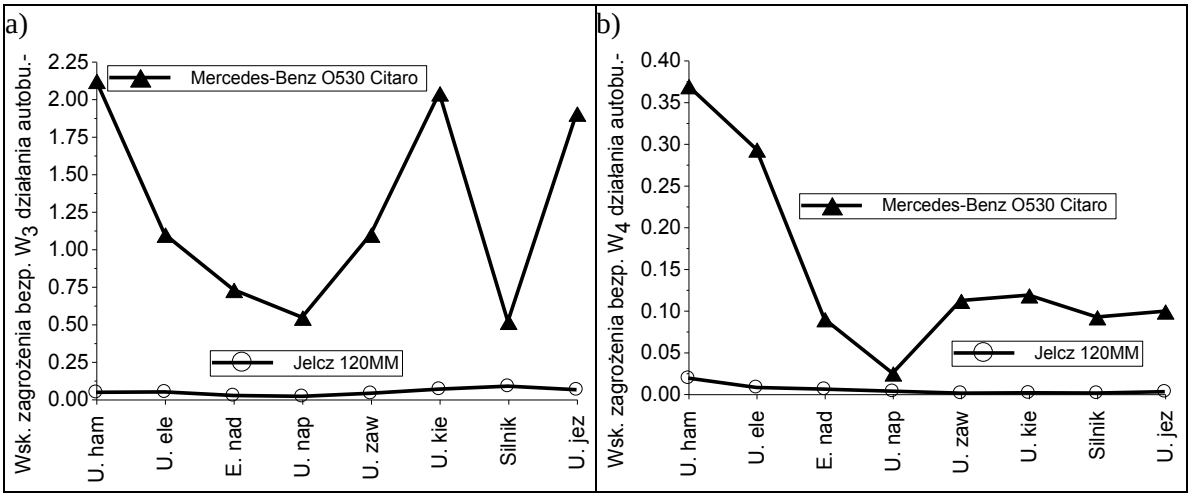
P(U)* - prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu,

O - ocena zagrożenia, jakie stwarza uszkodzenie analizowanego podsystemu autobusu (1-10): gdzie: 1 - oznacza zespół nieistotny autobusu, którego uszkodzenie nie stwarza zagrożenia, 10 - oznacza zespół istotny autobusu, którego uszkodzenia powodują niepożądany stan zagrożenia bezpieczeństwa działania systemu transportu i stanowią przyczynę wypadku drogowego.

Analizowano uszkodzenia układów autobusów: układ hamulcowy, układ elektryczny, elementy nadwozia, układ przeniesienia napędu, układ zawieszenia, układ kierowniczy, silnik z osprzętem i układ jezdny.



Rys. 3 Wartości wskaźników uszkadzalności systemu transportu MPK Wrocław: a) wskaźnik liczby uszkodzonych autobusów na 1000 km w porównaniu z autobusami Mercedes-Benz O530 Citaro MPK Rzeszów, b) wskaźnik liczby uszkodzonych układów autobusów



Rys. 4 Wartości wskaźników oceny poziomu zagrożenia działania systemu transportu wynikające z uszkodzenia układu autobusów: a) poziom zagrożenia działania autobusu W_3, b) poziom zagrożenia działania autobusu W_4

Według normy IEC 50(191)-1990 oraz PN-93/N-50191 termin niezawodność jest używany tylko do ogólnego nieliczbowego opisu. Niezawodność to zespół właściwości, które opisują gotowość obiektu i wpływające na nią: nieuszkadzalność, obsługiwalność, zapewnienie środków obsługi. Istnieje matematyczny związek pomiędzy miarami nieuszkadzalności pojazdu oraz bezpieczeństwem. W książce [30] przyjęto iż podstawą wszelkich metod analizy ryzyka, a także podstawą działań praktycznych na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego, jest związek miary ryzyka *Λ(c,t)* (6) z prawdopodobieństwem *Q(t)* (lub odpowiednią częstością) zajścia zdarzenia niepożądanego A, w przyjętym okresie *t*, a prawdopodobieństwem *Z(c)* tego, że zajście zdarzenia A spowoduje straty nie mniejsze niż *c*.

$$\Lambda(c,t) = Q(t) \cdot Z(c) \tag{6}$$

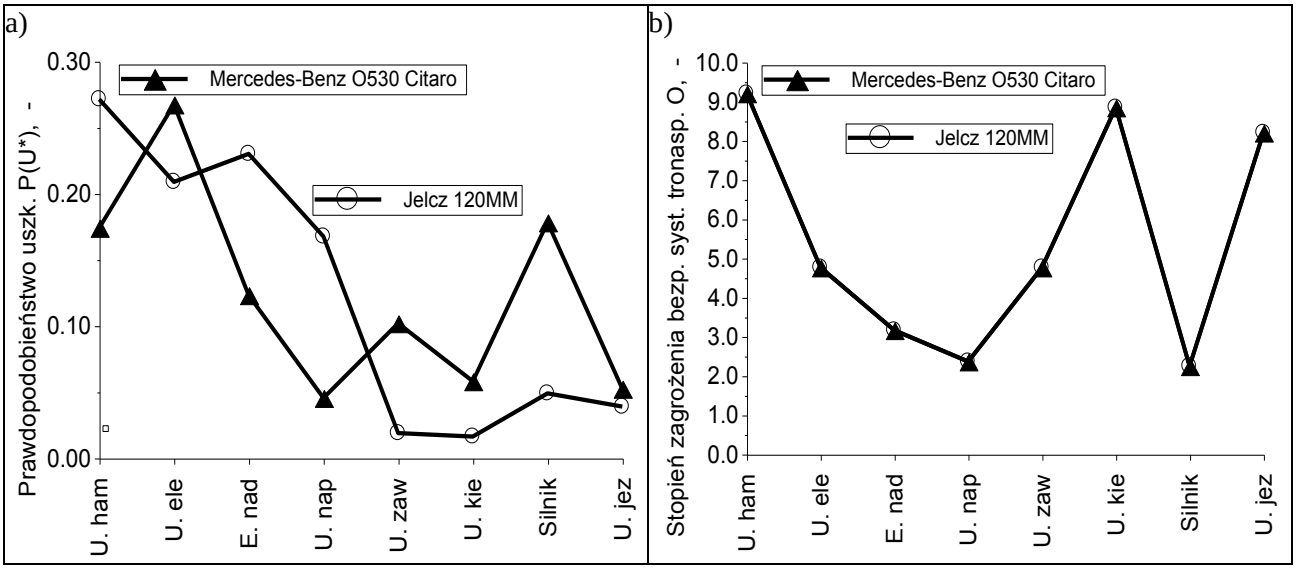
Prawdopodobieństwo *Q(t)* wystąpienia zdarzenia niepożądanego w czasie *t* traktowane jest jako miara zawodności autobusu i ludzi. Z uwagi na brak danych statystycznych wartości *Q(t)* i *Z(c)* przyjęto metodykę jak poniżej.

Z wyników zamieszczonych na rysunku 1 wynika iż najmniejszą liczbę wypadków i kolizji na 10 000 km mają autobusy Solaris, Jelcz, zbliżoną Volvo i Mercedes-Benz natomiast największą najstarsze Ikarus. Jest interesującym, że autobusy Jelcz mimo średniego wieku 18,7 lat przewyższają bezpieczeństwem bardzo

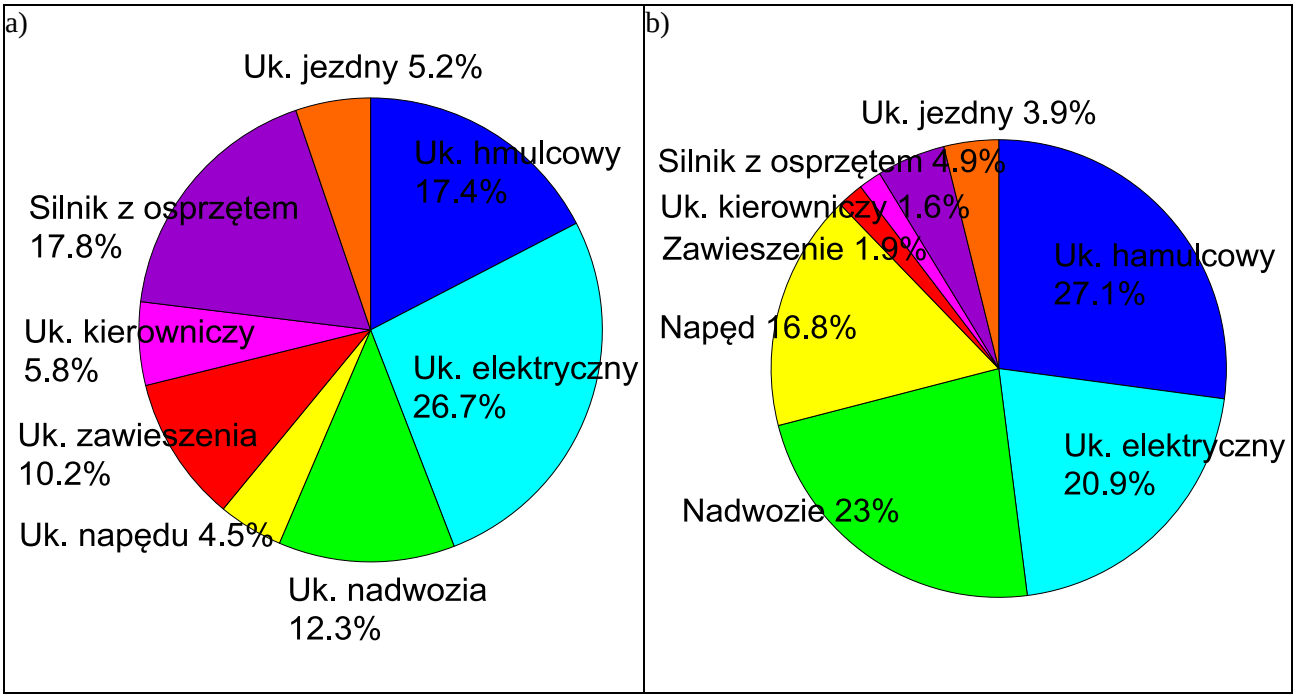
nowoczesne, młodsze i bogato wyposażone techniką bezpieczeństwa czynnego i biernego konstrukcje Volvo i Mercedes-Benz. Jest także zaskakującym porównywalna liczba zdarzeń drogowych autobusów Volvo i Mercedes-Benz Citaro, pomimo dwukrotnej różnicy wieku, starsze są autobusy Volvo.

Autobusy Mercedes-Benz Citaro i G Citaro z MPK Wrocław mają korzystną i bardzo niską liczbę uszkodzeń na 1000 km, pomimo średniego wieku 5,7 lat (wskaźnik W_1=0,08-0,10, rys. 3a). Z kolei autobusy 10,5 mm, K Citaro oraz przegubowe drugiej generacji G Citaro 2, charakteryzują się wielokrotnie gorszą nieuszkadzalnością. Wartość W_1 wynosi bowiem 0,62-0,84, natomiast wiek 3 lata. Także znacznie gorszą nieuszkadzalność stwierdzono dla autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG i Citara 12 ON w MPK Rzeszów. Wartość wskaźnika liczby uszkodzeń autobusów W_1 wynosiła 0,43-0,53, wiek 0,5 roku. Pewnym wyjaśnieniem tych wartości może być ich zakład produkcyjny i konstrukcja drugiej generacji. Oczywiście 18,7 roczne autobusy Jelcz 120MM miały nieporównywalnie gorszą niezawodność, W_1=2,02. Również wszystkie układy autobusu Jelcz 120MM charakteryzują się większą liczbą uszkodzeń. Wskaźnik W_2 ma zakres zmienności 0,55-0,04 (rys. 3b). Zdecydowanie mniejszą liczę uszkodzeń układów mają autobusy Mercedes-Benz Citro w MPK Wrocław. Wskaźnik W_2 wynosił bowiem 0,01-0,03. Jednak prawdopodobieństwo uszkodzenia układów: elektrycznego, kierowniczego, jezdnego oraz silnika i zawieszenia Jelcz 120MM jest korzystniejsza (rys. 5a). Mercedes-Benz Citaro przewyższa jedynie autobus Jelcz 120MM pod względem mniejszego prawdopodobieństwa uszkodzenia układów: hamulcowego, napędowego i nadwozia. Niekorzystne jest w autobusach Mercedes-Benz bardzo duże prawdopodobieństwo uszkodzeń układu elektrycznego ($P(U^*)$=0,27), hamulcowego ($P(U^*)$=0,17) oraz silnika $P(U^*)$=0,18), zwłaszcza biorąc pod uwagę cenę tych komponentów.

Są bardzo niekorzystne, dla nowoczesnych autobusów Mercedes-Benz Citaro wyznaczone wartości poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikłe z uszkodzenia układu autobusu w ciągu 1 roku W_3 jak i W_4 (rys. 4). Wartości wskaźników poziomu zagrożenia działania autobusów Mercedes-Benz Citaro wynoszą bowiem W_3=0,52-2,12 i W_4=0,02-0,37. W porównaniu z autobusem Jelcz 120MM jest to całkowicie zaskakujące, tutaj wynoszą wielokrotnie mniej W_3=0,01-0,08 i W_4=0,001-0,02. Największe różnice, zagrożenia działania autobusu dotyczą układów: hamulcowego, kierowniczego, jezdnego i zawieszenia, czyli powszechnie uznanych w analizie bezpieczeństwa (na podstawie W_3). Z kolei na podstawie wskaźnika W_4 największe różnice tych autobusów dotyczą układów: hamulcowego, elektrycznego, kierowniczego, zwieszenia, jezdnego i silnika. Wzrost poziomu zagrożenia działania autobusu wynikły z uszkodzenia układu jest bardzo wysoki i wynosi od 8,3 do 47,9 razy. Zagrożenie działania autobusu Citaro jest jedynie porównywalne z Jelcz 120MM dla układu przeniesienia napędu, lecz także gorsze. Oczywiście przyjęto, ze względów oczywistych, jednakowy stopień zagrożenia bezpieczeństwa transportu miejskiego O poprzez uszkodzenie układu konstrukcyjnego autobusu (rys. 5b).



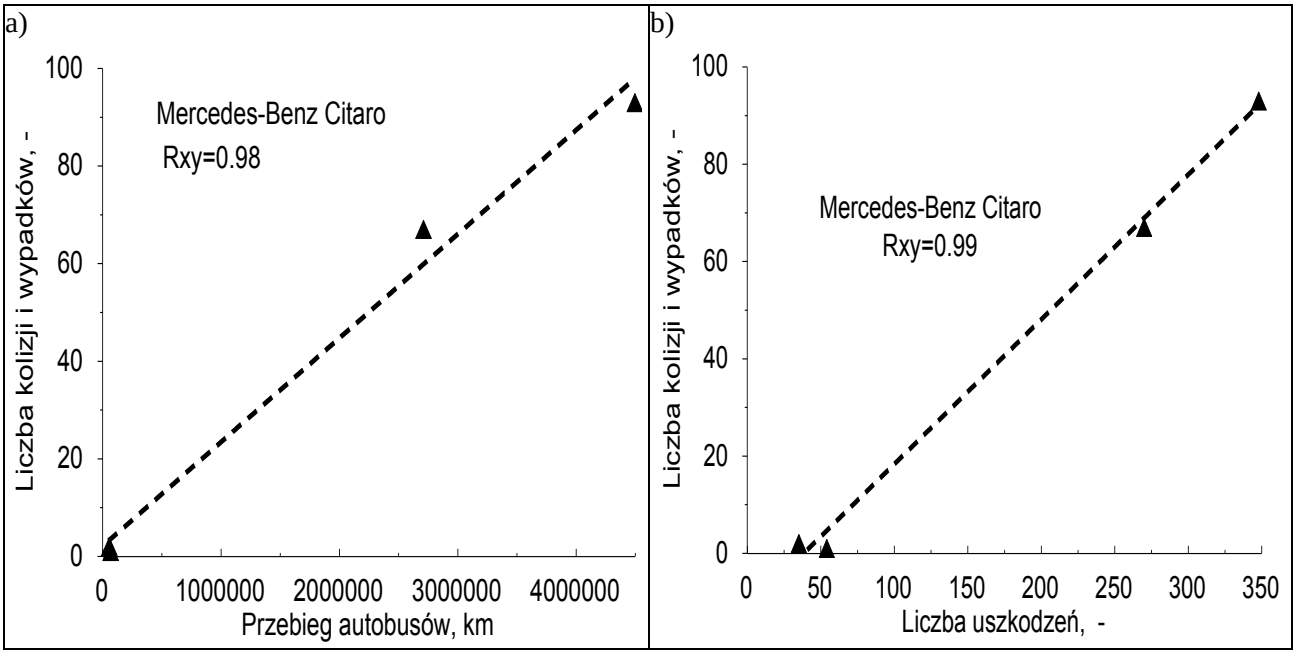
Rys. 5 Zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu MPK Wrocław: a) prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia układów autobusów P(U*), b) średnie wartości zagrożenia bezpieczeństwa jakie stwarza uszkodzenie układów autobusów na podstawie metody oceny ekspertów



Rys. 6. Procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław: a) Mercedes_Benz O530 Citaro, b) Jelcz 120MM

Rysunek 6 przedstawia procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław. Suma podanych wartości, czyli 100%, dotyczy kolizji i wypadków autobusów Citaro (rys. 6a) i autobusów Jelcz 120MM (rys. 6b). Uszkodzenia układu zawieszenia, kierowniczego, jezdnego, elektrycznego i silnika Citaro wywołują większe zagrożenie działania oraz zagrożenie bezpieczeństwa drogowego niż uszkodzenia analogicznych układów autobusu Jelcz 120MM. Korzystniejsze wartości procentowe dotyczą układu hamulcowego i napędowego, odpowiednio.

Liczba zdarzeń drogowych *LZ* (rys. 7) z przebiegiem i liczbą uszkodzeń autobusów miejskich MPK Wrocław ma zależność bardzo wysoką. Korelacja jest prawie pewna oraz współczynnik pewny.



Rys. 7. Liczba kolizji i wypadków autobusów w MPK Wrocław od) przebiegu, b) liczby uszkodzeń układów autobusów

Podsumowanie. Analizowane autobusy Mercedes-Benz Citaro charakteryzują się bardzo wysoką nieuszadzalnością, określą wskaźnikiem liczby uszkodzeń układów konstrukcyjnych autobusu W_2. Znalazło to bardzo duże uznanie przewoźników, o czym świadczy bardzo wysoka ich sprzedaż. Wskaźnik liczby uszkodzeń autobusów Mercedes-Benz Citaro na 1000 km jest bardzo korzystny i niewielki. Jest ona jednak wysoko zróżnicowany dla poszczególnych modeli, jak i zależny od generacji rozwiązania i wytwórni, co wynika z wartości wskaźnika W_1. Poziom zagrożenia działania autobusu Mercedes-Benz Citaro, wynikający z uszkodzenia układu konstrukcyjnego jest bardzo niekorzystny w porównaniu z autobusem Jelcz 120MM (wartości wskaźników W_3 i W_4).

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia $P(U^*)$ układu nowoczesnego autobusu Mercedes-Benz Citaro niewiele odbiega od jego wartości dla autobusu Jelcz 120MM. Ma nawet mniej korzystne wartości dla 5 układów: elektrycznego, silnika, zawieszenia, kierowniczego i jezdnego. Liczba zdarzeń drogowych *LZ* ma z przebiegiem autobusów i liczbą ich uszkodzeń korelacje prawie pewną, współczynnik pewny oraz zależność bardzo wysoką. Wskaźnik W_4 w porównaniu ze wskaźnikiem W_3 wnosi pewne nowe i odmienne wartości w analizie zagrożenia działania oraz bezpieczeństwa drogowego transportu miejskiego.

Na podstawie danych literaturowych można stwierdzić, że nowoczesne autobusy Mercedes-Benz Citaro wyposażone są w wiele systemów zapobiegających i ograniczających skutki wypadków drogowych. Zastosowane systemy bezpieczeństwa w autobusach wynikają z aktów prawnych jak i warunków w jakich są użytkowane. **LITERATURA** eksponuje zastosowane systemy bezpieczeństwa, głównie ze względu na ich marketingowy wydźwięk. Z danych literatury nie można odpowiedzieć na pytanie w jakim stopniu dany systemy bezpieczeństwa zastosowany w autobusie wpływa na liczbę kolizji i wypadków.

LITERATURA

[1] Akopian R.: Budowa pojazdów samochodowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1995.

[2] Albertsson, P., Falkmer, T.: Is there a pattern in European bus and coach incidents? A literature analysis with special focus on injury causation and injury mechanisms. Accident Analysis and Prevention 37, 2005, s. 225-233.

[3] Cafuso S., Di Graziano A., Pappalardo G.: Road safety issues for bus transport management. Accident Analysis & Prevention 60, 2013, s. 324-333.

[4] Dostępna komunikacja miejska. Samorząd równych szans. Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego, Kraków 2009.

[5] Droździel P., Komsta H., Rybicka I.: Analiza uszkodzeń układów bezpieczeństwa w pojazdach komunikacji zbiorowej na przykładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. Logistyka 3, 2012, s. 498-506.

[6] Droździel P., Komsta P., Rybicka H., I.: Analiza uszkodzeń układów bezpieczeństwa w pojazdach komunikacji zbiorowej na przykładzie trolejbusów Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. Zeszyty Naukowe WSEI Seria Transport i Informatyka 2(1), 2012, s. 127-138.

[7] Droździel P., Opielak M., Rybicka I.: Bezpieczeństwo transportu pasażerskiego w komunikacji miejskiej. Logistyka 3, 2012, s. 513-520.

[8] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2008.

[9] Global status report on road safety 2013. Supporting a decade of action. World Health Organization 2013.

[10] Goh, K., Currie, G., Sarvi, M., Logan, D.: Factors affecting the probability of bus drivers being at fault in bus-involved accidents. Accident Analysis and Prevention 66, 2014, s. 20-26.

[11] Jackiewicz J., Czech P., Barcik J.: Standardy jakości usług w komunikacji miejskiej - Część 1. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: TRANSPORT z. 67, Nr kol. 1832, 2010, s. 55-65.

[12] Jamroz K.: Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2011.

[13] Kaplan S., Prato, C.G.: Risk factors associated with bus accident severity in the United States: A generalized ordered logit model. Journal of Safety Research 43 (3), 2012, s. 71-180.

[14] Mariański M.: Autokary wielkiej turystyki. Wydawca AUTO, Warszawa. Transport Technika Motoryzacyjna, 7/8, 2010, s. 66-73.

[15] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Wrocławiu (MPK Sp. z o.o. Wrocław). Wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego. Dane MPK sp. z o.o. we Wrocławiu z roku 2014. Materiał wewnętrzne, niepublikowane.

[16] Michalski J.: Bezpieczeństwo autobusów i transportu zależne od uszkodzeń eksploatacyjnych

wybranych układów. Національний Транспортний Університет Київ, Висник Національного Транспортного Університетую, Науково-технічий збірник, Київ, 30, 2014, s. 265-277.

[17] Murray W., Newnam S., Watson B., Davey J., Schonfeld C.: Evaluating and improving fleet safety in Australia. Department of Transport and Regional Services Australian Transport Safety Bureau. Road Safety Research Grant Report 2003.

[18] Najwyższa Izba Kontroli, Departament komunikacji i systemów transportowych. Informacja o wynikach kontroli bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce, 2011 r. www.nik.gov.pl

[19] Orzełowski S.: Budowa podwozi i nadwozi samochodowych: podręcznik dla technikum samochodowego. Wydanie 6. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1987.

[20] Piątkowski P., Lewkowicz R.: Bezpieczeństwo w pojazdach komunikacji miejskiej, TRANSCOMP – XIV International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport, Zakopane, 2013, s. 2727-2736.

[21] Polska norma: PN-S-47010:1999 - Pojazdy drogowe, autobusy - wymaganie podstawowe.

[22] Prochowski L., Żuchowski A.: Samochody ciężarowe i autobusy. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2011.

[23] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz. U. z dnia 26 lutego 2003 r.: Dz.U.2003.32.262).

[24] Reński A.: Bezpieczeństwo czynne samochodu: Zawieszenia oraz układy hamulcowe i kierownicze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.

[25] SafetyNet Work Package 3. State-of-the-art Report on Road Safety Performance Indicators, SafetyNet 2005.

[26] Sandecki T.: Komentarz do warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Cz. 1: Wprowadzenie. Cz. 2. Zagadnienia techniczne. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Wydanie 2 uaktualnione i uzupełnione, Warszawa 2002-2003.

[27] Stańczyk T.L.: Działania kierowcy w sytuacjach krytycznych: Badania eksperymentalne i modelowe. Monografie, Studia, Rozprawy, Politechnika Świętokrzyska, M43, Nauki Techniczne-Budowa i Eksploatacja Maszyn. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2013.

[28] Świątecki P., Wojucka D. (red.): Bezpieczeństwo w publicznym transporcie zbiorowym. Kancelaria Senatu 2013. Konferencja Senackiego Zespołu Infrastruktury, 15 października 2012 r. Zeszyt 15/2013.

[29] Szczuraszek T.(red.): Bezpieczeństwo ruchu miejskiego: praca zbiorowa. Wydanie 1, dodruk, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2008.

[30] Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2009.

[31] Towpik K., Gołaszewski A., Kukulski J.: Infrastruktura transportu samochodowego, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006.

[32] Warczewska B., Mastalska-Cetera B.: Charakterystyka wrocławskiego obszaru metropolitalnego ze szczególnym uwzględnieniem systemu przyrodniczego. Acta Universitatis Lodziensis Folia Oeconomica, 245, 2010, s. 157-167.

[33] Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. Wyd. 3 rozszerzone, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2012.

[34] Więcłowski D.: Nowy Citaro: bezpieczeństwo i obniżona masa (2). Opublikowano 2011-06-08, www.infobus.pl.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Uszkadzalność układów autobusów Mercedes-benz Citaro a bezpieczeństwo transportu miejskiego / MICHALSKI Jacek // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. – № 32.

W artykule przedstawiono wpływ uszkodzeń autobusów i ich układów na zagrożenie działania oraz bezpieczeństwo systemu transportu metropolii Wrocław. Wzięto pod uwagę autobusy firm Ikarus, Jelcz, Volvo, Solaris oraz szczegółowo Mercedes-Benz: O530 K Citaro, O530 Citaro, O530 G Citaro, O530 G Citaro 2. Badane autobusy Citaro były jednoczłonowe o długości 10,5 m i 12 m oraz przegubowe o długości 18 m. W badaniach, ograniczoną zdatność autobusów oceniono wartościami wskaźników O, W1 i W2. Dokonano oceny stopnia zagrożenia bezpieczeństwa oceną ekspertów, prawdopodobieństwem wystąpienia uszkodzenia P(U*) oraz wskaźnikami W3 i W4.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКІ Яцек. Надійність систем автобуса Mercedes-benz Citaro стосовно безпеки дорожнього руху в містах / МІХАЛЬСКІ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті наведено вплив дефектів в автобусах і їх систем на загрози експлуатації і безпеки транспортної системи у Вроцлаві . Розглядаються автобуси компаній Ikarus, Jelcz, Volvo, Solaris, і більш докладно Mercedes-Benz O530 Citaro K, O530 Citaro, в O530 Citaro G, O530 G Citaro 2. Було випробувано автобуси Citaro: монолітні - довжиною 10,5 м і 12 м та шарнірні - довжиною 18 м. Обмежена придатність автобусів була оцінена параметрами O, W1 і W2. Ступінь ризику для безпеки оцінювали за оцінками експертів, ймовірністю пошкоджень P(U*) і правильностю показників W3 і W4.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Reliability of systems in Mercedes-benz Citaro bus versus urban transport safety. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The influence of defects in buses and their systems on the threat of metropolitan transport system operation and safety in Wroclaw is presented. Buses of Ikarus companies, Jelcz, Volvo, Solaris, and more detail Mercedes-Benz O530 Citaro K, O530 Citaro, the Citaro G O530, O530 G Citaro 2 are taken into account. Citaro buses were tested monolithic with a length of 10.5 m and 12 m articulated a length of 18 m. In the studies, limited suitability of buses was rated by indicator O, W1 and W2 values method. The degree of security risk was assessed by experts’ evaluation, probability of damage P(U*) and proper indicators W3 and W4.

AUTORZY:

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.341
UDC 629.341

USZKADZALNOŚĆ UKŁADÓW AUTOBUSÓW MERCEDES-BENZ CITARO A BEZPIECZEŃSTWO TRANSPORTU MIEJSKIEGO

MICHALSKI Jacek**,** Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

НАДІЙНІСТЬ СИСТЕМ АВТОБУСА MERCEDES-BENZ CITARO ПРОТИ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ В МІСТАХ

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

RELIABILITY OF SYSTEMS IN MERCEDES-BENZ CITARO BUS VERSUS URBAN TRANSPORT SAFETY

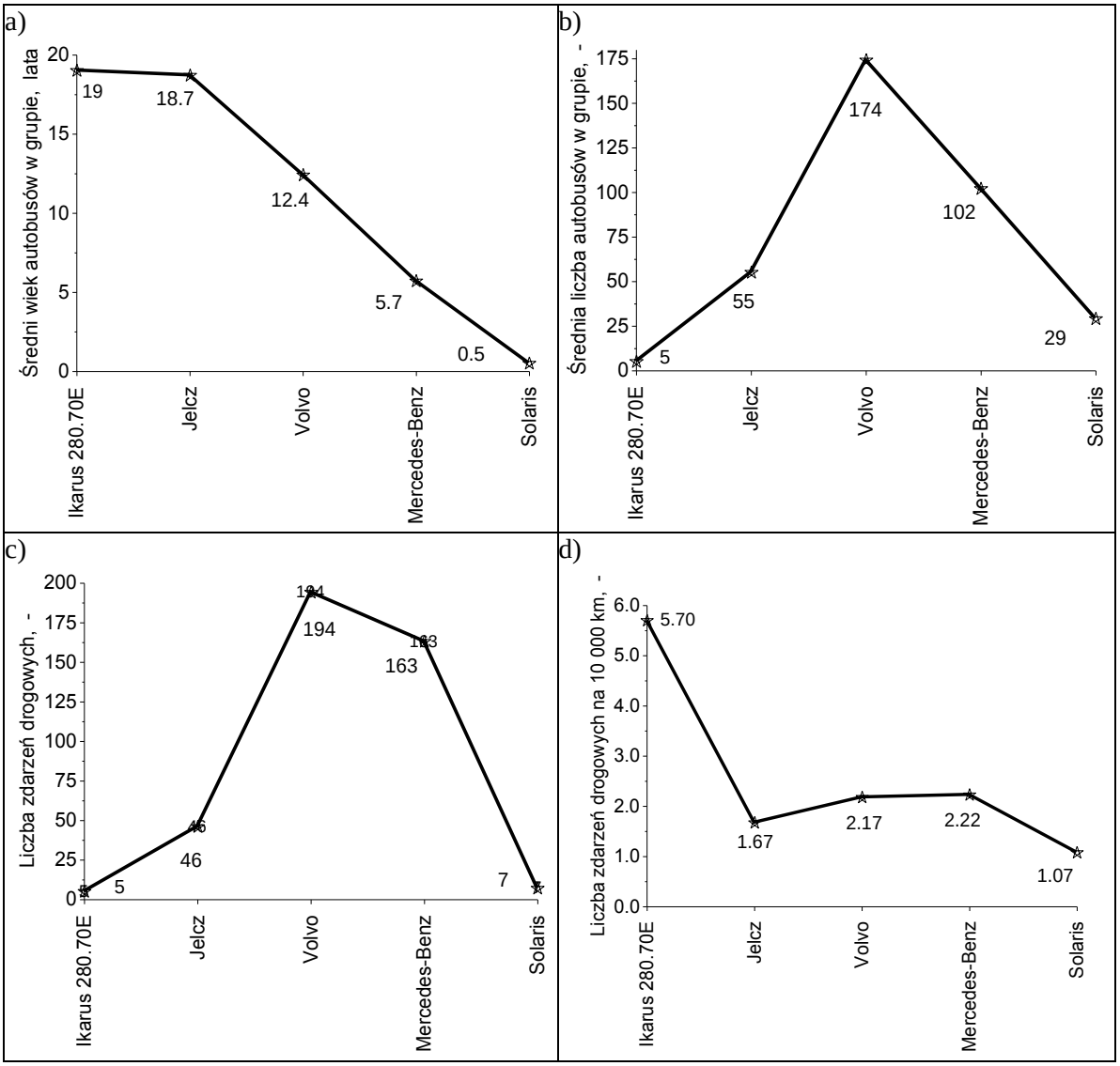
MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Przewozy realizowane autobusami stanowią w Polsce podstawę systemu komunikacji zbiorowej w większości miast, a także na trasach pomiędzy miejscowościami o mniejszej liczbie mieszkańców [33]. W Unii Europejskiej (UE) autobus jest zdecydowanie najbardziej bezpiecznym pojazdem drogowym. Udział ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych na terenie EU wynosił w 2014 roku: kierowcy i pasażerowie 55%, motocykliści 15% i rowerzyści 8%. Udział transportu drogowego w wypadkach śmiertelnych UE stanowił: samochodowy 46,4%, motocyklowy 17,7%, rowerowy 6,6%, tramwajowy 3,3%, natomiast autobusowym tylko 0,4 %. Łącznie cały transport drogowy to aż 74,4% liczby wypadków śmiertelnych [2, 9]. Liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w 2014 roku, w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców, w Polsce to 84. Największy wskaźnik UE wystąpił na Łotwie, wynosił 106. Najważniejszymi przyczynami tego tragicznego stanu rzeczy w Polsce, według Najwyższej Izby Kontroli [18] są: niedostateczna infrastruktura drogowa i jej przystosowane do przenoszenia coraz intensywniejszego ruchu samochodowego. Bezpieczeństwo na drogach ogranicza także: zła organizacja ruchu drogowego, brak powszechnego spójnego systemu oddziaływania na bezpieczeństwo w ruchu drogowym i niedostateczne finansowanie. Również zdaniem autorów monografii [8, 26], czynniki drogowe mają największy wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Jamroz [12] stwierdza, iż liczba wypadków silnie liniowo zależy od parytetu siły nabywczej, liczby pojazdów oraz pracy przewozowej. Jak wykazano w publikacji [7] bezpieczeństwo ruchu drogowego jest uzależnione od wielu czynników, lecz najistotniejszym z nich jest człowiek.

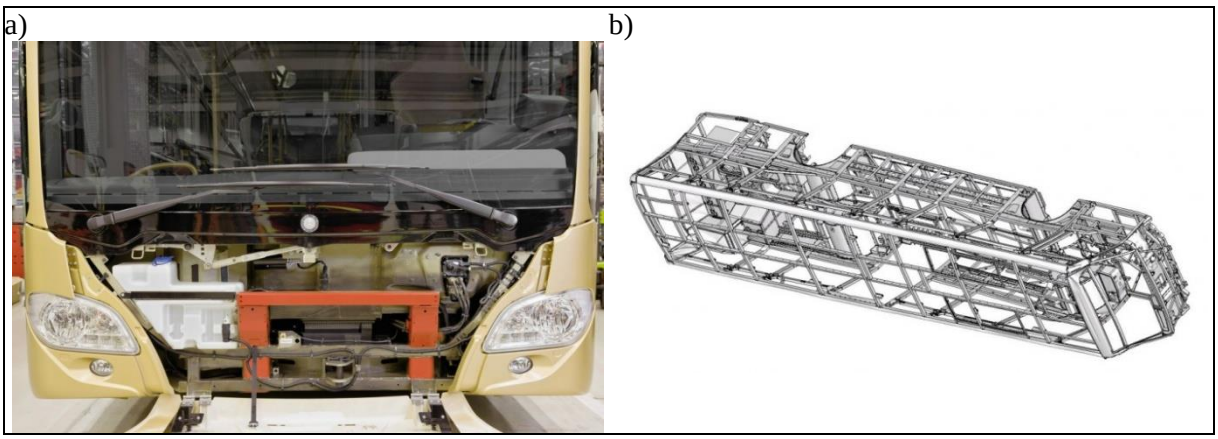
Z elementów technicznych pojazdu, istotna jest przede wszystkim konstrukcja pojazdu [1, 19, 22], jego właściwości dynamiczne i stan techniczno-eksploatacyjny, czyli bezpieczeństwo czynne i bezpieczeństwo bierne [17, 24]. Elementami kluczowymi autobusu ze względu na bezpieczeństwo jest układ podwozia i nadwozia [20]. Wymagania techniczne autobusów zawarte są w aktach prawnych i publikacjach [14, 21, 23]. Pojazd komunikacji zbiorowej będzie bezpieczny wtedy, gdy: zostanie zapewniona płynność ruchu takiego pojazdu, stan techniczny pojazdu będzie kontrolowany w sposób ciągły z uwzględnieniem prognozowania eksploatacyjnego, kierowcy autobusów będą posiadali odpowiednie kwalifikacje oraz będą przechodzili okresowe szkolenia specjalistyczne z zakresu bezpieczeństwa i techniki jazdy [20]. Współczesna sytuacja gospodarcza, silna konkurencja, rosnąca złożoność konstrukcji, skracanie cykli życia pojazdów oraz presja na ograniczanie kosztów powodują, że jakość także autobusów, kształtuje się poniżej oczekiwań nabywców [27]. Wpłynąć to może nie tylko na użyteczność czy komfort, ale także na straty materialne, zdrowie i życie. W artykule [6] przedstawiono analizę uszkodzeń układów bezpieczeństwa w transporcie pasażerów komunikacji miejskiej. W analizie uwzględniono układ hamulcowy, kierowniczy i zawieszenie, dla taboru pojazdów użytkowanych przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie. Najwięcej awarii wystąpiło w układzie hamulcowym, kierowniczym i zawieszeniu, odpowiednio. Dane pozyskane z MPK w Lublinie, w okresie jednego roku, wskazują najmniejszą liczbę awarii w autobusach marki Mercedes Conecto 628G i Conecto 628LF [6]. Badaną grupą pojazdów stanowiły autobusy komunikacji miejskiej takie jak: Ikarus 260.26, Ikarus 280.26, Jelcz M11, Solaris Urbino 12, Mercedes-Benz 0405N, Mercedes Conecto 628 G i Mercedes Conecto 628 FL. Dane statystyczne wskazują iż rozwiązanie technologiczne i stanu techniczny autobusu ma wpływ na ryzyko wypadku [13]. Na bezpieczeństwo pasażerów autobusu największy wpływ wywiera początek hamowania, automatyczne

otwieranie drzwi oraz materiały i architektura wewnętrzna autobusów oraz układy wspomagania hamowania [3]. W transporcie publicznym autobusowym, mniej wypadków ma miejsce w przypadku podziału trasy na krótsze odcinki drogi oraz przydzieleniu autobusów krótszych (12 m lub mniejszych) i nowszych (25 lat lub poniżej) mniej doświadczonym kierowcom [10]. Za kluczowe wskaźniki bezpieczeństwa ruchu drogowego w UE uznano te, które dotyczą: alkoholu i narkotyków, prędkości, systemów ochronnych, świateł do jazdy dziennej, budowy samochodu, drogi i zarządzania urazami [25]. Autobusy muszą być wyposażone w systemy bezpieczeństwa przyjezdne osobom niepełnosprawnym [4]. Transportu publicznego winien także zapewnić bezpieczeństwo osobiste pasażerów, rozumiane jako brak ryzyka jakiegokolwiek naruszenia nietykalności osobistej lub mienia ze strony innych uczestników [28, 31]. W transporcie miejskim jednym z najważniejszych elementów procesów zarządzania jest kontrola i zapewnienie możliwie najwyższej jakości usługi [11]. Wiążą się one z nadzorowaniem i korygowaniem stanów rzeczy oraz realizowanych procesów, w celu zapewnienia ich przyszłej sprawności.

Warunki badań. Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Sp. z o. o. we Wrocławiu (MPK Wrocław) liniowo eksploatuje autobusy: Ikarus - 280.70E, Jelcz - 120MM, M121M, M121MB, M181M i M181MB, Volvo - B10M, B10BLE, 7000, 7700 i 7700H, Mercedes-Benz - O530 K Citaro, O530 Citaro, O530 G Citaro i O530 G Citaro 2 oraz Solaris Urbino - 12 i 18 [15]. Najstarszymi autobusami, a analizowanym 2014 roku, były pojazdy marki Jelcz i Ikarus. Największą grupę 194 autobusów stanowi Volvo oraz drugą, pod względem liczności, autobusy Mercedes-Benz Citaro. Średni wiek autobusów Volvo to 12,4 lat oraz autobusów Mercedes-Benz 5,7 lat (rys. 1).



Rys. 1. Zestawienie techniczne autobusów MPK Wrocław i ich charakterystyka: a) średni wiek, b) średnia liczba autobusów w grupie, c) liczba zdarzeń drogowych, d) liczba kolizji i wypadów na 10000 kilometrów przebiegu



Rys. 2. Elementy konstrukcji nadwozia autobusu Mercedes-Benz Citaro: a) konstrukcja pochłaniające energię zderzenia (wzmocnienie), mające umożliwić autobusowi spełnienie przyszłościowej normy bezpieczeństwa EKG-ONZ R29, b) kratownica po próbie wywrotu - zapewniająca dużą przestrzeń życiową pasażerów, wymagana normą EKG-ONZ R66/01

Citaro albo O530 jest autobusem przeznaczonym do użytku w komunikacji miejskiej i podmiejskiej klasy maxi i mega. Od 1997 roku Citaro jest wytwarzane w Mannheim (Niemcy) oraz Ligny-en-Barrois (Turcja). Kratownica autobusu O530 jest nowoczesną konstrukcją o małym przemieszczenia elementów podczas wywrotu, czyli o dużym bezpieczeństwie przestrzeni życiowej, co jest wymagane normą EKG-ONZ R66/01. Ma ona w części czołowej dodatkową konstrukcję pochłaniająca energię zderzenia (rys. 2a). Umożliwia to autobusowi spełnienie przyszłościowych norm bezpieczeństwa EKG-ONZ R29. W rozpatrywanych autobusach Citaro (tablica) silnik umieszczony jest z tyłu po lewej stronie. Silnik OM 936 ma europejski standard emisji spalin Euro 6 oraz system zapobiegający powstaniu pożarów, tylko w wersji Citaro 2. Zbiorniki oleju napędowego umiejscowione są pod siedzeniami pasażerów. Poszczególne wersje mają oznaczenie: O530 K - autobus jednoczłonowy, długości 10,5 m, 2 osie i 3 drzwi; O530 - autobus jednoczłonowy, długości 12 m, 2 osie i 3 drzwi; O530 G - wersja przegubowa, długości 18 m, 3 osie i 4 drzwi; O530 G Citaro 2 - wersja drugiej generacji Mercedes-Benz Citaro G, zbudowana w 2011 roku. Liczba miejsc ogółem wynosi 106, miejsc siedzących 28-32. Stalowa kratownica autobusów O530 wykonana jest z rur kwadratowych i prostokątnych o małych przemieszczeniach podczas wywrotu bocznego (rys. 2b). Autobus Citaro wyposażono w światła LED z doświetlaniem zakrętów, siedzenia nieregulowane, oparcie foteli niskie bez pasów bezpieczeństwa. Skrzynia biegów jest automatyczna Diva 60, 4-stopniowa. Hamulce o rozwiązaniu tarczowym są sterowane elektronicznie z zintegrowanym retarderem. Systemy bezpieczeństwa wspomagające pracę kierowcy to: układ zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania (ABS), system kontroli trakcji (ASR) - nie dopuszczający do poślizgu kół osi napędowej pojazdu podczas przyspieszania oraz elektroniczny układ hamowania (EBS). Opony Conti Urban HA3 mają rozmiar 275/70 R22,5 i są z zagęszczeniem rowków oraz grubszymi ścianami bocznymi. Zwiększenie zagęszczenia oraz sztywność opasania w karkasie polepsza odporność na kontakt z krawężnikami. Z kolei zwiększone grubości ściany bocznej zapewnia lepszą ochronę. Szerszy bieżnik wpływa na lepszą stabilność w zakrętach przy jeździe po mieście. Z kolei większe zagęszczenie połączonych rowków poprawia przyczepność na mokrej nawierzchni.

Zamieszczono w publikacji porównawczo także wyniki badań autobusu Jelcz 120MM MPK Wrocław oraz autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro 12 ON oraz Citaro 12 CNG z MPK Rzeszów. Jelcz 120MM to dwunastometrowy, średniopodłogowy autobus miejski o 3 dwuskrzydłowych drzwiach o układzie 2-2-2, klasy maxi. Jest on rozwiniętą konstrukcją modelu PR110MM. Autobus otrzymał silnik MAN D0826LUH o mocy maksymalnej 220 KM, oraz 4 biegową automatyczną skrzynię biegów ZF 4HP500.

Wrocławski Obszar Metropolitalny (WrOM) obejmuje 9 powiatów i miasto na prawach powiatu Wrocław [32]. Liczba ludności wynosi 1 172 954, powierzchnia 6725 km^2 i gęstość zaludnienia 174,4 osoby/km^2. WrOM wyrasta na centrum biznesowe, jest czwartym pod względem liczby ludności miastem w Polsce - 633 802 mieszkańców, piątym pod względem powierzchni - 293 km^2. Struktura sieci drogowej Wrocławia jest silnie zorientowana na centrum miasta, mając kształt promienisty. Transport autobusowy w mieście zapewnia głównie MPK Wrocław. Infrastruktura składa się ze 104 linii dziennych i 13 linii nocnych. Tabor MPK Wrocław stacjonuje w miejskich zajezdniach. Eksploatowane są liniowo pojazdy firm - Ikarus, Jelcz, Volvo, Mercedes-Benz i Solaris. Od 2014 roku testowany jest autobus z napędem hybrydowym Volvo, model 7700 Hybrid. Dworce autobusowe obsługiwane są przez Polbus-PKS, PKS z całego kraju,

PolskiBus.com, DLA, Sevibus, Trako, Marco Polo i kilku mniejszych prywatnych przewoźników. Miejski transport zbiorowy we Wrocławiu korzysta z 22 stałych linii tramwajowych oraz kolei linowej przez Odrę. Rozległa sieć tram wajowa jest jedną z większych w kraju. Przez Wrocław przebiega autostrada A4, autostrada A8, droga ekspresowa S5, droga krajowa nr 5, droga krajowa nr 94, droga krajowa nr 98. Miasto ma autostradową Obwodnicę Wrocławia (AOW), Wschodnią Obwodnicę Wrocławia (WOW), węzeł autostrady A4 i dróg nr 5, nr 35 i nr 98 oraz trasę W-Z, obwodnicę śródmiejską, obwodnicą aglomeracyjną - Zachodnią Obwodnicę Wrocławia (ZOW). We Wrocławiu jest Konsulat honorowy Ukrainy natomiast miastem partnerskim Wrocławia jest Lwów.

Tabela. Zestawienie danych eksploatacyjnych autobusów marki Mercedes-Benz w MPK Sp. z o.o. Wrocław wraz z uszkodzeniami układów w 2014

Nazwa uszkodzonego układu autobusu	Rodzaj autobusu				Suma uszkodzeń
	Mercedes-Benz O530 K Citaro	Mercedes-Benz O530 Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro 2	
Układ hamulcowy	11	56	48	8	123
Układ elektryczny	19	89	71	10	189
Układ nadwozia	2	52	32	1	87
Układ przeniesienia napędu	0	16	14	2	32
Układ zawieszenia	5	37	29	1	72
Układ kierowniczy	5	18	15	3	41
Silnik z osprzętem	12	60	46	8	126
Układ jezdny	0	20	15	2	37
Liczba uszkodzeń autobusów LU	54	348	270	35	707
Liczba kolizji i wypadków LZ	1	93	67	2	163
Średnia wieku, lata	3	5,7	5,7	3	-
Sumaryczny przebieg autobusów	65 818	4 496 745	2 709 404	54 824	7 326 791
Liczba ogółem	1	58	42	1	

Przebieg badań i wyniki pomiarów. Zgromadzone informacje w tabeli dotyczą: liczby uszkodzeń i awarii poszczególnych układów autobusów w każdej analizowanej grupie, liczby kolizji i wypadków drogowych badanych pojazdów, sumarycznego przebiegu rocznego każdej analizowanej grupy autobusów. Do określenia liczby uszkodzeń badanych zbiorów autobusów, posłużono się danymi zamieszczonymi w książce zleceń napraw autobusu. Uszeregowano poszczególne układy, od najbardziej narażonych na usterki do mniej podatnych na awarie, występujące w czasie eksploatacji autobusów międzymiastowych. Do zgromadzenia liczby kolizji i wypadków drogowych spowodowanych przez autobusy, w badaniach własnych analizowanych grup, posłużono się danymi zawartymi w zbiorach dokumentów z archiwum przewoźnika oraz protokołów Zakładów Ubezpieczeń i sporządzanych wycen zaistniałych szkód. Określono liczbę kolizji i wypadków, których przyczyną powstania zdarzeń był stan ograniczonej zdatności badanych autobusów.

Ocenę liczby uszkodzeń autobusów i ich układów, przypadającą na tysiąc kilometrów, w ciągu jednego roku użytkowania, przeprowadzono za pomocą wskaźników W_1 i W_2, gdzie:

W_1 - wskaźnik liczby uszkodzeń autobusu na 1000 km (rys. 3)

$$W_1 = \frac{LU}{P} \cdot 10^3 \tag{1}$$

gdzie: LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu 1 roku,

P - sumaryczny przebieg autobusów w badanym zbiorze ciągu 1 roku.

Wartości wskaźnika liczby uszkodzeń wybranego układu autobusu na 1000 km W_2 obrazuje rysunek 3.

$$W_2 = \frac{LU^*}{P} \cdot 10^3 \tag{2}$$

gdzie: *LU** - liczba uszkodzeń i-tego układu (podsystemu) w ciągu 1 roku inicjujących zdarzenia niepożądane,

P - sumaryczny przebieg autobusów w badanym zbiorze ciągu 1 roku.

W celu oceny zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego, *O*, jakie stwarzają uszkodzenia poszczególnych układów autobusów, przeprowadzono badania ankietowe metodą oceny eksperckiej [16]. Ankiecie poddano grupy pracowników: mechanicy stacji obsługi, diagności, kierowcy autobusów, dyspozytorzy ruchu autobusowego i brygadziści stacji obsługi. Istotność wpływu uszkodzenia układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa, oceniano w dziesięciostopniowej skali:

1-2 - uszkodzenie układu nie powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

3-5 - uszkodzenie układu raczej nie powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

6-8 - uszkodzenie układu raczej powoduje zagrożenia bezpieczeństwa,

9-10 - uszkodzenie układu powoduje zagrożenia bezpieczeństwa.

Poziom zagrożenia działania autobusu, wynikający z uszkodzenia układu autobusu, wyznaczono za pomocą wskaźnika W_3 i W_4 (rys. 4). Wskaźnik W_3 charakteryzuje poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikły z uszkodzenia układu autobusu w ciągu jednego roku [16].

$$W_3 = \frac{LZ}{LU*} \cdot P(U^*) \cdot O \tag{3}$$

gdzie: *LZ* - liczby zdarzeń drogowych (kolizji i wypadków) w analizowanym zbiorze autobusów,

*LU** - liczba uszkodzeń wybranego układu autobusu w ciągu 1 roku,

P(U)* - prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu,

O - ocena stopnia zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego (rys. 5, jakie stwarza uszkodzenie analizowanego układu (zakres oceny od 1 do 10).

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu (rys. 5 wyznaczono z estymaty, na podstawie zależności:

$$P(U^*) = LU^*/LU \tag{4}$$

gdzie:

*LU** - liczba uszkodzeń wybranego układu autobusu w ciągu 1 roku,

LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu 1 roku.

Z kolei wskaźnik W_4 charakteryzuje także ocenę poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego roku podczas tysiąca kilometrów przebiegu lecz sposób jego obliczenie jest odmienny, jak powyżej. Wskaźnik W_4 wyznaczono z zależności:

$$W_4 = \frac{LZ}{LU} \cdot P(U^*) \cdot O \tag{5}$$

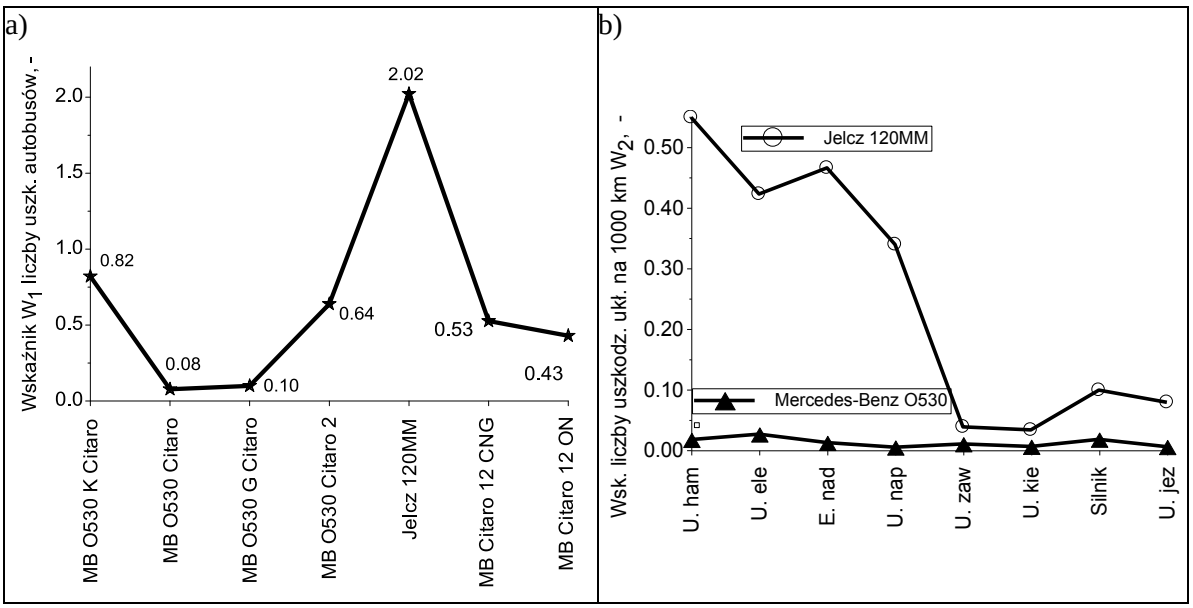
gdzie: *LZ* - liczba wszystkich zdarzeń niepożądanych,

LU - liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów w ciągu jednego roku,

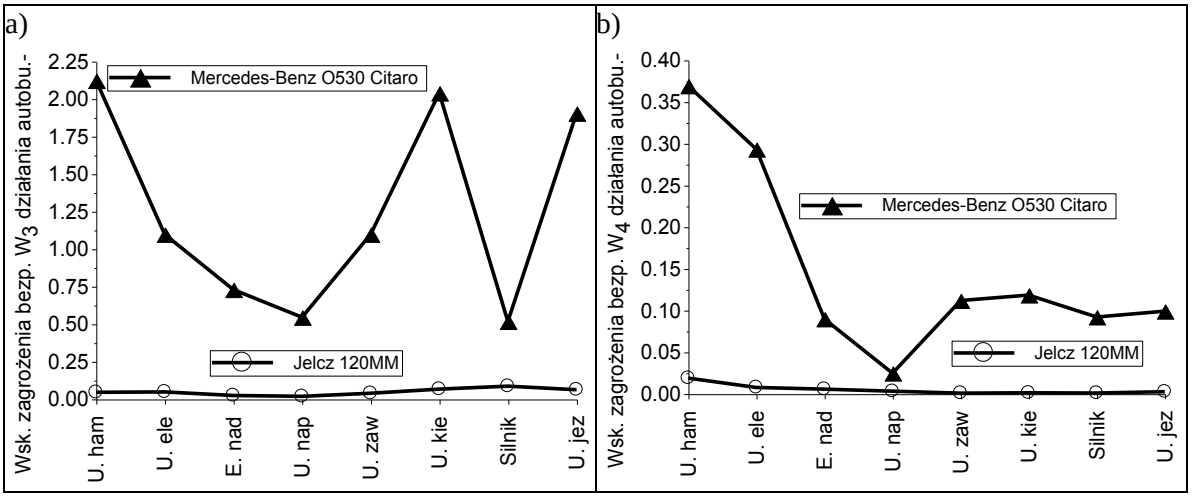
P(U)* - prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu,

O - ocena zagrożenia, jakie stwarza uszkodzenie analizowanego podsystemu autobusu (1-10): gdzie: 1 - oznacza zespół nieistotny autobusu, którego uszkodzenie nie stwarza zagrożenia, 10 - oznacza zespół istotny autobusu, którego uszkodzenia powodują niepożądany stan zagrożenia bezpieczeństwa działania systemu transportu i stanowią przyczynę wypadku drogowego.

Analizowano uszkodzenia układów autobusów: układ hamulcowy, układ elektryczny, elementy nadwozia, układ przeniesienia napędu, układ zawieszenia, układ kierowniczy, silnik z osprzętem i układ jezdny.



Rys. 3 Wartości wskaźników uszkadzalności systemu transportu MPK Wrocław: a) wskaźnik liczby uszkodzonych autobusów na 1000 km w porównaniu z autobusami Mercedes-Benz O530 Citaro MPK Rzeszów, b) wskaźnik liczby uszkodzonych układów autobusów



Rys. 4 Wartości wskaźników oceny poziomu zagrożenia działania systemu transportu wynikające z uszkodzenia układu autobusów: a) poziom zagrożenia działania autobusu W_3, b) poziom zagrożenia działania autobusu W_4

Według normy IEC 50(191)-1990 oraz PN-93/N-50191 termin niezawodność jest używany tylko do ogólnego nieliczbowego opisu. Niezawodność to zespół właściwości, które opisują gotowość obiektu i wpływające na nią: nieuszkadzalność, obsługiwalność, zapewnienie środków obsługi. Istnieje matematyczny związek pomiędzy miarami nieuszkadzalności pojazdu oraz bezpieczeństwem. W książce [30] przyjęto iż podstawą wszelkich metod analizy ryzyka, a także podstawą działań praktycznych na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego, jest związek miary ryzyka *Λ(c,t)* (6) z prawdopodobieństwem *Q(t)* (lub odpowiednią częstością) zajścia zdarzenia niepożądanego A, w przyjętym okresie *t*, a prawdopodobieństwem *Z(c)* tego, że zajście zdarzenia A spowoduje straty nie mniejsze niż *c*.

$$\Lambda(c,t) = Q(t) \cdot Z(c) \tag{6}$$

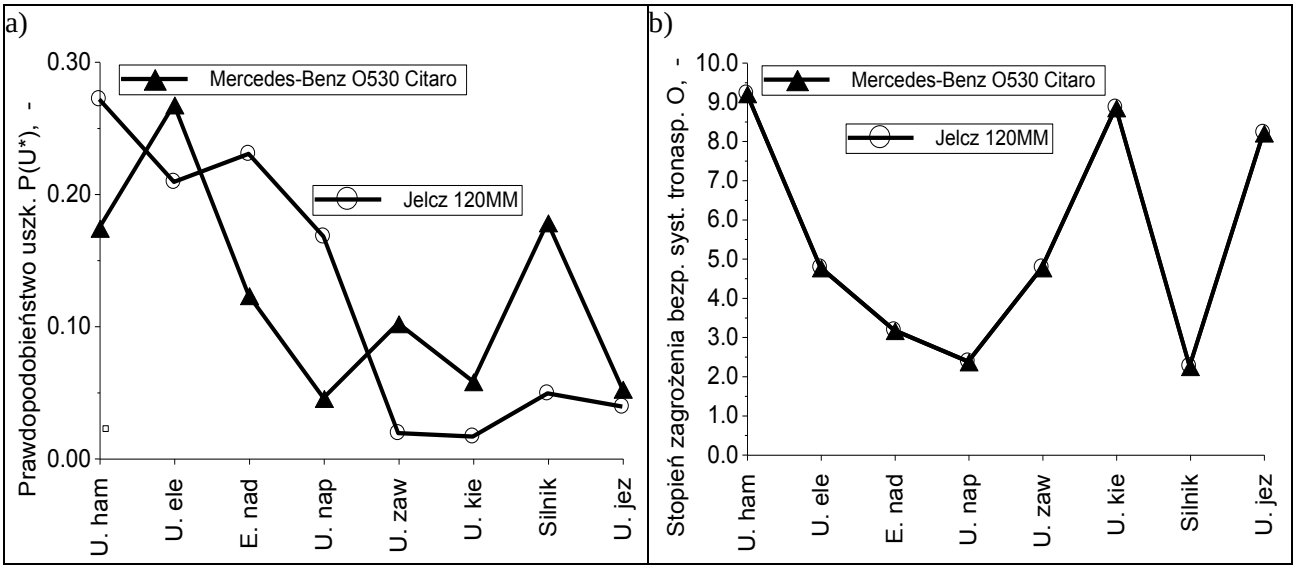
Prawdopodobieństwo *Q(t)* wystąpienia zdarzenia niepożądanego w czasie *t* traktowane jest jako miara zawodności autobusu i ludzi. Z uwagi na brak danych statystycznych wartości *Q(t)* i *Z(c)* przyjęto metodykę jak poniżej.

Z wyników zamieszczonych na rysunku 1 wynika iż najmniejszą liczbę wypadków i kolizji na 10 000 km mają autobusy Solaris, Jelcz, zbliżoną Volvo i Mercedes-Benz natomiast największą najstarsze Ikarus. Jest interesującym, że autobusy Jelcz mimo średniego wieku 18,7 lat przewyższają bezpieczeństwem bardzo

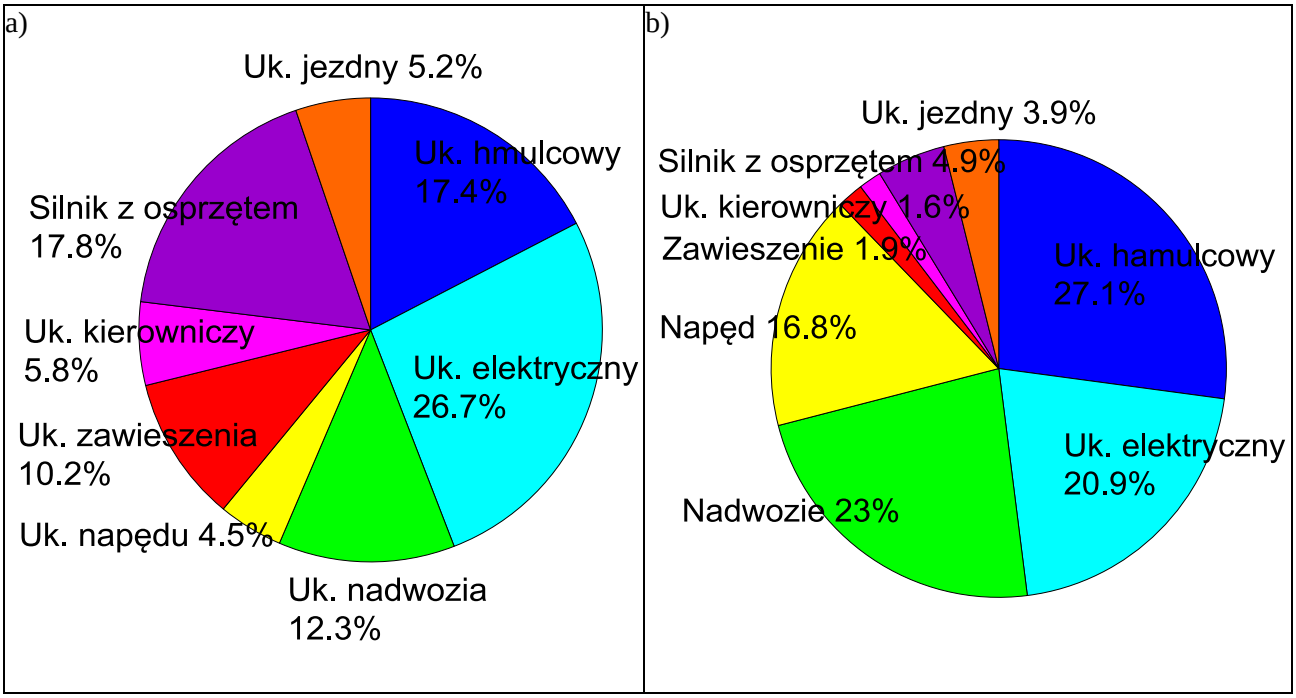
nowoczesne, młodsze i bogato wyposażone techniką bezpieczeństwa czynnego i biernego konstrukcje Volvo i Mercedes-Benz. Jest także zaskakującym porównywalna liczba zdarzeń drogowych autobusów Volvo i Mercedes-Benz Citaro, pomimo dwukrotnej różnicy wieku, starsze są autobusy Volvo.

Autobusy Mercedes-Benz Citaro i G Citaro z MPK Wrocław mają korzystną i bardzo niską liczbę uszkodzeń na 1000 km, pomimo średniego wieku 5,7 lat (wskaźnik W_1=0,08-0,10, rys. 3a). Z kolei autobusy 10,5 mm, K Citaro oraz przegubowe drugiej generacji G Citaro 2, charakteryzują się wielokrotnie gorszą nieuszkadzalnością. Wartość W_1 wynosi bowiem 0,62-0,84, natomiast wiek 3 lata. Także znacznie gorszą nieuszkadzalność stwierdzono dla autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG i Citara 12 ON w MPK Rzeszów. Wartość wskaźnika liczby uszkodzeń autobusów W_1 wynosiła 0,43-0,53, wiek 0,5 roku. Pewnym wyjaśnieniem tych wartości może być ich zakład produkcyjny i konstrukcja drugiej generacji. Oczywiście 18,7 roczne autobusy Jelcz 120MM miały nieporównywalnie gorszą niezawodność, W_1=2,02. Również wszystkie układy autobusu Jelcz 120MM charakteryzują się większą liczbą uszkodzeń. Wskaźnik W_2 ma zakres zmienności 0,55-0,04 (rys. 3b). Zdecydowanie mniejszą liczę uszkodzeń układów mają autobusy Mercedes-Benz Citro w MPK Wrocław. Wskaźnik W_2 wynosił bowiem 0,01-0,03. Jednak prawdopodobieństwo uszkodzenia układów: elektrycznego, kierowniczego, jezdnego oraz silnika i zawieszenia Jelcz 120MM jest korzystniejsza (rys. 5a). Mercedes-Benz Citaro przewyższa jedynie autobus Jelcz 120MM pod względem mniejszego prawdopodobieństwa uszkodzenia układów: hamulcowego, napędowego i nadwozia. Niekorzystne jest w autobusach Mercedes-Benz bardzo duże prawdopodobieństwo uszkodzeń układu elektrycznego ($P(U^*)$=0,27), hamulcowego ($P(U^*)$=0,17) oraz silnika $P(U^*)$=0,18), zwłaszcza biorąc pod uwagę cenę tych komponentów.

Są bardzo niekorzystne, dla nowoczesnych autobusów Mercedes-Benz Citaro wyznaczone wartości poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikłe z uszkodzenia układu autobusu w ciągu 1 roku W_3 jak i W_4 (rys. 4). Wartości wskaźników poziomu zagrożenia działania autobusów Mercedes-Benz Citaro wynoszą bowiem W_3=0,52-2,12 i W_4=0,02-0,37. W porównaniu z autobusem Jelcz 120MM jest to całkowicie zaskakujące, tutaj wynoszą wielokrotnie mniej W_3=0,01-0,08 i W_4=0,001-0,02. Największe różnice, zagrożenia działania autobusu dotyczą układów: hamulcowego, kierowniczego, jezdnego i zawieszenia, czyli powszechnie uznanych w analizie bezpieczeństwa (na podstawie W_3). Z kolei na podstawie wskaźnika W_4 największe różnice tych autobusów dotyczą układów: hamulcowego, elektrycznego, kierowniczego, zwieszenia, jezdnego i silnika. Wzrost poziomu zagrożenia działania autobusu wynikły z uszkodzenia układu jest bardzo wysoki i wynosi od 8,3 do 47,9 razy. Zagrożenie działania autobusu Citaro jest jedynie porównywalne z Jelcz 120MM dla układu przeniesienia napędu, lecz także gorsze. Oczywiście przyjęto, ze względów oczywistych, jednakowy stopień zagrożenia bezpieczeństwa transportu miejskiego O poprzez uszkodzenie układu konstrukcyjnego autobusu (rys. 5b).



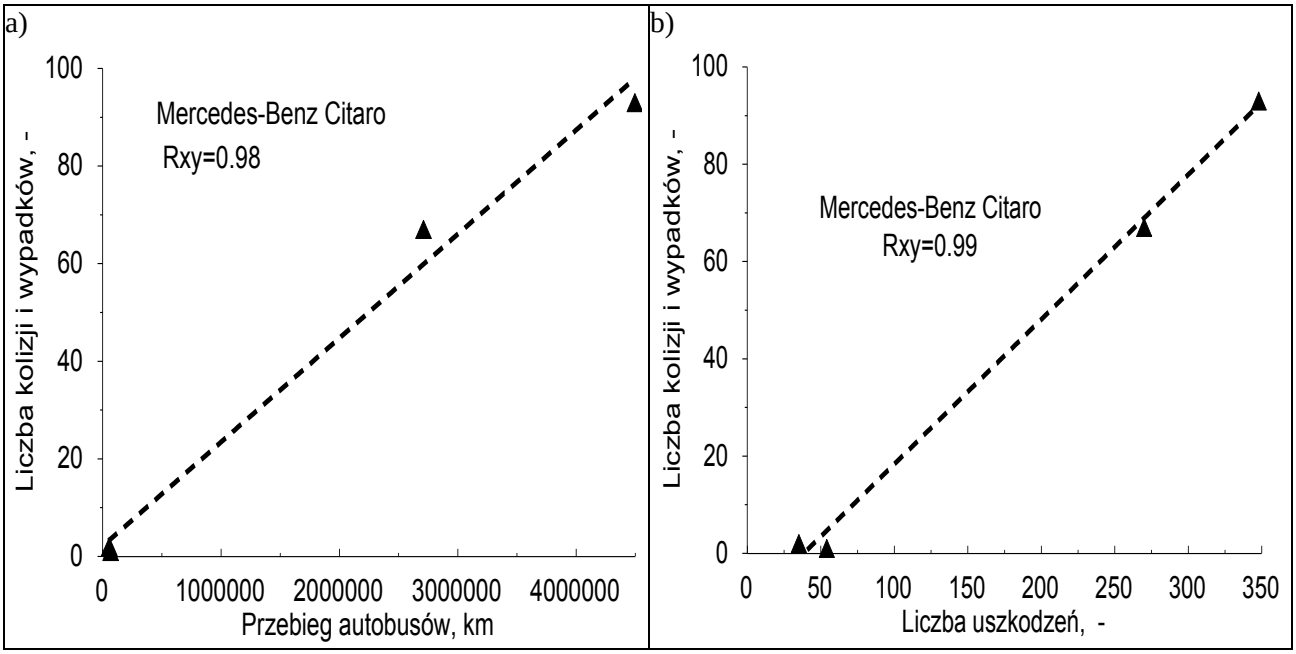
Rys. 5 Zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu MPK Wrocław: a) prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia układów autobusów P(U*), b) średnie wartości zagrożenia bezpieczeństwa jakie stwarza uszkodzenie układów autobusów na podstawie metody oceny ekspertów



Rys. 6. Procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław: a) Mercedes_Benz O530 Citaro, b) Jelcz 120MM

Rysunek 6 przedstawia procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław. Suma podanych wartości, czyli 100%, dotyczy kolizji i wypadków autobusów Citaro (rys. 6a) i autobusów Jelcz 120MM (rys. 6b). Uszkodzenia układu zawieszenia, kierowniczego, jezdnego, elektrycznego i silnika Citaro wywołują większe zagrożenie działania oraz zagrożenie bezpieczeństwa drogowego niż uszkodzenia analogicznych układów autobusu Jelcz 120MM. Korzystniejsze wartości procentowe dotyczą układu hamulcowego i napędowego, odpowiednio.

Liczba zdarzeń drogowych *LZ* (rys. 7) z przebiegiem i liczbą uszkodzeń autobusów miejskich MPK Wrocław ma zależność bardzo wysoką. Korelacja jest prawie pewna oraz współczynnik pewny.



Rys. 7. Liczba kolizji i wypadków autobusów w MPK Wrocław od) przebiegu, b) liczby uszkodzeń układów autobusów

Podsumowanie. Analizowane autobusy Mercedes-Benz Citaro charakteryzują się bardzo wysoką nieuszadzalnością, określą wskaźnikiem liczby uszkodzeń układów konstrukcyjnych autobusu W_2. Znalazło to bardzo duże uznanie przewoźników, o czym świadczy bardzo wysoka ich sprzedaż. Wskaźnik liczby uszkodzeń autobusów Mercedes-Benz Citaro na 1000 km jest bardzo korzystny i niewielki. Jest ona jednak wysoko zróżnicowany dla poszczególnych modeli, jak i zależny od generacji rozwiązania i wytwórni, co wynika z wartości wskaźnika W_1. Poziom zagrożenia działania autobusu Mercedes-Benz Citaro, wynikający z uszkodzenia układu konstrukcyjnego jest bardzo niekorzystny w porównaniu z autobusem Jelcz 120MM (wartości wskaźników W_3 i W_4).

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia $P(U^*)$ układu nowoczesnego autobusu Mercedes-Benz Citaro niewiele odbiega od jego wartości dla autobusu Jelcz 120MM. Ma nawet mniej korzystne wartości dla 5 układów: elektrycznego, silnika, zawieszenia, kierowniczego i jezdnego. Liczba zdarzeń drogowych *LZ* ma z przebiegiem autobusów i liczbą ich uszkodzeń korelacje prawie pewną, współczynnik pewny oraz zależność bardzo wysoką. Wskaźnik W_4 w porównaniu ze wskaźnikiem W_3 wnosi pewne nowe i odmienne wartości w analizie zagrożenia działania oraz bezpieczeństwa drogowego transportu miejskiego.

Na podstawie danych literaturowych można stwierdzić, że nowoczesne autobusy Mercedes-Benz Citaro wyposażone są w wiele systemów zapobiegających i ograniczających skutki wypadków drogowych. Zastosowane systemy bezpieczeństwa w autobusach wynikają z aktów prawnych jak i warunków w jakich są użytkowane. **LITERATURA** eksponuje zastosowane systemy bezpieczeństwa, głównie ze względu na ich marketingowy wydźwięk. Z danych literatury nie można odpowiedzieć na pytanie w jakim stopniu dany systemy bezpieczeństwa zastosowany w autobusie wpływa na liczbę kolizji i wypadków.

LITERATURA

[1] Akopian R.: Budowa pojazdów samochodowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1995.

[2] Albertsson, P., Falkmer, T.: Is there a pattern in European bus and coach incidents? A literature analysis with special focus on injury causation and injury mechanisms. Accident Analysis and Prevention 37, 2005, s. 225-233.

[3] Cafuso S., Di Graziano A., Pappalardo G.: Road safety issues for bus transport management. Accident Analysis & Prevention 60, 2013, s. 324-333.

[4] Dostępna komunikacja miejska. Samorząd równych szans. Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego, Kraków 2009.

[5] Droździel P., Komsta H., Rybicka I.: Analiza uszkodzeń układów bezpieczeństwa w pojazdach komunikacji zbiorowej na przykładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. Logistyka 3, 2012, s. 498-506.

[6] Droździel P., Komsta P., Rybicka H., I.: Analiza uszkodzeń układów bezpieczeństwa w pojazdach komunikacji zbiorowej na przykładzie trolejbusów Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. Zeszyty Naukowe WSEI Seria Transport i Informatyka 2(1), 2012, s. 127-138.

[7] Droździel P., Opielak M., Rybicka I.: Bezpieczeństwo transportu pasażerskiego w komunikacji miejskiej. Logistyka 3, 2012, s. 513-520.

[8] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2008.

[9] Global status report on road safety 2013. Supporting a decade of action. World Health Organization 2013.

[10] Goh, K., Currie, G., Sarvi, M., Logan, D.: Factors affecting the probability of bus drivers being at fault in bus-involved accidents. Accident Analysis and Prevention 66, 2014, s. 20-26.

[11] Jackiewicz J., Czech P., Barcik J.: Standardy jakości usług w komunikacji miejskiej - Część 1. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: TRANSPORT z. 67, Nr kol. 1832, 2010, s. 55-65.

[12] Jamroz K.: Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2011.

[13] Kaplan S., Prato, C.G.: Risk factors associated with bus accident severity in the United States: A generalized ordered logit model. Journal of Safety Research 43 (3), 2012, s. 71-180.

[14] Mariański M.: Autokary wielkiej turystyki. Wydawca AUTO, Warszawa. Transport Technika Motoryzacyjna, 7/8, 2010, s. 66-73.

[15] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Wrocławiu (MPK Sp. z o.o. Wrocław). Wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego. Dane MPK sp. z o.o. we Wrocławiu z roku 2014. Materiał wewnętrzne, niepublikowane.

[16] Michalski J.: Bezpieczeństwo autobusów i transportu zależne od uszkodzeń eksploatacyjnych

wybranych układów. Національний Транспортний Університет Київ, Висник Національного Транспортного Університетую, Науково-технічий збірник, Київ, 30, 2014, s. 265-277.

[17] Murray W., Newnam S., Watson B., Davey J., Schonfeld C.: Evaluating and improving fleet safety in Australia. Department of Transport and Regional Services Australian Transport Safety Bureau. Road Safety Research Grant Report 2003.

[18] Najwyższa Izba Kontroli, Departament komunikacji i systemów transportowych. Informacja o wynikach kontroli bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce, 2011 r. www.nik.gov.pl

[19] Orzełowski S.: Budowa podwozi i nadwozi samochodowych: podręcznik dla technikum samochodowego. Wydanie 6. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1987.

[20] Piątkowski P., Lewkowicz R.: Bezpieczeństwo w pojazdach komunikacji miejskiej, TRANSCOMP – XIV International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport, Zakopane, 2013, s. 2727-2736.

[21] Polska norma: PN-S-47010:1999 - Pojazdy drogowe, autobusy - wymaganie podstawowe.

[22] Prochowski L., Żuchowski A.: Samochody ciężarowe i autobusy. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2011.

[23] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych pojazdów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia (Dz. U. z dnia 26 lutego 2003 r.: Dz.U.2003.32.262).

[24] Reński A.: Bezpieczeństwo czynne samochodu: Zawieszenia oraz układy hamulcowe i kierownicze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.

[25] SafetyNet Work Package 3. State-of-the-art Report on Road Safety Performance Indicators, SafetyNet 2005.

[26] Sandecki T.: Komentarz do warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Cz. 1: Wprowadzenie. Cz. 2. Zagadnienia techniczne. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Wydanie 2 uaktualnione i uzupełnione, Warszawa 2002-2003.

[27] Stańczyk T.L.: Działania kierowcy w sytuacjach krytycznych: Badania eksperymentalne i modelowe. Monografie, Studia, Rozprawy, Politechnika Świętokrzyska, M43, Nauki Techniczne-Budowa i Eksploatacja Maszyn. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2013.

[28] Świątecki P., Wojucka D. (red.): Bezpieczeństwo w publicznym transporcie zbiorowym. Kancelaria Senatu 2013. Konferencja Senackiego Zespołu Infrastruktury, 15 października 2012 r. Zeszyt 15/2013.

[29] Szczuraszek T.(red.): Bezpieczeństwo ruchu miejskiego: praca zbiorowa. Wydanie 1, dodruk, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2008.

[30] Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2009.

[31] Towpik K., Gołaszewski A., Kukulski J.: Infrastruktura transportu samochodowego, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006.

[32] Warczewska B., Mastalska-Cetera B.: Charakterystyka wrocławskiego obszaru metropolitalnego ze szczególnym uwzględnieniem systemu przyrodniczego. Acta Universitatis Lodziensis Folia Oeconomica, 245, 2010, s. 157-167.

[33] Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. Wyd. 3 rozszerzone, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2012.

[34] Więcłowski D.: Nowy Citaro: bezpieczeństwo i obniżona masa (2). Opublikowano 2011-06-08, www.infobus.pl.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Uszkadzalność układów autobusów Mercedes-benz Citaro a bezpieczeństwo transportu miejskiego / MICHALSKI Jacek // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. – № 32.

W artykule przedstawiono wpływ uszkodzeń autobusów i ich układów na zagrożenie działania oraz bezpieczeństwo systemu transportu metropolii Wrocław. Wzięto pod uwagę autobusy firm Ikarus, Jelcz, Volvo, Solaris oraz szczegółowo Mercedes-Benz: O530 K Citaro, O530 Citaro, O530 G Citaro, O530 G Citaro 2. Badane autobusy Citaro były jednoczłonowe o długości 10,5 m i 12 m oraz przegubowe o długości 18 m. W badaniach, ograniczoną zdatność autobusów oceniono wartościami wskaźników O, W1 i W2. Dokonano oceny stopnia zagrożenia bezpieczeństwa oceną ekspertów, prawdopodobieństwem wystąpienia uszkodzenia P(U*) oraz wskaźnikami W3 i W4.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКІ Яцек. Надійність систем автобуса Mercedes-benz Citaro стосовно безпеки дорожнього руху в містах / МІХАЛЬСКІ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті наведено вплив дефектів в автобусах і їх систем на загрози експлуатації і безпеки транспортної системи у Вроцлаві . Розглядаються автобуси компаній Ikarus, Jelcz, Volvo, Solaris, і більш докладно Mercedes-Benz O530 Citaro K, O530 Citaro, в O530 Citaro G, O530 G Citaro 2. Було випробувано автобуси Citaro: монолітні - довжиною 10,5 м і 12 м та шарнірні - довжиною 18 м. Обмежена придатність автобусів була оцінена параметрами O, W1 і W2. Ступінь ризику для безпеки оцінювали за оцінками експертів, ймовірністю пошкоджень P(U*) і правильностю показників W3 і W4.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Reliability of systems in Mercedes-benz Citaro bus versus urban transport safety. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The influence of defects in buses and their systems on the threat of metropolitan transport system operation and safety in Wroclaw is presented. Buses of Ikarus companies, Jelcz, Volvo, Solaris, and more detail Mercedes-Benz O530 Citaro K, O530 Citaro, the Citaro G O530, O530 G Citaro 2 are taken into account. Citaro buses were tested monolithic with a length of 10.5 m and 12 m articulated a length of 18 m. In the studies, limited suitability of buses was rated by indicator O, W1 and W2 values method. The degree of security risk was assessed by experts’ evaluation, probability of damage P(U*) and proper indicators W3 and W4.

AUTORZY:

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.06:004:629.33:629.3.05
UDC 504.06:004:629.33:629.3.05

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОКРЕМИХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

FORMATION THE STRUCTURE OF INTELLIGENT MONITORING SYSTEM ENVIRONMENTAL SAFETY INDICATORS OF VEHICLES AT VARIOUS STAGES OF LIFE CYCLE

Mateychik V.P. Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsuman M.P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цюман Н.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В результаті впливу транспортного комплексу на навколишнє середовище при експлуатації ТЗ відбувається суттєве погіршення екологічного стану, насамперед, атмосферного повітря, вичерпання природних і енергетичних ресурсів, накопичення маси відходів.

Ключове місце при вирішенні проблеми екологічного стану навколишнього середовища займають задачі моніторингу забруднення довкілля, спричиненого транспортними потоками (ТП), що неможливо без ефективних систем моніторингу і контролю показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів (ТЗ). Система екологічного моніторингу ТП повинна забезпечувати отримання оперативних даних про рівень інгредієнтного і параметричного забруднення навколишнього середовища ТП, зокрема, про вміст основних шкідливих речовин відпрацьованих газів ТЗ в повітрі придорожнього середовища та рівень шуму транспортних потоків з урахуванням складу ТП, режимів руху окремих ТЗ, дорожніх умов та параметрів навколишнього середовища. Впровадження такої системи моніторингу є одним з ключових етапів на шляху до створення елементів глобального зворотного зв’язку на транспорті, функцією якого є аналіз і прогнозування рівня забруднення придорожнього середовища ТП з метою управління основними параметрами ТЗ і ТП для поліпшення екологічного стану придорожнього середовища.

Функціонування системи екологічного моніторингу ТП, в свою чергу, потребує максимально повної і достовірної інформації про показники екологічної безпеки окремих ТЗ, що складають ТП.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням дослідження впливу на навколишнє середовище об’єктів дорожньої мережі, окремих ТЗ і ТП та способів підвищення їх екологічної безпеки, розробки методик дослідження і прогнозування екологічної безпеки окремих ТЗ та рівня забруднення придорожнього середовища ТП, а також розробки систем екологічного моніторингу на транспорті присвячено численні роботи як вітчизняних, так і закордонних вчених: Гутаревича Ю.Ф., Луканіна В.Н., Трофименка Ю.В., Звонова В.А., Канила П.М. та інших [1-6].

Серед вітчизняних наукових робіт, присвячених дослідженням забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом та методам запобігання такому забрудненню, основоположними є роботи професора Гутаревича Ю.Ф. До результатів його досліджень [1] відноситься розробка системи «водій – автомобіль – дорога – середовище», що дозволяє здійснювати оптимізацію експлуатаційних факторів з метою зменшення забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом.

Особливої уваги заслуговують дослідження [2] виконані в Московському автомобільно-дорожньому інституті науковою школою професора В.М.Луканіна та продовжені професором

Трофіменком Ю.В. Результати цих досліджень містять систематизовані кількісні оцінки викидів шкідливих речовин різними категоріями ТЗ, оцінки рівня забруднення навколишнього середовища міської території автомобільним транспортом, аналіз заходів, спрямованих на зменшення рівня забруднення атмосферного повітря ТЗ.

Питання підвищення екологічної безпеки транспортних засобів висвітлено у науковій праці [5]. В цьому дослідженні широко застосувались методи системного аналізу в для розробки математичної моделі системи «дорожній транспортний засіб», яка дозволяє оцінювати рівень екологічної безпеки та здійснювати вибір способів її підвищення для дорожніх транспортних засобів.

На сьогоднішній день, практично невирішеною залишається задача формування і наповнення баз даних показників екологічної безпеки ТЗ протягом життєвого циклу, особливо на стадії експлуатації, без яких ускладнено адекватне оцінювання рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища ТП, що фактично унеможливлює ефективне управління екологічною безпекою ТЗ і ТП.

Метою статті є формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу.

Результати досліджень. З метою управління екологічною безпекою ТЗ необхідна кількісна оцінка параметрів процесів життєвого циклу [3]. Життєвий цикл ТЗ на стадії експлуатації (рис. 1) складається з одиночних процесів: отримання палив та експлуатаційних матеріалів, експлуатації ТЗ, підтримання працездатності ТЗ проведенням процесів ТО і Р, переробки відходів. Для забезпечення окремих процесів життєвого циклу необхідні витрати матеріалів і енергії, в результаті чого утворюються викиди та відходи, які необхідно утилізувати. Кожен одиночний процес забезпечує своїм результатом інший одиночний процес, що необхідно для отримання кінцевого результату транспортної діяльності – здійснення транспортної роботи переміщення вантажів і пасажирів.

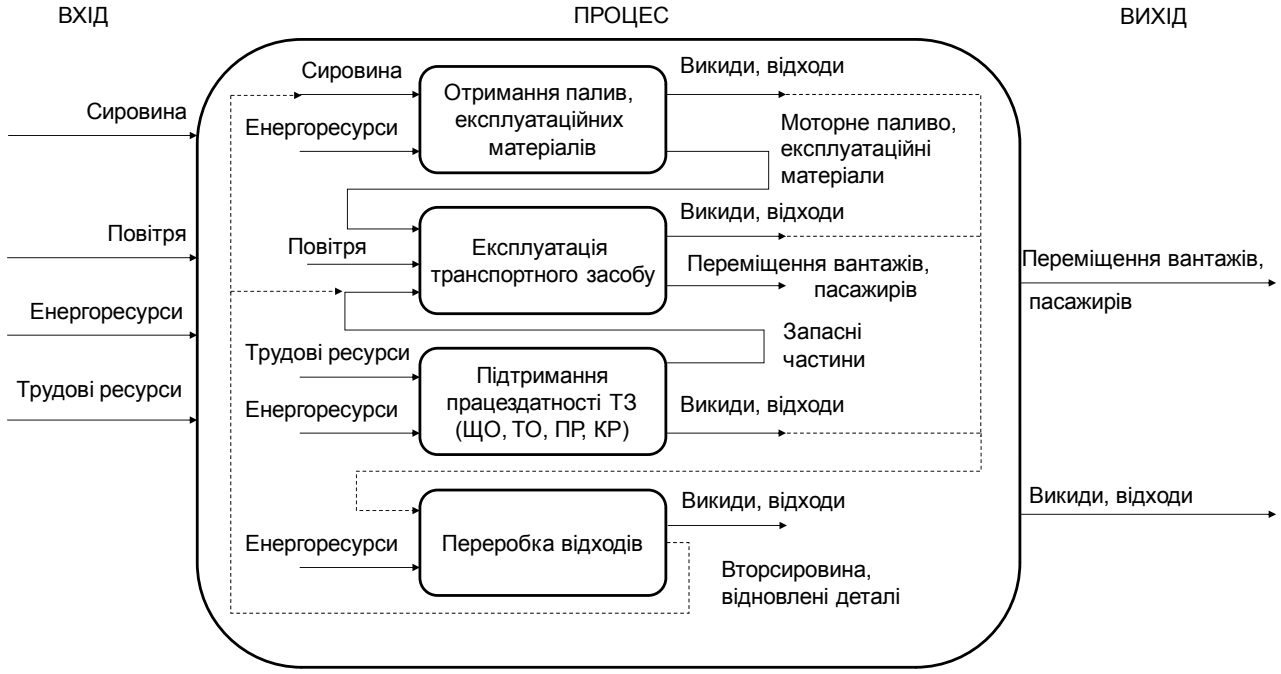


Рисунок 1 – Життєвий цикл ТЗ на стадії експлуатації

Важливим фактором, який необхідний для управління екологічною безпекою ТЗ, є наявність і можливість отримання, накопичення і обробки інформації про параметри одиночних процесів життєвого циклу ТЗ, тобто забезпечення процесу моніторингу ТЗ. В цілому процес моніторингу достатньо складний і реалізація його навіть в сучасних умовах являє собою суттєву наукову проблему від вирішення якої залежить вирішення екологічних проблем транспорту. Тому, реалізацію моніторингу ТЗ необхідно здійснювати з реалізації процесів моніторингу окремих одиночних процесів.

Основний одиночний процес життєвого циклу ТЗ – експлуатація, під час якого відбувається найбільше споживання паливно-енергетичних ресурсів і викидається найбільша кількість шкідливих речовин. В одиночному процесі експлуатації ТЗ відбувається споживання моторного палива,

експлуатаційних матеріалів, запасних частин, повітря, утворення викидів, відходів та виконання транспортної роботи (рис. 1).

Моніторинг інформації про ці параметри процесу експлуатації можливий в сучасних умовах при реалізації концепції *smart car,* тобто «розумний» автомобіль [7]. Такі ТЗ обов’язково мають в своєму складі електронні блоки керування окремими агрегатами, об’єднані за допомогою бортової мережі *CAN* (*Controller Area Network*) в єдину систему керування. До функцій електронних блоків керування агрегатами відносяться насамперед функції визначення оптимальних керуючих дій на основі інформації про параметри робочих процесів агрегатів і зовнішніх умов, яка надходить до електронного блоку керування (ЕБК) із відповідних вимірювальних датчиків електронної бортової системи керування ТЗ. При цьому, інформація, що циркулює між електронними блоками керування агрегатами ТЗ в *CAN*-шині, може бути зчитана спеціальним пристроєм, що являє собою, як правило, перетворювач стандартів цифрових сигналів.

Первинна інформація, що надходить від датчиків окремих робочих параметрів може бути в аналоговому або цифровому форматі, однак фактично не придатна для використання в системах обробки інформації. Причина полягає у великому різноманітті автомобільних вимірювальних датчиків та відсутності єдиного стандарту сигналу для всіх датчиків. Хоча останнім часом все ж прослідковується певна уніфікація вимірювальних систем. Прикладом цього може бути застосування стандарту 5 *В* для вихідного сигналу більшості датчиків, побудованих на ефекті Хола. Водночас, деякі типи датчиків (наприклад, температури) є аналоговими. Застосування ж у вихідних ланцюгах таких датчиків електронної обробки сигналу, здорожчує датчик і знижує його надійність, особливо в агресивних умовах (висока температура). Крім того, пряме застосування сигналів датчиків у якості первинної інформації для системи моніторингу призведе до необхідності використання потужного багатоканального аналого-цифрового перетворювача, що значно здорожчує процес моніторингу.

Тому, практично завжди функція обробки первинного сигналу датчика покладається на ЕБК. ЕБК в свою чергу здійснює внутрішню обробку сигналів датчиків з метою управління робочими процесами агрегатів ТЗ та, за необхідності, передає інформацію про це іншим ЕБК або зовнішньому пристрою. Таким чином, первинною інформацією для систем моніторингу ТЗ є інформація від бортових ЕБК ТЗ.

Первинна інформація для системи моніторингу надходить від ЕБК у вигляді цифрових повідомлень. Існує декілька стандартних протоколів обміну інформацією між ЕБК і зовнішнім пристроєм, зокрема для ЕБК двигуном – протоколи *J1*850 *VPW; J1*850 *PWM; ISO* 9141-2; *ISO* 14230-4 [8]. Кожен протокол обміну передбачає свої часові інтервали режиму запит-відповідь, відповідну частоту потоку інформації. Ці параметри дозволяють правильно розшифрувати цифрове повідомлення ЕБК при його обробці.

Окрім інформації про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ, первинна інформація ЕБК містить:

- ідентифікаційні дані ТЗ, зокрема його *VIN*-код (*Vehicle Identification Number* – ідентифікаційний номер ТЗ), у якому зашифрована практично вичерпна статична інформація про ТЗ: конструктивні параметри двигуна і трансмісії, параметри підвіски і кузова, ціна автомобіля, тощо;
- комплектація системи управління відповідними агрегатами, тобто відомості про наявні і використовувані датчики робочих параметрів;
- характерні режими роботи агрегатів ТЗ;
- поточні величини виміряних електричних сигналів (електрична напруга) відповідних датчиків робочих процесів;
- генеровані підсистемою самодіагностики коди технічних несправностей агрегатів *DTC* (*Diagnostic Trouble Codes* - діагностичні коди несправностей).

Таким чином, обладнання ТЗ «розумними» пристроями управління агрегатами автоматично дає можливість отримувати широкий набір первинної інформації про стан агрегатів ТЗ в процесі експлуатації, що являє собою найважливішу складову в процесі оцінювання показників екологічної безпеки ТЗ в життєвому циклі – інформаційну.

Водночас, первинна інформація про робочі параметри агрегатів ТЗ – це результат складного процесу обробки фізичного ефекту, що виникає у чутливому елементі вимірювального датчика внаслідок дії на нього робочого середовища і інтерпретується як параметр стану цього робочого середовища. Складність процесу обробки сигналу від чутливого елемента датчика викликана великою кількістю проміжних пристроїв на шляху від фізичного процесу до числового значення параметру цього процесу, що представлено у вигляді частини (слова, байту) інформаційного повідомлення від ЕБК. При цьому, як зазначено вище, в сучасних умовах фактично відсутня

альтернатива інформації, що може бути отримана від ЕБК. Тому, на підсистему обробки і аналізу первинної інформації покладається важлива функція – «інтелектуальна обробка первинної інформації».

Інтелектуальність, в цьому випадку, покликана компенсувати неточності первинної інформації ЕБК, при визначенні показників екологічної безпеки ТЗ, шляхом моделювання параметрів робочих процесів агрегатів і порівняння їх із виміряними параметрами, максимально використовуючи при цьому всю наявну інформацію про робочі процеси агрегатів, режими роботи агрегатів та виникаючі в них технічні несправності.

Тому система моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ, що містить в своєму складі підсистему інтелектуальної обробки первинної інформації, може бути визначена як «інтелектуальна система моніторингу» (ІСМ).

Ієрархічна структура функціонування ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації показана на рис. 2. Перший рівень функціонування ІСМ реалізує алгоритм моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ в загальному вигляді, в результаті якого отримана первинна інформація від ЕБК про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ обробляється і аналізується ІСМ, а отримані результати використовуються для прогнозування екологічної безпеки ТЗ в умовах експлуатації та формування ефективних технічних рішень для підвищення екологічної безпеки ТЗ.

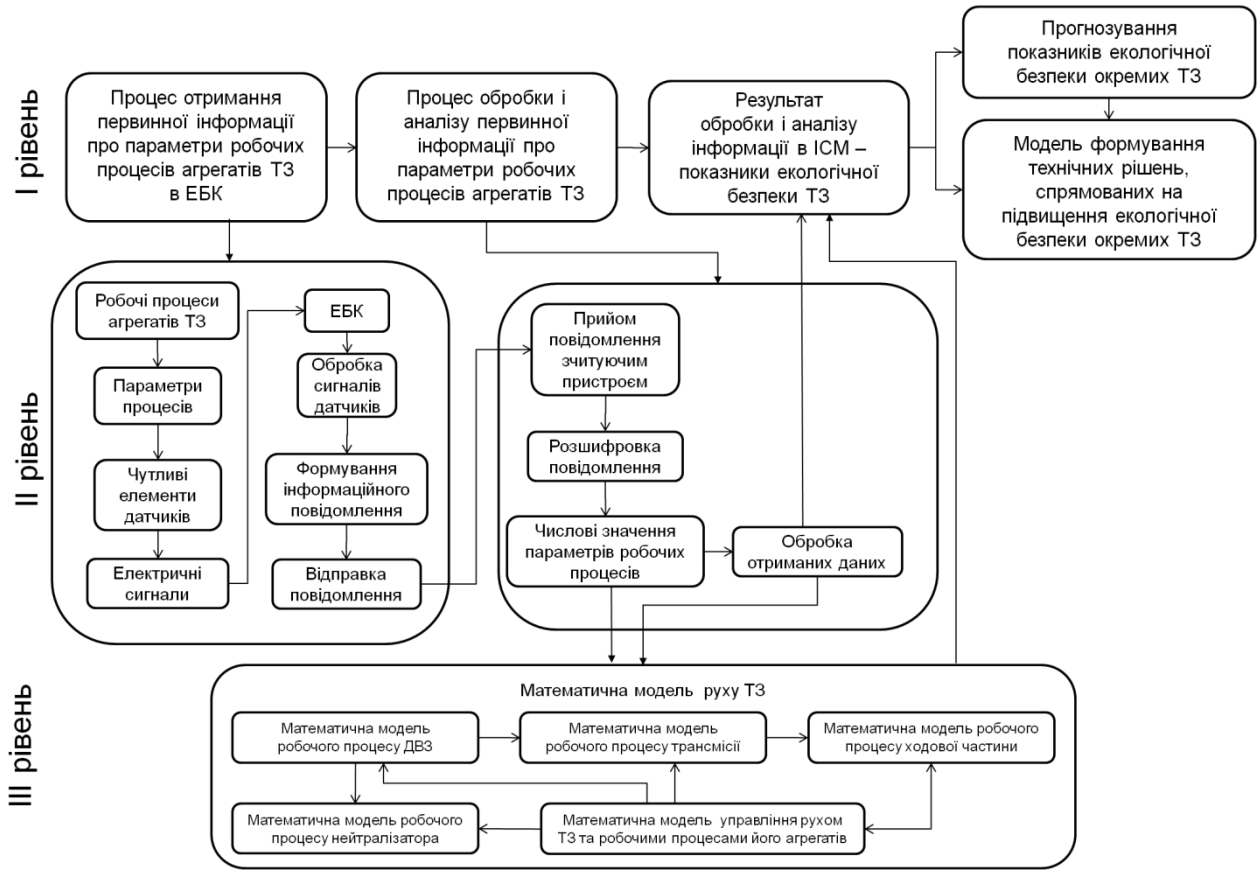


Рисунок 2 – Ієрархічна структура функціонування ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації

Другий рівень функціонування ІСМ деталізує окремі етапи, представлені на першому рівні, тобто процеси отримання інформації від ЕБК, її обробки і аналізу.

Третій рівень функціонування ІСМ описує загальний процес обробки і аналізу інформації ЕБК відповідною підсистемою ІСМ, теоретичною основою якої є математична модель руху ТЗ, що детально описує робочі процеси основних агрегатів ТЗ і процеси управління цими агрегатами та ТЗ в цілому.

Детально структура підсистеми обробки і аналізу інформації в ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ, що являє собою четвертий рівень функціонування ІСМ, представлена на рис. 3. На основі первинної інформації від ЕБК про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ, що являють собою

вхідні параметри математичної моделі руху ТЗ, відбувається моделювання цих робочих процесів та руху ТЗ, а також аналіз отриманих вихідних параметрів з використанням зворотних зв’язків по окремих вхідних параметрах: годинних витратах палива і повітря, ефективності нейтралізації і швидкості руху ТЗ. Значення викидів шкідливих речовин двигуном і шумового випромінювання ТЗ, отримані в моделі, є показниками екологічної безпеки ТЗ.

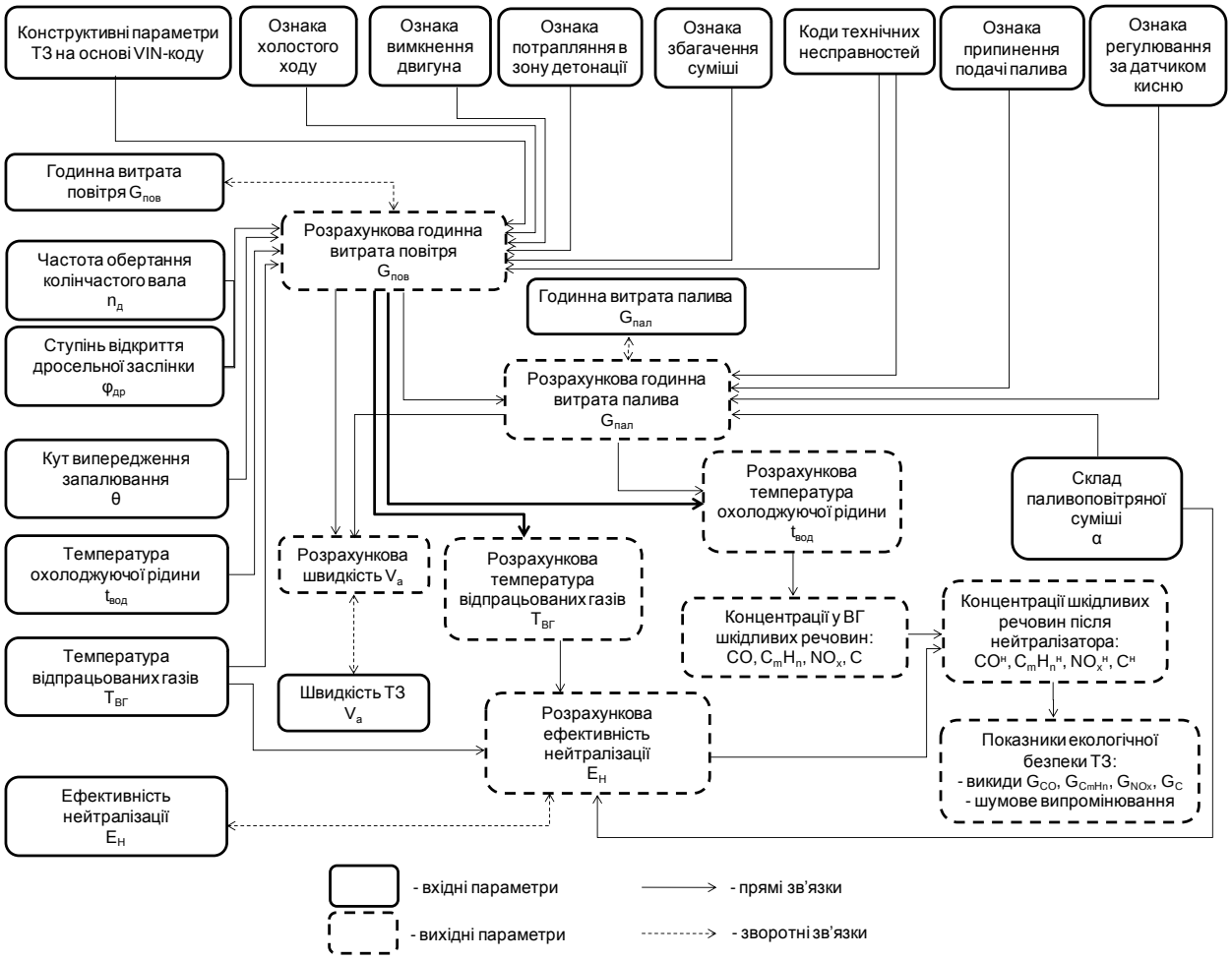


Рисунок 3 – Структура підсистеми обробки і аналізу інформації в ІСМ показників екологічної безпеки ТЗ

Висновки. Таким чином, розроблено ієрархічну структуру функціонування інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки окремих ТЗ на стадії експлуатації, основу якої складає підсистема обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів ТЗ, що побудована на основі математичної моделі руху ТЗ. Отримана інформація є основою для формування бази даних показників екологічної безпеки ТЗ в життєвому циклі, прогнозування екологічної безпеки ТЗ в умовах експлуатації, формування ефективних технічних рішень для підвищення екологічної безпеки ТЗ та визначення рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях: [Монографія] / Ю.Ф. Гутаревич –К.: Вища школа, 1991. - 179 с.

2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко // ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – М., 1996. – 339 с.

3. Звонов В.А. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле / В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев. — М.: НАМИ, 2001. — 248 с.

4. Канило П.М. Автотранспорт. Топливно-экологические проблемы и перспективы: монографія / П.М.Канило. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 272 с.

5. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: Монографія / В.П. Матейчик – К.: НТУ, 2006. – 216 с.

6. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортних систем: монография / В.П.Волков, В.П.Матейчик, О.Я.Никонов и др.; под ред. В.П. Волкова – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 398 с.

7. «Умный» автомобиль. // Журнал информационных технологий CHIP, №10(57), 2011 С.32-35.

8. Виснап К.Н. OBD-II для диагностики автомобилей: основная информация / Виснап К.Н.// [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ardio.ru/obd2.php

REFERENCES

1. Gutarevich Yu.F. Reducing vehicle emissions in operating conditions: [Monografiya] / Yu.F. Gutarevich –K.: Vyshcha shkola, 1991. - 179 p.

2. Lukanin V.N. Decline of the ecological loadings on an environment during work of motor-car transport / V.N. Lukanin, Yu.V. Trofimenko // VINITI. Itogi nauki i tekhniki. Ser. Avtomobilnyy i gorodskoy transport. – M., 1996. – 339 p.

3. Zvonov V.A. Environmental safety of the car in the full life cycle / V.A. Zvonov, A.V. Kozlov, V.F. Kutenev. — M.: NAMI, 2001. — 248 p.

4. Kanilo P.M. Motor transport. Fuel and environmental problems and prospects: Monograph / P.M.Kanilo. – Kh.: KhNADU, 2013. – 272 p.

5. Mateichyk V.P. Evaluation methods and methods of increase of ecological safety of travelling transport vehicles: Monohrafiia / V.P. Mateichyk – K.: NTU, 2006. – 216 p.

6. ntegrating the technical operation of cars in the structures and processes of intelligent transport systems: monograph / V.P.Volkov, V.P.Mateychik, O.Ya.Nikonov и dr.; pod red. V.P. Volkova – Donetsk: Izd-vo «Noulidzh», 2013. – 398 p.

7. "Smart" car. // Zhurnal informatsionnykh tekhnologiy CHIP, №10(57), 2011 P.32-35.

8. Visnap K.N. OBD-II for diagnostics of cars: General information / K.N.Visnap // [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: http://www.ardio.ru/obd2.php

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу / В.П. Матейчик, М.П. Цюман // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розроблено ієрархічну структуру функціонування інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів на стадії експлуатації, основу якої складає підсистема обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів транспортного засобу, що побудована на основі математичної моделі руху транспортного засобу.

Об'єктом дослідження є показники екологічної безпеки транспортного засобу, які визначаються витратою палива, викидами шкідливих речовин та рівнем шуму, що випромінюється транспортним засобом.

Метою статті є формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу.

Метод дослідження – системний аналіз показників екологічної безпеки транспортних засобів.

Розроблена в результаті дослідження ієрархічна структура функціонування інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки окремих транспортних засобів на стадії експлуатації, що містить в своєму складі підсистему обробки і аналізу інформації про параметри робочих процесів агрегатів транспортного засобу, побудовану на основі математичної моделі руху транспортного засобу, дозволяє визначати окремі показники екологічної безпеки транспортного засобу в процесі його руху, зокрема значення викидів шкідливих речовин двигуном і шумового випромінювання транспортного засобу.

Результати моніторингу транспортних засобів, в свою чергу, є основою для формування бази даних показників екологічної безпеки транспортних засобів в життєвому циклі, прогнозування

екологічної безпеки транспортних засобів в умовах експлуатації, формування ефективних технічних рішень для підвищення екологічної безпеки транспортних засобів та визначення рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища транспортними потоками автомобільних доріг.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ, ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК КЕРУВАННЯ, ПАРАМЕТРИ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Tsiuman M.P. Formation the structure of intelligent monitoring system environmental safety indicators of vehicles at various stages of life cycle. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the paper is designed the hierarchical structure of functioning the intelligent monitoring system of indicators the environmental safety of individual vehicles during the operation stage, which is based on the subsystem processing and analysis of information about workflow parameters the units of the vehicle, that is based on the mathematical model of movement the vehicle.

Object of the study – indicators of environmental safety of vehicles, which are determined by fuel consumption, pollutant emissions and noise, emitted by the vehicle.

Purpose of the study – formation of the structure of intelligent monitoring system the indicators of environmental safety of vehicles at certain stages of life cycle.

Method of the study – systematic analysis the indicators of environmental safety of vehicles.

Developed in the research the hierarchical structure of functioning the intelligent monitoring system of indicators the environmental safety of individual vehicles during the operation stage, containing the subsystem processing and analysis of information about workflow parameters the units of the vehicle, based on the mathematical model of movement the vehicle, allows to specify the single indicators of the environmental safety of the vehicle during its movement, in particular the value the harmful emissions of the engine and noise of the vehicle.

The results of monitoring of vehicles, in turn, is the basis for the formation of a database the indicators of environmental safety of vehicles in life cycle, forecasting of environmental safety of vehicles in operating conditions, the development of effective technical solutions to improve the environmental safety of vehicles and to determine the level of ingredient and parametric roadside environment pollution by road traffic flows.

KEYWORDS: VEHICLE, ENVIRONMENTAL SAFETY, INTELLIGENT MONITORING SYSTEM, ELECTRONIC CONTROL UNIT, PARAMETERS OF WORKING PROCESS, MATHEMATICAL MODEL

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Формирование структуры интеллектуальной системы мониторинга показателей экологической безопасности транспортных средств на отдельных этапах жизненного цикла / В.П. Матейчик, Н.П. Цюман // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье разработана иерархическая структура функционирования интеллектуальной системы мониторинга показателей экологической безопасности отдельных транспортных средств на стадии эксплуатации, основу которой составляет подсистема обработки и анализа информации о параметрах рабочих процессов агрегатов транспортного средства, построенная на основе математической модели движения транспортного средства.

Объектом исследования являются показатели экологической безопасности транспортного средства, которые определяются расходом топлива, выбросами вредных веществ и уровнем шума, излучаемым транспортным средством.

Целью статьи является формирование структуры интеллектуальной системы мониторинга показателей экологической безопасности транспортных средств на отдельных этапах жизненного цикла.

Метод исследования - системный анализ показателей экологической безопасности транспортных средств.

Разработанная в результате исследования иерархическая структура функционирования интеллектуальной системы мониторинга показателей экологической безопасности отдельных транспортных средств на стадии эксплуатации, которая содержит в своем составе подсистему обработки и анализа информации о параметрах рабочих процессов агрегатов транспортного средства, построенную на основе математической модели движения транспортного средства, позволяет определять отдельные показатели экологической безопасности транспортного средства в процессе его движения, в частности значения выбросов вредных веществ двигателем и шумового излучения транспортного средства.

Результаты мониторинга транспортных средств, в свою очередь, являются основой для формирования базы данных показателей экологической безопасности транспортных средств в жизненном цикле, прогнозирования экологической безопасности транспортных средств в условиях эксплуатации, формирования эффективных технических решений для повышения экологической безопасности транспортных средств и определение уровня ингредиентного и параметрического загрязнения придорожной среды транспортными потоками автомобильных дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА, ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, ПАРАМЕТРЫ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

Цюман Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

AUTHOR:

Mateichyk V.P. Dr. Sci., prof. National Transport University, , e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Tsiuman M.P., Ph.D., associate professor , National Transport University, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан автомеханического факультета, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

Цюман Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Абрамчук Ф.І., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри «Двигуни внутрішнього згоряння», Харків, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V.P., Dr. Sci., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, chief of department of vehicles, Kyiv, Ukraine.

Abramchuk F.I., Dr. Sci., Engineering (Dr.), professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, chief of department of «Internal combustion engines», Kharkiv, Ukraine.

УДК 621.43
UDC 621.43

ZMIENY WSKAŹNIKÓW ODCHYŁEK UZĘBIENIA I CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI PO WYGŁADZANIU ŚCIERNO-CHEMICZNYM W WYGŁADZARCE POJEMNIKOWEJ WIBRACYJNEJ KÓŁ ZĘBATYCH DASZKOWYCH

MICHALSKI Jacek**,** Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ВІДХИЛЕННЯ ДЛЯ ЗУБІВ І ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ШЕВРОННИХ ШЕСТЕРЕНЬ ПІСЛЯ АБРАЗИВНО-ХІМІЧНОГО ХОНІНГУВАННЯ В ПОЛІРУВАЛЬНІЙ МАШИНІ ВІБРАЦІЙНОГО ТИПУ

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

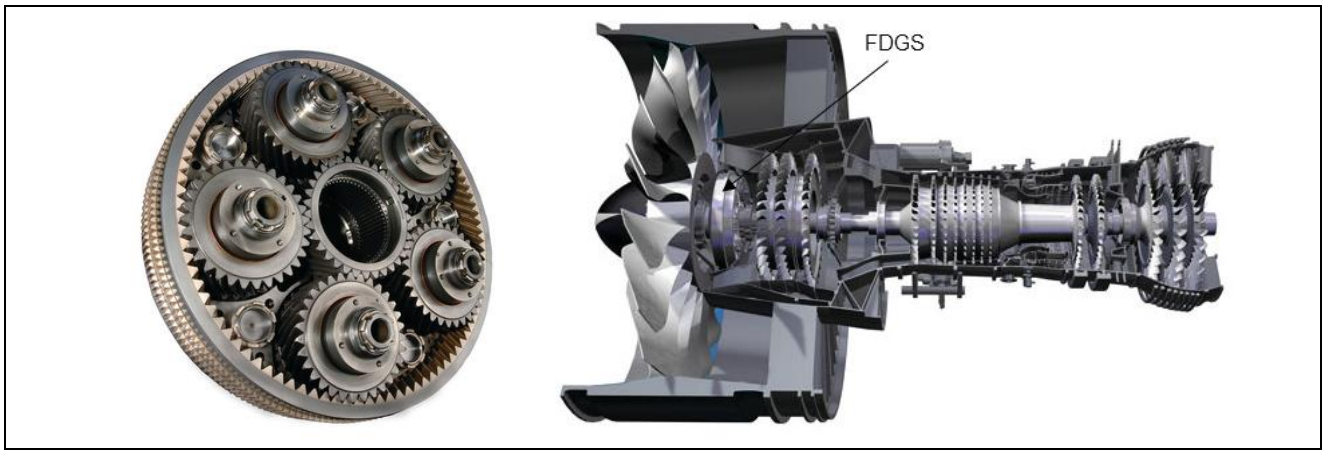
CHANGES OF DEVIATION INDICATORS FOR TEETH AND SURFACE ROUGHNESS OF CHEVRON GEARS AFTER ABRASIVE-CHEMICAL HONING IN VIBRATING CONTAINER SMOOTHING MACHINE

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Twórcy przekładni środków transportu, silnie obciążonych, ciągle poszukują innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych, zwłaszcza spełniających kryteria funkcjonalności i wysokiego poziomu niezawodności. Koła daszkowe znalazły szerokie zastosowanie w walcowych i obiegowych (planetarnych) przekładniach turbin gazowych, napędzie głównym statków, maszynach drogowych, ziemnych i górniczych [8]. Przykładem może być zębata przekładnia obiegowa FDGS (ang. Fan Drive Gear System) (rys. 1) silnika turbowentylatorowego [29]. Zapewnia ona znaczące zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji statków powietrznych, zmniejszenie zużycia paliwa, obniżenie poziomu hałasu oraz emisji dwutlenku węgla, tlenków azotu i kosztów eksploatacji. Przekładnie zębate z kołami daszkowymi (strzałkowymi) zapewniają wysoką dokładność geometryczną przełożenia, płynną pracę z bardzo dużym momentem obrotowym, niewielkie siły osiowe, użytkowanie przy zmiennej prędkości obrotowej z równocześnie mały poziom drgań i niewielką hałaśliwość [1, 3, 7, 24]. Koła daszkowe mają zwykle modyfikowany zarys i linię zęba [12, 24] oraz niekiedy zmienny moduł zęba [7]. Obróbką cieplno-chemiczną jest najczęściej nawęglanie [6, 17]. Proponuje się także stosowanie powłok na powierzchni bocznej zębów [11].

Rozpatrywany w publikacji sposób wygładzania ścierno-chemicznego stali węglowej polega na tworzeniu kompleksowego związku chemicznego (powłoki konwersyjnej), o małej twardości i małym zużyciu objętościowym, i jej obróbce ubytkowej (ścieraniu) za pomocą materiału kształtek z tworzywa sztucznego i innych, w wygładzarce pojemnikowej wykonującym ruch wibracyjny [25]. Cieczą technologiczną są kwaśne wodne roztwory, o pH 5,0-5,5, fosforanu alkilowego, szczawianów, sulfaminianów i ich mieszanin oraz jednego lub więcej czynników chelatujących, często kwasu i jego soli: cytrynowego, etylenodiaminotetraoctowego (EDTA), nitrylotrójoctowego (NTA), glukonowy oraz ich mieszaniny, zawierającej ponadto inhibitor korozji [12, 25]. Płyn zraszający przepływa przez pojemnik wygładzarki, z wydatkiem 0,25-0,60 litra na godzinę na metr sześcienny objętości zbiornika [25]. Stosunek wagowy środków chelatujących do składników wytwarzających powłokę konwersyjną wynosi korzystnie od około 1,3 : 1 do około 1,7: 1. Łączne masa środków zwilżających jest mniejsza niż 1,25% masa kształtek ściernych. Wygładzanie ścierno-chemiczno znalazło zastosowanie do obróbki wykończeniowej i ostatecznej elementów z różnych materiałów. Kształtki wykonane przez REM Technologies Inc. mają wielkość 3-5 mm i kształty: ostrosłupa o podstawie kwadratu, walca i graniastosłupa o podstawie trójkąta równoramiennego oraz inny. Ich materiałem to tworzywa sztuczne lub tlenki glinu spajane nienasyconą żywicą poliestrową [5]. Kształtki z ciężkiej porcelany cyrkonowej to specjalna grupa kształtek do obróbek wspomaganych chemicznie [26]. Według opisu patentów, materiał kształtek ma małe zużycie objętościowe, jest nieścieralny, co oznacza, iż podczas wygładzania wibracyjnego traci mniej niż 0,1% swojej masy na godzinę i zapewniają osiągnięcie określonej chropowatości powierzchni dogładzanych elementów maszyn. Przepływ kształtek był także modelowany elementami skończonymi [18]. Rozwinięciem wygładzenia pojemnikowego roto-wibracyjnego (ang. wibratory mass finishing) jest metoda wygładzania pojemnikowego wibracyjnego

według technologii Isotropic Finishing ISF®, firmy REM Chemicals Inc. Mała wysokość chropowatości powierzchni boków zębów i właściwości warstwy wierzchniej zapewniają małe straty tarcia, niskie obciążenie cieplne, wysokie graniczne naciski zatarcia, dużą wytrzymałość na zużycie poprzez pitting oraz wytrzymałość kontaktową [11, 20, 21, 23]. Z kolei mała wartość widmowej gęstości mocy nierówności powierzchni boków zębów wpływa na cichobieżność i niski poziom drgań przekładni [15].



Rys. 1. Silnik turbowentylatorowy z przekładnią planetarną FDGS umiejscowioną pomiędzy wentylatorem a sprężarką niskiego ciśnienia i turbiną [29]

Pojemnikowe wygładzenie wibracyjne uzębienia o izotropowej topografii powierzchni było proponowane w pracach [4, 9, 19, 28] oraz obecnie przez firmy REM Technologies Inc., OSRO GmbH, Rösler Oberflächentechnik GmbH, MARBAD sp. z o.o Zakład Technik Obróbki Powierzchni [20, 21, 26].

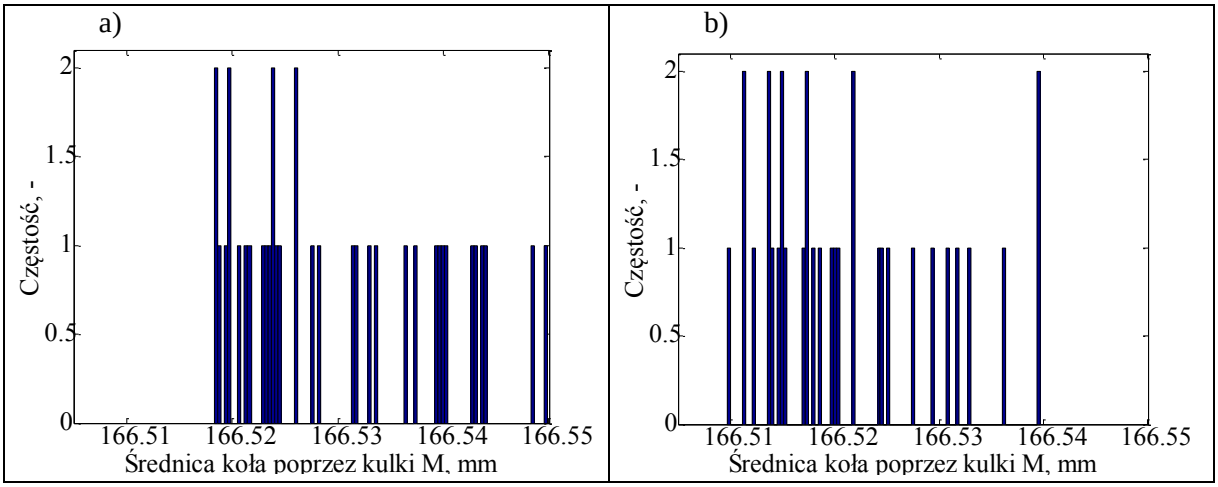
Najbardziej obciążone koła zębate przekładni lotniczych wykonywane są ze stali nawęglanych i hartowanych: AISI 9310 według AMS 6260G oraz obecnie stali Pyrowear 53, według AMS 6308 - stopowej wtórnie utwardzanej niklowo-chromowo-molibdenowej z dodatkiem miedzi [17]. Najbardziej obciążone obustronnie w reduktorze są koła obiegowe [14]. Popularne metody obwiedniowe, kształtowe i kopiowe obróbki ubytkowej kół w stanie miękkim i twardym to: frezowanie, dłutowanie, wiórkowanie, szlifowanie, gładzenie, dogładzanie, wygładzanie w masie ściernej, wygładzanie pojemnikowe, docieranie, kulkowanie strumieniowe, obróbka magnetyczno ścierna, elektrochemiczna, nagniatanie i inne [2, 9, 27]. Spośród metod szlifowania uzębienia największą dynamikę rozwoju mają metody kształtowe (profilowe) a z obróbki wiórowej dłutowanie i wiórkowanie [10].

Warunki badań. Półfabrykatem kół obiegowych były pręty ze stali Pyrowear 53, walcowane na gorąco i zimno o twardości 272 HB. Pręty wykonano z materiału wsadowego najwyższej jakości wytopu, w próżniowym wytapianiu indukcyjnym z wtórnym przetapianiem, w próżniowym piecu łukowym z przetapialną elektrodą. Otoczki kół poddano wyżarzaniu normalizującemu, austenizacji, hartowaniu i odpuszczaniu wysokiemu, uzyskując twardość 28-32 HRC. Uzębienie dwóch wieńców kół uzyskano metodą Sykesa, dłutakami garnkowymi firmy Lorenz. Stosowano metodę obróbki posuwu wgłębny z posuwem obrotowym. Następnie poddano koła nawęglaniu, hartowaniu, wymrażaniu i odpuszczaniu. Stosowano przed nawęglaniem aktywację powierzchni poprzez obróbkę strumieniowo-ścierną korundem, wstępną oksydację, odtłuszczanie i trawienie. Nawęglanie dwustopniowe, o potencjale węgla 1,2% i 0,9%, w temperaturze 950 °C, przeprowadzono w mieszaninie endotermicznej wzbogaconej metanem, z nadciśnieniem 2 hPa przez 6 godzin. Potencjał węglowy kontrolowano za pomocą sondy tlenowej umieszczonej w retorcie pieca wgłębnego. Ochronna warstwa miedzi na powierzchniach nie nawęglanych miała grubość 30-40 μm. W piecu z obrotowym trzonem w temperaturze 912 °C przeprowadzono austenizację. Harowano koła w oleju na prasie. Wymrażanie trwało 4 godziny w temperaturze -70 °C. Odpuszczanie dwustopniowe, po 2,5 godziny, przeprowadzono w temperaturze 232 °C. Proces obejmował także operacje mycia i usuwania warstwy miedzi. Szlifowanie uzębienia metodą kształtową Kappa przeprowadzono na szlifierce VAS 432 CNC z układem sterowania Optronic CNC-D140. Zastosowano ściernicę o średnicy 28 mm z regularnego azotku boru CBN 100 firmy Winterthur Schieftechnik. Stosowano wygładzarkę pojemnikową wibracyjną VBTH 600/3 produkcji włoskiej, Vibrochimica s.r.l. Macchine e prodotti per la finitura di metalli. Około 80% objętości pojemnika trochoidalnego otwartego była wypełniona kształtkami z tworzywa sztucznego. Kształtki stożkowe, walcowe i graniastosłupowe o podstawie trójkątna równobocznego, wielkość 3-5 mm, wykonano z tlenku glinowego związanego nienasyconą żywicą poliestrową. Drgania przestrzenne pojemnika miały częstotliwość 45 Hz. Kąt wzniosu linii śrubowej przemieszczeń wynosił 65° oraz amplituda drgań 4,5

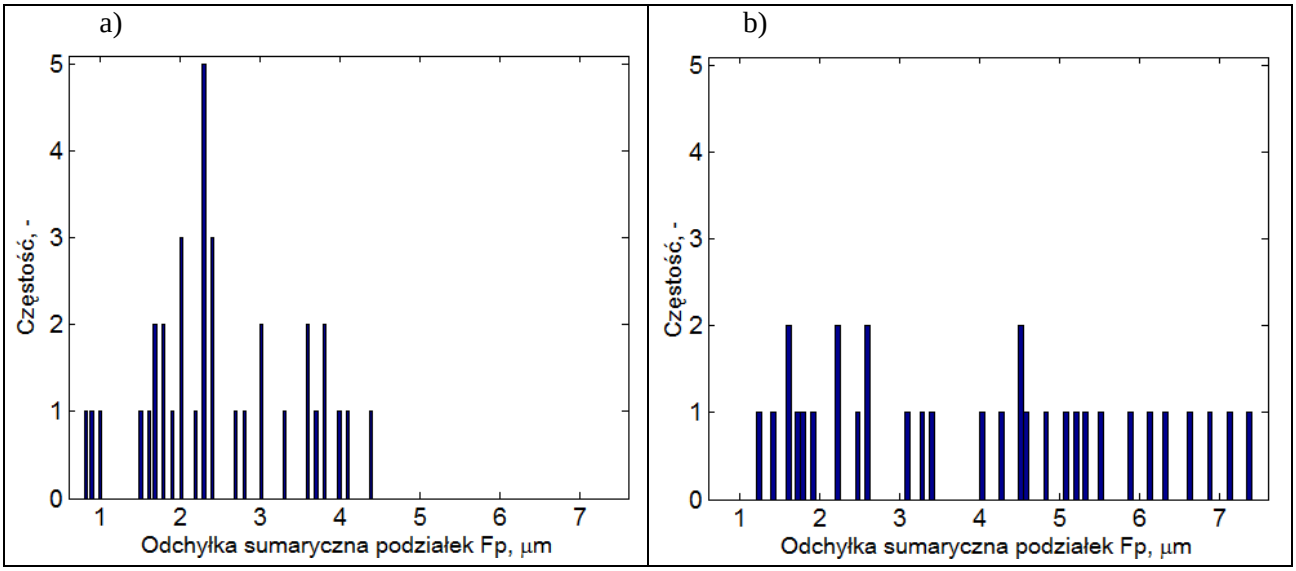
mm. Ciecz nawilżająca ze środkami chemicznymi była wprowadzana z natężeniem przepływu 36 dm^3/h oraz odprowadzona z natężeniem 2 dm^3/h, odpowiednio. Równocześnie obrabiano dziewięć kół daszkowych. Kolejno stosowano wodny roztwór cieczy: Ferromil FML-630 o kwasowości pH=5,6 przez 120 min, Ferromil Brunish compaind, obojętny pH=7 przez 10 min, Ferromil ABC-218, zasadowy pH=9,6 przez 120 min oraz mycie benzyną z inhibitorem korozji przez 10 min. Procesami elementarnymi obróbki luźnymi kształtkami w wygładzarkach pojemnikowych są: ścieranie mechaniczne, odłamywanie, mikroskrawania, nagniatanie, polerowanie i roztwarzanie anodowe [9]. Pierwszy okres to ścieranie mechaniczne i mikroskrawanie powstających na powierzchni obrabianej kół zębatych powłok konwersyjnych i utworzonego chylatu, czyli kompleksowego związku chemicznego o cząsteczce złożonej z organicznej struktury pierścieniowej wielopodstawnego ligandu i związanego z nią kilkoma wiązaniami jonu centralnego - kationu metalu. Zapewnia to skład chemiczny mieszaniny zawierającej aktywne czynniki, korzystnie fosforan alkilowy i kwas cytrynowy [25]. Drugi etap to wypompowanie Ferromil FML-630 i neutralizacja. Trzeci etap obróbki to procesy fizyczno-chemiczne i anodowe, w łagodnym środowisku zasadowym - wygładzania, zgniotu i wybłyszczania. Nieobrabiane powierzchnie kół osłonięto wkładkami elastomerowymi. Zgłady metalograficzne wycinków uzębienia po wygładzaniu pojemnikowym przygotowano z użyciem urządzeń firmy Struers. W badaniach materiałowych wyciętych próbek z kół daszkowych stosowano twardościomierz Vickersa, Rockwella i mikrotwardościomierz Matsuzawa Seiki Co., Ltd., mikroskop świetlny Nikon Epiphot 300, optyczny spektrometr emisyjny ze wzbudzeniem jarzeniowym GD-Profiler HR HR Horiba Jobin-Yvon - do określenia objętości względnej austenitu szczątkowego i pomiaru stężenia węgla w warstwie nawęglanej, dyfraktometr rentgenowski i XRD - do wyznaczenia naprężeń własnych metoda sin2Ψ wzdłuż zarysu zęba.

Tabela 1. Wybrane parametry geometryczne koła daszkowego

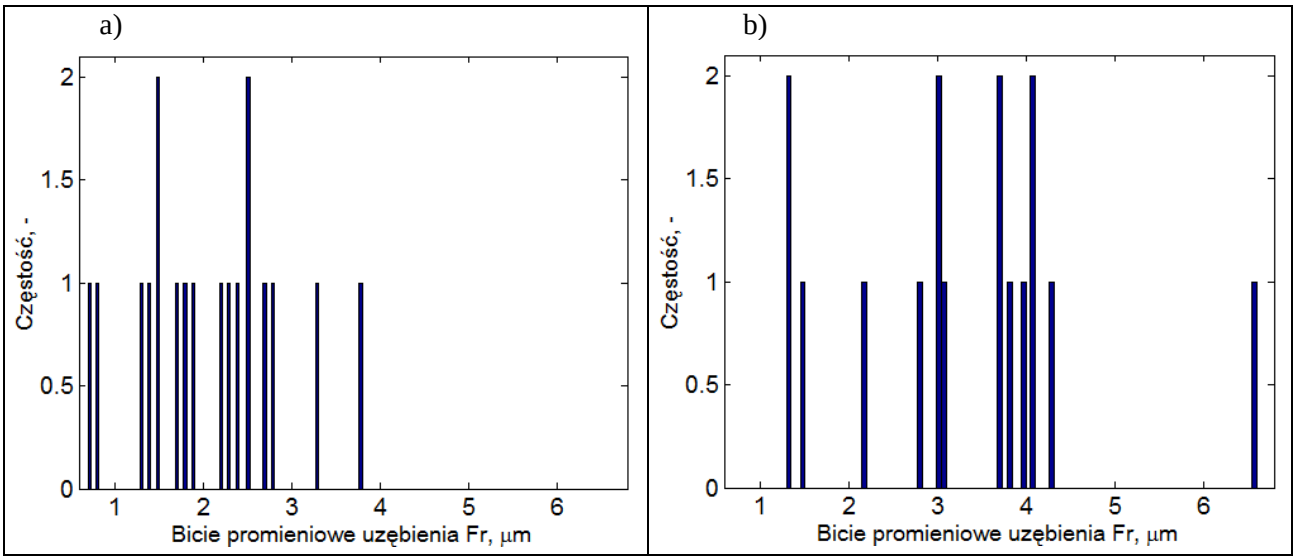
Liczba zębów, *z [-]*	33
Moduł nominalny, m_n *[mm]*	3,9214
Kąt pochylenia linii zęba, β *[°]*	34
Kąt pochylenia linii zęba na walcu zasadniczym, β_b *[°]*	31,106
Kąt zarysu w przekroju czołowym, α_0 *[°]*	22,5
Podziałka czołowa, p_t *[mm]*	14,8599
Średnica wierzchołków, d_a *[mm]*	165,2016-165,2549
Średnica podziałowa, *d [mm]*	156,0921
Średnica podstaw, d_f *[mm]*	144,5260-144,7317
Średnica zasadnicza, d_b *[mm]*	139,6334
Szerokość uzębienia, *b [mm]*	45,3898



Rys. 2. Histogram wartości średnicy koła zębatego *M* poprzez kulki Φ 7,0993 mm, po: a) szlifowaniu (166,5268±0,0040), b) dodatkowym wygładzaniu (166,5230±0,0039) - w nawiasie wartość średnia i niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95%, μm



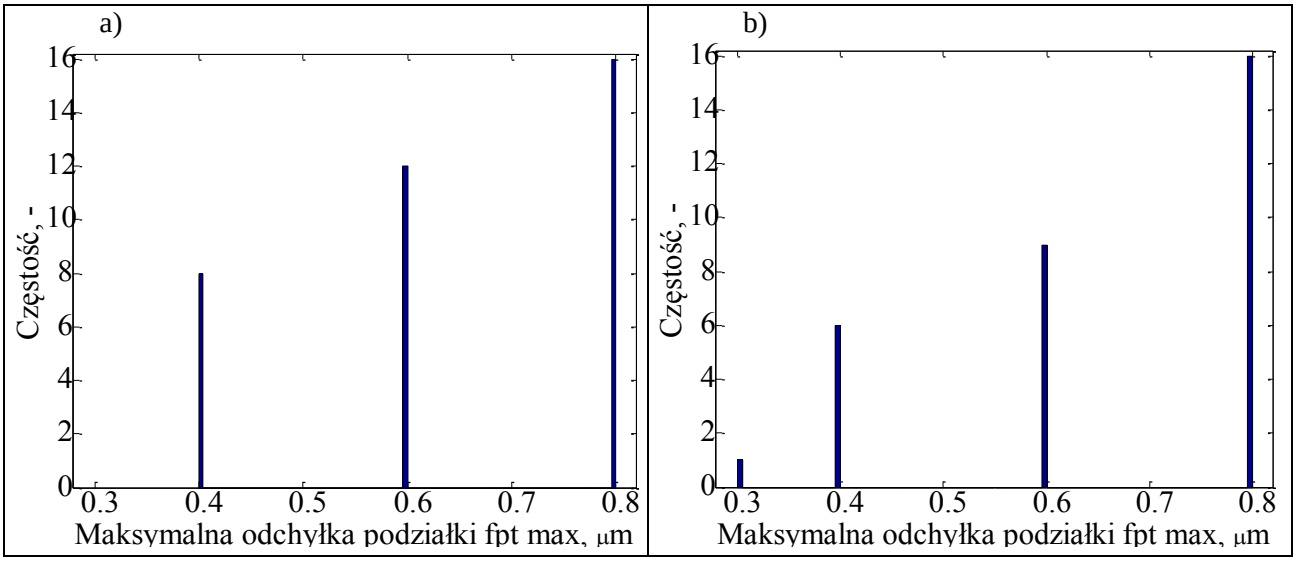
Rys. 3. Histogram wartości odchyłki sumarycznej podziałek koła Fp po: a) szlifowaniu (lewe boki 1,97±0,57, prawe boki 2,82±0,64) i b) wygładzaniu (lewe boki 3,04±0,91, prawe boki 4,75±1,42) - w nawiasie wartość średnia i niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95%, μm



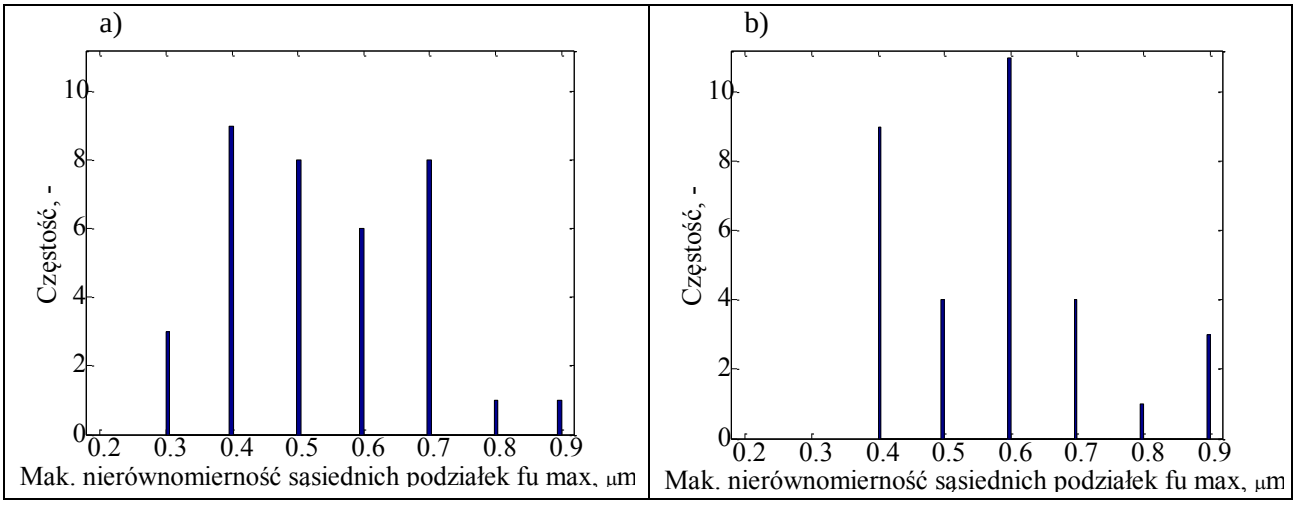
Rys. 4. Histogram wartości bicia promieniowego uzębienia F_r po: a) szlifowaniu (1,82±0,59) i b) wygładzaniu (3,31±0,78) - w nawiasie wartość średnia i niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95%, μm

Kształt stereometryczny boków zębów kół zębatych zmierzono współrzędnościową maszyną pomiarową CNC, model PNC 40 firmy Klingelnberg Söhne. Trzpień pomiarowy był zakończony rubinową kulą o średnicy 2,032 mm. Bazą pomiaru koła był otwór łożyska ślizgowego. Mierzono parametry pozwalające na ocenę dokładności kinematycznej i płynności pracy, takie jak: $f_{pt\ max}$ - maksymalna odchyłka podziałki, F_p - odchyłka sumaryczna podziałek koła, F_r - bicie promieniowe uzębienia, $f_{u\ max}$ - maksymalna nierównomierność sąsiednich podziałek, R_p - zakres zmian podziałek [16]. Z uwagi na modyfikację zębów koła, odchyłkę zarysu zęba i odchyłkę kierunku linii zęba oceniano położeniem w obszarze tolerancji i falistością kształtu. Wyznaczono także średnicę koła zębatego M poprzez przeciwległe kulki o średnicy 7,0993 mm, według AGMA 239.03. Chropowatość powierzchni koła mierzono profilometrem Mahr MFW250, końcówką pomiarową o promieniu 2 μm i kącie wierzchołkowym 90°. Odcinek pomiarowy wzdłuż zarysu zęba wynosił 0,25 mm oraz wzdłuż linii zęba 0,8 mm. Stosowano filtr pasmowy Gaussa o przenoszeniu 1:300. Wyniki pomiarów geometrycznych oszacowano wartością średnia i niepewnością rozszerzoną, typu A, przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia 1,96.

Przebieg badań i wyniki pomiarów. Uzębienie kół miało twardość powierzchni warstwy nawęglonej po wygładzaniu pojemnikowym 82,1-82,6 HRA. Jej efektywna głębokość to 0,78-1,00 mm, dla umownej granicy twardości powyżej 513 HV500. Stężenie węgla w warstwie nawęglanej wynosiło 0,85-0,88%. Z kolei twardość rdzenia kół miała wartość 36-37 HRC i strukturę sorbitu o wielkości ziarna 6,5-7 μm. Z kolei składnikami struktury metalograficznej warstwy nawęglanej był martenzyt odpuszczony, austenit szczątkowy i węgliki. Objętość względna austenitu szczątkowego w warstwie nawęglonej oceniono na 5,2-5,6%. Głębokość międzykrystaliczna utlenienia powierzchni nawęglanej nieobrobionej zawarta była w zakresie 3-13 μm. Naprężenia własne wzdłuż zarysu zębów, na średnicy podziałowej wynosiły (-127)-(-203) MPa oraz wzdłuż linii zębów na średnicy dna wrębów, w środku wieńców, (-189)-(-242) MPa.

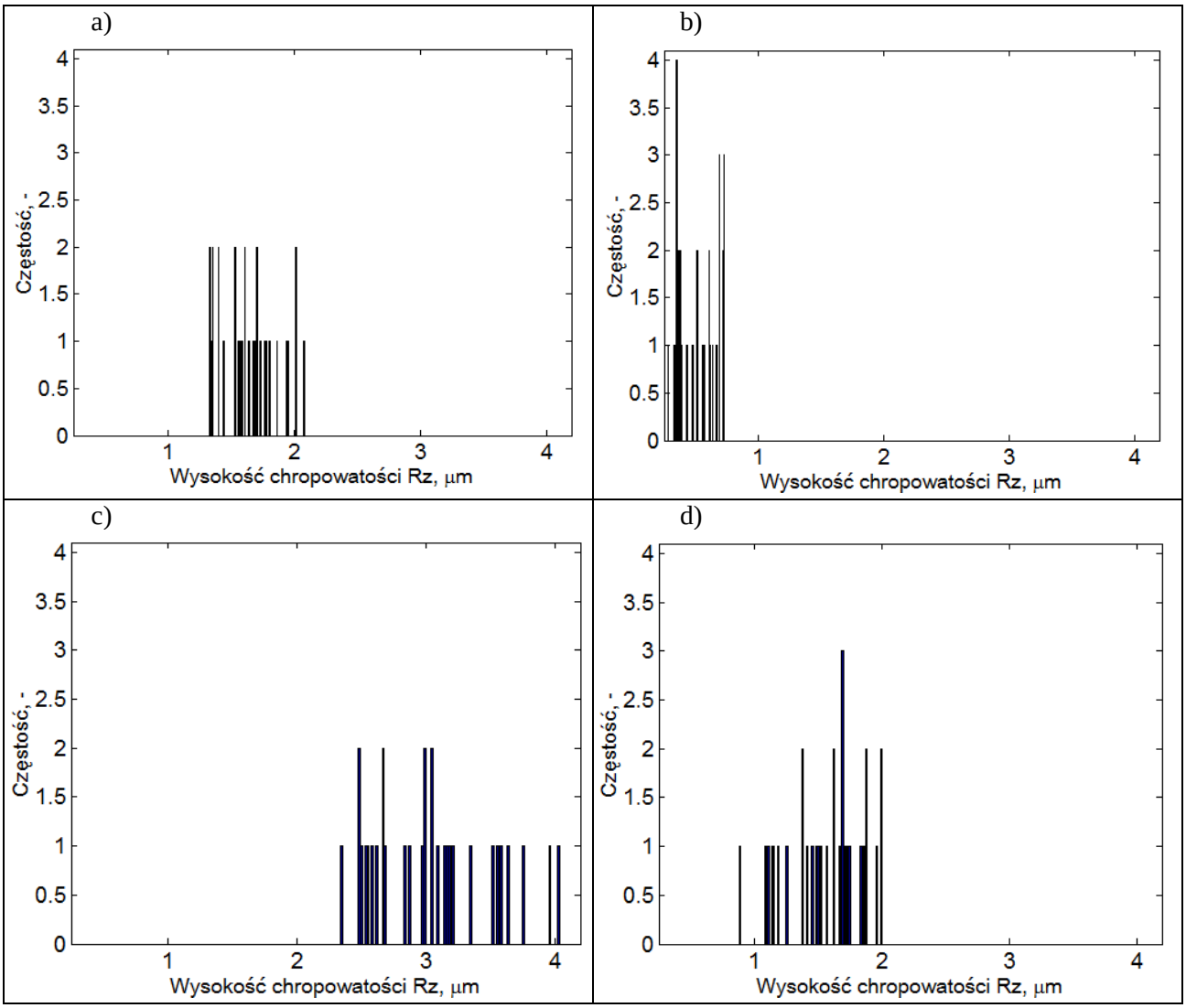


Rys. 5. Histogram wartości maksymalnej odchyłki podziałki $f_{pt\ max}$ po: a) szlifowaniu (lewe boki 0,60±0,12, prawe boki 0,62±0,13), b) wygładzaniu (lewe boki 0,65±0,11, prawe boki 0,68±0,14) - w nawiasie wartość średnia i niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95%, μm



Rys. 6. Histogram wartości maksymalnej nierównomierności sąsiednich podziałek $f_{u\ max}$ po: a) szlifowaniu (lewe boki 0,58±0,04, prawe boki 0,51±0,13), b) wygładzaniu (lewe boki 0,51±0,13, prawe boki 0,56±0,13) - w nawiasie wartość średnia i niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95%, μm

Parametry badanego koła daszkowego wyszczególniono w tablicy 1. Histogramy wartości wskaźników odchyłek kół zamieszczono na rysunkach 2-6. Wygładzanie pojemnikowe, w porównaniu ze szlifowaniem, powoduje względne zwiększenie: bicia promieniowego uzębienia F_r o 59%, zakresu zmian odchyłek R_p o 33% oraz odchyłki sumarycznej podziałek F_p o 28%. Niewielkie względne zwiększenie o 7% dotyczy maksymalnej nierównomierności sąsiednich podziałek $F_{u\,max}$ i o 2% maksymalnej odchyłki podziałki $f_{pt\,max}$. Histogram oraz wartości wysokość chropowatości powierzchni Rz_{JIS} zawiera rysunek 7. Wygładzanie pojemnikowe kształtuje nową izotropową strukturę geometryczną powierzchni uzębienia. W wyniku wygładzania pojemnikowego, w porównaniu do szlifowania, ulega zmniejszeniu względnemu wysokość chropowatości boków zębów Rz_{JIS} o 68-71%. Wręby zębów zmniejszą względną wysokość chropowatości o 49-63%. W badanych warunkach, wygładzania pojemnikowego usunięto średni naddatek obróbkowy, wyrażony zmianą średnicy koła poprzez przeciwległe kulki o ΔM=0,0105 mm. Odchylenie zarysu zębów koła szlifowanego i wygładzanego pojemnikowo wskazuje na odmienną wydajność obróbki na powierzchni boku zęba, zwłaszcza wzdłuż zarysu, o większej wartości przy głowie zęba, o 1,5-2 μm. Wynika to ze wskaźników: nacisku jednostkowego i predyspo ozycji obróbki, przez kształtki [3, 9]. Odchylenie linii zębów koła szlifowanego i wygładzanego ulega niewielkiej zmianie.



Rys. 7. Histogram wysokość Rz_{JIS} chropowatości powierzchni boków zębów (a, b), stopy zębów (c, d), po (a, c) szlifowaniu (lewy bok 1,618±0,100, prawy bok 1,670±0,115, stopa 1,670±0,115) i (b, d) dodatkowym wygładzaniu (lewy bok 0,519±0,072, prawy bok 0,521±0,079, stopa 0,563±0,103)

Podsumowanie. Stwierdzono, że przedstawiona technologia produkcji kół zębatych daszkowych zębatej przekładni obiegowej, zapewnia ich najwyższą klasę dokładności o numerze 0 lub 1. Jest to technologia droższa o większej pracochłonności niż gładzenie (honowanie) uzębienia oraz nie umożliwia dokonywanie korekcji wstępnych odchyłek kształtu [12, 22]. Powoduje duże zwiększenie względnie wskaźników odchyłek uzębienia F_r, R_p, F_p, o 26-59%. Histogramy wskaźników odchyłek zębów charakteryzują się większymi i niekorzystnymi zakresami zmian. W niewielkim stopniu, 2-7%, zwiększają się odchyłki $f_{pt\ max}$ i $f_{u\ max}$. Grubość warstwy skrawanej wzdłuż linii zęba jest raczej równomierna, natomiast wzdłuż zarysu zęba nierównomierna, większa przy głowie zęba, o 1,5-2 μm. Wymaga to odpowiedniej modyfikacji ściernicy. Zarys i linia zęba wykazuje zmniejszenie wysokości falistości, są one geometrycznie bardziej gładkie. Występuje zmiana struktury geometrycznej powierzchni na lustrzaną izotropową, o małej wysokości. Średnia wysokość R_{zJIS}, boków zębów wynosi po wygładzaniu 0,520 μm oraz wrębu międzyrębnego 0,563 μm.

LITERATURA

[1] Che G.-J.: Numerical study on reducing the vibration of spur gear pairs with phasing. Journal of Sound and Vibration, 329 (19), 2010, s. 3915-3927.

[2] Feld M.: Projektowanie procesu technologicznego elementów klasy koło zębate. [w:] Górski E. (koordynator): Poradnik inżyniera - obróbka skrawaniem, tom 3. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.

[3] Fernández A., Iglesias M., De-Juan A., García P., Sancibrián R., Viadero F.: Gear transmission dynamic: Effects of tooth profile deviations and support flexibility. Applied Acoustics, 77, 2014, s. 138-149.

[4] Harasymowicz J., Wantuch (red.) E., Obróbka gładkościowa: skrypt dla wyższych szkół technicznych. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 1994.

[5] Holland J. D.: Nonabrasive media with accelerated chemistry. U.S. Patent No. 4,818,333 B24. Zgłoszenie 7 styczeń 2002. Właściciel, REM Technologies, Inc.

[6] Kula P., Wołowiec E., Pietrasik R., Dybowski K., Klimek L.: The precipitation and dissolution of alloy iron carbides in vacuum carburization processes for automotive and aircraft applications-Part II. Advanced Materials Research, 486, 2012, s. 303-308.

[7] Lin, C., Guo, Z., Chen, B., Zhu, C.: Study of new type herringbone gear with narrow tooth width and beveloid teeth. Journal of Applied Sciences, 13 (23), 2013, s. 5584-5593.

[8] Liu C., Qin D., Liao Y.: Dynamic model of variable speed process for herringbone gears including friction calculated by variable friction coefficient. Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME, 136 (4), 2014, 041006, s. 1-12.

[9] Marciniak M., Stefko A., Szyrle W.: Podstawy obróbki w wygładzarkach pojemnikowych. WNT, Warszawa 1983.

[10] Markowski T.: Wiórkowanie: podstawy procesu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1996.

[11] Michalczewski R.: Właściwości tribologiczne smarowanych, wysokoobciążonych elementów maszyn pokrytych cienkimi powłokami niskotarciowymi. Instytut Technologii Eksploatacji - Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2012.

[12] Michaud M., Summers E. D.: Superfinishing large planetary gear systems. Patent US 8109854 B2, 28 maj 2004. Właściciel; REM Technologies, Inc., OSRO Gmbh.

[13] Michalski J., Pawlus P., Żelasko W.: Surface topography of cylindrical gear wheels after smoothing in abrasive mass, honing and shot peening. Institute of Physics Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 311 (2011) 012022, s.1-5.

[14] Müller L, Wilk A.: Zębate przekładnie obiegowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.

[15] Naser Amini: Gear surface machining for noise suppression. Doktorsavhandlingar vid Chalmers Tekniska Högskola, Chalmers Tekniska Högskola 1999.

[16] PN-ISO 1328-1:2015: Przekładnie zębate walcowe - Układ ISO tolerancji boków zębów - Część 1: Definicje i dopuszczalne wartości odchyłek boków zębów. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości, Warszawa 2015.

[17] Raga K.: Wpływ warunków procesu nawęglania próżniowego i wysokociśnieniowego hartowania gazowego na właściwości warstwy nawęglonej i podłoże stali AISI 9310 oraz Pyrowear 53 kół zębatych przekładni lotniczych. Praca doktorska, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Rzeszów 2013. Promotor: prof. Jan Sieniawski.

[18] Renouf M., Massi F., Fillot N., Saulot A.: Numerical tribology of a dry contact. Tribology International, 44 (7-8), 2011, s. 834-844.

[19] Rodziewicz M.: Wygładzanie luźnym ścierniwem w pojemnikach. WNT, Warszawa 1964.
[20] Sroka G., Winkelmann L.: Superfinishing gears - The state of the art. Gear Technology, 4 (11-12), 2003, s. 28-33.
[21] Sroka G.J., Winkelmann L.: Superfinishing gears: The state of the art, part II. Gear Technology, 22 (4), 2005, s. 30-32.
[22] da Silva S.P., Filho S.L.M.R., Brandão L.C.: Particle swarm optimization for achieving the minimum profile error in honing process. Precision Engineering, 38(4), 2014, s. 759-768.
[23] Tuszyński W.: Problemy tribologicznych badań właściwości przeciwzatarciowych samochodowych olejów przekładniowych. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB, Radom 2012.
[24] Wang C., de Fang Z., Jia H.-T.: Investigation of a design modification for double helical gears reducing vibration and noise. Journal of Marine Science and Application, 9(1), 2010, s. 81-86.
[25] Winkelmann L.W.: Active chemistry aqueous composition of conversion coating agents of phosphates, oxalates, sulfamates; chelating agents of citric acid, ethylene diamine tetraacetic acid, nitrilotriacetic acid, gluconic acid; machine parts vibrated with chemical polish added slowly in low volume. Patent US 7641744 B2. Zgłoszono 6 kwiecień 2006. Właściciel Rem Technologies, Inc.
[26] Woźniak K.: Kształtki ceramiczne jako narzędzia robocze w roto-wibracyjnej obróbce powierzchni. Szkło i Ceramika, 5, 2011, s.
[27] Wójcik Z.: Obróbka uzębień. [w:] Górski E. (koordynator): Poradnik inżyniera - obróbka skrawaniem, tom 3. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1991.
[28] Żebrowski H.: Techniki wytwarzania. Obróbka wiórowa, ścierna, erozyjna. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
[29] http://www.aviationpros.com/article/10617063/turbine-technology-innovations-in-turbine-engines.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Zmieny wskaźników odchyłek uzębienia i chropowatości powierzchni po wygładzaniu ścierno-chemicznym w wygładzarce pojemnikowej wibracyjnej kół zębatych daszkowych / MICHALSKI Jacek // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NUT, 2015. – № 32.

W artykule porównano wartości wskaźników odchyłek uzębienia kół daszkowych, przekładni obiegowej, po szlifowaniu kształtowym według metody Kappa, z ich wartościami, tych samych kół poddanych dodatkowemu wygładzeniu według technologii Isotropic Finishing ISF®, firmy REM Chemicals Inc. Analizowano wartości wskaźników odchyłek dotyczących dokładności kinematycznej, płynności pracy i struktury geometrycznej powierzchni obrobionych zębów kół. Stwierdzono pogorszenie dokładności szlifowanego uzębienia i wystąpienie lustrzanej powierzchni boków zęba po obróbce w wygładzarce pojemnikowej wibracyjnej. Wygładzenie izotropowe ma także charakterystyczną odmienną wydajność obróbki na powierzchni boku zęba, zwłaszcza wzdłuż zarysu, o większej wartości przy głowie zęba. Stwarza to konieczność odpowiedniej modyfikacji powierzchni bocznej zębów w procesie szlifowania. Koła były wykonane ze stali Pyrowear 53 i poddane procesowi nawęglania, hartowania, obróbki podzerowej i odpuszczania niskiego.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКІ Яцек. Зміни показників відхилення для зубів і шорсткості поверхні шевронних шестерень після абразивно-хімічного хонінгування в полірувальній машині вібраційного типу / МІХАЛЬСКІ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті порівнюються геометричні відхилення шевроних зубів планетарних редукторів після обробки відповідно до методу Kappa, з тими ж значеннями для зубчастих коліс, що піддається додатковому поліруванню з використанням ізотропної технології обробки ISF®, REM Chemicals Inc. Були проаналізовані значення відхилень кінематичної точності, плавності і геометричної структури оброблюваних поверхонь зубів. Погіршення точності різання зубів і появи дзеркальної поверхні з боків зуба після обробки в машині вібраційного типу помічено не було. Ізотропне полірування також має різну продуктивність на бічній поверхні зуба, особливо вздовж форми лінії, з більш високими значеннями на вершині зуба. Це створює необхідність відповідної модифікації бічної поверхні зуба в процес обробки. Колеса були зроблені зі сталі Pyrowear 53 і піддавалися цементації, загартуванню, холодній обробці і низькотемпературному нагріванню.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Changes of deviation indicators for teeth and surface roughness of chevron gears after abrasive-chemical honing in vibrating container smoothing machine. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article compares geometrical deviations for chevron teeth in planetary gear after grinding, according to the Kappa method, with the same values for wheels subjected to additional smoothing of the Isotropic Finishing ISF® technology, REM Chemicals Inc. The values of the deviations for the kinematic accuracy, smoothness and geometric structure of the machined surfaces of the wheel teeth were analyzed. Deterioration in the accuracy of cut teeth and the occurrence of the mirror surface on tooth sides after treatment in machine vibrating container were noticed. Isotropic smoothness has also different performance on the tooth side surface, especially along the shape line, with higher values at the head of the tooth. This creates the need for appropriate modification of the tooth side surface in grinding process. The wheels were made of steel Pyrowear 53 and subjected to a carburizing, quenching, cold working and low annealing treatment.

AUTORZY:

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

МІХАЛЬСКІ Яцек, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Mateichyk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), Professor, National Transport University, Dean of Automobile Mechanic Faculty, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Ph.D., Engineering (Dr.), Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.9
UDC 621.9

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ ІЗ АУСТЕНІТНИХ СТАЛЕЙ

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Аксьом П.А., аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна

RENOVATION OF VEHICLE PARTS OF AUSTENITIC STEEL

Posvyatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Aksom P.A., post-degree student, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА ИЗ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Посвятенко Е.К., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Аксём П.А., аспирант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В зв’язку з широким розповсюдженням аустенітних сталей, все більш гостро стає проблема обробки та ремонту деталей засобів транспорту із цих сталей. Відомими вченими, що займалися даною проблемою були Виноградов О.О., Розенберг А.М., Розенберг О.А., Канарчук В.Е. та інші. В даній статті розглядається проблема підвищення оброблюваності деталей засобів транспорту із аустенітних сталей шляхом попереднього зміцнення та підбором певних параметрів різання та мастильно-охолоджуючих рідин.

Найпоширеніші сталі аустенітного класу, що створені на основі систем Fe–Cr–Ni, Fe–Cr-Mn, Fe–Cr–Mn–N. Добре вивчені фізико-механічні властивості, відпрацьована технологія виготовлення з них напівфабрикатів та виробів, роблять їх комерційно доступними. Розглянемо, як формується структура цих сталей на підставі аналізу відповідних діаграм стану.

Діаграма стану Fe–Mn. Залізо і марганець за високих температур утворюють неперервний ряд твердих розчинів з γ-ґраткою (рисунок 1). Під час охолодження відбуваються алотропічні перетворення марганцю і заліза. Найбільшу зацікавленість викликають сплави, багаті залізом. Марганець так само, як і нікель, належить до елементів, що розширюють γ-область.

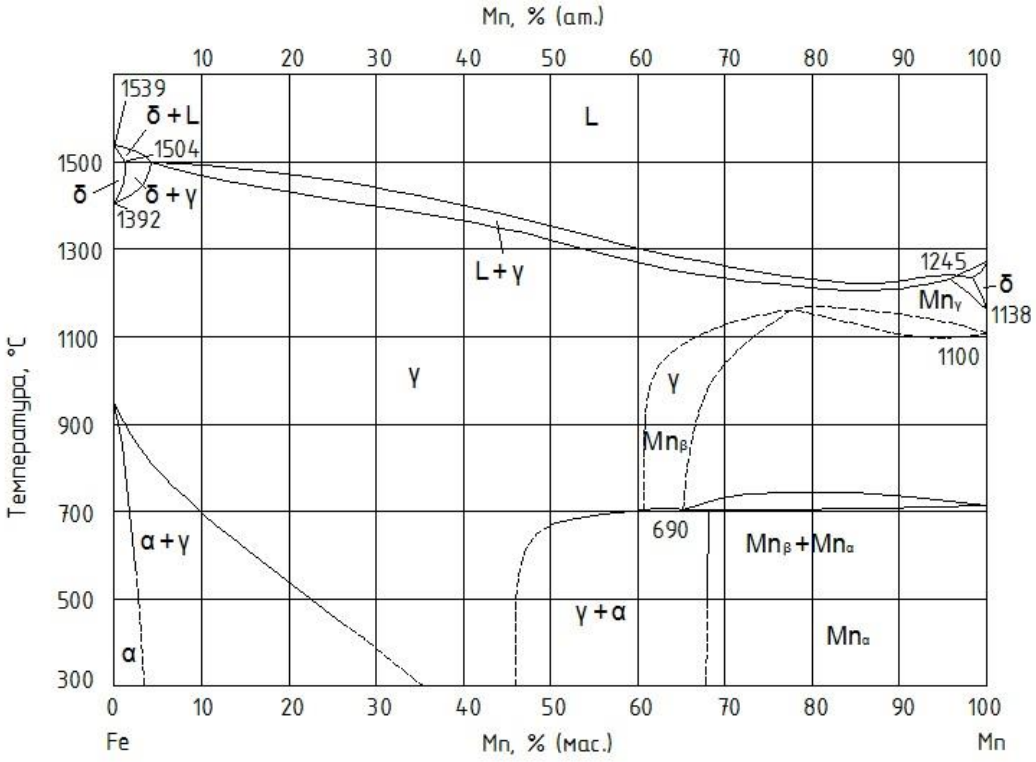


Рисунок 1 – Діаграма стану Fe–Mn

На відміну від нікелю, марганець при додаванні у хромисті сталі не розширяє область існування γ-твердого розчину за підвищених температур. Лінія AB на діаграмі (рисунок 2) розділяє область існування γ-фази та (γ+δ)-фаз при 1000 °C. Пунктирною лінією показана область існування аустеніту в системі Fe–Cr–Ni при 1000 °C. Зокрема, у міру збільшення вмісту нікелю підвищується вміст хрому, за якого ще можливе існування чистої γ-фази. І, навпаки, жодна хромомарганцева сталь не може мати суто аустенітну структуру при 1000 °C, якщо вона містить більше ніж 15% хрому. Марганець стабілізує аустеніт, який утворився за високої температури. Отже, сталь з 13-14% Cr при охолодженні набуває мартенситної структури, але залишається аустенітною, якщо в ній міститься достатня кількість марганцю. Можливість існування аустенітної структури залежить переважно від співвідношення між вмістом у сталі хрому і вуглецю. Наприклад, у сталі, що містить 18% Cr і 0,3% C, стабільність аустеніту зберігається у разі нагрівання до високих температур, але в результаті охолодження — відбувається мартенситне перетворення.

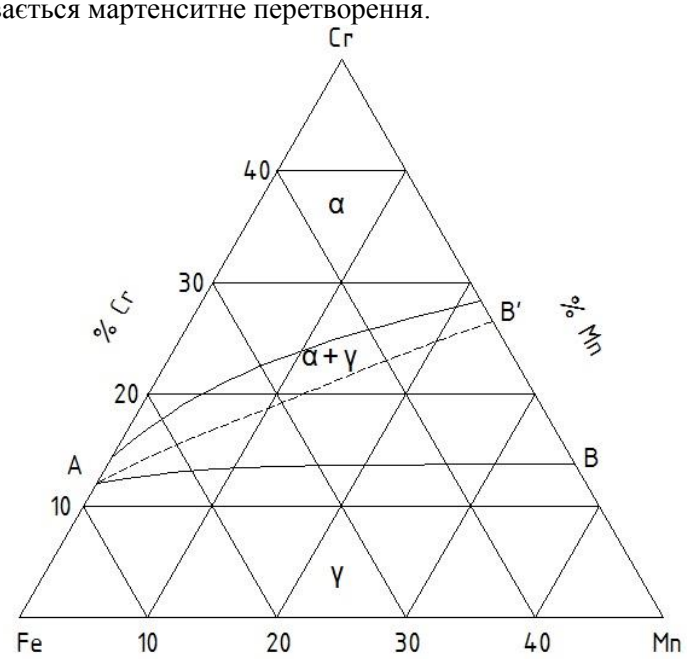


Рисунок 2 – Ізотермічний переріз при 1000 °C потрійної діаграми Fe–Cr–Mn (0,1% C)

Для збереження аустенітної структури у сталі типу 18–8 (наприклад, сталі марок 12Х18Н9, 12Х18Н8Т) під час легування до 3% Mo та за постійного вмісту хрому кількість нікелю необхідно збільшити на 4%. Тоді у структурі сталі утворюватиметься σ-фаза. Легування стабілізаторами (Ti та Nb) використовується переважно для зменшення схильності цих сталей до МКК. Зокрема, вміст титану повинен бути у 6-8, а ніобію у 10-12 разів більший від вмісту у цих сталях вуглецю. Утворюючи стійкі карбіди, титан і ніобій зменшують кількість аустеніту і сприяють утворенню фериту. Тому для збереження у сплавах суто аустенітної структури необхідно відповідно підвищити вміст нікелю. Легування аустенітних хромонікелевих сталей вольфрамом у кількості до 3% підвищує їхню жароміцність та втомну міцність. Мікролегування бором інтенсифікує зміцнення цих сталей за механізмом дисперсійного твердніння.

Сталі аустенітного класу використовуються під час виготовлення газових турбін, транспортних силових установок, турбін реактивних двигунів, турбокомпресорів, деталей і апаратури для роботи за високих тисків у хімічній промисловості, в атомних реакторах нового покоління і, в перспективі, у термоядерних реакторах. У таблиці 1 наведено хімічний склад аустенітних марок сталі.

Таблиця 1 – Хімічний склад сталей аустенітного класу.

Марка	Вміст елементів, %										
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Ti	N	B	Nb
12Х18Н10Т	0,12	0,8	2,2	18	10	–	–	<0,1	–	–	–
316SS	0,08	1,0	2,0	17	12	2,5	–	–	–	–	–
PCA	0,05	0,4	1,7	14	16	2,5	–	0,25	–	–	–

Одним із методів зміцнення аустенітних сталей є деформаційне γ → α перетворення під час

холодного оброблення тиском, коли прикладені напруження викликають перетворення метастабільного аустеніту на мартенсит. Це перетворення інтенсифікується у разі зниження температури деформації або збільшення ступеня деформації. Нагрівання холоднодеформованої сталі викликає повернення, рекристалізацію, виділення карбідів хрому та у окремих випадках – утворення α-фази.

Сталі типу 18–10, 18–9 (таблиця 1, американський аналог – сталь 316SS) є базовими для гарячої зони реакторів на швидких нейронах у багатьох країнах світу. Сталь марки РСА спеціально розроблена для використання у термоядерних реакторах та відрізняється від сталей типу 316 підвищеним вмістом нікелю, зниженим вмістом хрому та стабілізована титаном.

Крім того, нікель характеризується дуже високою розчинністю у рідинно-металевих теплоносіях. У зв’язку з цим сьогодні все більшу популярність набувають хромомарганцеві сталі, що містять азот, які характеризуються швидшим спадом наведеної активності та підвищеною корозійною тривкістю у металевих розплавах-теплоносіях.

Температура, за якої зникає наклеп, створений попереднім механічним обробленням, тим нижча, чим менший вміст вуглецю у сталі. Зокрема, для усунення наслідків наклепу сталь, що містить 0,02% С, досить нагрівати до температури 950 °С, тоді як при вмісті вуглецю 0,14% або 0,21%, щоб зняти наклеп, необхідно підняти температуру до 1050–1150 °С.

Для відновлення властивостей наклепаного матеріалу здійснюють відпуск у інтервалі температур 175–315 °С з витримкою протягом 24–72 години та подальшим охолодженням на повітрі.

Радикальний спосіб зміцнення аустенітних сталей – холодний наклеп; при деформації близько 80–90%, коли границя текучості досягає 1000–1200 МПа, а границя міцності 1200–1400 МПа при збереженні достатньо високої пластичності (30–50%). Такий спосіб зміцнення застосовується лише для таких видів напівфабрикатів, як тонкий лист, стрічка, дріт тощо.

Рисунок 3 – Основні параметри процесу різання

Вуглецеві та маловуглецеві сталі не стійкі до корозії. Підвищення стійкості до корозії в розчинах, досягається введенням в сталь елементів, які утворюють на поверхні захисні плівки, що надійно зв’язані з основним металом та підвищують її електрохімічний потенціал в різних агресивних середовищах. Такими елементами є хром, нікель, алюміній, кремній; при цьому слід враховувати, що алюміній та кремній знижують пластичність сталі.

При введені хрому в кількості 13…14%, на поверхні утворюється щільна захисна плівка Cr_2O_3, сталь стає пасивною і її корозійна стійкість різко підвищується.

Сталі, стійкі до електрохімічної корозії (ГОСТ 5632-72), можна розділити на два класи: хромисті (феритні або мартенситні) та хромонікелеві (аустенітні).

В хромистих сталях, що містять хрому до 13%, при нагріванні та охолодженні протікає α=γ – перетворення; після охолодження на повітрі сталі 20Х13, 30Х13, 40Х13 мають мартенситну структуру (мартенситний клас), 10Х13 – мартенситно-феритну (мартенситно-феритний клас), а 08Х13 – феритну (феритний клас).

Сталі 10Х17, 15Х25Т, 15Х28Т, що містять відповідно 17, 25, 28% хрому, відносять до феритного класу.

Термічна обробка сталей мартенситного класу полягає в гартуванні від температури 1000 °С з низьким відпуском (30Х13, 40Х13) на мартенсит відпуску (для виробів підвищеної міцності), або в гартуванні та високому відпуску при 600…700 °С (10Х13, 20Х13) на сорбітну структуру (для деталей з підвищеною пластичністю).

Термообробка феритних сталей з підвищеним вмістом хрому полягає в відпалі при температурі 700…800 °С; такі сталі застосовуються для деталей, що працюють при підвищених температурах.

В промисловості широко застосовуються нержавіючі хромонікелеві аустенітні сталі. Існує більше 20 марок цих сталей, які широко застосовуються в техніці. Це перш за все сталі 12Х18Н9, 10Х18Н10Т, 12Х18Н12Т. Вони зазвичай містять 18% хрому та 9…12% нікелю, та мають більш високу корозійну стійкість порівняно з хромистими сталями.

Фазовий склад цих сталей в рівноважному стані: аустеніт і карбіди. В структурі сталей, що містять менше 10% нікелю, присутній ферит (α-фаза).

Термообробка цих сталей полягає в гартуванні від температури 1100…1150 °С у воді (без відпуску); після гартування виходить однофазна аустенітна структура; твердіть сталі знижується. Для підвищення міцності такі сталі піддають холодній деформації; при цьому міцність підвищується від σ_B = 550…580 МПа (після гартування) до σ_B = 1200…1300 МПа (після холодної деформації).

При нагріванні аустенітної сталі до 500…700 °С із аустеніту по границям зерен виділяються карбіди хрому, внаслідок чого хромом поєднуються пограничні області, що різко знижує їхній опір корозії. Сталь набуває схильність до міжкристалічної (інтеркристалічної) корозії.

Міжкристалічну корозію можна запобігти шляхом введення титану ніобію чи танталу, які зв’язують вуглець в карбіди, залишаючи хром в твердому розчині. Сталі 10Х18Н10Т, 12Х18Н12Т та подібні до них не схильні до міжкристалічної корозії.

Із аустенітних сталей виготовляють клапани для двигунів, які призначені для роботи при температурах 600…700 °С. Хромонікелеві аустенітні сталі для збільшення жароміцності додатково легують вольфрамом, молібденом, ванадієм, ніобієм, бором та іншими елементами.

До аустенітних сталей, які не зміцнюються термічною обробкою (тобто не схильні до дисперсійного затвердіння), відносяться сталі 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б та інші. До аустенітних сталей, що зміцнюються термічною обробкою (дисперсійно затвердіваючим), — 37Х12Н8Г8МФБ, 40Х14Н14В2М, 09Х14Н19В2БР та інші. Зміцнення подібних сталей виконується завдяки виділенню карбідних, карбонітридних та інтерметалідних фаз. Термічна обробка цих сталей полягає в гартуванні від 1050…1100 °С у воді та старінні при 600…700 °С.

Зношування деталей машин може бути викликане тертям з’єднаних деталей, а також абразивним впливом твердих часток на поверхню деталей (стирання ґрунтом, гідро-, газоабразивний вплив та інші).

Високу зносостійкість має високомарганцева сталь 110Г13Л, що містить 1,0…1,3% С та 11…15% Mn і відноситься до аустенітного класу. Ця сталь застосовується для виготовлення деталей, що працюють на знос в умовах тертя, ковзання та високих навантажень та ударів (наприклад, траки деяких гусеничних машин).

Структура сталі 110Г13Л після лиття — аустеніт та надлишкові карбіди, що знижують міцність та в’язкість сталі. Тому литті вироби загартовують від 1100 °С у воді. За такого нагріву карбіди розчиняються і сталь після гартування має аустенітну структуру. Сталь з такою структурою має наступні механічні характеристики: σ_B = 800…900 МПа, σ_{02} = 310…350 МПа, δ = 15…25%, ψ = 20…30%, HB = 180…200.

Зі сталі 110Г13Л виготовляють траки гусеничних тракторів (рисунок 4), щоки каменедробарок, рельсові хрестовини та стрілочні переводи.

Рисунок 4 – Трак гусеничного трактора

На рисунку 5 показані залежності усадки стружки, температури різання, фактичного кута різання та фактичного радіуса заокруглення ріжучої кромки різця від швидкості різання при обробці сталі 12Х18Н10Т різної твердості, побудовані за результатами експериментів.

Радіус заокруглення ріжучої кромки та кут різання вимірювалися на мікрофотографіях корнів стружки. Аналіз цих залежностей та мікрофотографій, показує, що процес різання зміцненої сталі супроводжується менш інтенсивним наростоутворенням, ніж при обробці незміцненої сталі. Очевидно, через це в першому випадку наріст менш впливає на кут різання, ніж в другому випадку. Залежність усадки стружки від швидкості різання (ξ – υ) описується типовими кривими для оброблювальних сталей різної твердості, при цьому максимуми цих кривих відповідають температурі різання 600 °С, за якої зникає наріст. Підвищення степені попереднього зміцнення оброблювального матеріалу призводить до зниження температури різання, а відповідно, і зміщенні максимумів кривих ξ – υ в зону більш високих швидкостей різання. Найбільш інтенсивне наростоутворення спостерігається при температурі різання 300 °С незалежно від твердості оброблювального матеріалу. Цій же температурі відповідають мінімуми кривих ξ – υ для зміцненої сталі. Однак при обробці незміцненої сталі 12Х18Н10Т мінімум кривої ξ – υ спостерігається при температурі 150 °С, що пояснюється наступним чином. Процес різання незміцненої сталі 12Х18Н10Т в районі температури 300 °С супроводжується настільки інтенсивним наростутворенням, що радіус заокруглення тіла нароста стає співмірним з товщиною зрізу, в результаті чого усадка стружки залишається вагомою, а крива ξ – υ стає аномальною (відмінною від типової кривої ξ – υ). Як видно з рисунку 5, радіус заокруглення тіла наросту при обробці зміцненої сталі в діапазоні швидкостей різання 1,25–75 м/хв змінюється незначно і тому його вплив на характер кривої ξ – υ незначний.

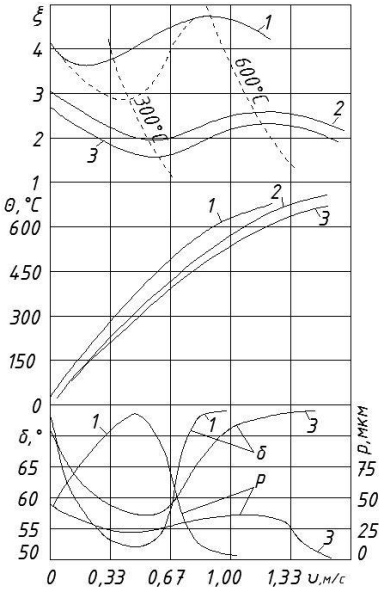


Рисунок 5 – Залежність усадки стружки ξ, температури різання Θ, кута різання δ та радіуса заокруглення ρ ріжучої кромки різця (сталь Р18; γ = 15°; α = 3°; a_z = 0,1 мм; МОР — сульфофрезол) від швидкості різання при вільному різанні сталі 12Х18Н10Т:
1 – *HV* = 1080…1110 МПа; 2 – *HV* = 1840…1890 МПа; 3 – *HV* = 2220…2290 МПа

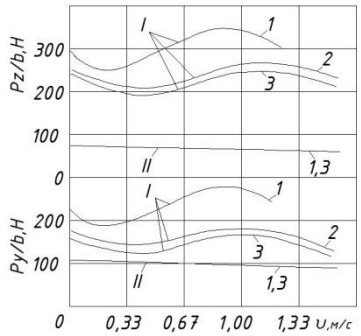


Рисунок 6 – Залежність складових сил різання P_z та P_y від швидкості υ при вільному різанні сталі 12Х18Н10Т різцем (сталь Р18; γ = 15°; α = 3°; МОР — сульфофрезол) з товщиною зрізу a_z = 0,1 мм (*I*) та 0,03 мм (*II*) та шириною *b*: 1 – *HV* = 1080…1110 МПа; 2 – *HV* = 1840…1890 МПа; 3 – *HV* = 2220…2290 МПа

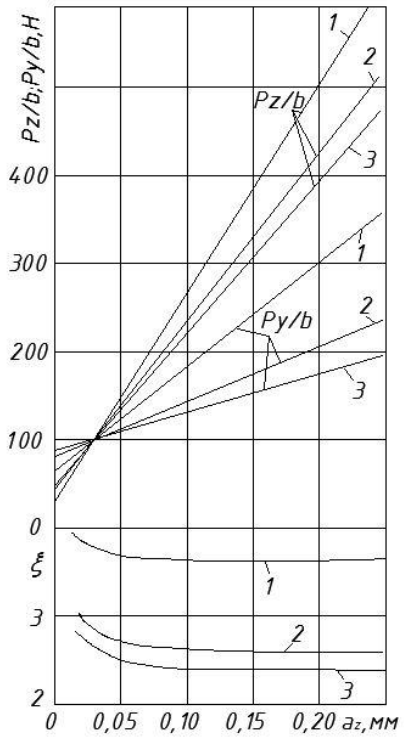


Рисунок 7 – Залежність складових сил різання P_z та P_y від товщини зрізу a_z при постійній усадці стружки ξ в процесі вільного різання сталі 12Х18Н10Т (сталь Р18; γ = 15°; α = 3°; υ = 0,08 м/с; МОР — сульфофрезол): 1 – *HV* = 1080…1110 МПа; 2 – *HV* = 1840…1890 МПа; 3 – *HV* = 2220…2290 МПа

Результати експериментів, подані на рисунку 6, показують, що залежності складових сили різання P_z і P_y, від швидкості різання υ при обробці сталі 12Х18Н10Т різної твердості з товщиною зрізу 0,1 мм за своїм характером повторюють відповідні криві ξ – υ (рисунок 5). Встановлено, що при товщині зрізу, що перевищує 0,03 мм, збільшення степені попереднього зміцнення викликає значне зниження сил P_z і P_y. При товщині зрізу 0,03 мм сили різання практично не відрізняються для зміцненої та незміцненої сталі 12Х18Н10Т. Визначення сил на задній поверхні інструмента при постійній усадці стружки (рисунок 8) дозволило пояснити це явище. Було встановлено, що при підвищенні твердості зміцненої сталі сили на задній поверхні зростають. При обробці зміцненої сталі 12Х18Н10Т з товщиною зрізу 0,03 мм зростання сил на задній поверхні стає співмірним зі зниженням сил на передній поверхні в порівнянні з обробкою незміцненої сталі 12Х18Н10Т, в результаті чого сили різання в обох випадках будуть практично рівними. Деяке зростання сил різання при підвищенні ступеню попереднього зміцнення сталі 12Х18Н10Т, що спостерігалося в процесі її обробки товщиною зрізу 0,01-0,02 мм, пояснюється перевагою за величиною, сил на задній поверхні над силами на передній поверхні при малій товщині зрізу.

Результати вимірювання довжини контакту стружки з передньою поверхнею інструменту при вільному різанні сталі 12Х18Н10Т різної твердості наведені на рисунку 8, з якого випливає, що довжина контакту *c* різко знижується з підвищенням ступеню попереднього зміцнення оброблювального матеріалу, що призводить до значного підвищення середнього контактного тиску q_N і зниження середнього коефіцієнта тертя μ на передній поверхні. Для визначення величини q_N і μ використовувалися рисунки 5–8, а також співвідношення:

$$q_N = \frac{(P_z - F_1)\cos\gamma - (P_y - N_1)\sin\gamma}{cb};$$

$$\mu = tg\left(\gamma + arctg\frac{P_y - N_1}{P_z - F_1}\right).$$

Середнє тангенціальне контактне напруження q_F визначало за залежністю:

$$\mu = \frac{q_F}{q_N}.$$

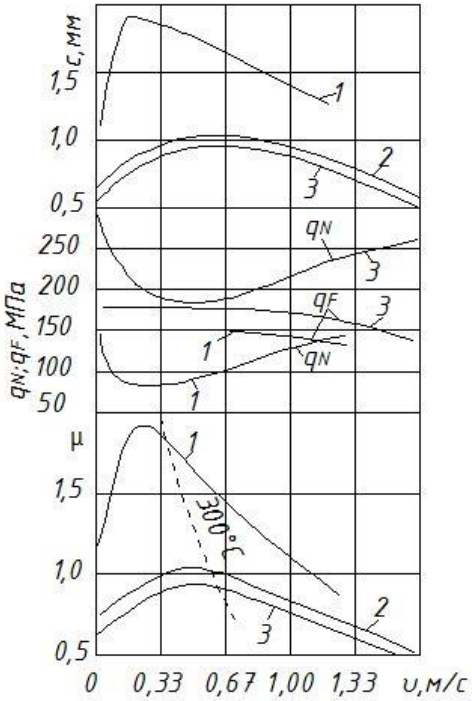


Рисунок 8 – Залежність контактних характеристик c, q_N, q_F та μ від швидкості різання при вільному різанні сталі 12Х18Н10Т різцем (сталь Р18; γ = 15°; α = 3°; a_z = 0,1 мм; МОР — сульфофрезол): 1 – HV = 1080…1110 МПа; 2 – HV = 1840…1890 МПа; 3 – HV = 2220…2290 МПа

Встановлено, що підвищення ступеню зміцнення сталі 12Х18Н10Т викликає підвищення величини q_F (рисунок 8). При температурах різання, що перевищують 500 °С, спостерігається деяке зменшення величини q_F.

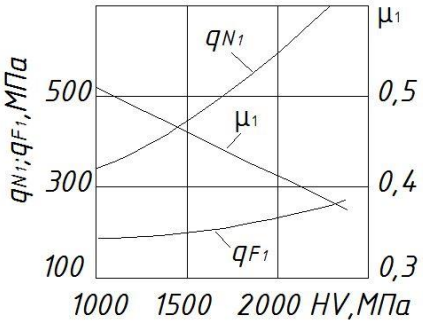


Рисунок 9 – Залежність контактних характеристик q_{N1}, q_{F1} та μ_1 на задній поверхні інструмента (сталь Р18; γ = 15°; α = 3°; h_3 = 0,1 мм) від твердості HV сталі 12Х18Н10Т при вільному різанні (υ = 1,17 м/с; a_z = 0,1 мм; МОР — сульфофрезол)

Зіставляючи рисунки 5 і 8, бачимо, що вигини кривих c – υ, q_N – υ і μ – υ узгоджуються з мінімумами залежностей усадки від швидкості різання.

Таким чином, результати експериментів підтвердили викладені вище здогади про значний безпосередній та непрямий (через коефіцієнт тертя та передній кут) вплив попереднього зміцнення на процес різання.

Дані рисунку 9 свідчать також про суттєвий вплив твердості зміцненої сталі на процеси, які відбуваються на задній поверхні. Збільшення ступеню зміцнення оброблювальної сталі викликає ріст середніх нормальних q_{N1} та дотичних q_{F1} питомих навантажень та зниження середнього коефіцієнта тертя μ_1 на задній поверхні.

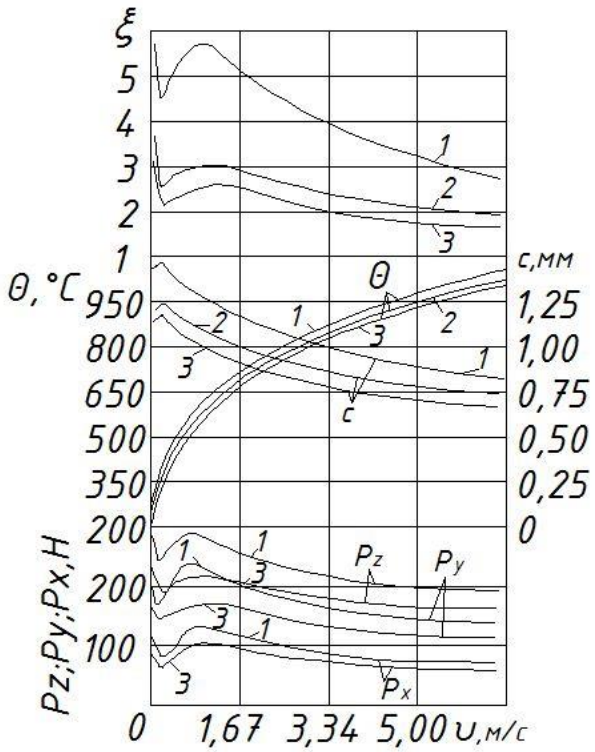


Рисунок 10 – Залежність усадки стружки ξ, температури різання Θ, складових сил P_z , P_y та P_x, довжини контакту c стружки з передньою поверхнею різця від швидкості при розточуванні сталі 12Х18Н10Т (s = 0,17 мм/об; t = 0,5 мм): 1 – HV = 1080…1110 МПа; 2 – HV = 1840…1890 МПа; 3 – HV = 2220…2290 МПа

Експериментальні дані, отримані при розточуванні сталі 12Х18Н10Т твердосплавними різцями (Т15К6; γ = 10°, α = α_1 = 10°; φ = 60°; φ_1 = 15°, r = 0,1 мм) (рисунок 9), свідчать про те, що механічні властивості зміцненої сталі якісно впливають на процес розточування, так само і на розглянутий процес вільного різання швидкорізальними різцями.

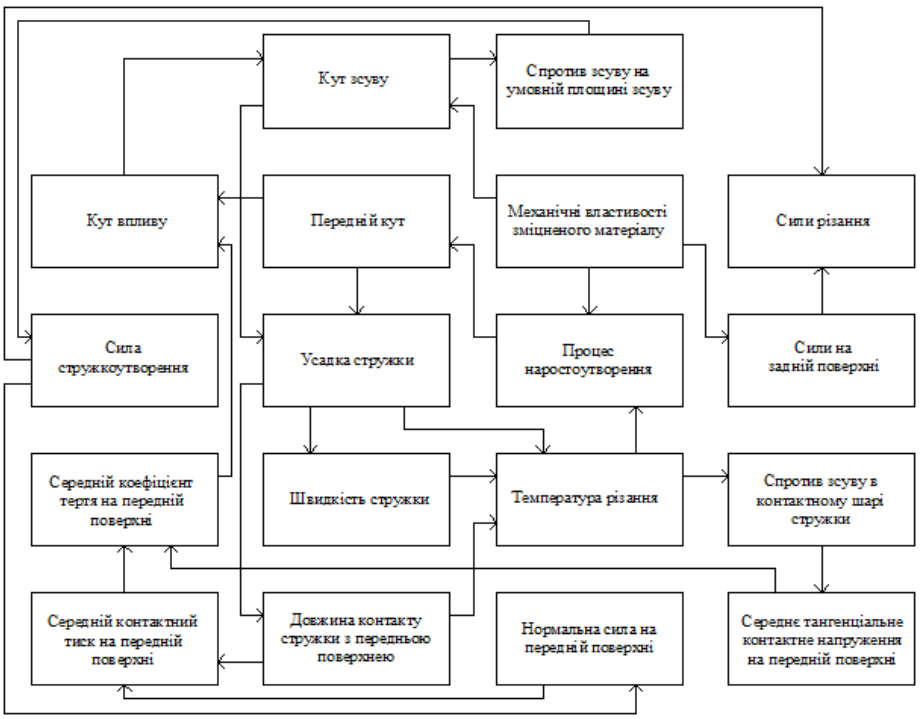


Рисунок 11 – Схема взаємозв’язку факторів в процесі різання металів, зміцнених деформуючим протягуванням

Схема взаємозв’язку факторів в процесі різання металів, зміцнених деформуючим протягуванням, приведена на рисунку 11. Ця схема побудована на основі описаного дослідження.

Отже, процес різання сталей, зміцнених деформуючим протягуванням, протікає менш напружено, ніж процес різання незміцнених сталей, та характеризується меншими деформаціями оброблювального матеріалу, температурами (на 5-10%) та силами різання (до 30%), а також менш інтенсивним наростоутворенням.

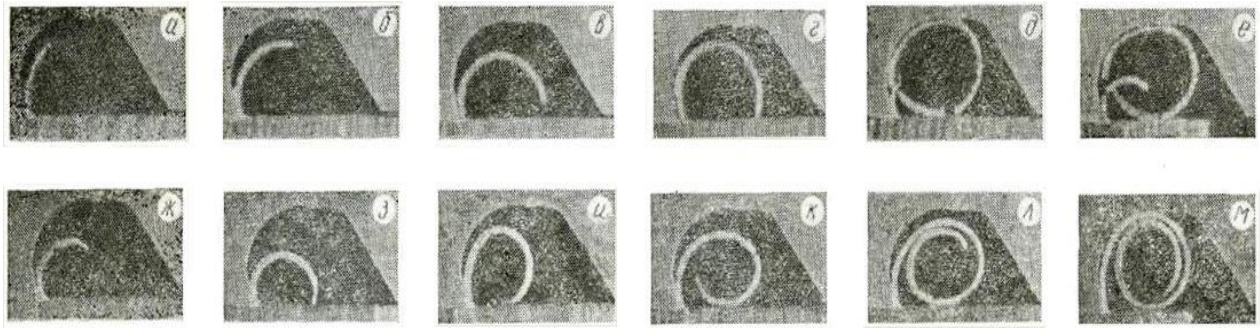


Рисунок 12 – Окремі стадії процесу формування валика стружки (Х2) при протягуванні незміцненої та зміцненої сталі 12Х18Н10Т протяжкою (сталь Р18; $\gamma = 15°$; $\alpha = 3°$; $h = 4{,}8$ мм; МОР — сульфофрезол) при $a_z = 0{,}1$ мм: *а–е* – $HV = 1950…1980$ МПа; *ж–м* – $HV = 2780…2850$ МПа

Висновок. Таким чином, холодне пластичне деформування і використання сучасних мастильно-охолоджуючих рідин на рослинній основі є потужним засобом відновлення деталей засобів транспорту із аустенітної сталі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теоретическое определение силы стружкообразования при резании металлов / Виноградов А.А. // Технология и автоматизация машиностроения. 1978. – вып. 22. – с. 13–19.
2. Расчет усадки стружки и длины контакта ее с резцом / Виноградов А.А. // Сверхтвердые материалы. 1980. – вып. 2. – с. 58–63.
3. Обработка резанием труднообрабатываемых материалов / Виноградов А.А., Резников В.А. // ЛДНТП. 1970. – ч. 1. – с. 24–31.
4. Прикладное автотракторное материаловедение: Учеб. пособие / Канарчук В.Е., Шевченко В.И. // УМК ВО. 1991. – с. 84–88.
5. Качество поверхности, обработанной деформирующим протягиваем / Розенберг А.М, Розенберг О.А., Гриценко Э.И., Посвятенко Э.К. // Наукова думка. 1977. – с. 83–89.
6. Матеріалознавство / Дяченко С.С., Дощечкіна І.В. // ХНАДУ. 2007. – с. 236–253.
7. Сплави з особливими властивостями / Дурягіна З.А., Лизун О.Я. // Львівська політехніка. 2007. – с. 44–55.
8. Обработка протягиванием: Справочник / Кацев П.Г. // Машиностроение. 1986. – с. 159–162.

REFERENCES

1. Vinogradov A.A. Theoretical determination of strength of chip in metal cutting // Technology and Automation Engineering. 1978. – publ. 22. – p. 13–19. (Rus)
2. Vinogradov A.A. Calculation of the shrinkage and the chip length of its contact with the cutter // Ultra-hard material. 1980. – publ. 2. – p. 58–63. (Rus)
3. Vinogradov A.A., Reznikov V.A. Machining hard materials // LDNTP. 1970. – vol. 1. – p. 24–31. (Rus)
4. Kanarchuk V.E., Shevchenko V.I. Applied automotive material engineering: tutorial // UMK VO. 1991. – p. 84–88. (Rus)

5. Rozenberg A.M., Rozenberg O.A., Grizenko E.I., Posvyatenko E.K. The quality of the surface treated deforming broaching // Scientific thought. 1977. – p. 83–89. (Rus)
6. Dyachenko S.S., Doschechkina I.V. Materials Science // KHNADU. 2007. – p. 236–253. (Ukr)
7. Duryagina Z.A., Lizun O.Y. Alloys with special properties // Lviv Polytechnic. 2007. – p. 44–55. (Ukr)
8. Katsev P.G. Processing pulling: manual // Machine building. 1986. – p. 159–162. (Rus)

РЕФЕРАТ

Посвятенко Е.К. Відновлення деталей засобів транспорту із аустенітних сталей. / Е.К. Посвтенко, П.А. Аксьом // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розглядаються аустенітні сталі, їх особливості та сфери застосування в промисловості. Ці сталі володіють високими антикорозійними та зносостійкими властивостями та широко застосовуються в промисловості. В свою чергу, вони погано оброблюються та виготовляються ливарним способом.

Об’єкт дослідження – деталі засобів транспорту із аустенітних сталей.

Мета роботи – вивчення впливу різних параметрів на оброблюваність аустенітних сталей.

Метод дослідження – порівняльний аналіз параметрів процесу різання попередньо зміцнених та незміцнених аустенітних сталей.

Аустенітні сталі – це клас сталей, що містить велику кількість легуючих елементів та володіє певними характеристиками. Зокрема, високою жаростійкістю, корозостійкістю, пластичністю та міцністю. Легуючими елементами, переважно, виступають Cr, Ni, Mn, Mo, V, Ti, N, Si, B та Nb. Найпоширенішими марками аустенітних сталей є 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 40Х13, 316SS, РСА, 110Г13Л та інші.

Погана оброблюваність цих сталей обмежує коло їх застосування та збільшує вартість виготовлення та ремонту деталей із аустенітної сталі. З метою підвищення оброблюваності, досліджувався вплив попереднього деформування на оброблюваність деталей засобів транспорту із аустенітних сталей. Визначався вплив різних параметрів на процес різання. Зокрема, зміна переднього кута різального інструмента, швидкості різання, твердості та впливу мастильно-охолоджуючих рідин на усадку стружки та довжину її контакту з різальним інструментом.

Встановлено, що за певної комбінації даних параметрів, довжина контакту стружки зменшувалася, що в свою чергу зменшувало усадку стружки. Таким чином, поєднавши попереднє деформування та підібравши параметри процесу різання, можна значно підвищити оброблюваність аустенітних сталей.

Результати статті можуть бути застосовані при розробці математичних моделей, призначених для розрахункового визначення параметрів різання та методів попереднього зміцнення деталей із аустенітних сталей.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження – покращення оброблюваності деталей із аустенітної сталі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АУСТЕНІТНА СТАЛЬ, ОБРОБЛЮВАНІСТЬ, ЛЕГУВАННЯ, УСАДКА СТРУЖКИ, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, РІЗАННЯ, ХОЛОДНЕ ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ.

ABSTRACT

Posvyatenko E.K., Aksom P.A. Renovation of vehicle parts of austenitic steel. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article deals with austenitic steel, their features and areas of application in industry. These steels have high corrosion and wear-resistant properties and widely used in industry. In turn, they are poorly processed and manufactured casting method.

Object of the study – vehicle parts of austenitic steel.

Purpose of the study – study the effect of various parameters on the machinability of austenitic steels.

Method of the study – comparative analysis of cutting process parameters previously strengthening and consolidation of austenitic steels.

Austenitic steel - a class of steels containing a large amount of alloying elements and has certain characteristics. In particular, high heat resistance, noncorrodibility, ductility and strength. Alloying elements preferably act Cr, Ni, Mn, Mo, V, Ti, N, Si, B and Nb. The most common brands of austenitic steels are 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 40Х13, 316SS, РСА, 110Г13Л.

Poor machinability of steels restricts their use and increases the cost of manufacture and repair of parts of austenitic steel. In order to improve machinability, we studied the effect of deformation prior to the workability vehicle parts of austenitic steels. Determined the effect of various parameters on the cutting process. In particular, the replacement of the front corner of the cutting tool, cutting speed, hardness and influence of lubricating fluid to shrink chips and length of contact with the cutting tool.

Established that for certain combinations of these parameters, chip contact length decreases, which in turn reduce shrinkage chips. Consequently, combining preforging and selecting the parameters of the cutting process, we can significantly improve the machinability of austenitic steels.

The results of the article can be used in development of mathematical models intended for theoretical determination of cutting parameters and methods of the previous hardening of austenitic steels.

Forecast assumptions about the object of study – improve the machinability of austenitic steel parts.

KEYWORDS: AUSTENITIC STEEL, MACHINABILITY, ALLOYING, SHRINKAGE, COMPARATIVE ANALYSIS, MATHEMATICAL MODEL, CUTTING, COLD PLASTIC DEFORMATION.

РЕФЕРАТ

Посвятенко Е.К. Восстановление деталей средств транспорта из аустенитных сталей. / Е.К. Посвятенко, П.А. Аксьом // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассматриваются аустенитные стали, их особенности и сферы применения в промышлености. Эти стали имеют высокие антикоррозийные и износостойкие особенности и широко применяются в промышлености. В свою очередь, они плохо обрабатываются и производятся литейным способом.

Объект исследования – детали средств транспорта из аустенитных сталей.

Цель работы – изучение влияния разных параметров на обрабатываемость аустенитных сталей.

Метод исследования – сравнительный анализ параметров процесса резания предварительно упрочненных и неупрочненных аутенитных сталей.

Аустенитные стали – это класс сталей, которые имеют большое количество легирующих элементов и обладают определенными характеристиками. В частности, высокой жаростойкостью, коррозионной стойкостью, пластичностью и крепостью. Легирующими элементами, в основном, выступают Cr, Ni, Mn, Mo, V, Ti, N, Si, B и Nb. Наиболее распространенными марками аустенитных сталей есть 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 40Х13, 316SS, РСА, 110Г13Л и другие.

Плохая обрабатываемость этих сталей ограничивает круг их применения и повышает стоимость изготовления и ремонта деталей из аустенитной стали. С целью повышения обрабатываемости, исследовалось влияние предварительного деформирования на обрабатываемость деталей средств транспорта из аустенитной стали. Определялось влияние разных параметров на процесс резания. В частности, изменение переднего угла режущего инструмента, скорости резания, твёрдости, и влияния смазочно-охлаждающих жидкостей на усадку стружки и длину её контакта з режущим инструментом.

Определено, что при некоторой комбинации этих параметров, длина контакта стружки уменьшалась, что в свою очередь уменьшало усадку стружки. Таким образом, соединив предварительное деформирование и подобрав параметры процесса резания, можно существенно увеличить обрабатываемость аустенитных сталей.

Результаты статьи могут быть использованы при разработке математических моделей, предназначенных для расчетного определения параметров резания и методов предварительного укрепления деталей из аустенитных сталей.

Прогнозированные предположения о развитии объекта исследования – улучшение обрабатываемости деталей из аустенитной стали.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АУСТЕНИТАЯ СТАЛЬ, ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ, ЛЕГИРОВАНИЕ, УСАДКА СТРУЖКИ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, МАТЕМАТИЧЕСКА МОДЕЛЬ, РЕЗАНИЕ, ХОЛОДНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ.

АВТОРИ:

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380444108007, Україна, 04211, м. Київ, вул. Приозерна, 4а, кв. 54.

Аксьом Петро Андрійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: petro.aksom@gmail.com, тел. +380959404750, Україна, 89600, Закарпатська обл., м. Мукачево, вул. В.Стуса, 8, кв. 5.

AUTHOR:

Posvyatenko Eduard Karpovych, Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor of departments of manufacturing, repair and materials engineering, e-mail: natali1963@ukr.net, phone +380444108007, Ukraine, 04211, Kyiv, Priozerna str., 4a, f. 54.

Aksom Petro Andrijovych, National Transport University, post-degree student of departments of manufacturing, repair and materials engineering, e-mail: petro.aksom@gmail.com, phone +380959404750, Ukraine, 89600, Transcarpathian region, Mukachevo, V.Stusa str., 8, f. 5.

АВТОРЫ:

Посвятенко Эдуард Карпович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедение», e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380444108007, Украина, 04211, г. Киев, ул. Приозерная, 4а, кв. 54.

Аксём Петр Андреевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Производство, ремонт и материаловедение», e-mail: petro.aksom@gmail.com, тел. +380959404750, Украина, 89600, Закарпатская обл., г. Мукачево, ул. В. Стуса, 8, кв. 5.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Екології та безпеки життєдіяльності», декан Автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Клименко Сергій Анатолійович, доктор технічних наук, професор, заступник директора «Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України», Київ, Україна.

REVIEWER:

Mateichyk Vasil Petrovych, Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor of departments ecology and safety of vital functions, dean of the Automobile Mechanic Faculty, Kyiv, Ukraine.

Klimenko Sergey Anatolijovych, assistant director of V.Bakul Institute for Superhard materials NASU Ukraine, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.083 (075.8)
UDC 621.083 (075.8)

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПІДРОЗДІЛІВ З ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Савін Ю.Х., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Митко М.В., аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна

METHODICAL BASIS FOR DETERMINING THE FEASIBILITY OF ESTABLISHING PRODUCTION UNIT MAINTENANCE AND REPAIR ROLLING STOCK ON ROAD TRANSPORT ENTERPRISES

Savin Y.F, Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Mytko M.V., postgraduate, National Transport University, Kyiv, Ukraine

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Савин Ю.Ф., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Мытко Н.В., аспирант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглядалися питання в роботах таких науковців, як д.т.н., професор Курніков І.П., к.т.н., професор Напольський Г. М., к.т.н. Биличенко В.В., к.т.н. Омелянович О.Р. та іншими науковцями. Однак в більшості робіт питання удосконалення структури технічної служби розглядалися тільки в межах окремих виробничих об’єднань.

Перехід до регіональної інфраструктури з обслуговування і ремонту автомобілів дозволяє у багатьох випадках відмовитися від комплексних АТП, ширше використовувати принципи концентрації, спеціалізації та кооперування, зменшити капітальні витрати, більш ефективно використовувати існуючий виробничий потенціал, створити необхідні умови для повного забезпечення потреб власників транспортних засобів у виробничих послугах.

Згідно останніх публікацій розглядалася цільова функція визначення доцільності створення виробничого підрозділу з обслуговування та ремонту автомобілів технічної служби АТП, які можуть виконувати конкретний вид робіт, як на АТП так і на централізованих спеціалізованих виробництвах (ЦСВ).

Постановка завдання. Встановлення залежності для створення доцільності конкретного виробничого підрозділу технічної служби на АТП, де приймають за оптимальний критерій питомі витрати на ТО і поточний ремонт, які припадають на 1 людино – годину (люд. – год.) трудомісткості для даного виду робіт та визначають вартість однієї нормо – години для кожного виду робіт, при створенні виробничо – технічної бази на підприємствах автомобільного транспорту.

Викладення основного матеріалу. В останні роки на ринку транспортних послуг значно скоротились об’єми робіт, які виконуються автотранспортними підприємствами (АТП), що зумовлено загальним зниженням виробництва. Це негативно впливає на конкурентоспроможність найбільш розвинених АТП, так як необхідно утримувати свою виробничо – технічну базу (ВТБ).

Технічне обслуговування та ремонт рухомого складу на більшості атп здійснюється за технологічно замкненим циклом, тобто створюються всі виробничі підрозділи технічної служби підприємства та виконується весь перелік робіт з то і ремонту транспортних засобів.

В той же час проведені дослідження довели, що не завжди доцільно створювати всі виробничі підрозділи – роботи з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів можуть виконуватись як на втб комплексного атп, так і на базі залученого стороннього сервісного підприємства. При цьому основним критерієм, який визначає необхідність створення та утримання на атп певного виробничого підрозділу, є забезпечення економічної доцільності, тобто зниження експлуатаційних затрат на утримання транспортних засобів в роботоздатному стані. Таким чином, для забезпечення рівних умов конкуренції на ринку транспортних послуг структура атп повинна бути різною в залежності від потужності підприємства та обсягів робіт з то та ремонту транспортних засобів.

На теперішній час існує гостра потреба у створенні методики, яка б дозволила визначити раціональну структуру ВТБ певного АТП, що забезпечить максимальну економічну ефективність робіт з ТО і ремонту дорожніх транспортних засобів при одночасному дотриманні вимог до якості виконуваних робіт. Така методика повинна встановити функціональні залежності, які пов’язують об’єми робіт з ТО і ремонту автомобілів і з затратами на матеріальні та енергетичні ресурси. Вона також дозволить визначити види і об’єми робіт з ТО і ремонту, які можуть виконуватись із залученням спеціалізованих сервісних підприємств.

Доцільність включення певного виробничого підрозділу з ТО і ремонту автомобілів до складу АТП можна визначити шляхом порівняльного аналізу затрат на проведення на ньому конкретного виду робіт з обслуговування та ремонту із затратами на виконання того ж об’єму робіт на базі залученого сервісного підприємства. Загальна суть такого аналізу продемонстрована на (рис. 1).

Рисунок 1 – Залежність сумарних грошових затрат на виконання робіт з ТО і ремонту від їх об’єму:

1 – проведення всього об’єму робіт на ВТБ комплексного АТП;
2 – проведення робіт із залученням сервісного підприємства.

Графік 1 має ступінчастий характер внаслідок зміни чисельності персоналу, кількості необхідного технологічного обладнання і виробничих площ по мірі зростання об’ємів робіт. Графік 2 представляє собою лінійну залежність затрат від об’ємів робіт.

На (рис. 1) видно, що в точці перетину обох графіків (точка О) існує граничне значення об’єму робіт T_o, при якому величина затрат на їх проведення $З_o$, на власній ВТБ підприємства стає рівною затратам на проведення того ж об’єму робіт разом із сервісним підприємством.

З (рис. 1) також видно, що при фактичні трудомісткості робіт $T_i < T_o$, доцільно залучати сторонні сервісні підприємства, а не облаштовувати певні види виробничих підрозділів на АТП. При цьому виникає можливість зменшити затрати на величину $\Delta З_i$. За умови зростання трудомісткості до рівня $T_i > T_o$ більш доцільним буде створення підрозділів, які будуть задовольняти власні потреби АТП.

Крім того, за несприятливих умов на ринку транспортних послуг слід передбачити можливість перепрофілювання автотранспортних підприємств, які мають розвинену ВТБ. Тоді на (рис. 1) можна буде зобразити графік, який би ілюстрував можливість технічної служби АТП виконувати ТО і ремонт не тільки автомобілів, що знаходяться на балансі підприємства, але й надавати аналогічні послуги іншим власникам транспортних засобів.

Граничне значення об’єму робіт T_o можна визначити із наступного рівняння:

$$З_{АТП}(T_o) - З_{ЦСВ}(T_o) = 0,$$

де $З_{АТП}(T_o)$ – залежність сумарних затрат на виконання робіт на ВТБ комплексного АТП від об’єму цих робіт;

$З_{ЦСВ}(T_o)$ – залежність сумарних затратна виконання робіт при залученні централізованих спеціалізованих виробництв (ЦСВ) від об’єму цих робіт.

Структура затрат на виконання робіт з ТО і ремонту транспортних засобів на ВТБ комплексного АТП відображена на (рис. 2).

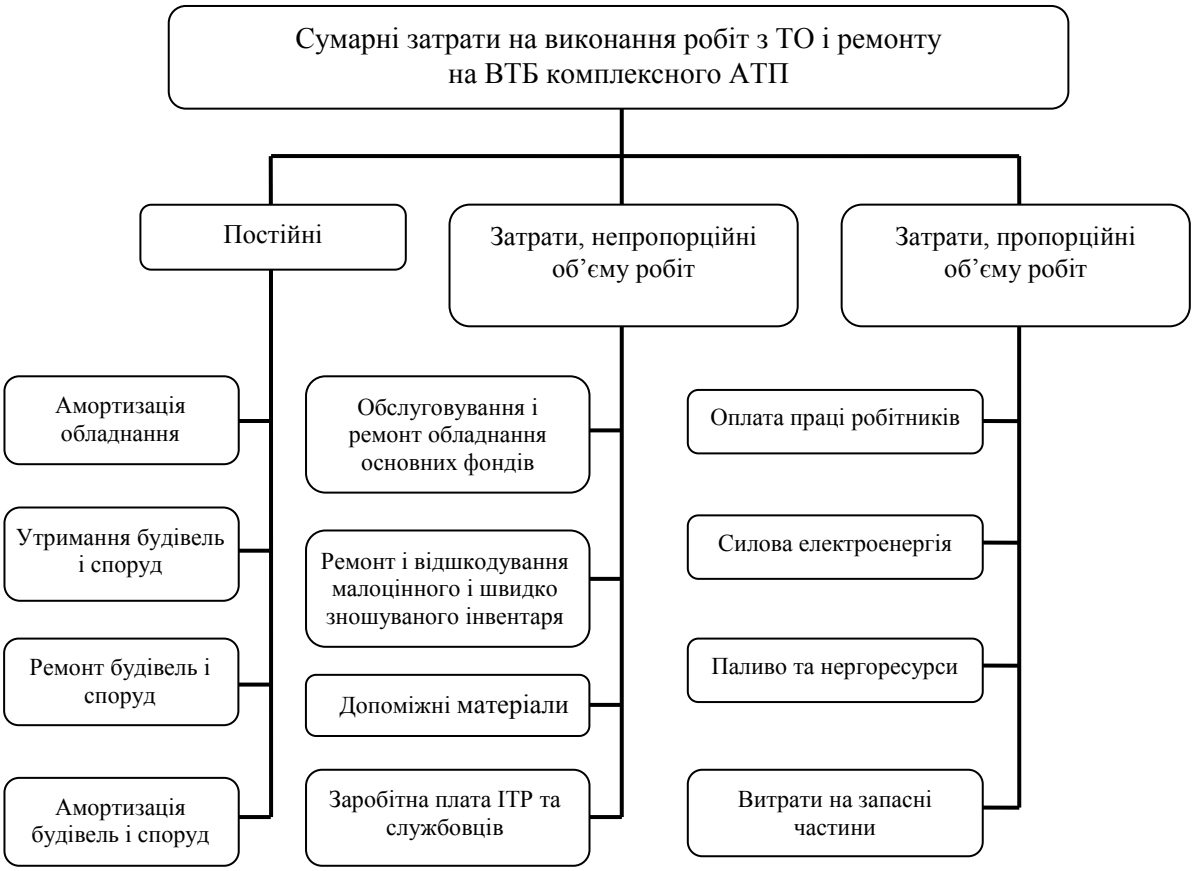


Рисунок 2 – Структура затрат на виконання робіт по ТО і ремонту на ВТБ комплексного АТП

Проаналізувавши (рис. 2) можна розділити статті затрат на три категорії:

1) затрати, які не залежать від об’єму робіт – вони визначаються мінімально необхідним переліком технологічного обладнання, виробничого і господарчого інвентаря у відповідності до технологічних процесів, а також необхідною площею виробничого приміщення;

2) затрати, не пропорційні об’єму робіт – вони визначаються за допомогою застосуванням усереднених поправочних коефіцієнтів.

3) затрати, пропорційні об’єму робіт – вони визначаються із урахуванням впливу степені завантаження обладнання, витрат електроенергії та енергоносіїв.

При спільній діяльності АТП і ЦСВ затрати на ТО і ремонт транспортного складу прямо пропорційні об’єму робіт. Розрахункова формула має вигляд:

$$З_{ЦСВ} = T_i \cdot K \cdot C_{нг},\ \text{грн.};$$

де $C_{нг}$ – середня вартість нормо – години послуг сервісного підприємства грн.;

K – поправочний коефіцієнт, який враховує накладні витрати;

T_i – об’єм робіт люд – год.

Використовуючи запропоновану методику для умов конкретного АТП дасть змогу на основі чисельного значення критерії оцінки ефективності виконання робіт З ТО і ремонту автомобілів визначити раціональну структуру його ВТБ. Це відповідно, підвищить ефективність роботи підприємства, оптимізує ВТБ і допоможе виявити перспективні напрямки взаємодії транспортних підприємств і централізованих спеціалізованих виробництв з ТО і ремонту автомобілів.

Висновок. Завдяки різній структурі технічної служби підприємств АТП малої, середньої, великої потужності та обсягу робіт з ТО і ремонту транспортних засобів, можуть забезпечувати однакові умови конкуренції на ринку транспортних послуг. Таким чином, першочерговим завданням

при вирішенні питання задоволення попиту на послуги з обслуговування і ремонту транспортних засобів є використання існуючих виробничих потужностей АТП різних відомств, тобто необхідна трансформація відомчих виробничих інфраструктур у регіональну структуру.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Канарчук В.Є. Виробничі системи на транспорті / В.Є. Канарчук, І.П. Курніков. – К.: Вища шк., 1997. – 359 с.
2. Кузнецов Е.С. Производственная база автомобильного транспорта / Е.С. Кузнецов, И.П. Курников. – М.: Транспорт, 1988. – 231с.
3. Курников И.П. Развитие производственно – технической базы автомобильного транспорта / И.П. Курников, Е.С. Кузнецов. – К.: Выща шк., 1989 – 150 с.
4. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г.М. Напольский. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП – 01 – 91. – М.: Гипроавтотранс., 1991. – 184 с.
6. Клейнер Б.С. Проблемы управления технической службой на автомобильном транспорте / Б.С. Клейнер. – М. 1977. – 406 с.
7. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.:Транспорт. 1986. – 72 с.
8. Рекомендации по совершенствованию работы инженерно – технической службы. / Минавтранм УССР. – К.: 1988. – 91с.

REFERENCES

1. Kanarchuk V.E., I.P. Kurnikov. Manufacturing Systems Transport. Kyiv: Higher school., 1997. P. 359. (Ukr)
2. Kuznetsov E.S., Kournikov Y.P. Productive base of automobile transport. Moscow: Transport, 1988. P. 231. (Rus)
3. Kournikov Y.P., Kuznetsov E.S., The development of production – technical base automobile transport. Kyiv. :Higher school., 1989. P. 150. (Ukr)
4. Napolskyy G.M. Technological designing motor transportenterprises and technical of service stations. Moscow: Transport, 1993. P. 271. (Rus)
5. All – Union norms technical designing automobile transport enterprises: ONTP – 01 – 91. Moscow: Hyproavtotrans., 1991. P. 184. (Rus)
6. Kleiner B.S. Problems Control technical Services on automobiletransport. Moscow., 1977. P. 406. (Rus)
7. Situation of technical maintenance and repairs composition mobileautomobile transport. Moscow: Transport. 1986. P. 72. (Rus)
8. Recommendations for Improvement engineering work – Technocal service. Mynavtranm the USSR. Kyiv: 1988. P. 91. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Савін Ю.Х. Методичні основи визначення доцільності створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту рухомого складу на підприємствах автомобільного транспорту / Ю.Х. Савін, М.В. Митко, // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлена залежність сумарних грошових затрат від їх об’єму, а також структура виконання робіт з ТО і ремонту транспортних засобів на виробничо – технічній базі (ВТБ) комплексного АТП, яка враховує три статті затрат.

Об'єкт дослідження – структура виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів на автотранспортних підприємствах.

Метою роботи є удосконалення структури виробничих підрозділів.

Метод дослідження – економічний аналіз і математичне моделювання процесів функціонування виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту транспортних засобів.

На основі порівняльного аналізу при проведенні конкретного виду робіт з обслуговування та ремонту на певному підрозділі з ТО і ремонту на АТП із затратами на виконання того ж об’єму робіт на базі залученого сервісного підприємства, було визначено доцільним включення виробничого підрозділу з ТО і ремонту автомобілів до складу АТП.

Категорії затрат на виконання робіт з ТО і ремонту транспортних засобів на ВТБ комплексного АТП:

1) затрати, які не залежать від об’єму робіт – до них відносяться: необхідне обладнання, виробничий і господарчий інвентар у відповідності до технологічних процесів, та площа виробничого приміщення;

2) затрати, не пропорційні об’єму робіт – до них відносяться затрати, які визначаються за допомогою усереднених поправочних коефіцієнтів;

3) затрати, пропорційні об’єму робіт – до них відносяться затрати, які визначаються при урахуванні завантаженості обладнання, витрат електроенергії та енергоносіїв.

При спільній діяльності АТП і ЦСВ затрати на ТО і ремонт транспортного складу прямо пропорційні об’єму робіт.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИРОБНИЧО – ТЕХНІЧНА БАЗА (ВТБ), АВТОТРАНСПОРТНІ ПІДПРИЄМСТВА (АТП), ЦЕНТРАЛІЗОВАНО СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИРОБНИЦТВА (ЦСВ), ЗАТРАТИ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ (ТО), РЕМОНТ, ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ, АВТОМОБІЛІ.

ABSTRACT

Savin Y.F., Mytko N.V. Methodological basis for determining the feasibility of establishing production units for maintenance and repair of rolling stock in enterprises of motor transport. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

In the article the dependence of total cash costs of their volume and structure of work and repair of vehicles on the production – technical base (VTB) integrated ATP, which takes into account three articles costs.

The object of study – the structure of production units for maintenance and repair of motor vehicles on enterprises.

The aim is to improve the structure of production units.

The method of research – economic analysis and mathematical modeling of functioning of production units for maintenance and repair of vehicles

Based on comparative analysis during specific type of maintenance work and repairs on a particular section of maintenance and repair costs from the ATP to perform the same amount of work involved in service – based enterprises were identified appropriate inclusion of the production unit and repair of motor vehicles to of ATP.

Categories of expenses for works of service and repair vehicles for VTB complex ATP:

1) costs that do not depend on the amount of work – these include: the necessary equipment, the Economic and industrial equipment in accordance with the processes, and area of production facilities;
2) costs disproportionate amount of work – these are the costs that are determined using the average correction factors;
3) costs proportional to the volume of work – these are the costs that are defined in the account of utilization of equipment, cost of electricity and energy.

With joint activities TSSV ATP and maintenance costs and repair vehicle directly proportional to the volume of work.

KEYWORDS: PRODUCTION – TECHNICAL BASE (VTB), TRUCKING COMPANIES (ATP), CENTRALIZED SPECIALIZED PRODUCTION (TSSV), COSTS, MAINTENANCE (MAINTENANCE), REPAIR, VEHICLES, CARS.

РЕФЕРАТ

Савин Ю.Ф. Методические основы определения целесообразности создания производственных подразделений по обслуживанию и ремонту подвижного состава на предприятиях автомобильного транспорта / Ю.Х. Савин, М.В. Мытко, // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье представлена зависимость суммарных денежных затрат от их объема, а также структура выполнения работ по ТО и ремонту транспортных средств на производственно – технической базе (ПТБ) комплексного АТП, которая учитывает три статьи затрат.

Объект исследования – структура производственных подразделений по обслуживанию и ремонту автомобилей на автотранспортных предприятиях.

Целью работы является совершенствование структуры производственных подразделений.

Метод исследования – экономический анализ и математическое моделирование процессов функционирования производственных подразделений по обслуживанию и ремонту транспортных средств.

На основе сравнительного анализа при проведении конкретного вида работ по обслуживанию и ремонту на определенном подразделении по ТО и ремонту на АТП с затратами на выполнение того же объема работ на базе привлеченного сервисного предприятия, было определено целесообразным включение производственного подразделения по ТО и ремонту автомобилей в состава АТП.

Категории затрат на выполнение работ по ТО и ремонту транспортных средств на ВТБ комплексного АТП:

1) затраты, не зависящие от объема работ – к ним относятся: необходимое оборудование, производственный и хозяйственный инвентарь в соответствии с технологических процессов, и площадь производственного помещения;

2) затраты, не пропорциональны объему работ – к ним относятся затраты, которые определяются с помощью усредненных поправочных коэффициентов;

3) затраты, пропорциональные объему работ – к ним относятся затраты, которые определяются при учете загруженности оборудования, затрат электроэнергии и энергоносителей.

При совместной деятельности АТП и ЦСВ затраты на ТО и ремонт транспортного состава прямо пропорциональны объему работ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОИЗВОДСТВЕННО – ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА (ПТБ), АВТОТРАНСПОРТНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ (АТП), ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАНОЕ ПРОИЗВОДСТВО (ЦСП), ЗАТРАТЫ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ (ТО), РЕМОНТ, ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, АВТОМОБИЛИ.

АВТОРИ:

Савін Юрій Хомич, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: ghsavin@gmail.com, тел. (044)2805621, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 410.

Митко Микола Васильович, аспірант, Національний транспортний університет, кафедри «Технічної експлуатації автомобілів та автосервісу», e-mail: mytko_83@mail.ru, тел. (044)2805621, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 410.

AUTHOR:

Savin Yuri F., Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of "Technical operation of cars and car services», e-mail: ghsavin@gmail.com, tel. (044) 2805621, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov, 1, k. 410.

Mytko Nikolai V., a graduate student, National Transport University, the department "Technical operation of cars and car services», e-mail: mytko_83@mail.ru, tel. (044) 2805621, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov, 1, k. 410.

АВТОРЫ:

Савин Юрий Хомич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», e-mail: ghsavin@gmail.com, тел. (044)2805621, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 410.

Мытко Николай Васильевич, аспирант, Национальный транспортный университет, кафедры «Технической эксплуатации автомобилей и автосервиса», e-mail: mytko_83@mail.ru, тел. (044)2805621, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 410.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінниця, Україна.

REVIEWER:

Mateychyk V.P. Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor, dean of the facultymechanic, Kyiv, Ukraine.

Bilichenko V.V., Ph.D., Engineering (Dr.), Vinnytsia National Technical University, professor, head of cars and transport management, Vinnytsa, Ukraine.

УДК 629.341
UDC 629.341

PROEKOLOGICZNE I ENERGOOSZCZĘDNE SYSTEMY SZYBKIEGO ŁADOWANIA PRĄDEM STAŁYM AUTOBUSÓW ELEKTRYCZNYCH I HYBRYDOWYCH

PYĆ Marcin, dr inż., Uczelnia Wyższa im. Edwarda Herzberga, Grudziądz, Polska
WOJEWODA Paweł, dr inż. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ДЛЯ ШВИДКОЇ ЗАРЯДКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ГІБРИДНИХ АВТОБУСІВ

ПИЧЬ Марцін, доктор інженер, Університет ім. Едварда Герцберга, Грудзьондз, Польща
ВОЄВОДА Павел, доктор інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

ECOLOGICAL AND ENERGY EFFICIENT DC FAST-CHARGING SYSTEMS OF ELECTRIC AND HYBRID BUSES

PYC Marcin, Ph.D., University of Edward Herzberg, Grudziadz, Poland
WOJEWODA Pawel, Ph.D., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Volvo Bus Corporation i szwajcarska grupa ABB współpracują w celu opracowania i komercjalizacji technologii dla autobusów hybrydowych i elektrycznych, która na bazie otwartych standardówwykorzystuje system szybkiego ładowania prądem stałym. Autobusy będą szybko ładowane na przystankach autobusowych przez automatycznysystem połączeń montowany na dachu autobusuACS (Automatic Roof-Top Connection System) lub poprzez przewodowe ładowaniew zajezdni autobusowej w godzinach nocnych.

Pierwszy wspólny projekt, do systemu transportu publicznego w Luksemburgu, obejmuje wdrożenie automatycznych ładowarek e-bus do 12 metrowychautobusów hybrydowych Volvo plug-in, które będą obsługiwane przez firmę Sales-Lentz i uruchamiane na istniejących publicznych liniach autobusowych.

Volvo Bus planuje dostarczyć pierwsze sześć hybryd plug-in w 2015 roku, a sześć kolejnych w 2016 roku.

AutobushybrydowyVolvo, który oficjalnie zadebiutuje we wrześniu na targach IAA w Hanowerze w Niemczech, jest wyposażony w 150 kW (70 kW mocy ciągłej) silnik elektryczny zasilany napięciem 600 V, akumulator litowo-jonowy (19 kW·h), a także silnik wysokoprężny o pojemności 5.1 lspełniający normę Euro 6, którycharakteryzuje się mocą 240 KM (179 kW) i momentem obrotowym 918 Nm.

Z doniesień rzecznika firmy Volvo wynika, że nadal będzie onarozwijać system modułowy z niestandardowych zespołów dla celów, takich jak:napęd hybrydowy z silnikiem o zapłonie samoczynnym,napęd czysto elektryczny, urządzenia do magazynowania energii, oraz przekształtników energoelektronicznych.

Autobus może w trybie elektrycznym przejechać około 7 km i w zależności od cyklu jezdnego powoduje zmniejszenie zużycia energii o 60% i emisji CO_2 o 75% w porównaniu z konwencjonalnym autobusem z silnikiem o zapłonie samoczynnym.

Firma Volvo Bus zamierza rozpocząć produkcję komercyjną autobusów hybrydowych plug-in pod koniec 2015 roku i zamierza dostarczyć nowy asortyment autobusów w rozmiarach od 10,5 m i dłuższych.

Pierwsze elektryczne autobusy spółka rozpocznie produkować w czerwcu 2015 w ramach projektu energii elektrycznej w Göteborg w Szwecji. Prognozują zmniejszenie o 80% zużycia energii i 99% redukcji emisji CO_2.Rozwiązanie szybkiego ładowania z Volvo jest inne niż system Flash Charging grupy ABB opracowany dla autobusów elektrycznych działających w ramach projektu pilotażowego TOSA(TrolleybusOptimisation SystemAlimentation) w Genewie, w Szwajcarii [5].

System flash charging grupy abb. Grupa ABB opracowała nową technologię doładowania-ładowania (Flash Charging), w postaci elektrycznego systemu autobusowego szybkiego ładowania, pracującego bez napowietrznych przewodów.

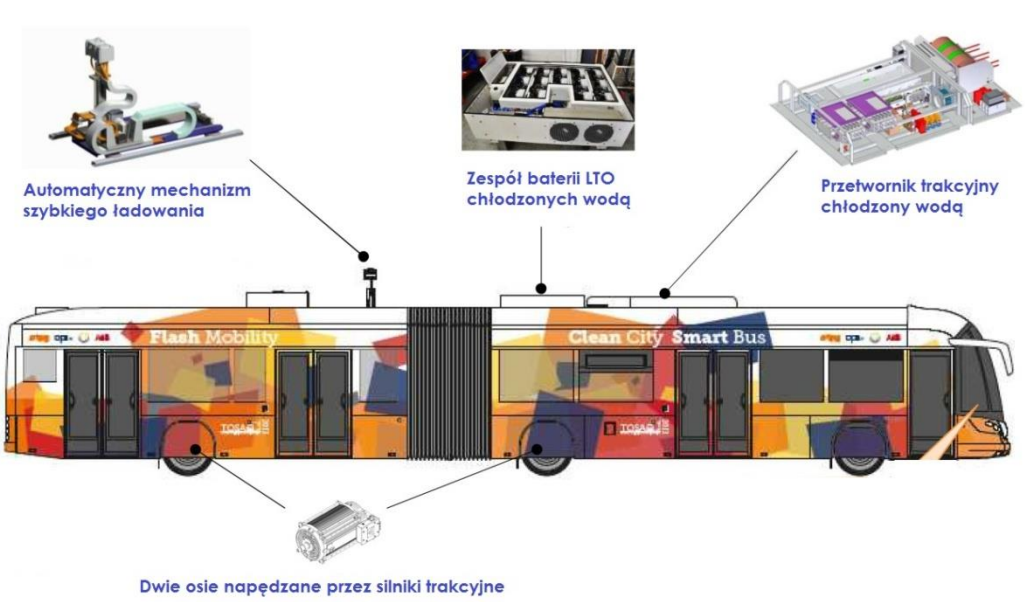
Рис. 1. Widok autobusu z systememszybkiego ładowania na przystankach grupy ABB [5]

Nowa technologia doładowania-ładowania zostanie wdrożona po raz pierwszy w elektrycznym autobusie o dużej pojemności, który będzie mógł przewozić do 135 pasażerów. Autobus będzie pobierał energię elektryczną bezpośrednio na niektórych przystankach w czasie 15 sw oparciu o nowy typ automatycznego mechanizmu szybkiego ładowania, a pasażerowie w tym czasie będą wchodzić i wychodzić z autobusu. Szybkie ładowanie baterii odbywać się będzie na co trzecim lub czwartym przystanku autobusowym na trasie projektu pilotażowego, który biegnie od lotniska w Genewie i międzynarodowego centrum wystawowego w mieście Palexpo.

Rys. 2. System grupy ABB wykorzystuje laser do sterowania ruchomego ramienia, które łączy się z górnym gniazdem do ładowania na przystankach autobusowych [5]

Stacje ładowania dostępne będą w różnych rozmiarach dostosowane do wymagań konkretnego przystanku autobusowego.

Przez technologię Flash Charging grupa ABB jest w stanie pilotować nową generację elektrycznych autobusów dla miejskiego transportu masowego. Ten projekt może utorować drogę do przejścia na bardziej elastyczne, ekonomiczne, infrastruktury transportu publicznego i przyczynić się do ograniczenia zanieczyszczenia powietrza i minimalizacji hałasu.



Rys. 3. Rozkład zespołów systemufirmy ABB [5]

Technologia szybkiego ładowania Flash Chargingzastosowana w tym projekcie została opracowana przez grupęABB i zoptymalizowana pod kątem wysokiej częstotliwości linii autobusowych w kluczowych obszarach miejskich oraz transportu dużej liczby pasażerów w godzinach szczytu. Baterie pokładowe można doładować w ciągu 15 sekund energią o wartości 400 kW na wybranych przystankach, natomiast na końcu linii autobusowej następuje pełne naładowanie akumulatoróww ciągu od 3 do 4 min.

Rys. 4. Zespół 14 baterii LTO (LithiumTitanateOxide)połączonych szeregowo, chłodzonych wodą, o pojemności energetycznej 38 kW·h. [5]

Nowatorski elektryczny system magazynowania energii umożliwia napęd autobusu korzystając z energii urządzenia ładowania, zamontowanego na dachu, wraz z możliwością wykorzystania energii hamowania pojazdu, magazynując ją w kompaktowych bateriach oraz wykorzystania jej do zasilania urządzeń pomocniczych oraz takich jak oświetlenie wnętrza autobusu.

TOSA to projekt o zerowej emisji dwutlenku węgla, energia elektryczna wykorzystywana do zasilania stacji ładowania podobno pochodzi w całości z czystej energii wodnej. Czas ładowania piętnastosekundowy nie koliduje z harmonogramem jazdy autobusów, a sam system oferuje korzyści estetyczne i operacyjne, np.: likwidacja linii napowietrznych nie tylko zmniejsza wizualny bałagan w krajobrazie miejskim, ale zapewnia również większą elastyczność trasy.

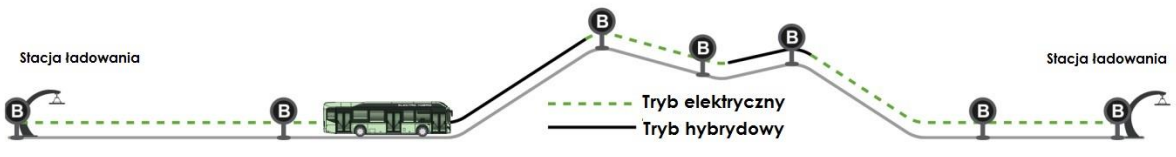
System wykorzystuje laser do sterowania ruchomego ramienia, które łączy się z górnym gniazdem do ładowania na przystankach autobusowych, zamiast zwykłych pantografów do linii napowietrznych. Grupa ABB wykorzystała swoje doświadczenie w sektorze przemysłu kolejowego przenosząc technologię do sektora publicznego transportu zbiorowego [5].

System szybkiego ładowania ACS firmy Volvo. Ten nowy system firmy Volvo opiera się na wiedzy zdobytej na bazie projektu TOSA, a także wykorzystuje automatyczne ładowanie bez prowadzenia sieci elektrycznej napowietrznej, ale nie jest to system szybkiego ładowania typu Flash Charging.

Rys. 5. Autobus szybko ładowany na przystankach autobusowych przez automatyczny system połączeń montowany na dachu autobusu ACS (Automatic Roof-Top Connection System)[2, 5]

Według projektu TOSA, "zastrzyk energii”o wartości 400 kW doładowuje akumulatory pokładowe autobusu w 15 s na pośrednich przystankach; doładowanie jest wymagane co 1 do 1,5 km, lub co dwa, trzy przystanki. Na przystanku końcowymautobus z systemem szybkiego ładowania TOSA pobiera w 3 do 4 minut energię rzędu 200 kW, a w zajezdniautobusowej ładowanie trwa około 30 minut w przy poborze mocy ok. 50 kVA.

Rys. 6. System ACS (Automatic Roof-Top Connection System)zamontowany na dachu autobusu Volvo[2, 5]



Rys. 7. Tryby pracy autobusu hybrydowego Volvo z systemem szybkiego ładowania prądem stałym na przystankach autobusowych[2, 5]

Do projektu Volvo, ładowanie jest wymagane co 7 km w przypadku autobusu hybrydowego i co 15 km dlaautobusu elektrycznego. Wymagania energetyczne są niższe dla autobusówhybrydowych i wynoszą 150 kW, natomiast dlaautobusów elektrycznych 300 kW. Czas ładowania wynosi od 2 do 6 min w ciągu dnia, w zależności od konfiguracji magistrali Volvo dostępnej w punktach końcowych trasy.

Nocne ładowanie autobusu Volvo (tzw. uzupełniające ładowanie baterii) zajmie około od 2 do 4 godzin, w zależności od konfiguracji szybkiej ładowarki. Dzięki temu na zajezdniautobusowej będzie można stosować szybkie ładowarki o niższych mocach.

Standaryzacja automatycznego szybkiego ładowania prądem stałym jest kluczowym elementem projektu Volvo. Poszczególne obszary, które zostaną zbadane to protokół komunikacyjny pomiędzy infrastrukturą rozwiązania ładowania na przystanku i interfejsem elektrycznym e-bus i specyfikacją ACS, który znajduje się na dachu autobusu i automatycznie łączy się z szybką ładowarką na wybranych przystankach ładowania.

Standard ładowania elektrycznego autobusu wg ABB będzie w dużej mierze opierał się na przyjętej niedawnopowszechnej normieszybkiego ładowania dla samochodów osobowych. Ich szybka ładowarka wykorzystuje protokół z CCS (CombinedChargingStandard) (EN61851-23).

Standardowy protokół Volvo i grupy ABB przedstawia optymalne dopasowanie do ładowarki e-busw standardzie CCS, który jest również respektowany przez organizację SAE.Innym elementemsystemu jest czterobiegunowypantograf i standard komunikacji bezprzewodowej. Wysiłki normalizacyjne dla systemu ładowania e-buszostaną zatwierdzone poprzez Międzynarodową Komisję ElektrotechnicznąIEC (International ElectrotechnicalCommission) i Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Publicznego UITP (International Association of Public Transport), a w późniejszym czasie inne organizacje jak SAE (Society of Automotive Engineers) [2, 5].

Podsumowanie. Zadaniem transportu miejskiego jest zapewnienie wygodnych warunków przemieszczania się w mieście. Rozwój komunikacji publicznej to stała troska o pasażerów starszych, niepełnosprawnych oraz wszystkich tych, którzy mają trudności w przemieszczaniu się. Proekologicznym zadaniem transportu jest powstrzymywanie nadmiernego rozwoju motoryzacji oraz zapobieganie jego negatywnym skutkom, takim jak wzrost zanieczyszczenia powietrza, wzrost poziomu hałasu i nadmierne zatłoczenie dróg [1, 3, 4].

Wybór przez przewoźnika środków transportu w postaci autobusów hybrydowych i elektrycznych wiąże się z właściwą decyzją dotyczącą systemu ładowania tychże autobusów. Jest to kwestia związana z analizą ograniczeń czasowych ładowania i topografii terenu trasy autobusów. W przypadku, gdy przewoźnik ma zapewnić przerwy nie dłuższe niż minutę na wszystkich przystankach, to system TOSA jest bardziej odpowiedni. Może on wystąpić w przypadku transportu między terminalami w portach lotniczych, ale także w centrach miast o dużym natężeniu ruchu o małych odległościach między przystankami autobusowymi.Bardziej ekonomiczne jest użycie systemu Volvo, gdy przewoźnik posiada duże odległości między przystankami np.: w wielu zabytkowych miastach byłoby nie opłacalne instalowanie dużej ilości stacji ładowania z powodu ingerencji w zabytki lub innych ograniczeń architekturalnych.Oba systemy mogą współistnieć w tym samym mieście na różnych trasach w zależności od potrzeb przewoźnika świadczącego usługi autobusowe [2, 5].

Wraz z rozwojem motoryzacji należy dynamicznie rozwijać system transportu publicznego, wprowadzając szereg nowinek i udogodnień. Bardzo ważną częścią rozwoju układu transportowego miasta jest takie jego kształtowanie, by transport publiczny był uprzywilejowany względem pozostałych użytkowników ruchu i konkurował ze stale zwiększającą się liczbą samochodów poruszających się po mieście. Inwestycje w zapewnienie priorytetów dla komunikacji miejskiej przyczyniają się do wzrostu udziału podróży transportem publicznym i jednocześnie do spadku zatłoczenia dróg w mieście [1, 3, 4].

LITERATURA

[1] Lew K., Wojewoda P.: Napęd hybrydowy w autobusach miejskich jako rozwiązanie konstrukcyjne zmniejszające negatywne oddziaływanie transportu miejskiego na środowisko. [w:] Lejda K. (red.): Systemy i środki transportu samochodowego – wybrane zagadnienia, Seria: Transport, Nr 5, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2014, s. 183-190.

[2] Materiały informacyjne firmy Volvo Bus.

[3] Pyć M.,Wojewoda P.:Analiza konstrukcyjna i funkcjonalna współczesnych autobusów w miejskim transporcie publicznym. [w:] Lejda K. (red.): Systemy i środki transportu samochodowego – wybrane zagadnienia, Seria: Transport, Nr 4, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2013, s. 151-166.

[4] Pyć M., Wojewoda P.: Analiza wybranych problemów ergonomii bezpieczeństwa w autobusach miejskich. ВисникНаціональногоТранспортногоУніверситетую. No. 30, Kijów 2014, s. 296-306.

[5] www.sae.org.

STRESZCZENIE

PYĆ Marcin. Proekologiczne i energooszczędne systemy szybkiego ładowania prądem stałym autobusów elektrycznych i hybrydowych /PYĆ Marcin, WOJEWODAPaweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. - № 32.

Artykuł przedstawia proekologiczne i energooszczędne systemyszybkiego ładowaniaprądem stałym autobusów elektrycznych i hybrydowych na przystankach autobusowych i w zajezdniach.Analizy rozwiązań dokonano na bazie systemu Flash Charging grupy ABB i systemuszybkiego ładowania ACS firmy Volvo. Ponadto przedstawiono efekty ekologiczne zastosowania tych systemów w miastach.

РЕФЕРАТ

ПИЧЬ Марцін. Екологічні та енергоефективні системи постійного струму для швидкої зарядки електричних та гібридних автобусів / ПИЧЬ Марцін, ВОЄВОДАПавел // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті представлені екологічно чисті та енергозберігаючі системи постійного струму для швидкої зарядки електромобілів і гібридних автобусів на зупинках і складів. Аналіз системи був зроблений на основі ABB Flash Charging і швидкої система зарядки ACS Volvo. Крім того, оцінено екологічний ефект від використання цих систем в містах.

ABSTRACT

PYC Marcin, WOJEWODA Pawel. Ecological and energy efficient dc fast-charging systemsof electric and hybrid buses. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the environmentally friendly and energy-efficient DC fast charging systems of electric and hybrid buses at bus stops and depots. Analysis of the system was made on the basis of ABB Flash Charging and fast charging system ACS Volvo. In addition, the application presents the ecological effects of these systems in cities.

AUTORZY:

PYĆ Marcin, Dr inż., Uczelnia Wyższa im. Edwarda Herzberga, ul. gen. Józefa Hallera 32, 86-300 Grudziądz, Polska

WOJEWODA Paweł, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ПИЧЬ Марцін, доктор інженер, Університет ім. Едварда Герцберга, вул. Бут. Юзеф Галлер 32, 86-300 Грудзьондз, Польща

ВОЄВОДА Павел, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

PYC Marcin, PhD., University of Edward Herzberg, Józef Haller 32, 86-300 Grudziadz, Poland

WOJEWODA Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор технічних наук, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

СахноВ.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.017
UDC 629.017

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ ОСНОВНИХ ЧАСТИН АВТОПОЇЗДІВ ТА ЕКСПЕРТНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН ЗМІНИ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Поляков В.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сакно О.П., кандидат технічних наук, Військова академія, м. Одеса, Україна
Лисий О.В., Військова академія, м. Одеса, Україна

THE RESEARCH OF SERVICE LIFE OF MAJOR UNIT ASSEMBLIES OF ROAD TRAIN AND THE EXPERTISE OF EXPERT ANALYSIS OF CAUSES OF CHANGES OF THEIR TECHNICAL STATE

Sakhno V.P., Dh.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Poliakov V.M., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sakno O.P., Ph.D., Military Academy, Odesa, Ukraine
Lysyi O.V., Military Academy, Odesa, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ АВТОПОЕЗДОВ И ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Сахно В.П.,доктор технических наук,Национальный транспортный университет, Киев,Украина
Поляков В.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сакно О.П., кандидат технических наук, Военная академия, Одесса, Украина
Лысый А.В., Военная академия, Одесса, Украина

Постановка проблеми. Помітне зростання обсягів перевезення вантажів у країні за останні роки в значній мірі забезпечується збільшенням потужності парку автопоїздів з тягачами. Ефективність, як ступінь реалізації ресурсів, на прикладі автопоїздів з тягачами характеризується показниками: використання ресурсів автомобілів – продуктивності, потужності, вантажопідйомності, фонду робочого часу; економічності; безпеки; екологічності.

Аналіз останніх публікацій. Аналіз експлуатації автопоїздів з тягачами щодо перевезень вантажів по Одеській області показав досить низьку ефективність їх використання – позапланові простої автомобілів досягають 30% і більше. Аналогічні дані були отримані й іншими дослідниками [1-3]. Однією з основних причин такої ситуації є недосконалість системи технічної експлуатації (ТЕ).

Мета роботи – проаналізувати ресурсу основних частин автопоїздів та виконати експертний аналіз причин зміни їх технічного стану.

Результати досліджень. Під ТЕ автопоїздів розуміють комплексну систему організаційно-технічних заходів, що забезпечують їх працездатність при безпечному використанні за функціональним призначенням з урахуванням мінімальних впливів на навколишнє середовище. Для забезпечення працездатності автопоїздів було проаналізовано ресурс їх основних частин (дані ТОВ «Зенал» автопоїздів з тягачами марок DAF і Volvo).

Планування обробки статистичних даних включало складання матриці плану експерименту щодо даних фактичного ресурсу основних частин автомобілів і визначення необхідної кількості вимірів результативного параметра в кожному рядку матриці плану [4-7]. В обробці використовували дані ресурсу основних частин автомобілів на момент експлуатації в АТП.

Практична обробка статистичних даних реалізована за допомогою електронної таблиці «Аналіз даних Microsoft Excel» [6]. Обробка містила розрахунок статистичних характеристик: середнє значення; середнє квадратичне відхилення середнього; середнє квадратичне відхилення; дисперсія; коефіцієнт варіації; асиметрія; ексцес; X_{min}; X_{max}.

Виділено основні елементи автопоїздів з тягачами марок DAF і Volvo (дані ТОВ «Зенал» представлені в табл. 1).

Таблиця 1 – Дані напрацювання на відмову основних агрегатів автопоїздів з тягачами марок DAF і Volvo

Основні агрегати, частини автопоїздів	Наробок на відмову, км	Інтенсивність потоку відмов, км$^{-1}$	Інтенсивність відновлення, год.$^{-1}$
Двигун	1000000	10^{-6}	0,027027
Паливний насос	1000000	10^{-6}	0,192308
Ходова частина	100000	10^{-5}	0,066667
Рульове управління	120000	$8,3x10^{-6}$	0,095238
Гальмівна система	120000	$8,3x10^{-6}$	0,066667
Електрообладнання	120000	$8,3x10^{-6}$	0,178571
Коробка передач (механічна)	60000	$1,67x10^{-5}$	0,083333
Зчеплення	240000	$4,17x10^{-6}$	0,222222
Головна передача	1000000	10^{-6}	0,181818
Шина Michelin	180000	$5,56x10^{-6}$	0,833333
Шина Goodyear	180000	$5,56x10^{-6}$	0,833333
Шина (Китай)	120000	$8,3x10^{-6}$	0,833333
Шина (Корея)	180000	$5,56x10^{-6}$	0,833333
Деталі кузова	120000	$8,3x10^{-6}$	0,083333
Середнє	*324285*	*$6,58x10^{-6}$*	*0,323608*

На основі даних табл. 1 проаналізовано ресурс основних елементів автопоїздів (рис. 1), причину інтенсивності зміни ресурсу і розроблено стратегію рішення управління ресурсом.

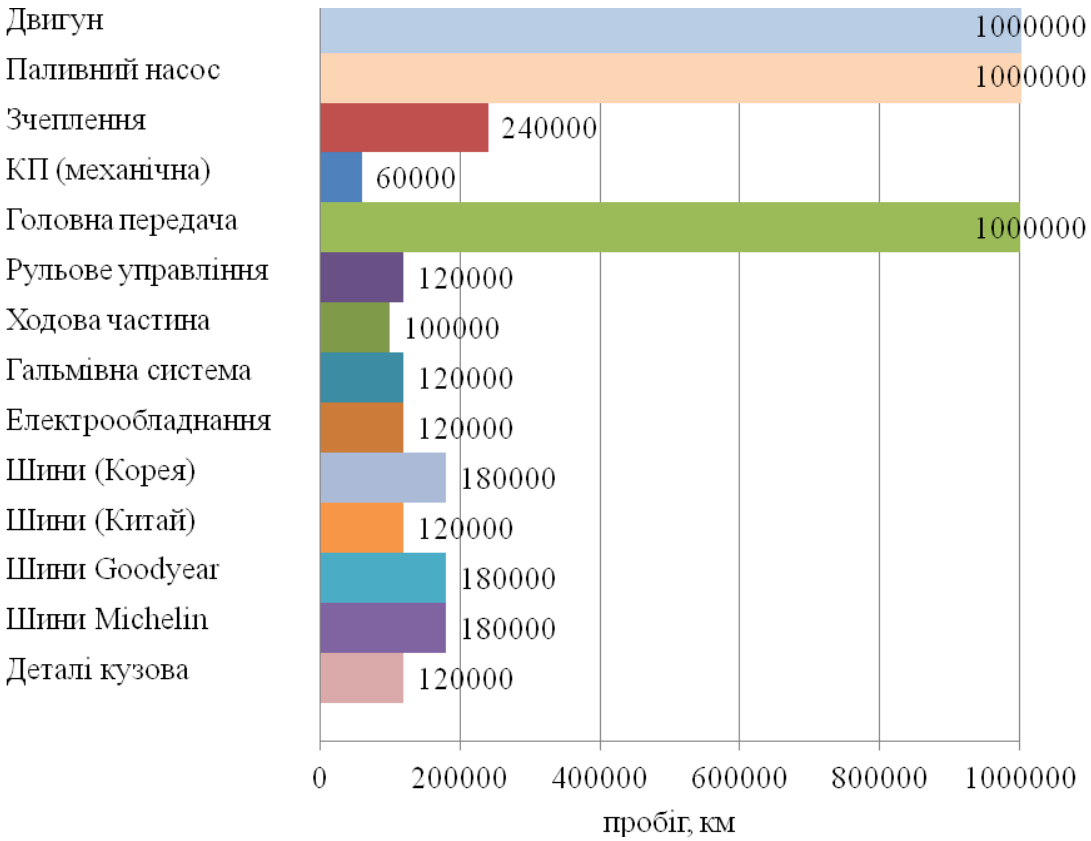


Рисунок 1 – Ресурс основних елементів автопоїздів

На основі даних таблиці 1 і рис. 1 побудована гістограма ймовірності появи відмов основних агрегатів автопоїзда протягом 1,5 млн. км пробігу (рис. 2).

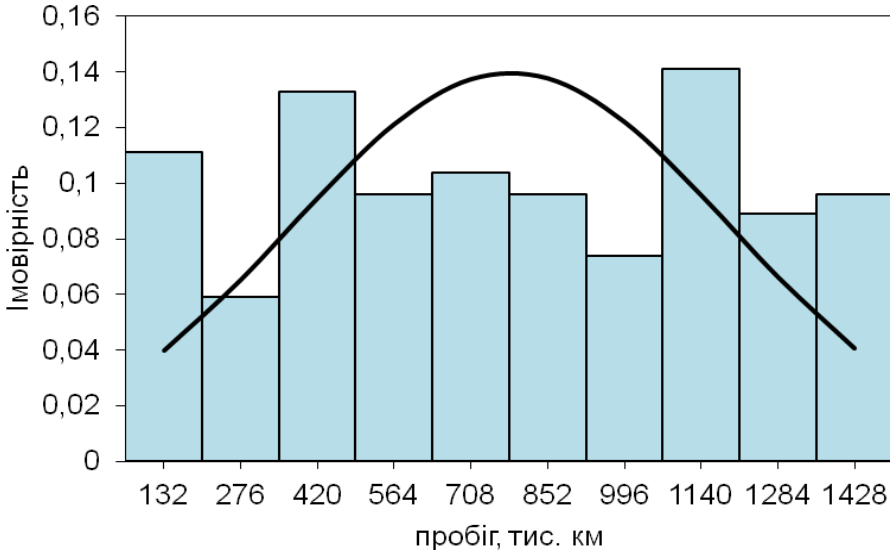


Рисунок 2 – Ресурс основних елементів автопоїздів

Найбільш часті відмови основних елементів автопоїздів з'являються в інтервалах (дивиться рис. 2): 60-200 тис. км; 340-490 тис. км; 1,0-1,2 млн. км пробігу. Досвід експлуатації автопоїздів ТОВ «Зенал» показує, що вони успішно працюють в Україні, і проблеми виникають через: порушення правил експлуатації, недотримання регламенту технічного обслуговування (ТО), економії на запасних частинах і витратних матеріалах. Крім цього, вітчизняні вантажоперевізники, купуючи автопоїзда з пробігом із ЄС, в основному купують їх, спочатку створені для країн з м'яким кліматом, нормальними дорогами і якісним паливом.

Таким чином, сформульовані основні задачі та розроблена комплексна схема управління ресурсом основних частин автопоїздів (рис. 3), яка дозволяє управляти їх ресурсом шляхом удосконалення системи ТО і ремонту (Р), прогнозування терміну їх заміни та коригування їх нормативного ресурсу залежно від умов експлуатації, підвищити ефективність використання ресурсу.

На ресурс основних частин автомобілів впливає значна кількість чинників. Ступінь їх впливу на зміну технічного стану основних частин неоднаковий. Виділення найбільш значимих чинників можливе за допомогою математично-статистичного методу (апріорного ранжування) експертних оцінок [4-6, 8]. Такий підхід передбачає визначення рангу чинників за очікуваним ступенем їх впливу на ресурс основних частин автомобілів – кількісну характеристику мети експериментального дослідження. Загальна послідовність роботи включає такі етапи: відбір чинників, анкетування експертів, обробку результатів ранжування, складання висновків.

Під час експериментальних досліджень щодо ресурсу основних частин автомобілів на підприємстві ТОВ «Зенал» визначено найбільш вагомі чинники, що на них впливають, які позначено через X_i: X_1 – періодичність ТО і ремонту; X_2 – умови експлуатації; X_3 – питомі витрати на експлуатацію; X_4 – дорожньо-кліматичні умови; X_5 – рівень кваліфікації водія; X_6 – якість конструкції автомобіля; X_7 – рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту.

Експертами виступають інженерно-технічні працівники ТОВ «Зенал». На основі аналізу експертів розставлені ранги чинників.

Розраховано суму рангів за ознаками, відхилення d суми рангів від середньоарифметичної, квадрати відхилень d^2, показники рівних рангів.

Ступінь узгодженості думок авторів оцінювалось за коефіцієнтом конкордації [6]:

$$W = \frac{12}{m^2 \cdot (n^3 - n)} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{m} r_{ji} - \frac{m \cdot (n+1)}{2} \right]^2, \qquad (1)$$

де m – кількість експертів;

n – кількість порівнюваних чинників;

r – ранги.

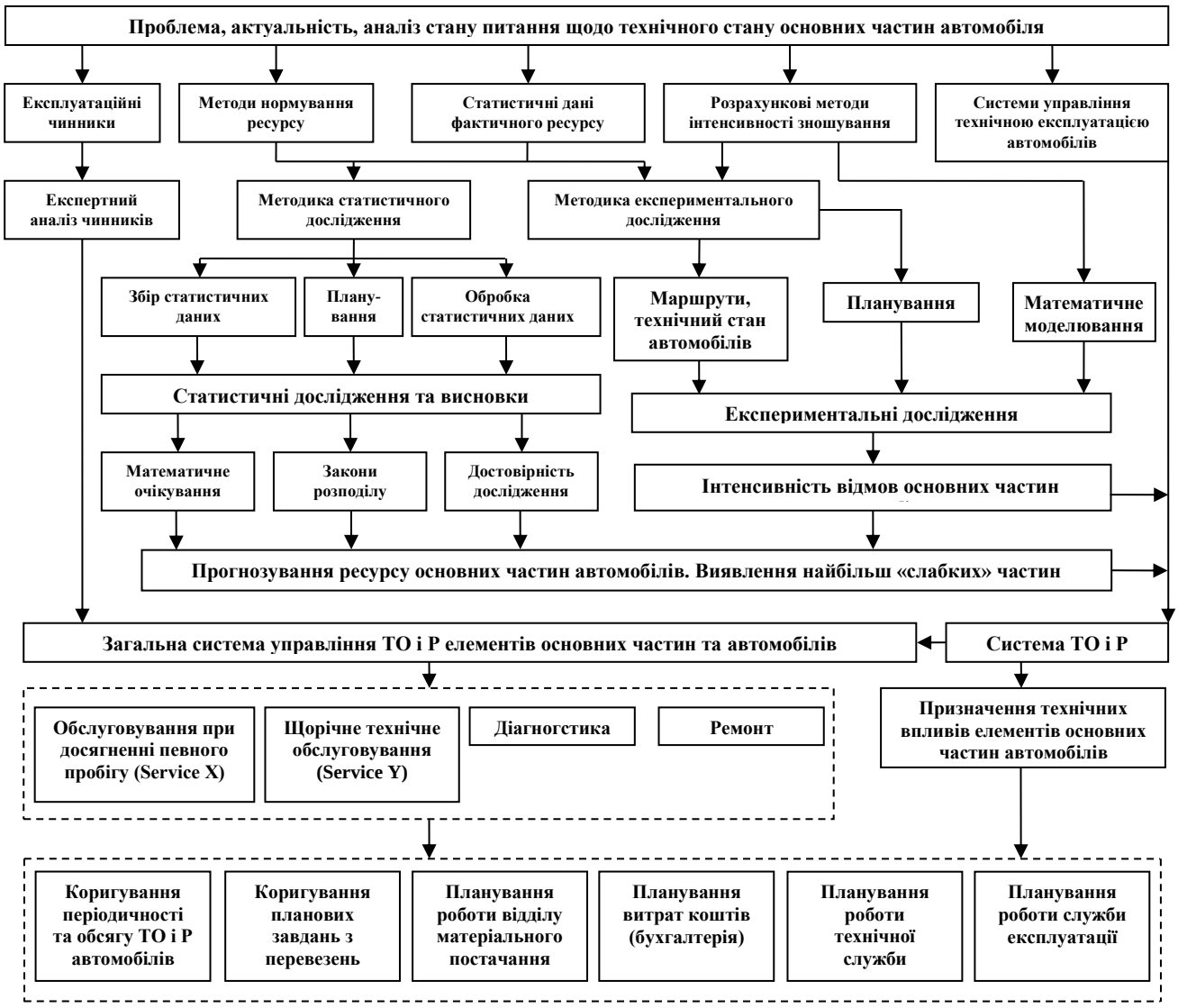


Рисунок 3 – Комплексна методична схема управління ресурсом основних частин автомобілів

Вважалось, що думки досить погоджені, якщо W перевищує 0,5 [6].
Тоді,

$$W = \frac{12}{30^2 \cdot (7^3 - 7)} \cdot 16244 = 0{,}645 \cdot$$

Результати рангового аналізу зведені в табл. 2.

На рис. 4 представлена діаграма рангів. Пунктирною лінією показана середня сума рангів. Значимими вважаються ті чинники, сума рангів яких не перевищує середню суму.

Отже, найбільш значимими чинниками є:

- періодичність ТО і ремонту;
- умови експлуатації;
- якість конструкції автомобіля;
- рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту.

Таблиця 2 – Результати рангового аналізу причин зміни технічного стану основних систем і агрегатів автопоїздів

Чинники	Позначення	Сума рангів	Розподіл за рівнем значущості	Середнє	Стандартне відхилення
Періодичність ТО і ремонту	X_1	34	1	1,1333	0,3457
Умови експлуатації	X_2	53	2	1,7667	0,4302
Питомі витрати на експлуатацію	X_3	158	6	5,2667	0,9803
Дорожньо-кліматичні умови	X_4	139	5	4,6333	0,7649
Рівень кваліфікації водія	X_5	159	7	5,3	0,7497
Якість конструкції автомобіля	X_6	88	3	2,9333	0,3651
Рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту	X_7	117	4	3,9	1,4467
Середня сума рангів		107			

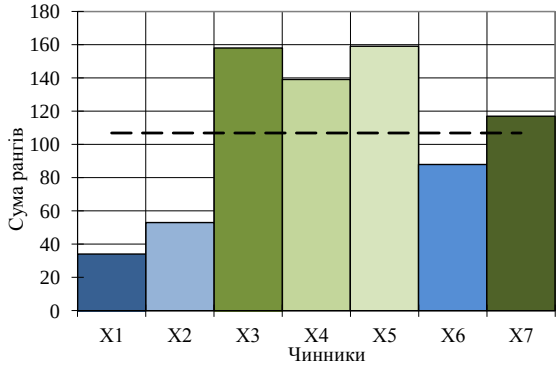


Рисунок 4 – Діаграма рангів при виборі основних чинників, що впливають на ресурс основних частин автопоїздів: X_1 – періодичність ТО і ремонту; X_2 – умови експлуатації; X_3 – питомі витрати на експлуатацію; X_4 – дорожньо-кліматичні умови; X_5 – рівень кваліфікації водія; X_6 – якість конструкції автомобіля; X_7 – рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту

Для оцінки значущості коефіцієнта конкордації використовується критерій Пірсона [6]:

$$\chi^2 = \frac{12}{m \cdot n \cdot (n+1)} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{m} r_{ji} - \frac{m \cdot (n+1)}{2} \right]^2 . \qquad (2)$$

Розрахункове значення критерію Пірсона $\chi^2_{розр} = 116{,}03$. Прийнятність отриманих експертних оцінок визначалось шляхом порівняння критерію значущості $\chi^2_{розр}$ з табличним значенням $\chi^2_{табл}$. При вибраному рівні значущості $\alpha = 0{,}05$ і числі мір свободи $n-1$ ($\chi^2_{табл} = 12{,}59$ [6]) підтвердилась наявність згоди між експертами (оскільки $\chi^2_{розр} >> \chi^2_{табл}$).

Експертний аналіз показав, що з 95%-ою імовірністю думки експертів за ступенем впливу чинників узгоджені. Вони впливають на ресурсу основних частин автомобілів.

Висновки. Ефективність керування технічним станом автопоїздів залежіть від періодичності ТО і Р, виходячи із середньостатистичних нормативів з урахуванням істотних відмінностей у стані автомобілів і можливості удосконалення системи ТО і ремонту.

Подальший розвиток. Визначені основні чинники, що впливають на ресурс основних частин автопоїздів (періодичність ТО і ремонту; умови експлуатації; якість конструкції автомобіля; рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту), потребують подальшого врахування їх для забезпечення проведення своєчасних режимів ТО на основі повної діагностики автопоїздів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Говорущенко Н.Я. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте / Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Шаша И.К. – Х. : ХНАДУ, 2007. – 361 с.
2. Варфоломеев В.Н. Научные основы построения и реализации технологи поддержания автомобилей в работоспособном состоянии на базе диагностической информации: дисс. … доктора техн. наук : 05.22.10 / Варфоломеев В.Н. // ХГАДТУ. – Харьков, 1994. – 362 с.
3. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / Аринин И.Н., Коновалов С.И., Баженов Ю.В. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 314 с.
4. Шпаков П.С. Статистическая обработка экспериментальных даннях : [учебное пособие] / П.С. Шпаков, В.Н. Попов. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 268 с.
5. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества / Регина Шторм. – М. : Мир, 1970. – 368 с.
6. Минько А.А. Статистика в бизнесе. Руководство менеджера и финансиста / Минько А.А. – М. : Эксмо, 2008. – 504 с.
7. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М. : Мир, 1981. – 520 с.
8. Добров Г.М. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании / Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И. – Киев: Наукова думка, 1974. – 160 с.

REFERENCES

1. Govoruschenko N.Ya., Volkov V.P., Shasha I.K. *Obespechenie bezopasnosti dvizheniya na avtomobilnom transporte* [Traffic safety in road transport]. Kharkov, Kharkiv National Automobile and Highway University Publ., 2007. 361 p. (Rus)
2. Varfolomeev V.N. *Nauchnyie osnovyi postroeniya i realizatsii tehnologi podderzhaniya avtomobiley v rabotosposobnom sostoyanii na baze diagnosticheskoy informatsii* Dokt. Diss. [Scientific bases for the construction and implementation of the technology of maintaining vehicles in working condition on the basis of diagnostic information Doct. Diss.]. Harkov, 1994. 362 p. (Rus)
3. Arinin I.N., Konovalov S.I., Bazhenov Yu.V. *Tehnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley* [Technical operation of vehicles]. Rostov n/D, Feniks Publ., 2007. 314 p. (Rus)
4. Shpakov P.S., Popov V.N. *Statisticheskaya obrabotka eksperimentalnyih dannyah* [Statistical analysis of the experimental dannyah]. Mjskva, Moskovskiy gosudarstvennyy gornyy universitet Publ., 2003. 268 p. (Rus)
5. Shtorm R. *Teoriya veroyatnostey. Matematicheskaya statistika. Statisticheskiy kontrol kachestva* [Probability theory. Mathematical Statistics. Statistical quality control]. Moskva, Mir Publ., 1970. 368 p. (Rus)
6. Minko A.A. Statistika v biznese. Rukovodstvo menedzhera i finansista [Statistics in Business. Manual manager and financier]. Moskva, Eksmo Publ., 2008. 504 p. (Rus)
7. Dzhonson N., Lion F. Statistika i planirovanie eksperimenta v tehnike i nauke: metodyi planirovaniya eksperimenta [Statistics and experimental design in engineering and science: methods of experimental design]. Moskva, Mir Publ., 1981. 520 p. (Rus)
8. Dobrov G.M., Ershov Yu.V., Levin E.I. Ekspertnyie otsenki v nauchno-tehnicheskom prognozirovanii [Expert assessments of scientific and technological forecasting]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1974. 160 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. Дослідження ресурсу основних частин автопоїздів та експертний аналіз причин зміни їх технічного стану / В.П. Сахно, В.М. Поляков, Сакно О.П., Лисий О.В. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті проаналізовано ресурс основних частин автопоїздів та виконано експертний аналіз причин зміни їх технічного стану.

Об’єкт дослідження – ресурс основних агрегатів автопоїздів.

Мета роботи – аналіз ресурсу основних агрегатів автопоїздів та експертний аналіз причин зміни їх технічного стану.

Метод дослідження – аналітичний.

Для забезпечення працездатності автопоїздів було проаналізовано ресурс їх основних частин (дані ТОВ «Зенал» автопоїздів з тягачами марок DAF і Volvo). Практична обробка статистичних даних реалізована за допомогою електронної таблиці «Аналіз даних Microsoft Excel».

На основі статистичних даних було проаналізовано ресурс основних елементів автопоїздів та причину інтенсивності зміни ресурсу, побудована гістограма ймовірності появи відмов основних агрегатів автопоїзда протягом 1,5 млн. км пробігу.

Найбільш часті відмови основних елементів автопоїздів з'являються в інтервалах: 60-200 тис. км; 340-490 тис. км; 1,0-1,2 млн. км пробігу. Досвід експлуатації автопоїздів ТОВ «Зенал» показав, що вони успішно працюють в Україні, проблеми виникають через: порушення правил експлуатації, недотримання регламенту технічного обслуговування (ТО), економії на запасних частинах і витратних матеріалах.

Розроблена комплексна схема управління ресурсом основних частин автопоїздів, яка дозволяє управляти їх ресурсом шляхом удосконалення системи ТО і ремонту, прогнозування терміну їх заміни та коригування їх нормативного ресурсу залежно від умов експлуатації, підвищити ефективність використання ресурсу.

На ресурс основних частин автомобілів впливає значна кількість чинників. Ступінь їх впливу на зміну технічного стану основних частин неоднаковий. Виділення найбільш значимих чинників можливе за допомогою математично-статистичного методу (апріорного ранжування) експертних оцінок. Під час експериментальних досліджень щодо ресурсу основних частин автомобілів на підприємстві ТОВ «Зенал» визначено найбільш вагомі чинники, що на них впливають.

Представлена діаграма рангів. Експертний аналіз показав, що з 95%-ою імовірністю думки експертів за ступенем впливу чинників узгоджені. Найбільш значимими чинниками були визначені:

- періодичність ТО і ремонту;
- умови експлуатації;
- якість конструкції автомобіля;
- рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту.

Результати статті можуть бути впроваджені в системі ТО і ремонту автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОПОЇЗД, АГРЕГАТИ, УПРАВЛІННЯ РЕСУРСОМ, СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

ABSTRACT

Sakhno V.P., Poliakov V.M., Sakno O.P., Lysyi O.V. The research of service life of major unit assemblies of road train and the expert judgment of causes of changes of their technical state. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article analyzes the service life of main parts trucks and performed expert analysis of causes of their technical state.

The object of research is the service life of primary aggregates trucks.

The purpose of work is the analysis of main aggregates resource trucks and expert analysis of causes of their technical condition.

Research method is an analytical.

To ensure the health of the trains was analyzed service life their main parts (data of “Zenal” of road trains with trucks DAF and Volvo). Practical processing of statistical data is implemented using spreadsheets "Microsoft Excel data Analysis".

Based on the statistical data were analyzed resource main elements of the trains and cause intensity changes of the resource, constructed a histogram of probability of failure of the main units of the train for 1.5 million kilometers.

The most frequent failures of the main elements of road trains appear in the range: 60-200 thousand kilometers; 340-490 thousand kilometers; 1.0-1.2 million kilometers. The experience operating trucks "Zenal" showed that trucks successfully work in Ukraine, the problems arise due to: improper use, failure to comply with the rules of technical maintenance, savings on spare parts and consumables.

The complex circuit of the management of service life of major unit assemblies of road train is developed, which enables control over the life through improved maintenance system, life prediction of replacing them and adjusting their regulatory life depending on the operating conditions, to improve the efficiency of use of service life.

The significant number of factors is affected the service life of major unit assemblies of road train.

The degree of their influence on the change of the technical condition of the major unit assemblies is different. The selection of the most significant factors is possible with the help of mathematical-statistical methods (a priori ranking) of expert judgment. During experimental studies on the service life of major unit assemblies of trucks of the company "Zenal" is identified the most significant factors affecting them.

The chart of ranks is presented. The expert judgment showed that the experts opinions on the degree of influence of factors agreed with probability 95%. The most significant factors were identified:

- maintenance interval;
- operating conditions;
- the quality of the automobile design;
- the skill level of maintenance workers and equipment of maintenance and repair.

The results of this paper can be implemented in the maintenance system.

KEYWORDS: THE ROAD TRAIN, AGGREGATES, MANAGEMENT OF SERVICE LIFE, MAINTENANCE SYSTEM

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. Исследование ресурса основных частей автопоездов и экспертный анализ причин изменения их технического состояния / Сахно В.П., Поляков В.М., Сакно О.П., Лысый А.В. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье проанализированы ресурс основных частей автопоездов и выполнен экспертный анализ причин изменения их технического состояния.

Объект исследования – ресурс основных агрегатов автопоездов.

Цель работы – анализ ресурса основных агрегатов автопоездов и экспертный анализ причин изменения их технического состояния.

Метод исследования – аналитический.

Для обеспечения работоспособности автопоездов было проанализировано ресурс их основных частей (данные ООО «Зенал» автопоездов с тягачами марок DAF и Volvo). Практическая обработка статистических данных реализована с помощью электронной таблицы «Анализ данных Microsoft Excel».

На основе статистических данных были проанализированы ресурс основных элементов автопоездов и причина интенсивности изменения ресурса, построена гистограмма вероятности появления отказов основных агрегатов автопоезда в течение 1,5 млн. км пробега.

Наиболее частые отказы основных элементов автопоездов появляются в интервалах: 60-200 тыс. км; 340-490 тыс. км; 1,0-1,2 млн. км пробега. Опыт эксплуатации автопоездов ООО «Зенал» показал, что они успешно работают в Украине, проблемы возникают из-за: нарушение правил эксплуатации, несоблюдение регламента технического обслуживания (ТО), экономии на запасных частях и расходных материалах.

Разработана комплексная схема управления ресурсом основных агрегатов автопоездов, которая позволяет управлять их ресурсом путем усовершенствования системы ТО и ремонта, прогнозирования срока их замены и корректировки их нормативного ресурса в зависимости от условий эксплуатации, повысить эффективность использования ресурса.

На ресурс основных частей автомобилей влияет значительное количество факторов. Степень их влияния на изменение технического состояния основных агрегатов неодинакова. Выделение наиболее значимых факторов возможно при помощи математически-статистического метода (априорного ранжирования) экспертных оценок. Во время экспериментальных исследований по ресурсу основных частей автомобилей на предприятии ООО «Зенал» определены наиболее весомые факторы, на них влияющие.

Представлена диаграмма рангов. Экспертный анализ показал, что с 95%-ной вероятностью мнения экспертов по степени влияния факторов согласованы. Наиболее значимыми факторами были определены:

- периодичность ТО и ремонта;
- условия эксплуатации;
- качество конструкции автомобиля;
- уровень квалификации ремонтных рабочих и оборудования по ТО и ремонту.

Результаты статьи могут быть внедрены в системе ТО и ремонта автомобилей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОПОЕЗД, АГРЕГАТЫ, УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОМ, СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

АВТОРИ:

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Автомобілі», тел.280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 301.

Поляков Віктор Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», тел. 280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 301.

Сакно Ольга Петрівна, кандидат технічних наук, Військова академія (м. Одеса), доцент кафедри автотехнічного забеспечення, тел. 050-29-55-116, Україна, 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10, Військова академія, кафедра автотехнічного забеспечення.

Лисий Олександр Васильович, Військова академія (м. Одеса), полковник, начальник кафедри автомобільної техніки, тел. 067-483-34-82, Україна, 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10, Військова академія, кафедра автомобільної техніки.

AUTHORS:

Sakhno Vladimir Prokhorovich, Doctor of Engineering, professor, National transport university, head of the department «Avtomobili», ph. 280-42-52, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorova St. 1, к. 301.

Poliakov Viktor Mihailovih, Doctor of Engineering, assistant of professor, National transport university, professor of Avtomobili chair, ph. 280-42-52, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorova St. 1, к. 301.

Sakno Olga Petrovna, candidate of technical Sciences (PhD), Military Academy (Odesa), assistant of professor of the Department of avtotechnological support, ph. +38-050-29-55-116, Ukraine, 65009, Odesa, Fontanskaya doroga St. 10, Military Academy, the Department of avtotechnological support.

Lysyi Olexander Vasilevih, Military Academy (Odesa), Colonel, Head of Automotive Engineering Department, ph. +38-067-483-34-82, Ukraine, 65009, Odesa, Fontanskaya doroga St. 10, Military Academy, Automotive Engineering Department.

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Автомобили», тел. 280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 301.

Поляков Виктор Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Автомобили», тел. 280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 301.

Сакно Ольга Петровна, кандидат технических наук, Военная академия (г. Одесса), доцент кафедры автотехнического обеспечения, тел. 050-29-55-116, Украина, 65009, г. Одесса, ул. Фонтанская дорога, 10, Военная академия, кафедра автотехнического обеспечения.

Лысый Александр Васильевич, Военная академия (г. Одесса), полковник, начальник кафедры автомобильной техники, тел. 067-483-34-82, Украина, 65009, г. Одесса, ул. Фонтанская дорога, 10, Военная академия, кафедра автомобильной техники.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництво, ремонт та матеріалознавство, Київ, Україна

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор кафедри автомобілі та автомобільне господарство, Житомир, Україна

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor of departments of manufacturing, repair and materials engineering, Kyiv, Ukraine.

Kravchenko A.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Zhytomyr stste tehnological universitety, professor departments automobiles and automobile industry, Zhytomyr, Ukraine.

УДК 656.02
UDC 656.02

POPRAWA EFEKTYWNOSCI FUNKCJONOWANIA PROCESÓW TRANSPORTOWYCH POPRZEZ WDRAŻANIE TECHNOLOGII TELEMATYCZNYCH

SIEDLECKA Sylwia,Mgr inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕЛЕМАТИКИ

СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

IMPROVING THE FUNCTIONING OF TRANSPORT PROCESSES THROUGH IMPLEMENT THE TELEMATIC SYSTEMS

SIEDLECKA Sylwia,Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Przedsiębiorstwa transportowe zmagają się obecnie z licznymi wyzwaniami takimi jak rosnąca na rynku konkurencja, coraz większe wymagania klientów czy umiędzynarodowienie biznesu muszą ulepszać efektywność funkcjonowania poprzez wdrażanie współczesnych technologii telematycznych.W celu usprawnienia i udoskonalenia przewozów budowane są systemy telematyczne transportu obejmujące systemy telekomunikacyjne, pomiarowe, informatyczne, informacyjne oraz urządzenia (wraz z oprogramowaniem), dzięki którym realizowane są usługi.

W transporcie telematyka pozwala wpływać na przebieg procesów transportowych. Celem tego jest zwiększenie wydajności przewozów, poprawa bezpieczeństwa, ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko oraz lepsze planowanie przewozów. Pozyskiwanie bieżących danych o przebiegu transportu oraz możliwość komputerowego przetwarzania tych informacji, stwarza nowe możliwości kształtowania mobilności – od zastąpienia fizycznego ruchu przez telekomunikację do optymalizacji ruchu pojazdów. Z uwagi na dużą różnorodność potrzeb oraz powszechność transportu drogowego, budowane w nim systemy i rozwiązania w zakresie telematyki mogą znaleźć zastosowanie również w innych rodzajach transportu, np. intermodalnym.

Inteligentne systemy transportowe mogą mieć różny charakter oraz rozmiary: od lokalnych niewielkich instalacji (inteligentny pojazd) do dużych (autostrada) czy bardzo dużych struktur globalnych. Zasięg terytorialny i liczba elementów nie decydują jednak o wielkości systemu inteligentnego. Istotna jest ilość i różnorodność informacji przepływających przez system oraz przetwarzanych w nim. W systemach inteligentnych ważne są cele i kryteria działania oraz relacje z użytkownikami i otoczeniem. Decydują one o wskaźnikach funkcjonowania, zazwyczaj wielowymiarowych i wielokryterialnych, których prawidłowe określenie jest istotne dla procesów decyzyjnych.

Cele wdrażania systemów informatycznych w przedsiębiorstwach transportowych. Rozwój branży Inteligentnych Systemów Transportowych stwarza wiele możliwości, które z jednej strony zwiększają koszty funkcjonowania transportu lecz z drugiej powodują, że pozyskiwane dane – poprzez wspieranie procesów zarządczych – podnoszą efektywność ekonomiczną oraz konkurencyjność przedsiębiorstw transportowych na rynku. Systemytelematyczne i informatyczne umożliwiają tworzenie oraz rozwój baz danych pozwalających na optymalizację tras i zmniejszenie kosztów przewozu. W efekcie czas realizacji transportu jest znacznie krótszy, a zarządzanie przedsiębiorstwem łatwiejsze. Dodatkowo, systemy te zwiększają bezpieczeństwo kierowców, środków transportu i ładunków oraz usprawniają sterowanie zasobami.

Rozwój oraz upowszechnianie systemów telematycznych w transporcie przyczynia się do zwiększenia mobilności ładunków, wzbogacenia oferty usługowej przewoźników, zwiększenia ich konkurencyjności a przez to do aktywizacji gospodarczej kolejnych regionów Europy. Zastosowanie rozwiązań telematycznych i informatycznych w przedsiębiorstwach transportu kołowego umożliwia pozyskanie wielu cennych w procesie zarządzania informacji. Pozwalają one na [1]:

- planowanie tras przejazdu i optymalny wybór miejsc postoju i tankowania,
- rejestrację podstawowych parametrów eksploatacyjnych środków transportu,
- kontrolę i analizę tras przemieszczania się pojazdów i towarów, co pozwala na minimalizację ich długości oraz kosztów realizacji transportu i eliminację nadużyć,

- kontrolę pracy kierowcy pod kątem jego pracy (np. czas jazdy i odpoczynku) oraz w zakresie techniki jazdy (m.in. ekonomiczna eksploatacja pojazdu),
- zmniejszenia zagrożenia terroryzmem poprzez możliwość stałej kontroli przestrzeni ładunkowej,
- zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie,
- dokładne określenie terminu dostaw.

Aspekt ekonomiczny wdrażania systemów informatycznych. Systemy telematyczne, wykorzystywane w pełni, mogą przynieść przedsiębiorstwom transportowym wymierne korzyści ekonomiczne takie jak:

- prawidłowe poruszanie się pojazdu po drodze (optymalizacja trasy, czasu przejazdu, minimalizacja kosztów paliwa i opłat drogowych),
- możliwość pełnego i precyzyjnego zaplanowania trasy,
- możliwość kontroli poprawności fakturowania opłat za użytkowanie infrastruktury drogowej,
- możliwość stałej kontroli kierowcy oraz jakości jego pracy,

Telematykapozwala zatem, zarówno obniżać koszty transportu, podwyższaćpoziom jakości usług transportowych, jak zwiększać efektywność zewnętrzną. Przykładem zastosowania rozwiązań informatycznych i telematycznych mających bezpośredni związek z efektywnością ekonomiczną realizowanych zleceń przewozowych w transporcie drogowym są mapy cyfrowe służące do planowania trasy przejazdu. System informatyczny analizujący dostępne dane powinien uwzględniać, oprócz określenia najkrótszej trasy, także inne czynniki. Elementy istotne w planowaniu transportu to m.in.: dostępność miejsc postoju i tankowania pojazdów, ceny paliwa, wysokość opłat za korzystanie z infrastruktury drogowej, czas realizacji przewozu czy średnie prędkości jazdy możliwe do osiągnięcia. W efekcie zadaniem systemu jest precyzyjne określenie zużycia paliwa oraz terminu dostarczenia ładunku po przeanalizowaniu wszystkich wymaganych informacji.

Korzyści wynikające z wdrażania systemów telematycznychobejmują więc [7]:

- wyższą jakość usług – niższe koszty alternatywne transportu po stronie użytkowników i wyższe przychody po stronie usługodawców oraz niższe koszty wynikające z niskiego poziomu jakości (kary, naprawa błędów, opóźnienia w regulowaniu należności),
- niższe koszty usługodawców – lepsze wykorzystanie środków transportu (zwiększenie stopnia wykorzystania ładowności, zmniejszenie czasu postoju środków transportu w terminalach, przejściach granicznych), niższe koszty eksploatacji (paliwo, płace kierowców), niższe koszty administracyjne, niższe koszty ubezpieczeń dzięki większemu bezpieczeństwu,
- niższe koszty zewnętrzne.

Aspekt bezpieczeństwa wdrażania systemów informatycznych. W branży transportowej bezpieczeństwo jest istotną kwestią wpływającą na wyniki finansowe zarówno firm jak i państw. Według raportu International Road Union oraz International Transport Forum dotyczącego przestępstw popełnionych na drogach (w latach 2000 – 2005): 17% kierowców padło ofiarą napadu a 30% zaatakowano więcej niż dwukrotnie[5]. Nowoczesne systemy telematyczne i informatyczne pozwalają na podniesienie poziomu bezpieczeństwa kierowców, ładunków oraz pojazdów. W tym celu stosowane są coraz nowocześniejsze rozwiązania oparte na systemach GPS. Możliwość śledzenia pojazdu skutkuje z jednej strony efektywnym i tanim transportem a z drugiej stanowi praktyczne narzędzie zabezpieczające cenny ładunek oraz pojazd.

Ponadto, coraz powszechniejsze są systemy pozwalające na dynamicznemonitorowaniezachowańkierującego pojazdem. Możliwość odczytania informacji dotyczących np. czasu jazdy kierowcy czy prędkości z jaką jechał wymusza większą samokontrolę kierujących pojazdami. W efekcie liczba wypadków maleje a firmy transportowe unikają dodatkowych strat. Co więcej rozwój systemów teleinformatycznych znacznie odciążył kierowców z niektórych zadań, które do tej pory musieli wykonywać. Głównie są to czynności płatnicze np. za korzystanie z płatnych odcinków dróg czy za paliwo, które obecnie pobierane są automatycznie dzięki nowoczesnemu sprzętowi. Kierowcy są rzadziej okradani i nie muszą stać w kolejkach do okienek płatniczych co znacznie polepsza komfort psychiczny kierującego, co skutkuje wzrostem bezpieczeństwa.

Specyfika funkcjonowania przedsiębiorstwa transportowego. Przedsiębiorstwo transportowo–spedycyjne to rodzaj działalności gospodarczej polegającej na odpłatnym organizowaniu przemieszczania ładunków dla zleceniodawcy oraz wykonywaniu związanych z tym bezpośrednio czynności.

Podstawowe rodzaje działalności przedsiębiorstw transportowo–spedycyjnych są następujące [3]:

- usługi transportowe w wąskim znaczeniu – bezpośrednie transportowanie ładunków z miejsca nadania do miejsca przeznaczenia,

- usługi transportowe w szerszym znaczeniu – zalicza się do nich przeładunki, magazynowanie, opakowanie, kompletowanie przesyłek, etykietowanie,
- usługi realizowane w formie doradztwa, pośrednictwa i organizacji wyżej wymienionych usług.

Infrastruktura transportu samochodowego. Dobrze rozwinięta infrastruktura jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania transportu samochodowego. W przypadku tego rodzaju transportu wyróżnia się:

- infrastrukturę liniową,
- infrastrukturę punktową.

Infrastrukturę liniową tworzyistniejąca w państwie sieć drogowa. Droga jest częścią lądu, zazwyczaj specjalnie utwardzoną, przeznaczoną do poruszania się po niej pojazdów samochodowych. Składa się ona z jezdni, po której jeżdżą pojazdy, oraz z pobocza, potrzebnego ze względów konstrukcyjnych. Niezbędnymi elementami dróg są skrzyżowania, mosty, wiadukty oraz tunele. Zlokalizowane są one w miejscach gdzie drogi się przecinają lub łączą (skrzyżowania, wiadukty) oraz tam, gdzie przejazd jest uniemożliwiony przez naturalne uwarunkowania terenu np. rzeki, góry (mosty, wiadukty). Drogę tworzytakże towarzysząca jej infrastruktura, jak: znaki drogowe (poziome i pionowe), słupki odległościowe, parkingi, stacje benzynowe itp.

Istnieje wiele kryteriów klasyfikacji dróg. Podstawowy podział obejmuje drogi twarde oraz gruntowe. Z kolei biorąc pod uwagę ogólnodostępność danej drogi dzielą się ona na drogi publiczne i niepubliczne (prywatne, wewnętrzne).

Drogi użytku publicznego zostały sklasyfikowane przez Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej w Rozporządzeniu z dnia 2 marca 1999r. Określa ona klasy dróg publicznych biorąc pod uwagę wymagania techniczne oraz użytkowe jakie spełniają. Wspomniane klasy dróg są następujące:

- autostrady (A),
- drogi ekspresowe (S),
- drogi głównie ruchu przyspieszonego (GP),
- drogi główne (G),
- drogi zbiorcze (Z),
- drogi lokalne (L),
- drogi dojazdowe (D).

Infrastruktura punktowa składa się z wyodrębnionych przestrzennie obiektów mających na celu stacjonarną obsługę pasażerów, ładunków oraz środków transportu samochodowego.

Przystanki autobusowetowyznaczone miejsca oczekiwania przez pasażerów oraz postoju i zatrzymania autobusówcelem umożliwienia pasażerom wejścia bądź opuszczenia pojazdu. Z kolei dworce autobusowe to obszary gdzie zgrupowane są większe ilości przystanków. Posiadają one budynek, w którym skupiona jest infrastruktura służąca podróżnym i pracownikom firmy transportowej m.in.: poczekalnia, punkty sprzedaży biletów czy stanowiska handlowe.

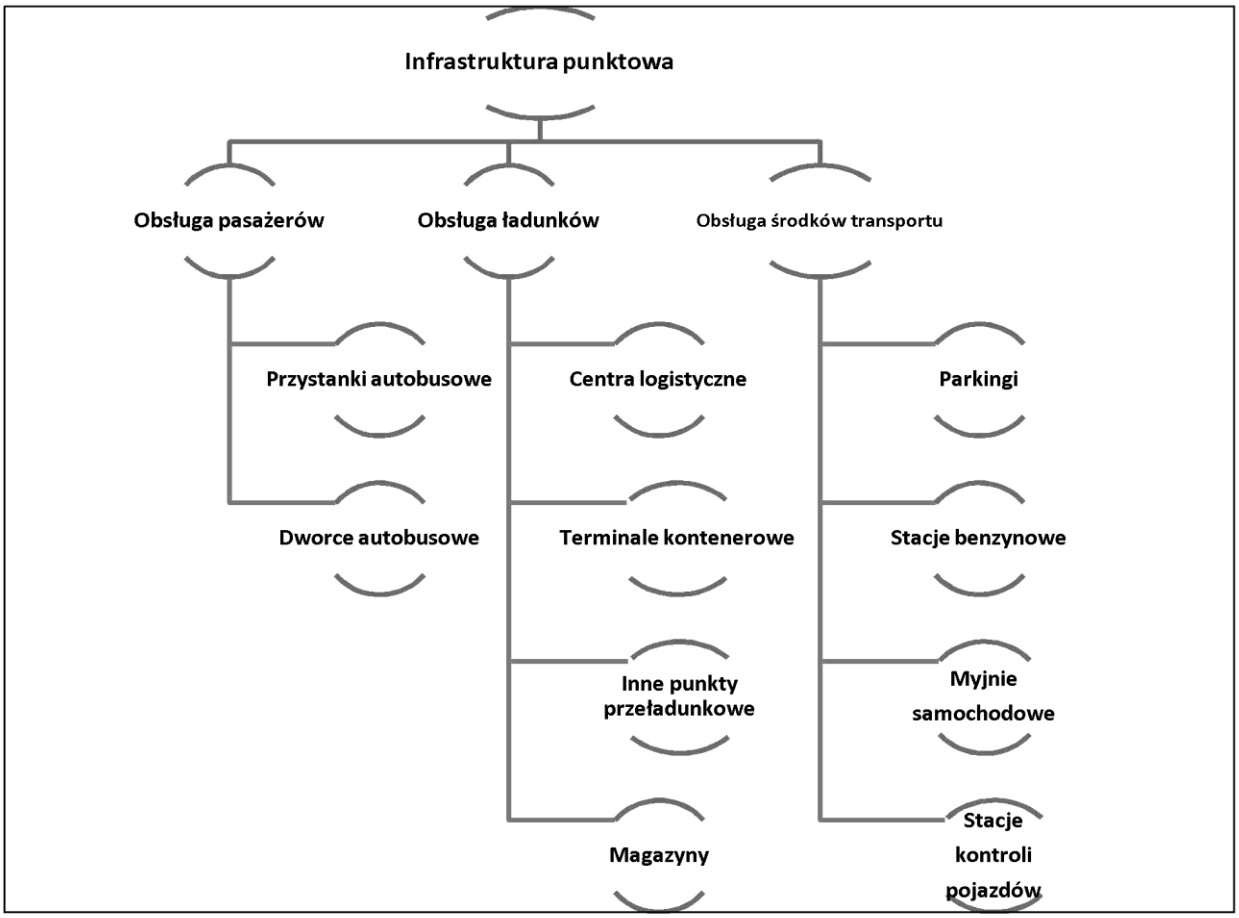
W infrastrukturze punktowej obsługującej ładunki przewożone przez środki transportu samochodowego wyróżnia się przede wszystkim magazyny, centra logistyczne, terminale kontenerowe oraz inne punkty przeładunkowe.Magazyny pełnią niezwykle ważną rolę w łańcuchu dostaw. Służą one do długiego lub chwilowego składowania i przechowywania towarów.Ponadto, stanowią punkt załadunku, rozładunku lub przeładunku transportowanych obiektów. Wymaga to zapewnienia odpowiedniej powierzchni magazynowej wraz z jej wyposażeniem i infrastrukturą.

Centra logistyczne to obiekty realizujące usługi logistyczne (przyjmowanie, magazynowanie, rozdział i wydawanie towarów) a także usługi towarzyszące, które są świadczone przez niezależne podmioty gospodarcze. Aby wspomniane usługi zostały zrealizowane niezbędne są: infrastruktura (np. budowle, place, budynki), urządzenia techniczne (do czynności przeładunkowych, magazynowych oraz zarządczych),personel oraz organizacja. Standardowe centrum logistyczne powinno posiadać:

- obiekty dzięki którym świadczone są usługi logistyczne (magazyny, kolejowe terminale kontenerowe, place składowe),
- obiekty dzięki którym świadczone są usługi towarzyszące (hotele pracownicze, stacje paliw, stacje serwisu pojazdów czy punkty gastronomiczne, firmy ubezpieczeniowe,punkty świadczenia usług celnych).

Terminale kontenerowe są bardzo ważnymi obiektami w transporcie kombinowanym. Są to miejsca, gdzie jednostki kontenerowe są przeładowywane za pomocą specjalistycznych urządzeń celem kontynuowania przewozu. Przeładunek może odbywać się z środka transportu lądowego na statek i odwrotnie lub pomiędzy lądowymi środkami transportu (ciągnik siodłowy – kolej oraz odwrotnie). Terminale kontenerowe (morskie i lądowe) zapewniają zazwyczaj place składowe, na

которychprzechowywane są kontenery zarówno pełne jak i puste. Załadowane kontenery składowane są przez dość krótki czas, ponieważnastępuje ich dalszy transport. Z kolei kontenery puste mogą być przechowywanedłużej,w zależności od planu ich użycia.



Rys. 1. Infrastruktura punktowa transportu drogowego

Infrastruktura punktowa transportu drogowego obejmuje także wszystkie miejsca umożliwiające obsługę pojazdów kołowych. Należą do nich m.in. parkingi, gdzie samochody odbywają postoje, stacje kontroli pojazdów oferujące diagnostykę oraz często usługi naprawcze, a także myjnie samochodowe. Stacje benzynowe są również niezbędnym elementem infrastruktury transportowej. Przede wszystkim umożliwiają zatankowanie pojazdu a ponadto bardzo często oferują kompleksowe usługi gastronomiczne oraz noclegowe.

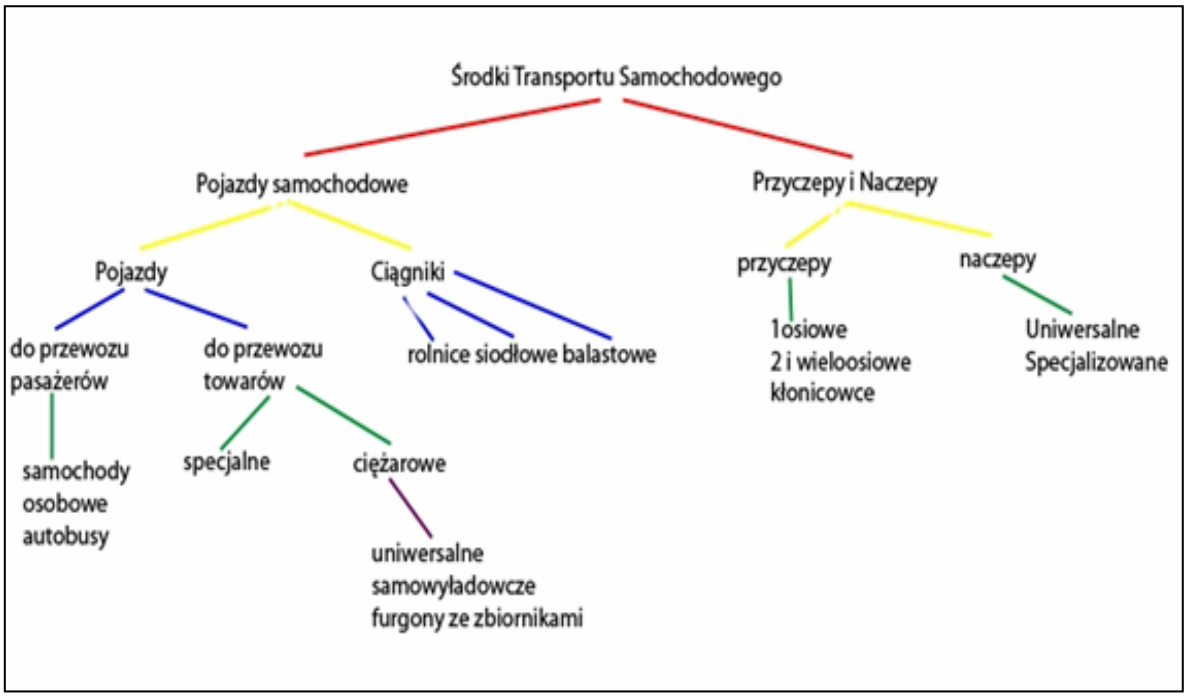
Tabor. Transport drogowy charakteryzuje się taborem, w którego skład wchodzą pojazdy silnikowe oraz bezsilnikowe (przyczepy i naczepy) konstrukcyjnie przystosowane do poruszania się po drogach oraz do transportu towarów i pasażerów. Na rys. 2 został przedstawiony ogólny podział środków transportu samochodowego.

Pojazdy do przewozu ładunków. Tabor wykorzystywany do transportu towarów dzieli się ze względu na cechy techniczno – eksploatacyjne na:

- tabor silnikowy do którego zaliczają się samochody ciężarowe, specjalne oraz ciągniki samochodowe,
- tabor bezsilnikowy obejmujący przyczepy i naczepy.

Samochód ciężarowy jest samodzielną jednostką transportową o specjalnie dobranym nadwoziu, które decyduje o zakresie możliwego do wykonania rodzaju przewozu [9]. Wyróżnia się następujące typy nadwozi w samochodach ciężarowych:

- uniwersalne – pozwala na przewóz wszystkich towarów, oprócz jednostek wymagających specjalistycznych dostosowań,



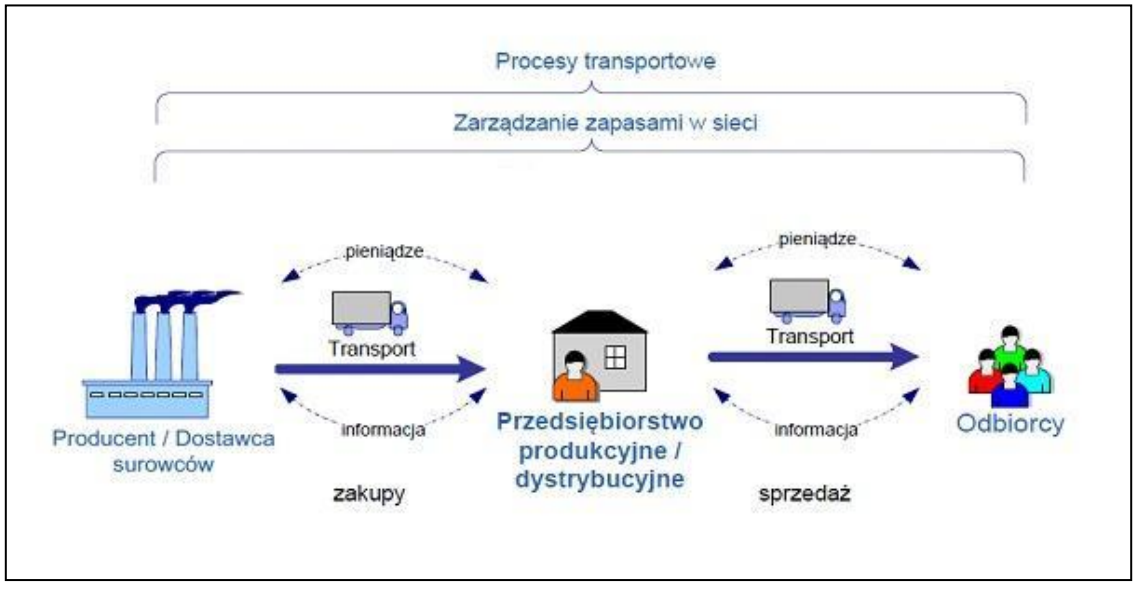
Rys. 2. Podział środków transportu samochodowego [8]

- specjalizowane – umożliwia transport wyłącznie ściśle określonej grupy ładunków, związanych np. z konkretną dziedziną produkcji,
- specjalne – służy do przewozu wyłącznie jednego rodzaju ładunku, który wymaga niezmiennych warunków transportu lub służy wykonywaniu jednego rodzaju czynności np. samochody asenizacyjne, odśnieżarki.

Ciągniki samochodowe są pojazdami silnikowymi nie posiadającymi stałego nadwozia. Połączone z naczepą lub przyczepą tworzPOą pojazdy członowe [4]. Ciągniki samochodowe dzielą się na:

- ciągniki siodłowe – współpracują z naczepami,
- ciągniki balastowe – przystosowane do współpracy z przyczepami o dużej ładowności,
- ciągniki rolnicze – mogą ciągnąć przyczepy z nadwoziem konwencjonalnym.

Specyficzny podział taboru samochodowego stosowany jest przez niektóre przedsiębiorstwa transportowo – spedycyjne (rys. 3). Jego celem jest zobrazowanie oferty klientowi w najłatwiejszy sposób.



Rys. 3. Integracja procesów transportowych [6]

Poza wspomnianymi pojazdami samochodowymi proces transportowy wspierany jest przez urządzenia i maszyny służące do wykonywania zmechanizowanych robót ładunkowych. Dynamizują one załadunek, wyładunek oraz przeładunek towarów co pozytywnie wpływa na wydajność i intensywność pracy w transporcie drogowym.

Pojazdy do przewozu pasażerów. Do transportu pasażerów wykorzystywane są samochody osobowe oraz autobusy. Jednak podstawowym środkiem przewozu podróżnych jest autobus. Ze względu na cechy eksploatacyjne wyróżnia się [9]:

- autobusy do przewozów miejskich – przewiduje się w nich zarówno miejsca siedzące jak i stojące,
- autobusy do przewozów międzymiastowych – przewiduje się w nich miejsca siedzące o zwykłym standardzie wygody,
- autobusy do przewozów turystycznych – posiadają miejsca siedzące o wysokim standardzie wygody i ponadto przewiduje się w nich część, w której podróżni mogą zaspokoić potrzeby konsumpcyjne oraz fizjologiczne.

Tabor autobusowy można również podzielić ze względu na możliwości obsługi potrzeb przewozowych:

- mikrobusy – mogą transportować do 12 pasażerów,
- minibusy – przewożą do 20 osób,
- autobusy średnie – posiadają nie więcej niż 50 miejsc,
- autobusy duże - mogą obsłużyć ponad 50 pasażerów i dzielą się dodatkowo na standardowe (100 – 110 miejsc) i przegubowe (135 – 225 miejsc).

Technologie przewozu. Realizacja usług transportowych pojazdami samochodowymi jest możliwa dzięki technologiom transportowym. Są one zbiorami metod, operacji i czynności potrzebnych do właściwej realizacji procesu transportowego. Technologie transportowe różnią się w zależności od tego czy przewożone są osoby czy ładunki. W przypadku transportu pojazdami samochodowymi towarów wyróżnia się następujące technologie [3]:

- zunifikowane – stosowane są przy przewozie jednostek ładunkowych umieszczonych w kontenerach, paletach lub pakietach; najbardziej nadają się w tym przypadku towary takie jak ładunki sztukowe, kawałkowe, w opakowaniach oraz wyroby gotowe z metali; w punktach transportowych przeładowywane są one przez wózki widłowe, suwnice oraz żurawie,
- specjalizowane – przeważają w transporcie samochodowym; technologie te są wynikiem potrzeby dostosowania nadwozi środków transportu do cech fizykochemicznych ładunków takich jak kruszywa budowlane, węgiel, ładunki płynne, towary łatwo psujące się czy ładunki ponadgabarytowe,
- uniwersalne – stosowane są przy realizacji transportu towarów odpornych na warunki atmosferyczne oraz nie wymagających pojazdów specjalnie przystosowanych do ich przewozu; wykorzystywane są w tym przypadku pojazdy uniwersalne z burtami albo plandekami oraz ciągniki balastowe z przyczepami dłużycowymi.

W transporcie drogowym pasażerów według ustawy wyróżnia się [2]:

- przewozy regularne – publiczny przewóz osób i ich bagażu wykonywany według rozkładu podanego do publicznej wiadomości po cenach za przewóz wynikających z oficjalnej taryfy,
- przewozy regularne specjalne – niepubliczny, regularny przewóz osób z określonej grupy,
- przewozy wahadłowe – wielokrotny przewóz zorganizowanych grup osób tam i z powrotem, między tym samym miejscem początkowym a tym samym miejscem docelowym,
- przewozy okazjonalne – przewóz osób niestanowiący przewozu regularnego specjalnego czy przewozu wahadłowego,
- przewozy kabotażowe – przewóz wykonywany pojazdem samochodowym zarejestrowanym za granicą lub przez przedsiębiorcę zagranicznego między miejscami położonymi na terytorium RP w zakresie transportu osób.

Zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym. W sprawnym funkcjonowaniu przedsiębiorstwa transportowego, oprócz technicznych aspektów, bardzo ważne jest odpowiednie zarządzanie. Efektywne organizowanie transportu oraz administrowanie zasobami firmy wpływa na rentowność oraz konkurencyjność na rynku. Istotne czynności zarządcze w firmie transportowej obejmują m.in.:

- zarządzanie flotą,
- zarządzanie pracownikami,
- kontrola kosztów,
- planowanie i organizacja transportu,

- zarządzanie magazynem (o ile firma świadczy takie usługi).

W celu sprawnego zarządzania przedsiębiorstwem niezbędna jest baza danych, w której skompletowane będą uporządkowane informacje, potrzebne do organizacji procesu przewozowego. Oprócz samego zbioru danych niezbędne jest program komputerowy, który pełni rolę interfejsu między użytkownikiem a bazą danych. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu osoba zarządzająca ma dostęp do rekordów zapisanych w bazie oraz może wykonywać na nich operacje takie jak np. wprowadzanie nowych danych lub pozyskiwanie już zapisanych informacji.

Specyfika transportu drogowego polega na tym, że oferuje on przewozy „od drzwi do drzwi”. Ponadto przewozy drogowe są bardzo ważne w logistycznym łańcuchu dostaw (rys. 3.3). Sprawnie przeprowadzony proces transportowy warunkuje efektywne funkcjonowanie wszystkich przedsiębiorstw korzystających z tego typu przewozów.

Biorąc pod uwagę transport publiczny jest podobnie – sprawny transport skutkuje zadowoleniem i zaufaniem pasażerów oraz podnosi jakość świadczonej usługi. Dlatego w firmach transportowych niezwykle istotne znaczenie ma przepływ informacji. Gwarantuje on sprawną organizację, planowanie oraz ogólny przebieg transportu. Obecnie istnieje wiele dostępnych narzędzi informatycznych oraz telematycznych, które ulepszają oraz przyspieszają komunikację zewnętrzną (między firmą transportową a kontrahentami) i wewnętrzną (dyspozytor firmy – kierowca). Z tego też powodu zmieniają się standardy wymiany danych, przedsiębiorstwo transportowe nie mogące sprostać tym wymaganiom nie będzie funkcjonowało sprawnie.

Podsumowanie. Transport drogowy XXI wieku pełen jest najnowocześniejszych rozwiązań systemowych, technicznych oraz technologicznych w zakresie infrastruktury, środków transportowych oraz organizacji przewozu. Trudno się temu dziwić, biorąc po uwagę fakt, iż transport stanowi jest jedną z najważniejszych dziedzin gospodarki narodowej i ma decydujący wpływ na jej rozwój, wymianę dóbr i usług, turystykę oraz mobilność społeczną.

Transport drogowy jako jedna z gałęzi transportu charakteryzuje się specyficzną infrastrukturą, taborem oraz technologiami przewozu. Również zarządzanie przedsiębiorstwem, zajmującym się przewozami samochodowymi, ma osobliwy charakter. Bardzo duże znaczenie stanowią informacje oraz ich swobodny i szybki przepływ. Często ten właśnie czynnik decyduje o sprawnej organizacji procesu przewozowego, jakości transportu oraz zadowoleniu klienta.

Rozwój transportu ma bardzo duże znaczenie. Budowane są więc systemy informatyczne i telematyczne, których celem jest udoskonalenie tej właśnie dziedziny gospodarki. Ich struktura budowy oraz funkcjonalność musi uwzględniać specyfikę funkcjonowania rodzaju transportu, jakiemu są dedykowane. W transporcie drogowym dostępnych jest bardzo wiele rozwiązań informatycznych i telematycznych. Korzyści dla firm transportu drogowego, wynikające z wdrożenia nowoczesnych systemów, sąniezwykle liczne. Wymienić tu można między innymi zmniejszenie kosztów transportu (optymalizacja, kontrola kierowców), udoskonalony przepływ informacji, zwiększenie bezpieczeństwa pracowników, pojazdów i ładunków.

Systemy telematyczne wdrażane w przedsiębiorstwach transportu drogowego mają niezwykle duże znaczenie. Zwiększają one potencjał firmy oraz znacznie podnoszą ich konkurencyjność na rynku przewozowym. Firmy transportu drogowego mają więc możliwość modernizacji oraz usprawniania swojego funkcjonowania w różnym stopniu w zależności od możliwości finansowych oraz zapotrzebowania.

Podsumowując, systemy telematyczne prężnie się rozwijają i nic nie wskazuje na to, aby ten proces miał się zatrzymać. Nie ma żadnych wątpliwości, że telematyka jest przyszłością transportu, a systemy oparte na nowoczesnych technologiach staną się coraz powszechniej stosowane.

LITERATURA

[1] Chaberek M., Jezierski A.: Informatyczne narzędzia procesów logistycznych. CeDeWu, Warszawa 2010.

[2] Długosz J.: Nowoczesne technologie w logistyce. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.

[3] Niziński S.: Logistyka ogólna. WKiŁ, Warszawa 2011.

[4] Stajniak M.: Transport i spedycja: podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007.

[5] Transport i spedycja nr 1 styczeń 2010.

[6] http://www.pcworld.pl

[7] http://www.truckinginfo.com

[8] http://www.wzieu.pl

STRESZCZENIE

SIEDLECKA Sylwia. Poprawa efektywnosci funkcjonowania procesów transportowych poprzez wdrażanie technologii telematycznych / SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NTU, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono podstawowe zagadnienia z logistyki międzynarodowej oraz analizy konkurencyjności w przewozach pocztowo-kurierskich. Opisano także metodykę analizy konkurencyjności. Dodatkowo, przeprowadzono analizę SWOT trzech firm kurierskich(DHL, TNT, UPS) oraz podsumowano całość opracowania.

РЕФЕРАТ

СІДЛЕЦЬКА Сільвія. Удосконалення функціонування транспортного процесу за допомогою реалізації технології телематики**.** / СІДЛЕЦЬКА Сільвія // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розглянуто питання впровадження інформаційних систем в транспортні підприємства, з особливим акцентом на аспекти економіки і безпеки. Описані конкретні діючі автомобільні транспортні компанії, у тому числі об’єкти інфраструктури, рухомого складу і технології, характерні для автомобільного транспорту.

ABSTRACT

SIEDLECKA Sylwia. Competitiveness of international road transport in the postal and courier trade. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the objectives of the information systems implementation in transport companies with special emphasis on the economic aspectand security. It also describes the specifics of car transport companies functioning, including infrastructure, rolling stock and technology common to road transport. The abstract of the whole article was made.

AUTORZY:

SIEDLECKA Sylwia, Mgrinż., PolitechnikaRzeszowska, KatedraSilnikówSpalinowychiTransportu, Al. PowstańcówWarszawy 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Магістр інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHORS:

SIEDLECKA Sylwia, Mgr inż.,Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences,Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113
UDC 629.113

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДАТОЧНИХ ЧИСЕЛ ТРАНСМІСІЇ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА ПРИ РОЗГОНІ АВТОМОБІЛЯ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Корпач О.А., кандидат технічних наук Національний транспортний університет, Київ, Україна

DETERMINATION OF TRANSMISSION GEAR RATIOS WITH MINIMUM FUEL CONSUMPTION DURING ACCELERATION OF VEHICLE

Sakhno V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport university, Kyiv, Ukraine
Korpach O.A., Ph.D., National Transport university, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ ПРИ УСЛОВИИ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ПРИ РАЗГОНЕ АВТОМОБИЛЯ

Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Корпач О.А., кандидат технических наук Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. У комплексі заходів для поліпшення техніко-економічних показників автомобільного транспорту особливе місце займає проблема поліпшення паливної економічності. Ця проблема може вирішуватися шляхом оптимізації параметрів їх енергосилових установок у 3-х основних напрямках:

1) Пошук оптимальних конструктивних параметрів трансмісії;
2) Пошук параметрів та характеристик самої енергетичної установки;
3) Одночасний пошук оптимальних параметрів і характеристик трансмісії і енергетичної установки.

У випадку використання двигунів з заздалегідь визначеними характеристиками доцільно виконувати оптимізацію конструктивних параметрів трансмісії шляхом визначення передаточних чисел її окремих елементів (коробки передач, головної передачі тощо).

Використовуючи методи оптимізації ряду передаточних чисел трансмісії, досягають кращої відповідності конструкції автомобіля умовам його експлуатації. Забезпечується така відповідність за рахунок відповідного вибору цільової функції, алгоритму оптимізації, а також достовірністю інформації щодо найбільш вірогідних умов експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля шляхом вибору оптимальних передаточних чисел трансмісії приділяється багато уваги. У роботі [1] запропоновано методику оптимізації енергосилової установки автомобіля «Ижмаш-Авто», що базується на пошуку узагальненого критерію оптимальності шляхом групування окремих часткових критеріїв, з накладенням обмежень на часткові критерії, що залишилися після групування. При постановці завдання поліпшення паливної економічності проектованого автомобіля узагальнений критерій оптимальності буде являти собою комбінацію часткових критеріїв тільки паливної економічності, а на тягово-швидкісні властивості введуться обмеження.

Комплексну оптимізацію передаточних чисел трансмісії висвітлено в роботі [2]. Тут в якості цільової функції використано відношення годинної витрати палива G_n за j-й проміжок часу при розгоні автомобіля за умови повного відкриття дросельної заслінки до повної маси цього автомобіля. Після накладення на неї певних умов, авторами було отримано рівняння середніх значень щільності ряду передаточних чисел, які визначаються діапазоном енергозатрат на рух автомобіля в заданих умовах.

А у роботі [3] було запропоновано так званий «економічний» ряд, який враховував рівень втрат продуктивності, що пов’язаний з неповним використанням потужності на передачах, тривалість роботи на яких більша за рахунок других передач.

У роботах [4-5] запропоновано методики визначення рядів передаточних чисел трансмісії автомобіля за умови покращення показників тягово-швидкісних властивостей, шляхом розв’язку задачі одномірної оптимізації. Дані методики є універсальними і їх можливо використовувати при визначенні інших показників експлуатаційних властивостей автомобіля, зокрема паливної економічності.

Метою роботи є визначення передаточних чисел коробки передач автомобіля за умови мінімальної витрати палива при розгоні автомобіля.

Основна частина. Витрата палива автомобілем залежить як від його конструктивних та експлуатаційних параметрів, так і від режиму руху (розгін, усталена швидкість, сповільнення за допомогою двигуна або гальмівної системи; повна зупинка і робота двигуна в режимі холостого ходу).

Передаточне число трансмісії не впливає на витрату палива в режимі холостого ходу та в режимі гальмування за допомогою гальмівної системи.

Цільова функція мінімальної витрати палива при розгоні автомобіля в загальному випадку буде мати вигляд:

$$Q = f(U) \to \min . \tag{1}$$

Визначивши мінімум даної функції, можна визначити і значення передаточного числа трансмісії, що відповідає йому, яке і буде оптимумом.

Витрата палива при неусталеному русі за повного використання потужності двигуна, що відповідає режимам розгону автомобіля, визначається залежністю [6].

$$Q_i = M_a \cdot \delta_{об} \cdot \int_{v_n}^{v_к} \frac{a_{Qc} \cdot V^2 + b_{Qc} \cdot V + c_{Qc}}{a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i} dV , \tag{2}$$

де M_a – повна маса автомобіля, кг;

$\delta_{об}$ – коефіцієнт, який враховує обертові маси автомобіля;

V_n, $V_к$ – початкова і кінцева швидкості руху автомобіля, м/с;

a_i, b_i, c_i – коефіцієнти правої частини диференційного рівняння руху автомобіля[7]:

$$a_i = A_i - K_В \cdot F, \quad b_i = B_i - K_f \cdot M_a \cdot g, \quad c_i = C_i - f_0 \cdot M_a \cdot g \tag{3}$$

$$A_i = a \cdot \frac{U_i^3 \cdot \eta_м}{r_д r_к^2}, \; B_i = b \cdot \frac{U_i^2 \cdot \eta_м}{r_д \cdot r_к}, \; C_i = c \cdot \frac{U_i \cdot \eta_м}{r_д}, \tag{4}$$

де K_B – коефіцієнт обтічності, Н·с^2/м^4;

F – лобова площа, м^2;

M_a – повна маса автомобіля, кг;

f_0 – коефіцієнт опору кочення при малих швидкостях руху;

K_f – коефіцієнт, що враховує зміну коефіцієнту опору кочення при збільшенні швидкості руху.

$\eta_м$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

U_i – загальне передаточне число трансмісії автомобіля на і-ій передачі;

$r_д$ та $r_к$ – динамічний радіус та радіус кочення колеса, м.

де a, b, c – коефіцієнти апроксимації крутного моменту двигуна, отриманої експериментальним шляхом

a_{Qc}, b_{Qc}, c_{Qc} - коефіцієнти рівняння, яким апроксимується залежність секундної витрати палива двигуном від частоти обертання колінчастого вала[7]:

$$a_{Qc} = \frac{a_{.Q} \cdot U_i^{\,2}}{3600 \cdot r_к^{\,2}}, b_{Qc} = \frac{b_Q \cdot U_i}{3600 \cdot r_к}, c_{Qc} = \frac{c_Q}{3600}, \tag{5}$$

U_i – загальне передаточне число трансмісії автомобіля на і-ій передачі;

a_Q, b_Q, c_Q – коефіцієнти апроксимації функції годинної витрати палива двигуна[7]:

$$Q_o = a_Q \cdot \omega^2 + b_Q \cdot \omega + c_Q. \quad (6)$$

За наявності швидкісних зовнішніх характеристик двигунів коефіцієнти a_Q, b_Q, c_Q визначаються за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа за умови, що:

$$Q_o = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}, \quad (7)$$

де g_e – питома витрата палива, г/(кВт·год),
N_e – потужність двигуна, кВт.
Остаточно коефіцієнти a_Q, b_Q, c_Q :

$$a_Q = \frac{((g_N \cdot N_{\max} - g_{\min} \cdot N_{\min}) \cdot (\omega_M - \omega_{\min}) - (g_M \cdot N_M - g_{\min} \cdot N_{\min}) \cdot (\omega_N - \omega_{\min}))}{1000 \cdot ((\omega_N{}^2 - \omega_{\min}{}^2) \cdot (\omega_M - \omega_{\min}) + (\omega_{\min}{}^2 - \omega_N{}^2) \cdot (\omega_N - \omega_{\min}))},$$

$$b_Q = \frac{\frac{(g_M \cdot N_M - g_{\min} \cdot N_{\min})}{1000} + a_Q \cdot (\omega_{\min}{}^2 - \omega_M{}^2)}{\omega_M - \omega_{\min}},$$

$$c_Q = \frac{g_{\min} \cdot N_{\min}}{1000} - a_Q \cdot \omega_{\min}{}^2 - b_Q \cdot \omega_{\min}{}^2. \quad (8)$$

Підставивши у вираз (2) значення (3), (4),(5) та (8), було отримано цільову функцію для витрати палива при розгоні автомобіля від передаточного числа коробки передач:

$$Q(U) = M_a \cdot \delta_{об} \cdot \int_{v_n}^{v_к} \frac{a \frac{a_Q \cdot U_{КП}{}^2 \cdot U_{ГП}{}^2}{3600 \cdot r_к{}^2} \cdot V^2 + \frac{b_Q \cdot U_{КП} \cdot U_{ГП}}{3600 \cdot r_к} \cdot V + \frac{c_{Qc}}{3600}}{a \cdot \frac{U_{КПi}{}^3 \cdot U_{ГП}{}^3 \cdot \eta_m}{r_д r_к^2} \cdot V^2 + b \cdot \frac{U_{КПi}{}^2 \cdot U_{ГП}{}^2 \cdot \eta_m}{r_д r_к} \cdot V + c \frac{U_{КПi} \cdot U_{ГП} \cdot \eta_m}{r_д}} dV. \quad (9)$$

Далі функція (8) інтегрується для отримання кінцевого вигляду цільової функції. У зв’язку зі значною масивністю кінцевий вигляд цільової функції не приводиться.

Цільова функція $Q(U)$ не є функцією однієї змінної. Вона залежить, як мінімум від передаточних чисел коробки передач $U_{КПi}$ і початкової $V_П$ та кінцевої швидкостей руху $V_К$ на передачі. Всі інші параметри, що входять в залежність (9), з певними припущеннями, можна вважати постійними.

Для приведення функції $Q(U)$ до вигляду неперервної унімодальної функції однієї змінної (залежності часу розгону від передаточних чисел коробки передач $U_{КПi}$) необхідно задати значення початкової та кінцевої швидкостей руху автомобіля на передачі $V_П$ та $V_К$, тобто ввести обмеження.

Так, для ступінчастої коробки передач, перша передача має забезпечувати задану умову подолання максимального опору руху і обмежується зчепленням ведучих коліс автомобіля з дорожнім полотном. Першу передачу доцільно приймати аналогічно до базового ряду передаточних чисел. Всі інші передачі визначаються через діапазони швидкостей від початкової $V_П$ до кінцевої $V_К$, причому зі збільшенням номеру передачі зростають і значення швидкостей. Інтервали швидкостей від $V_П$ до $V_К$ доцільно обирати, використовуючи за основу базовий ряд передаточних чисел автомобіля та ряди, отримані різноманітними методами, такими як геометрична прогресія, гармонічний, динамічний ряд та ін.

Для автомобіля ГАЗ-31105 «Волга» з двигуном ЗМЗ 40525.10 значення інтервалів швидкостей на передачах, для базового ряду передаточних чисел складають: перша передача – 0 .. 11,138 м/с ; друга передача – 2,965 .. 19,273 м/с; третя передача – 4,975 .. 32,337 м/с; четверта передача – 6,487 .. 42,167 м/с; п’ята передача – 8,170 .. 53,107 м/с.

У даному випадку включається весь швидкісний діапазон по передачах від мінімальної ω_{min} до максимальної ω_{max} частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Підставивши значення $V_П$ і $V_К$ для кожної передачі у вираз (9), побудовано графіки залежності часу розгону від значення передаточного числа коробки передач на кожній передачі (рис.1.).

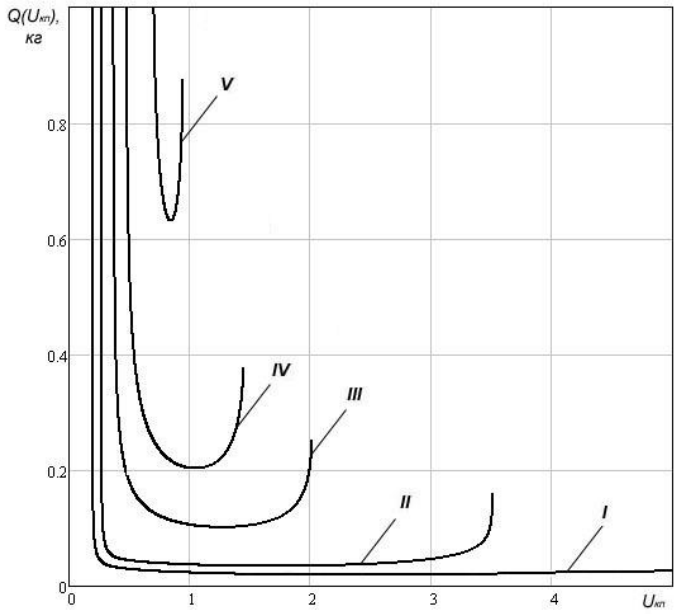


Рисунок 1 – Залежність витрати палива при розгоні автомобіля ГАЗ-31105 «Волга» з двигуном ЗМЗ 40525.10 від передаточних чисел коробки передач

Після введення обмежень у функції $\tau(U)$ залишається тільки одна змінна - передаточне число коробки передач $U_{КПі}$, що і є шуканою величиною. Для її визначення використовується метод «золотого січення». Передаточне число визначається для кожної передачі, окрім першої, в залежності від обраного інтервалу швидкостей. Пошук завершується після досягнення заданої точності ($E = 0{,}001$), для цього потребується 16 послідовних ітерацій зменшення інтервалу пошуку[8].

В результаті було визначено передаточні числа коробки передач автомобіля ГАЗ-31105 «Волга» з двигуном ЗМЗ 40525.10: перша передача – 3,786; друга передача – 1,684; третя передача – 1,268; четверта передача – 1,046; п’ята передача – 0,847.

Висновки. У результаті проведених досліджень було складено цільову функцію залежності витрати палива та визначено ряд передаточних чисел коробки передач автомобіля за умови мінімальної витрати палива при розгоні автомобіля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кондрашкин А.С. Методика оптимизации параметров энергосиловой установки автомобиля / А.С. Кондрашкин, Н.М. Филькин, В.Ю. Сальников // Автомобильная промышленность. – 2002. – № 4. – С. 32 – 33.

2. Фасхиев Х.А. Определение рациональных технико-экономических показателей автомобиля при его проектировании / Х.А. Фасхиев, И.Ф. Шайхутдинов, А.Д. Галимянов, И.Д. Валеев // Автомобильная промышленность. – М.: Машиностроение, 2007, –№ 3. – С. 8 – 10.

3. Шепеленко Г.Н. Основы теории самоходных машин / Г.Н. Шепеленко. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. ун-те, 1993. – 216 с.

4. Корпач О.А. Методика визначення ряду передаточних чисел коробки передач за умови мінімального часу розгону автомобіля / О.А. Корпач // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Випуск 27. – С. 284 – 290.

5. Сахно В.П. Методика визначення ряду передаточних чисел коробки передач за умови мінімального шляху розгону автомобіля. / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2013. – № 29. – С. 3 – 9.

6. Литвинов А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 237 с.

7. Фаробин Я.Е. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок / Я.Е. Фаробин, В.С. Шупляков. –М.: Транспорт, 1983. – 200 с.

8. Реклейтис Г. Оптимизация в технике. Том 1. / Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. – М.: Мир, 1986. – 348 с.

REFERENCES

1. Kondrashkyn A.S.,. Fylkyn N.M, Salnykov V.Iu. The method of optimizing the parameters of vehicle powertrain. Avtomobylnaia promyshlennost. 2002. Issue 4. P 32 – 33. (Rus)

2. Faskhyev Kh.A., Shaikhutdynov Y.F., Halymianov A.D., Valeev Y.D. Definition of rational technical and economic performance of a vehicle during developing. Avtomobylnaia promyshlennost. Moskva: Mashynostroenye. 2007. Issue 3. P. 8 – 10. (Rus)

3. Shepelenko H.N. Fundamentals of the theory of self-propelled machines. Kharkov: Izdatelstvo «Osnova». 1993. 216 p. (Rus)

4. Korpach O.A. The method for determining the gear ratios to ensure minimal acceleration time. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Kyiv. 2013. Issue 27. P 284 – 290.

5. Sakhno V.P., Korpach O.A. The method for determining the gear ratios to ensure minimal acceleration path. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Zbirnyk naukovykh prats. Seriia: Avtomobile- ta traktorobuduvannia. Kharkiv. 2013. Issue 29. P. 3 – 9. (Ukr)

6. Lytvynov A.S., Farobyn Ia.E. Vehicle: theory performance properties. Moskva: Mashynostroenye. 1989. 237 p. (Rus).

7. Farobyn Ia.E., Shupliakov V.S. Evaluation of trucks performance properties for international traffic. Moskva: Transport. 1983. 200 p. (Rus).

8. Rekleitys H., Reivyndran A., Rehsdel K. Optimization techniques. Volume 1. Moskva:Myr. 1986. 348 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. Визначення передаточних чисел трансмісії за умови мінімальної витрати палива при розгоні автомобіля. / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розглянуто методику визначення передаточних чисел трансмісії автомобіля за умови мінімальної витрати палива при розгоні автомобіля.

Об’єкт дослідження – передаточні числа трансмісії автомобіля.

Мета роботи – визначення передаточних чисел коробки передач автомобіля за умови мінімальної витрати палива при русі в усталених режимах.

Метод дослідження – аналітичний.

У результаті проведених досліджень було складено цільову функцію залежності витрати палива при розгоні автомобіля від величини передаточного числа коробки передач. Побудовано залежності витрати палива при розгоні автомобіля від передаточного числа коробки передач по передачах. Визначено передаточні числа коробки передач автомобіля ГАЗ-31105 «Волга» з двигуном ЗМЗ 40525.10 за умови мінімальної витрати палива автомобілем при розгоні.

Результати висвітлені у статті можуть бути використані при оптимізації передаточних чисел трансмісії автомобіля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬ, ТРАНСМІСІЯ, ПЕРЕДАТОЧНІ ЧИСЛА, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, РОЗГІН

ABSTRACT

Sakhno V.P., Korpach O.A. Determination of transmission gear ratios with minimum fuel consumption during acceleration of vehicle. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article proposes method of determination of transmission gear ratios with minimum fuel consumption during acceleration of vehicle.

Object of the study – transmission gear ratios

Purpose of the study – determination of transmission gear ratios with minimum fuel consumption during acceleration of vehicle.

Method of the study – analytic.

As a result of the research was compiled objective function depending on the fuel consumption during acceleration of vehicle on the value of gearbox gear ratio. Powered depending on fuel consumption during acceleration of vehicle with different speeds of gearbox gear ratio. Determined gear ratios gearbox GAZ-31105 "Volga" with ZMZ 40525.10 engine for minimum fuel consumption vehicle during acceleration.

The results can be used to optimize the automobile transmission.

KEYWORDS: CAR, TRANSMISSION, GEAR RATIOS, FUEL ECONOMY, ACCELERATION

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. определение передаточных чисел трансмиссии при условии минимального расхода топлива при разгоне автомобиля. / В.П. Сахно, А.А. Корпач // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассмотрена методика определения передаточных чисел трансмиссии автомобиля при условии минимального расхода топлива при разгоне автомобиля.

Объект исследования – передаточные числа трансмиссии автомобиля.

Цель работы – определение передаточных чисел коробки передач автомобиля при условии минимального расхода топлива при разгоне автомобиля

Метод исследования – аналитический.

В результате проведенных исследований было составлено целевую функцию зависимости расхода топлива при разгоне автомобиля от величины передаточного числа коробки передач. Построены зависимости расхода топлива при разгоне автомобиля от передаточного числа коробки передач по передачам. Определены передаточные числа коробки передач автомобиля ГАЗ-31105 «Волга» с двигателем ЗМЗ 40525.10 минимальном расходе топлива автомобилем при разгоне.

Результаты освещены в статье могут быть использованы при оптимизации передаточных чисел трансмиссии автомобиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬ, ТРАНСМИССИЯ, ПЕРЕДАТОЧНЫЕ ЧИСЛА, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, РАЗГОН

АВТОРИ:

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Автомобілі», e-mail: sakhno@i.ua, тел. +380676655344, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1. к.301.

Корпач Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, ассистент кафедри «Автомобілі», e-mail: mosesoff@bigmir.net, тел. +38093488023, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1. к.306.

AUTHORS:

Sakhno Volodymyr P., Ph. D, Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head department of automobiles, e-mail: sakhno@i.ua, тел. +38093488023, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of 301.

Korpach Oleksiy A., Ph. D, National Transport University, assistant department of automobiles, e-mail: mosesoff@bigmir.net, тел. +38093488023, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 306.

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой «Автомобили», e-mail: sakhno@i.ua, тел. +380676655344, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1. к. 301.

Корпач Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры «Автомобили», e-mail: mosesoff@bigmir.net, тел. +38093488023 Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1. к. 306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Житомир, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kravchenko O.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Zhytomyr State Technological University, professor, department of automobiles and automobile economy, Zhytomyr, Ukraine.

Mateichyk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, dean of automobile mechanic faculty, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.785.539
UDC 621.785.539

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ВИРОБНИЦТВА: ОСОБЛИВОСТІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Сидорчук О.В., доктор технічних наук, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», Київ, Україна
Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Ратушний Р.Т., кандидат технічних наук, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна
Сидорчук Л.Л., кандидат технічних наук, Львівський національний аграрний університет, Львів, Україна

TECHNICAL SERVICE OF PRODUCTION: FEATURES REGULATION

Sidorchuk O.V., Doctor of Techical Science, National scientific center "Institute of mechanization and electrification of agriculture", Kyiv, Ukraine
Levkivskyi O.P., Doctor of Techical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Ratushnyi R.T., PhD in Technical Sciences, Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
Sidorchuk L.L., PhD in Technical Sciences, Lviv National Agrarian University, Lviv, Ukraine

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС ПРОИЗВОДСТВА: ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Сидорчук А.В., доктор технических наук, Национальный научный центр «Институт механизации и электрофикации сельского хазяйства», Киев, Украина
Левковский А.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Ратушний Р.Т., кандидат технических наук, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Львов, Украина
Сидорчук Л.Л., кандидат технических наук, Львовский национальный аграрный университет, Львов, Украина

Постановка проблеми. Виробництво продуктів відбувається на основі машин. Забезпечення його машинами (технікою) та підтримання їх у роботоздатному стані належить до науково-прикладної галузі людської діяльності, яка називається технічним сервісом виробництва. Функціонування цієї галузі значною мірою визначає конкурентоспроможність відповідного виробництва, яке вона обслуговує. В Україні галузь технічного сервісу базових сфер економічної діяльності є недостатньою для їх розвитку. Це зумовлено багатьма причинами, основною з яких є недостатнє наукове обслуговування процесу демонтування державної системи технічного сервісу та функціонування і розвитку фірмової системи цього сервісу. Інакше кажучи, в Україна існує науково-прикладна проблема функціонування та розвитку технічного сервісу різних сфер економічної діяльності.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Проблема технічного сервісу виробництва розглядалася багатьма вченими бувшого Союзу. Їх наукові праці стосувалися таких основних складових цієї проблеми, як обґрунтування потреби в технічному забезпеченні різних виробничих галузей [1, 2], а також розбудови систем технічного обслуговування та ремонту машин цих галузей [3, 4, 5]. Зазначені публікації стосувалися державної монополії на технічний сервіс. Після демонтування централізованої планової системи управління виробничими галузями і переходу до ринкової системи управління наукові питання технічного сервісу і надалі розглядалися з державної позиції [6, 7]. І хоча на внутрішньому ринку України появилися новітні технології та техніка за інерцією наукові дослідження проблем технічного сервісу і надалі стосувалися обґрунтування потреби виробничих галузей у технічних засобах [8], розвитку державної системи їх технічного обслуговування та ремонту [7], а також створення формувань з технологічного обслуговування

товаровиробників [9]. Ці дослідження не розглядали фірмових систем технічного сервісу виробництва та особливостей управління ними. З цієї причини на ринку України сформувалася низка посередницьких (дилерських та дистриб’юторських) фірм, які здійснюють технічний сервіс виробництва за особливими правилами, які ставлять користувачів цього сервісу в економічну залежність від діяльності посередників. З огляду на це, можна стверджувати, що технічний сервіс виробництва в Україні є недостатньо розвинутим. Це гальмує розвиток її економіки.

Метою статті є розкриття складових системи та особливостей державного регулювання технічного сервісу виробництва.

Виклад матеріалу. Технічний сервіс виробництва є самостійною сферою економічної діяльності. Вона покликана забезпечувати всі галузі економіки технікою, підтримувати її у роботоздатному стані та утилізувати за відповідного технічного стану. Технічний сервіс розпочинається з розроблення машин, першим етапом якого є науково-дослідна діяльність щодо їх створення (рис. 1). Щоб регулювати відповідні процеси за державного технічного сервісу виробництва було розроблено відповідний стандарт [10].

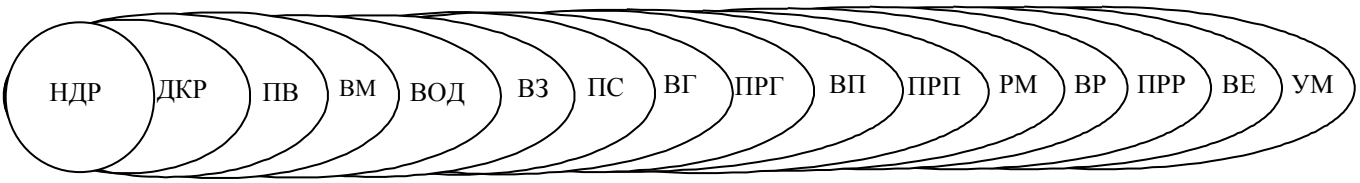


Рисунок 1 – Основні етапи технічного сервісу виробництва: НДР, ДКР, ПВ, ВМ, ВОД, ВЗ – відповідно науково-дослідні, дослідно-конструкторські роботи, постановка на виробництво та виготовлення машин, ремонтно-технологічного обладнання, документації і запасних частин; ПС, ВГ, ПРГ – відповідно просування машин до споживачів, використання їх за призначенням та підтримання у роботоздатному стані в гарантійний період; ВП, ПРП – відповідно використання та підтримання машин у роботоздатному стані в післягарантійний період; РМ, ВР, ПРР – відповідно ремонт машин, використання їх після ремонту та підтримання у роботоздатному стані відремонтованої техніки; ВЕ, УМ – відповідно вилучення з експлуатації та утилізація машин.

Він фактично регламентував як науково-дослідну, так і дослідно-конструкторську діяльність щодо створення нової техніки та постановки її на виробництво. Після цього етапу відбувається виготовлення (ВМ) та просування (ПС) машин до споживачів. Наступні етапи стосуються використання (ВГ) та підтримання роботоздатного стану (ПРГ) машин у гарантійний період. Пізніше відбуваються такі етапи технічного сервісу, як використання (ВП) та підтримання у роботоздатному стані (ПРП) машин у післягарантійний період їх використання. Надалі машини ремонтуються (РМ), продовжують використовуватися (ВР) за призначенням та підтримуються у роботоздатному стані (ПРР). Завершується технічний сервіс виробництва вилученням (ВМ) з експлуатації та утилізацією (УМ) машин. Таким чином технічний сервіс виробництва включає шістнадцять основних етапів, кожен з яких стосується певного стану та використання машин за призначенням. Стан машин фактично виступає основною класифікаційною ознакою для визначення етапів технічного сервісу виробництва.

Між зазначеними етапами технічного сервісу виробництва існують системні зв’язки, які визначають його ефективність та конкурентоспроможність як самого сервісу, так і продукції, що виробляється за допомогою відповідних машин. Для розкриття цих зв’язків більшу увагу звернемо на особливості здійснення кожного окремого етапу в ринкових умовах.

Бізнесова зацікавленість машинобудівних фірм у виготовленні конкурентоспроможної техніки спонукає їх до ініціювання проектів створення відповідних машин з елементами прогнозування змісту, ефективності та часу виконання окремих складових технічного сервісу виробництва. З цією метою, у першу чергу, плануються та здійснюються проекти з науково-дослідної та дослідно-конструкторської діяльності. Однак, ще до початку виконання цих проектів здійснюється техніко-економічне обґрунтування доцільності створення нової техніки. Цей етап технічного сервісу виробництва сьогодні в України, на жаль, здійснюється без достатнього наукового супроводу, що є однією з основних причин створення техніки низької конкурентної спроможності. Не вдаючись до детального аналізу цього (підготовчого) етапу, зауважимо, що недоречності зумовлені тим, що

розробники техніки здебільшого користуються стандартом, створеним для централізованого управління технічним сервісом виробництва [10], коли машинобудівні заводи були у державній власності. Окрім того, економічне обґрунтування доцільності створення нової техніки також базується на застарілих стандартах [11].

Аналіз змісту етапу технічного сервісу виробництва «науково-дослідна робота» (НДР), який регламентований стандартом [10], свідчить про те, що ним не передбачені наукові дослідження стосовно використання машин за призначенням та підтримання їх у роботоздатному стані. Тобто на етапі виконання НДР не передбачається прогноз експлуатаційних ресурсо- та енергозатрат на використання розроблюваних машин. Це є також однією із причин недостатньої конкурентоспроможності вітчизняної техніки.

Етап «дослідно-конструкторська робота» (ДКР) передбачає розроблення конструкторської документації на машини. На цьому етапі задуми вчених і конструкторів втілюються у креслення майбутніх машин. Основна задача, яка у цьому разі розв’язується, стосується їх надійності та технологій виготовлення й ремонту. Таким чином, процеси конструювання машин є невід’ємними від процесів їх дослідження, виготовлення та ремонту. Окрім того, процеси на етапах НДР і ДКР не лише органічно зв’язані між собою, але й значною мірою визначають усі наступні процеси технічного сервісу виробництва.

Етап «постановка машин на виробництво» (ПВ) стосується виготовлення експериментальних зразків техніки, їх випробування на якість виконання своїх функцій, ергономічність та екологічність. Окрім того, на цьому етапі уточнюються питання технологічності виготовлення нових машин та технологічної підготовки машинобудівних підприємств до їх виготовлення, а також усуваються можливі недоречності у проектуванні техніки.

Зміст етапу «виготовлення машин» (ВМ) базується на усіх попередніх етапах технічного сервісу виробництва. Водночас, обсяги виконуваних на цьому етапі робіт визначаються усіма наступними етапами технічного сервісу. Ці обсяги та тривалість зазначеного етапу залежить від попиту на ту чи іншу техніку, який визначається її конкурентоспроможністю. Таким чином, етап ВМ є фактично визначальним (базовим) для наступних етапів технічного сервісу. Водночас, він базується на попередніх етапах, які забезпечують конкурентоспроможність машин.

Етап «просування машин до споживачів» (ПС) є специфічним. Він покликаний донести інформацію про виготовлену новітню техніку до споживачів, виконати передпродажне її технічне обслуговування, а також забезпечити технічне обслуговування та ремонт у гарантійний та післягарантійний терміни використання [10].

Розглядаючи етап «використання машин за призначенням у гарантійний період використання» (ВГ), бачимо, що він здійснюється споживачами. Його особливістю є те, що у цей період споживачі машин використовують їх за призначенням на режимах, які нерідко регламентуються виготовлювачами. Порушення цих режимів, як і правил технічної експлуатації, які обов’язково регламентуються виготовлювачами, може стати причиною відмов машин у гарантійний період їх використання. Усунення відмов, що виникають у цей період з вини споживачів здійснюється за їх кошти. А тому етап ВГ нерозривно пов’язаний із етапом «підтримання роботоздатного стану машин у гарантійний період їх використання» (ПРГ). Правила використання машин за призначенням та регламенти їх технічного обґрунтування у цей період розробляються виготовлювачами машин. Водночас, дотримання цих правил покладено на їх споживачів.

Етапи «використання машин за призначенням у післягарантійний період» (ВП) та «підтримання машин у роботоздатному стані у післягарантійний період використання» (ПРП) відносяться до використання техніки і характеризуються тією особливістю, що виготовлювачі машин знімають із себе будь-яку відповідальність за контролем їх використання та правилами технічної експлуатації. Ця відповідальність повністю перекладається на споживачів, які змушенні володіти відповідними знаннями та вирішувати самостійно завдання щодо використання та забезпечення роботоздатного стану машин. У цьому разі виникає практична проблема, замовлена суперечністю між комерційною зацікавленістю її виготовлювачів у непоширенні «ноу-хау» та економічною незалежністю споживачів новітньої техніки. Вирішення цієї проблеми належить до компетенції органів державного регулювання технічного сервісу виробництва, яке, на жаль, в Україні ще недостатньо розвинулося. Не вдаючись до поглибленого аналізу цієї проблеми, зауважимо, що розвинуті країни світу її вирішують на основі захисту прав інтелектуальної власності та технічних регламентів.

Аналізуючи етап технічного сервісу виробництва «ремонт машин» (РМ), приходимо до висновку, що цей етап є надзвичайно важливим для споживачів. Для його здійснення мають бути створені всі технологічно необхідні передумови, до яких належать ремонтно-технологічне обладнання, запасні частини тощо. Ремонт машин дає змогу подовжити термін їх служби, зекономити

витрати енергії та металу у системі технічного сервісу виробництва, здешевити цей сервіс, а відтак підвищити ефективність обслуговуваних галузей економіки.

Етапи використання та підтримання у роботоздатному стані відремонтованих машин не відрізняються від попередніх аналогічних етапів. Зокрема, таких етапів як ВР та РРП. Окрім того, слід зауважити, що на відремонтовані машини може поширюватися гарантія ремонтників щодо безвідмовного терміну їх використання за дотримання регламентів з технічного обслуговування.

Технічний сервіс виробництва завершується такими етапами, як «вилучення машин з експлуатації» (ВЕ) та «утилізацією машин» (УМ). Ці етапи лежать в основі процесу технічного оновлення виробництв. Вони забезпечують очищення навколишнього середовища від використаної техніки.

Кожен із означених етапів технічного сервісу виробництва здійснюється певним виконавцем. Характерною особливістю у цьому разі є те, що кожна машина завжди має свого виготовлювача і споживача. Виготовлювачі машин не можуть обійтися без виконання НДР, ДКР та ПВ. Ці роботи можуть виконуватися або виготовлювачами техніки, або ж спеціалізованими науковими організаціями. Виконання НДР, ДКР та ПВ силами виготовлювачів можливе лише за умови належного їх фінансового забезпечення. Окрім того формування виготовлювачами науково-дослідних структур вимагає значних витрат коштів. А тому питання підвищення ефективності використання наявного науково-інженерного потенціалу України на основі поєднання його з вітчизняним виробничим потенціалом виготовлювачів машин є першочерговою задачею державного регулювання економіки.

Виготовлювачі тих чи інших машин окремі комплектуючі можуть замовляти у суміжних виготовлювачів (суміжників). Виготовлювачі просувають машини до споживачів за допомогою відповідних технічних центрів, які можуть бути їх власністю, або ж фінансово незалежними. Ці центри забезпечують продаж машин, навчання операторів, а також технічне обслуговування та ремонт машин у гарантійний період їх використання. Сьогодні в Україні технічні центри достатньо розвинулися здебільшого для продажі та технічного обслуговування іноземної техніки. Через незначні обсяги продажі вітчизняної техніки відповідні центи розвинуті, на нашу думку, недостатньо. Такий стан справ також вимагає державного стимулювання не лише обсягів виробництва в Україні техніки, але й формування технічних центрів з її продажі, підготовки операторів та фірмового технічного обслуговування й ремонту.

Машини за призначенням використовуються замовниками техніки. У цьому разі замовники можуть бути безпосередні користувачі машин, або ж обслуговуючі формування, які за допомогою машин виконують відповідні машинні процеси на замовлення обслуговуваних структур. У процесі використання машин за призначенням проявляються їх споживчі властивості. Можлива невідповідність властивостей машин, виявлених у цьому процесі, задекларованим властивостям під час їх продажі є підставою державного регулювання взаємодії між виготовлювачами та споживачами техніки. У цьому разі держава захищає права споживачів. Зазначимо, що для цієї мети в Україні розроблено відповідний закон [12]. Аналіз його змісту свідчить про те, що ним здебільшого регулюються спірні питання, які виникають під час технічного обслуговування та ремонту машин. Питання щодо невідповідності технологічних властивостей машин, на жаль, цим законом не регулюються.

Використання машин у післягарантійний період має ту особливість, що контроль за її технічним обслуговуванням та усуненням відмов здійснюється лише споживачами. Виготовлювачі машин можуть і надалі виконувати роботи з підтримання їх у роботоздатному стані. Однак, у цьому разі вони не зацікавлені у тому, щоб не виникали відмови машин, адже кожна відмова у післягарантійний період усувається за рахунок споживачів, які фактично дають роботу для формувань з технічного сервісу.

Для підтримання машин у роботоздатному стані потрібні, у першу чергу, регламентні документи, у яких розкривається зміст відповідних обслуговуючо-ремонтних робіт. Окрім того, для їх виконання потрібні ремонтні матеріали, запасні частини, а також необхідні інструменти. Не зупиняючись детально на особливостях створення цього обслуговуючо-ремонтного оснащення, зауважимо, що воно є невід’ємною складовою технічного сервісу машин. З огляду на те, що цей сервіс виконується і в гарантійний період, виготовлювачі машин зацікавлені у наявності цього оснащення. Воно формує відповідний сектор ринку технічного сервісу виробництва, без якого цей ринок функціонувати не може.

Аналізуючи можливих виконавців обслуговуючо-ремонтних робіт у післягарантійний період, слід зазначити, що ними можуть залишатися технічні центри виготовлювачів (фірмові технічні центри), можуть створюватися незалежні від технічних центрів обслуговуючо-ремонтні формування, або ж виконуватися власними силами споживачів машин. Однією з основних умов створення

незалежних від технічних центрів обслуговуючо-ремонтних формувань є наявність на ринку відповідних технологічних регламентів, технічного оснащення, запасних частин та матеріалів. За монополізованого положення технічних центрів зазначене матеріально-технічне оснащення на ринку відсутнє. А тому щоб це не відбувалося, технічний сервіс машин у післягарантійний період їх використання має регулюватися державою на законодавчому рівні. Також, на нашу думку, державою мають регулюватися питання, що стосуються ремонту машин. Зокрема, для виконання цього етапу технічного сервісу виробництва потрібно складне ремонтно-технологічне обладнання для відновлення корпусних і базових деталей. Воно дає змогу суттєво економити енергію та ресурси у системі технічного сервісу, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище. У цьому разі бізнесова зацікавленість виготовлювачів машин здебільшого не співпадає із функцією держави. Виготовлювачі машин економічно не зацікавлені у їх складному ремонті. Це зумовлено багатьма причинами. Першою з них є організаційна складність забезпечення збору ремонтного фонду повнокомплектних машин, їх агрегатів, вузлів і деталей для його відновлення. Другою є те, що економічна вигода від ремонту (відновлення) досягається лише за значної концентрації відповідного виробництва, домогтися якої в умовах України є складно через багатомарковість парку машин. Третьою, як уже зазначалося, є технологічна потреба у складному ремонтно-технологічному обладнанні, що застосовується для відновлення корпусних і базових деталей машин. Ці основні причини гальмують розвиток ремонтно-відновної складової технічного сервісу, а відтак знижують його ефективність.

Для розвитку ремонтно-відновної складової технічного сервісу виробництва потрібне її державне регулювання, яке б зобов’язувало виготовлювачів машин розробляти, виготовляти та поставляти на ринок відповідне технологічне обладнання та технологічні регламенти на виконання ремонтно-відновних процесів. Окрім того, на наш погляд, держава повинна економічно стимулювати розвиток відповідного бізнесу.

Що стосується використання та підтримання у роботоздатному стані відремонтованих машин, то зазначені етапи фактично не відрізняються від змісту відповідних етапів технічного сервісу нових машин.

Вилучення машин з експлуатації та їх утилізація здійснюється споживачами машин. Критерієм припинення використання тієї чи іншої техніки здебільшого є її технічний стан. Машини вилучаються з експлуатації тоді, коли їх технічний стан або економічно не задовольняє споживачів, або ж створює небезпеку для людей чи забруднює навколишнє середовище. Вилучення машин з експлуатації за критерієм економічної доцільності належить до прерогативи споживачів. Припинення використання машин за критерієм безпеки – прерогатива держави.

Утилізація машин здебільшого здійснюється на комерційній основі. Результатом цього етапу технічного сервісу є або вживані запасні частини, або ремонтний фонд, призначений для відновлення, або ж металобрухт. Ефективність цього етапу технічного сервісу виробництв визначається співвідношенням обсягів відповідних складових. Чим менший вихід металобрухту в утилізованих машинах, на наше переконання, тим ефективність утилізації краща. А тому функція держави у цьому разі має зводитися до економічного стимулювання відновлення конструкційних елементів утилізованих машин, що є однією із підстав енергоощадного технічного сервісу виробництва.

Висновки: 1. Технічний сервіс виробництва є багатоетапним процесом, який впродовж життєвого циклу машин здійснюється різними виконавцями, бізнесові інтереси яких нерідко є суперечливими, що є підставою державного регулювання.

2. Означені шістнадцять етапів технічного сервісу виробництва перебувають у системному взаємозв’язку, розкриття якого має лежати в основі державної технічної політики стосовно економічних галузей виробництва.

3. Концептуальне розкриття змісту кожного етапу технічного сервісу виробництва уможливило з’ясування суперечностей, що лежать в основі взаємодії виготовлювачів, посередників та споживачів техніки, які усуваються державним регулюванням цього сервісу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фінн Е.А. Комплектування МТП колгоспів та радгоспів //Е.А.Фінн, М.П. Варшавський – К.: Урожай, 1989.

2. Хабатов Р.Ш. Оптимизация состава МТП по энергетическим и стоимостным критериям [Текст] / Р.Ш. Хабатов, В.К. Осадчий // Оптимизация машинно-тракторного парка: Сб. науч .тр. – М.: МСХА, 1990. – С. 7 – 10.

3. Черепанов С.С. Технологическое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве (основы научной организации) – М.: Колос, 1978. – 280 с.

4. Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. 2-е изд.,

перераб. и доп. / Н.Н.Смирнов, А.А.Ицкович – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

5. Семкович А.Д. Система ремонта сельскохозяйственной техники. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов, ун-те, 1983. – 172 с.

6. Сидорчук О.В., Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу рільництва: монографія / О.В. Сидорчук, С.Р.Сенчук, О.В.Кухарук. – Львів: Львів. ДАУ, 2001. – 172 с.

7. Молодик М.В. Наукові основи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському госоподарстві. М.В. Молодик, УААН. ННЦ «ІМЕСГ». Кіровоград. КОД, 2009. – 180 с.: іл.

8. Білоуськo Я. К. Удосконалення техніко-технологічного оснащення аграрного виробництва/ Я.К. Білоуськo, В.Л.Товстопят. – К.: ННЦ ІАЕ, 2012, – 59 с.

9. Гайдуцький П.І.Відродження МТС: організація машинно-технологічних станцій в ринкових умовах / П.І.Гайдуцький, М.Г.Лобас. – К.: Поліграфкнига: ПФ "Оранта"; К.: НВАТ "Агроінком" 1997. – 501 с.

10. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення: ДСТУ 3973-2000. – [Чинний від 2000-11-27]. – К.: Держстандарт України, 2001. – 20 с.

11. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання на етапі випробування. ДСТУ 4397:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 16 с.

12. Про захист прав покупців сільськогосподарських машин. Закон України. // Відомості Верховної Ради (ВВР), – 2003, – N 38, – ст. 315.

REFERENCES

1. Finn E.A. Komplektuvannia MTP kolhospiv ta radhospiv // E.A.Finn, M.P.Varshavskiy – K.: Urozhay, 1989. (Ukr)

2. Khabatov R.Sh. Optymyzatsyia sostava MTP po energeticheskim i stoymosnym kriteriyam [Tekst] / R.Sh.Khabatov, V.K.Osadchiy // Optymyzatsyia mashinno-traktornogo parka: Sb. nauch. tr. – M.: MSKhA, 1990. – S. 7 – 10. (Rus)

3. Cherepanov S.S. Tekhologicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v selskom khozyaystve (osnovy nauchnoy organizatsii) – M.: Kolos, 1978. – 280 c. (Rus)

4. Smirnov N.N. Obsluzhivanie i remont aviftsionnoy tekhiki po sostoyaniyu. 2-e izd., pererab. i dop./ N.N.Smirnov, A.A. Itskovich – M.: Transport, 1987. – 272 s. (Rus)

5. Semkovich A.D. Sistema remonta selskokhozyaystvennoy tekhniki. – Lvov: Vishcha shoal. izd-vo pri Lvov. un-te, 1983. – 272 s. (Rus)

6. Sidorchuk O.V. Naukovi osnovi inzhenerogo menedzhmentu tekhichogo servisu rilnitstva: monografiya / O.V.Sydorchuk, S.R.Senchuk, O.V.Kukharuk. – Lviv: Lviv. DAU, 2001. – 172 s. (Ukr)

7. Molodyk M.V. Naukovi osnovy tekhnichogo obslugovuvannia I remontu mashyn u silskomu hospodarstvi. M.V.Molodyk, UAAN, NNTs “IMESG”/ Kirovograd, KOD, 2009. – 180 s.: il. . (Ukr)

8. Bilousko Ya. K. Udoskonalennia tekhniko-tekhnologichogo osnashennia agrarnoho vyrobnytsva/ Ya.K.Bilousko, V.L.Tovstopiat. – K.: NNTs IAE, 2012, - 59 s. (Ukr)

9. Gaydutskiy P.I. Vidrodzhennia MTS: organizatsiia mashynno-tekhologichyh stantsiy v rynkovykh umovah / P.I.Gaydutskiy, M.G.Lobas. – K.: Poligrafkhyga: PF “Oranta”; K.: NVAT “Agroinkom”, 1997. – 501 s. (Ukr)

10. Systema rozroblennia ta postavlennia produktsii na vyrobnytstvo. Pravyla vykonannia naukovo-doslidnyh robit. Zagalni polozhennia: DSTU 3973-2000. – [Chinnyi vid 2000-11-27]. – K.: Derzhstandart Ukrainy, 2001. – 20 s. (Ukr)

11. Silskohospodarska tehnika. Metody ekonomichnogo otsiniuvannia na ttapi vyprobuvavvia. DSTU 4397:2005, – K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. – 16 s. (Ukr)

12. Pro zahyst prav pokuptsiv silskogospodaskyh mashyn. Zakon Ukrainy.// Vidomosti Verhovnoi Rady (VVR), – 2003. – № 38, – st. 315. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Сидорчук О.В. Технічний сервіс виробництва: особливості державного регулювання / О.В.Сидорчук, О.П.Левківський, Р.Т.Ратушний, Л.Л.Сидорчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Сучасний технічний сервіс виробництва в Україні є недостатньо розвинутим. Проведеними дослідженнями розкрито структуру та зміст шістнадцяти етапів технічного сервісу виробництва. Встановлено, що між етапами цього сервісу існують системні зв’язки, результати розкриття яких є підґрунтям державної технічної політики.

Означено виконавців кожного етапу. З’ясовано бізнесові інтереси виготовлювачів,

посередників та виконавців машин. Визначено їх суперечність.

Аналізуючи можливих виконавців обслуговуючо-ремонтних робіт у післягарантійний період визначено, що ними можуть залишатися технічні центри виготовлювачів (фірмові технічні центри), а також можуть створюватися незалежні від технічних центрів обслуговуючо-ремонтні формування, або ж виконуватися власними силами споживачів машин. Однією з основних умов створення незалежних від технічних центрів обслуговуючо-ремонтних формувань є наявність на ринку відповідних технологічних регламентів, технічного оснащення, запасних частин та матеріалів.

Концептуально розкрито сутність державного регулювання взаємодій між виготовлювачами, посередниками та споживачами машин.

Розкрито зміст кожного етапу технічного сервісу виробництва, що дало можливість виявити суперечності, які лежать в основі взаємодії виготовлювачів, посередників та споживачів техніки та їх усунення державним регулюванням.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕХНІКА, СЕРВІС, ВИРОБНИЦТВО, СПОЖИВАЧІ, ПОСЕРЕДНИКИ, ДЕРЖАВА, РЕГУЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Sidorchuk O.V., Levkivskiy O.P., Ratushniy R.T., Sidorchuk L.L. Technical service of production: features regulation. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

Modern technical service production in Ukraine is underdeveloped. Conducted research revealed the structure and content of sixteen stages of technical service production. Established that between stages of this service are systematic relations, the results of which disclosure is the ground state technology policy.

The author determined each stage performers. It was found business interests of manufacturers, agents and performers machines. Determined their conflict.

Analyzing the possible perpetrators-serving post-warranty repairs in the period determined that they can be technical centers manufacturers (corporate technical centers), and can be created independent of technical centers serving the formation and repair, or run their own customers cars. One of the main conditions for the creation of independent technical centers serving and repair units on the market is the availability of relevant technical specifications, technical equipment, spare parts and materials.

Conceptually essence of state regulation of interactions between manufacturers, resellers and customers cars.

The content of each stage of the production of technical service, making it possible to identify the contradictions that underlie the interaction between manufacturers, intermediaries and users of technology and eliminate government regulation.

KEY WORDS: ENGINEERING, SERVICE, PRODUCTS, CONSUMERS, INTERMEDIARIES, STATE, REGULATION.

РЕФЕРАТ

Сидорчук А.В. Технический сервис производства: особенности государственного регулирования / А.В.Сидорчук, А.П.Левковский, Р.Т.Ратушный, Л.Л.Сидорчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Современный технический сервис производства в Украине является недостаточно развитым. Проведенными исследованиями раскрыта структура и содержание шестнадцати этапов технического сервиса производства. Установлено, что между этапами этого сервиса существуют системные связки, результаты раскрытия которых являются почвой государственной технической политики.

Отмечены исполнители каждого этапа. Выяснены бизнесовые интересы производителей, посредников и исполнителей машин. Определено их противоречие.

Анализируя возможных исполнителей обслуговуючо-ремонтних работ в послегарантийный период определенно, что ими могут оставаться технические центры изготовителей (фирменные технические центры), а также могут создаваться независимые от технических центров обслуговуючо-ремонтні формирования, или же выполняться собственными силами потребителей машин. Одним из основных условий создания независимых от технических центров обслуговуючо-ремонтних формирований есть наличие на рынке соответствующих технологических регламентов, технической оснастки, запасных частей и материалов.

Концептуально раскрыта сущность государственного регулирования взаимодействий между производителями, посредниками и потребителями машин.

Раскрыто содержание каждого этапа технического сервиса производства, которое дало возможность выявить противоречия, которые лежат в основе взаимодействия производителей, посредников и потребителей техники и их устранения государственным регулированием.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕХНИКА, СЕРВИС, ПРОИЗВОДИТЕЛИ, ПОТРЕБИТЕЛИ, ПОСРЕДНИКИ, ГОСУДАРСТВО

АВТОРИ:

Сидорчук Олександр Васильович, доктор технічних наук, професор, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», заступник директора, тел. (04571) 3-11-01, Україна, 08631, Київська область, смт. Глеваха, вул. Вокзальна, 11.

Левківський Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: levkovskyy@ukr.net, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 103.

Ратушний Роман Тадейович, кандидат технічних наук, доцент, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, проректор з логістики та менеджменту, тел. (032) 233-15-74, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

Сидорчук Леонід Леонідович, кандидат технічних наук, Львівський національний аграрний університет, асистент кафедри управління проектами та безпеки виробництва, тел. (032) 22-42-335, м. Дубляни, Львівська область, вул. В.Великого 1.

AUTHORS:

Sidorchuk Oleksandr Vasylovych, Doctor of Techical Science, professor, National scientific center "Institute of mechanization and electrification of agriculture", deputy of director, tel. (04571) 3-11-03, Ukraine, 08631, Kyiv area, smt. Glevaha, street Train station, 11.

Levkivskiy Oleksandr Petrovych, Doctor of Techical Science, professor, National Transport University, professor of the Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, e-mail: levkovskyy@ukr.net, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 103.

Ratushniy Roman Tadeiovych, PhD in Technical Sciences, associate professor, Lviv state university of safety of vital functions, pro-rector from logistic and management, tel. (032) 233-15-74, Lviv, str. Kleparivska, 35.

Sidorchuk Leonid Leonidovich, PhD in Technical Sciences, Lviv national agrarian university, assistant of department of management and safety of production, tel. (032) 22-42-335, Lviv area, Dubliany, V.Velikogo, 1.

АВТОРЫ:

Сидорчук Александр Васильевич, доктор технических наук, профессор, Национальный научный центр "Институт механизации и электрификации сельского хозяйства", заместитель директора, тел. (04571) 3-11-01, Украина, 08631, Киевская область, смт. Глеваха, ул. Вокзальная, 11.

Левковский Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: levkovskyy@ukr.net, тел. (044) 280-98-05, г. Киев , ул. Суворова 1, к. 103 .

Ратушный Роман Тадеевич, кандидат технических наук, доцент, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, проректор из логистики и менеджмента, тел. (032) 233-15-74, г. Львов, ул. Клепаровская, 35.

Сидорчук Леонид Леонидович, кандидат технических наук, Львовский национальный аграрный университет, ассистент кафедры управления проектами и безопасности производства, тел. (032) 22-42-335, г. Дубляны, Львовская область, ул. В.Великого 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Дерев’янченко О. Г, доктор технічних наук, професор, Одеський національний політехнічний університет, завідуючий кафедрою технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства, Одеса, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Derevianchenko O. G, Doctor of Techical Science, professor, Odesa national polytechnic university, manager by the department of technology of construction materials and матеріалознавства, Odesa, Ukraine.

Sakhno V.P., Doctor of Techical Science, professor, National Transport University, head of the Automobile Department, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.341
UDC 629.341

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF DEEP DRAWING OF DDQ AUTO-BODY STEEL SHEET

TRZEPIECINSKI Tomasz, DSc. PhD. Eng., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

АНАЛІЗ ГЛИБОКОЇ ВИТЯЖКИ СТАЛЕВОГО ЛИСТА DDQ AUTO-BODY МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

Introduction. The deformation mechanism of rectangular cup drawing is very complicated for a theoretical analysis [3]. On the other hand, conventional design processes for sheet metal forming are usually based on an empirical approach. Today, numerical simulation using FEM approach is widely applied in the attempt to have better under-standing of sheet metal forming processes. Among others, application of FEM allows predicting the forming defects and provides knowledge of deformed shape, stress and strain distribution and punch loading. The most important elements of numerical simulation is the friction description and constitutive equation that describes the flow stress as a function of the deformation. Plastic anisotropy is the result of the distortion of the yield surface shape due to the material microstructural state [2]. The anisotropy is of two types: normal and planar anisotropy. In normal anisotropy the properties differ in the thickness direction; in planar anisotropy however the properties vary with the orientation in the plane of the sheet. Whereas drawability of sheets increases with normal anisotropy, planar anisotropy leads to the formation of ears in cup drawing [11].

A friction model is completely defined by the friction condition which specify a set of admissible contact forces and the sliding rule which stipulates what directions of sliding are allowed [8, 9]. The limit surface is usually assumed to be isotropic predicting a frictional behavior independent of the sliding direction. For many industrial applications, this assumption seems to be unrealistic and many experimental studies show that the frictional behavior can change drastically with the sliding direction, requiring an anisotropic model. The origin of this anisotropy can be attributed to two different sources. The first one is the material itself where the anisotropies of the materials constituting the bodies manifest themselves on the contact surface [7]. Currently, there are not so many publications focusing on frictional anisotropy and its implementation in numerical simulations of sheet metal forming processes.

Material and test method. The drawing processes presented in this work were achieved with a form of deep drawing quality (DDQ) cold-rolled steel sheet with a sheet thickness of 1 mm. The mechanical properties of the sheet metal have been determined through tensile tests along three directions with respect to the rolling direction. The elastic behavior is specified in numerical simulations by the value of Young’s modulus, E = 210000 MPa, and of Poisson’s ratio ν = 0.3. The isotropic hardening behavior implemented in FEM model uses the Hollomon power-type law. The parameters in Hollomon equation have been fitted on stress-strain curve of the tensile test.

Different material properties working in different directions can have a significant effect on the degree of difficulty of the forming operation. In particular, textures and orientation of the crystal structure to the rolling direction of the sheet metal lead to anisotropic directional behavior. The anisotropy of plastic behavior of sheet metals is characterized by the Lankford’s coefficient *r* [2], which is determined by uniaxial tensile tests. The r value is defined as the ratio of the true strain ε_2 in width and the true strain ε_3 in the thickness direction of a specimen:

$$r = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_3} \tag{1}$$

Due to the fact that measuring the longitudinal elongation is easier to perform, the condition of volume constancy $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0$ was assumed. Taking into consideration that $\varepsilon_1 = ln(l/l_0)$ and $\varepsilon_2 = \ln(b/b_0)$, equation (1) can be rewritten as:

$$r = ln\left(\frac{l}{l_0}\right) \cdot \left(ln\left(\frac{l_0 b_0}{l \cdot b}\right)\right)^{-1} \tag{2}$$

where b and l are the measured values of the initial (b_0, l_0) and final (b, l) width and length of the

specimen, respectively.

The mechanical parameters of DDQ steel sheet are presented in Table 1.

Table 1**.** Mechanical properties of the sheet metals

Orientation	Yield stress [MPa]	Ultimate tensile strength [MPa]	Material constant C [MPa]	Hardening exponent n	Lankford’s coefficient r
0º	162	310	554	0.21	1.55
45	163	322	542	0.20	1.27
90º	168	312	530	0.21	1.67

In the experiment, deep drawings of cylindrical flat and square punches were performed by a device consisting of a die, a punch and a blank holder (Fig. 1).

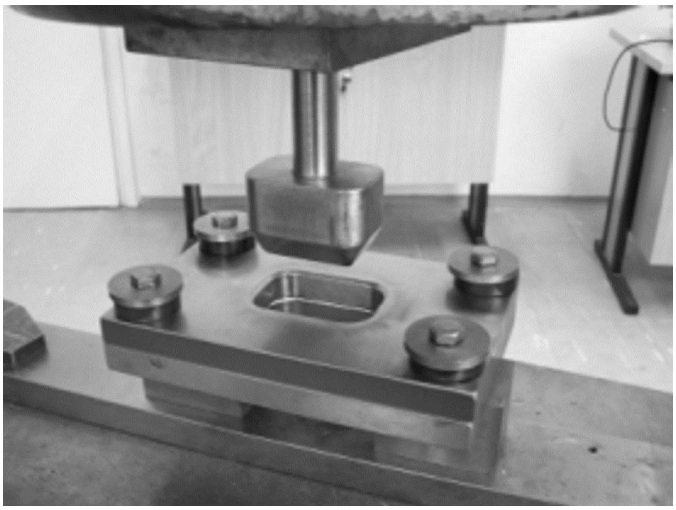


Fig. 1. View of setup in testing machine

The die is a flat surface with a rectangular hole 61.4 mm by 40.4 mm, rounded at the edges with a radius of 3 mm. The rectangular punch with a size 60 mm by 40 mm is chamfered by an angle of 30° and rounded at the edges with the same 12 mm radius. The die set is constructed of cold-worked NC6 tool steel, hardened to a minimum of 58 HRC. The drawing of cups was run in dry fiction conditions. The complete drawing apparatus was conducted within the Schenck UTS 100 hydraulic test machine with forming speed of 0.3 mm/s at a room temperature.

Three cups (Fig. 2) with different height corresponding to punch strokes of 7 mm, 11 mm, 16 mm and after full drawing were experimentally carried out. Particular cups were cut along three directions with respect to the rolling direction, transverse, longitudinal and at 45° angle. The distribution of thickness was measured along vertical cross section of the cup formed using a microscope device.

Numerical model. The blank, die and punch were modeled corresponding to the experimental set-up. Symmetry of the process was utilized in order to reduce the CPU time, i.e., only one quarter of blank and tool with appropriate boundary conditions were modeled (Fig. 3). The blank was modeled with 4-node reduced integration, doubly curved shell elements, called S4R in ABAQUS terminology [1]. Five integration points through the thickness direction were employed. This shell element type is intentionally applied for analysis of sheet metal forming processes [6], and this element accounts for the change of thickness in its output variables, unlike solid and plane strain elements. As the tools were considered to be rigid, no deformation was assumed in these parts during forming the process. The blank model is composed of 3103 4-node elements. The tools were consisted of 9586 linear quadrilateral elements. To prevent wrinkling, uniform blank holder force of 7850 N corresponding to the experiment was applied on the top surface of a blank holder plate. The boundary conditions applied to the blank holder allow displacement in the normal direction to the blank surface so that the wrinkling formation was prevented and the frictional resistance in flange region was minimized.

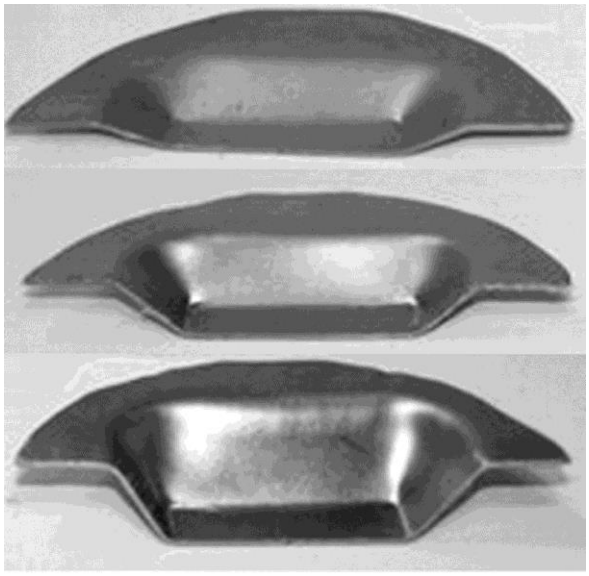


Fig. 2. Cup sections correspond to punch strokes 7, 11 and 16 mm

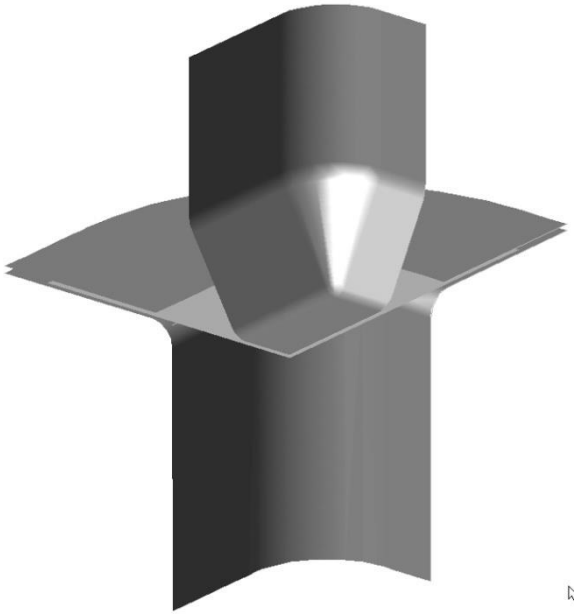


Fig. 3. Schematic illustration of the tools and blank for the FEM model

Numerical simulations were performed with material behavior described by von Mises [12] yield criterion with isotropic hardening and with anisotropic yield condition described by Hill [4]. For ideal case of isotropic materials, von Mises [12] yield condition is expressed as:

$$f = J(\tau - X) - R(p) = 0 \tag{3}$$

where J ($\tau - X$) is the second invariant of the deviatoric stress; τ and X are second order tensors indicating the deviatoric component of the Cauchy stress and the translation of the yield surface, respectively; and p is a scalar proportional to the effective plastic strain or the plastic work.

As mentioned previously, Hill’s [4] formulation is the most frequently used yield function for steel sheet metals. It can be regarded as an extension of the isotropic von Mises function, which can be expressed in terms of rectangular Cartesian stress components as follows:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{F(\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + G(\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 + H(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + 2L\sigma_{23}^2 + 2M\sigma_{31}^2 + 2N\sigma_{12}^2} \tag{4}$$

where $\bar{\sigma}$ is the equivalent stress, and indices 1, 2, 3 represent the rolling, transverse and normal direction to the sheet surface. Constants F, G, H, L, M and N defined anisotropy state of material and the method of their determining was shown e.g. in [5].

The friction properties of the deep drawing quality steel sheets used in the experiments were determined by using the pin-on-disc tribometer T01-M. The values of friction coefficient were determined in dry friction conditions. To confirm that steel sheets are characterized by the anisotropy of tribological properties, friction anisotropy on a given surface has to be clearly distinguished from friction anisotropy for different perpendicular orientations between the pin and the surface. As shown in Fig. 3, changes of friction coefficient value exhibit two maxima for a rotation through 360º. They correspond to the measurement of friction coefficient value transverse to the rolling direction.

The anisotropic friction model was implemented by specifying different friction coefficients in two orthogonal directions on the contact surface. These orthogonal directions coincide with the defined slip directions. To use an anisotropic friction model two friction coefficients (□□= 0.142 and □□= 0.157) were specified, where the first is the coefficient of friction in the first slip direction along the rolling direction and second is the coefficient of friction in the perpendicular slip direction. For simulation models with isotropic friction an average friction coefficient value of 0.1495 was received.

The critical shear stress surface in anisotropic friction model is defined by a piece of ellipse defined by Eq. (5):

$$\tau_1 = \tau_1^{max} \cos\alpha,\ \tau_2 = \tau_2^{max} \sin\alpha,\ \text{where}\ \alpha \in \left\langle 0, \frac{\pi}{2} \right\rangle \tag{5}$$

where α is the angle between the sliding direction and the direction of sheet rolling. This elliptic surface defined by Eq. (3) has two extreme points given by $\tau_1^{crit} = \mu_1 P$ and $\tau_2^{crit} = \mu_1 P$.

Results and discussion. In order to investigate the variations in the wall thicknesses of rectangular cups, several experiments were carried out through gradual increment of the punch displacement. While forming at each grade, thickness distribution was separately investigated. The formation process of the conical wall of the drawpiece satisfied a condition of free stretching of the drawpiece side-wall. Although bending tensions occur on the plate with the first contact of the punch on the sheet plate, these tensions transform into drawing and pressing tensions while moving the punch towards the deeper sections. Furthermore, friction forces appear due to the contact of the sheet plate with the punch and die, and only drawing and bending tensions occur at sections with no contact. With the penetration of the punch into the die, only drawing tensions play an active role at sections of the sheet plate that remains within the die. Verification of numerical results in characteristic sections was then carried out on the basis of the measurements of wall thickness of the drawpieces. Parts formed to examine the thickness changes after the stamping experiments were cut along the rolling and transverse directions starting from the centre of the part. Furthermore, the cups were cut in the corner at an angle of 45° with respect to the rolling direction (Fig. 4).

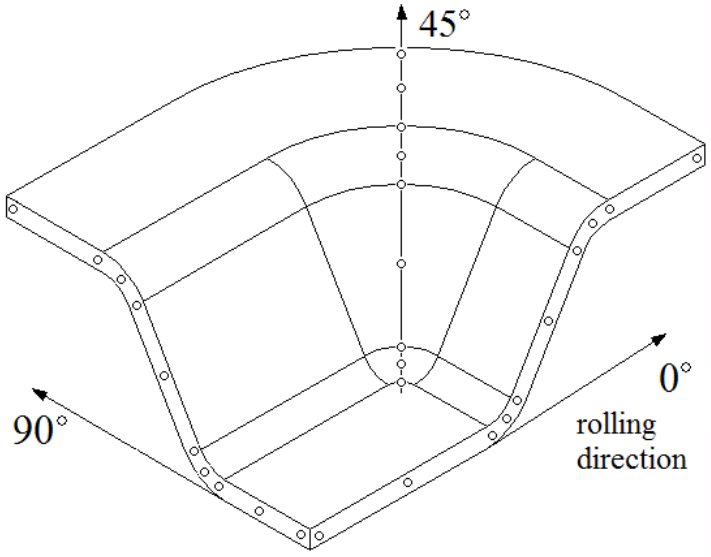


Fig. 4. Scheme of measurement points of wall thickness

The cut sides are trimmed and the changes of thickness were measured by using an optical microscope. The measurement in rolling and transverse directions does not cause difficulties because the nodes under the whole forming process are in the symmetry plane. Besides rectangular shape of the punch and non-axisymmetrical shape of the blank material, the friction anisotropy caused position changes of the nodes in corner cup relative to the perpendicular plane of the blank and inclined angle of 45° with respect to the rolling direction.

The thickness strain distributions along 0°, 45° and 90° directions referred to the rolling direction are shown in Fig. 5. Three deformed profiles determined for true distance along each path were compared with experimental measurements. As expected, the thickness strain distributions are different along these directions for all punch displacements. The decisive impact on this character exerts the non-axisymmetrical shape of parts. The thickness distribution of the sheet under the punch is found to be more or less uniform to the initial sheet thickness. However, the thickness of the sheet, which was above the flat portion of the die, is observed to be slightly larger than the initial thickness. The thickness measured in the rolling direction (the long side) is smaller than that from the transverse direction (the short side) near the punch shoulder. The main reason for this effect is the unsymmetrical shape of the process, where a higher fraction of radial tension stress exists along the short wall of the rectangular drawpiece along the long side wall. Other studies [10] also show that the short side wall of the rectangular drawpiece near the punch edge is the most expose to the fracture.

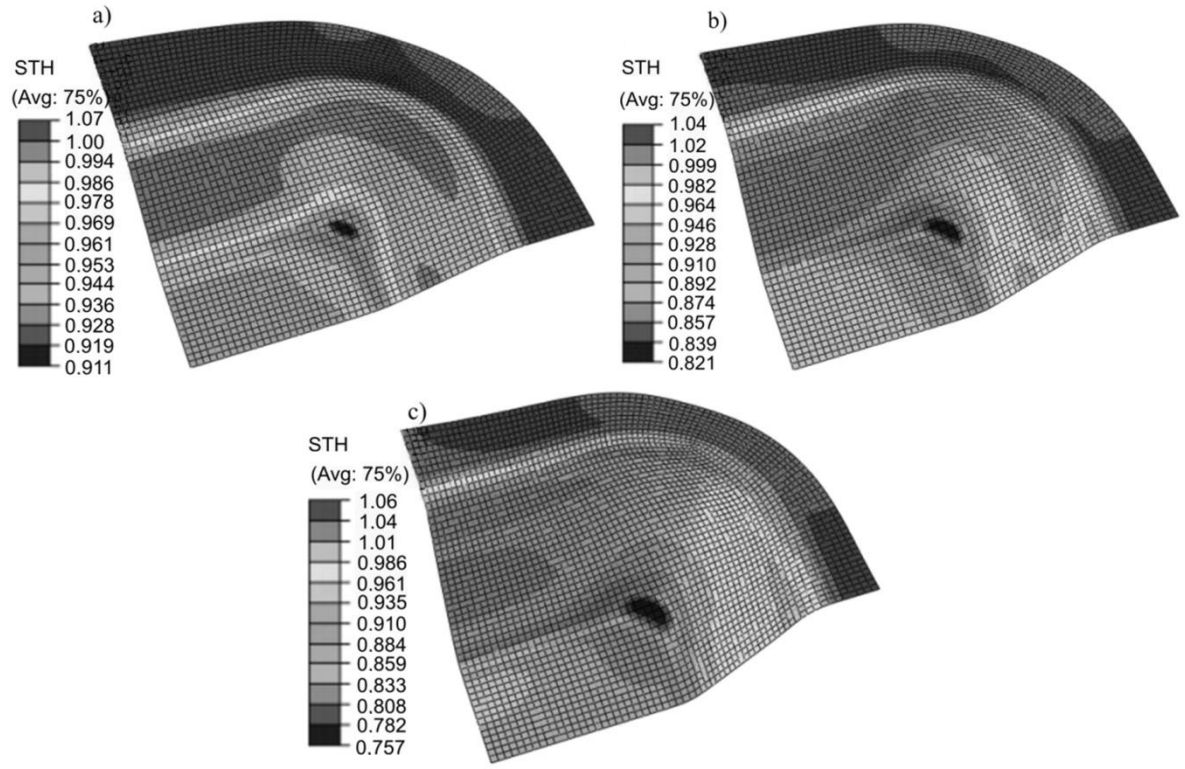


Fig. 5. Contour of the sheet thickness (Hill material model + anisotropic friction) under punch displacement of : a) 7 mm, b) 11 mm and c) 16 mm

The distributions of wall thickness measured and calculated at the end of drawing on the symmetrical lines of long and short sides and the diagonal line passing through the corner, are shown in Fig. 6. The differences of the results obtained from analyzed anisotropy strategies can be seen clearly from the thickness contours of some models. The good predictive capability of the proposed Hill anisotropy model plus anisotropic friction (AF) has been demonstrated. The maximum wall thickness in all directions is observed near the edge of blank, while the minimum thickness is at the punch shoulder. Compared with deformation on the corner, the variation of thickness at bottom of drawpiece is relatively small. Replacement of anisotropy friction model by isotropic friction (IF) model in both models of material causes slight decrease in thickness. It is also clearly visible that the character of the thickness variation is similar at the bottom of drawpiece. In other parts of drawpiece this phenomenon is more complicated.

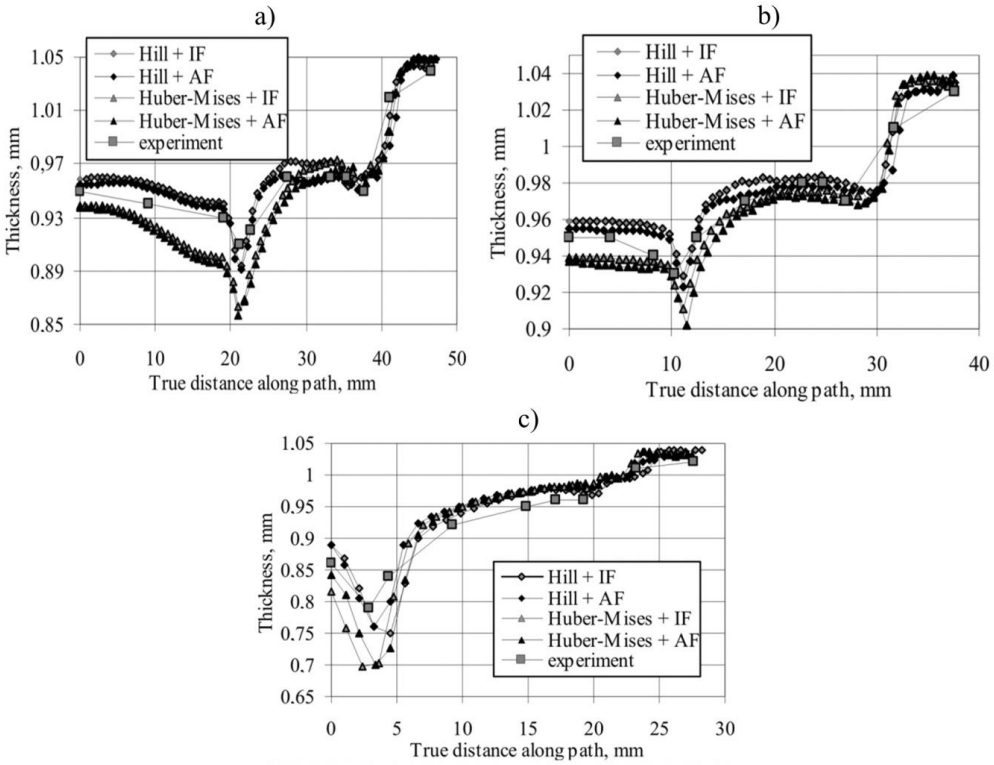


Fig. 6. Plot of the thickness strain under the punch displacement of 16 mm measured in the rolling direction (a), transverse to the rolling direction (b), and at an angle of 45° with respect to the rolling direction (c)

Conclusions. This study has attempted to investigate the anisotropy problem in sheet metal drawing using both experimental and numerical approach. Hill’s yield criterion was implemented in the material description of the numerical model. Together with friction anisotropy condition, this model gave simulation results that can better approximate the experimental measurements. It is considered that distribution of wall thicknesses obtained by means of experiments and FEM includes material and friction anisotropy generally demonstrates a great harmony, and that minor differences are due to the fact that conditions in the finite elements method are considered ideal. Although the simulated thickness in the flange area along all directions is slightly overestimated, the agreement between predicted and experimental thickness distributions is generally excellent. Consideration of the anisotropy of resistance to friction slightly influences the numerical results on variation of the thickness and strain distribution compared with isotropic friction model. All in all, this investigation has demonstrated that application of FEM method for optimization of initial blank shape is an attractive approach which eliminates time-consuming experimental methods.

REFERENCES

[1] ABAQUS version 6.7 - Theory Manual. Hibbit, Karlsson & Sorenson, Dassault Syst`emes, Providence 2007.

[2] Banabic D., Bunge H.-J., Pohlandt K., Tekkaya A.E.: Formability of metallic materials. Springer-Verlag, Heidelberg 2000.

[3] Daxin E., Takaji M., Zhiguo L.: Stress analysis of rectangular cup drawing. Journal of Materials Processing Technology, 205, 2005, 469-475.

[4] Hill R.: A theory of the yielding and plastic flow of anisotropic metals. Proceedings of the Royal Society of London, 193, 1948, 281-297.

[5] Hjiaj M., Feng Z.-Q., de Saxc G., Mróz Z.: On the modelling of complex anisotropic frictional contact laws. International Journal of Engineering Science, 42, 2004, 1013-1034.

[6] Ragai I., Lazim D., Nemes J.A.: Anisotropy and springback in draw-bending of stainless steel 410: experimental and numerical study. Journal of Materials Processing Technology, 166, 2005, 116-127.

[7] Trzepieciński T.: 3D elasto - plastic FEM analysis of the sheet drawing of anisotropic steel sheet metals. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 10, 2010, 95-106.

[8] Trzepieciński T.: Analysis of the friction influence on change of surface topography in strip

drawing test. Tribologia, 44, 2012, 125-134.

[9] Trzepieciński T.: Badanie właściwości tarciowych blach stalowych dla przemysłu moto-ryzacyjnego. Hutnik Wiadomości Hutnicze, 81, 2014, 446-449.

[10] Trzepieciński, T., Stachowicz, F.: Modelowanie numeryczne procesu kształtowania wytłoczek prostokątnych. Rudy Metale Nieżelazne, 50, 2005, 582-585.

[11] Van Houutte P.: Anisotropic plasticity, [in:] Hartley P., Pillingar I., Sturgess C. (eds.), Numerical modeling of material deformation process: research, development and applications, Springer-Verlag, London 1992, pp. 84-111.

[12] Von-Mises R., Mechanik der festen kö¨rper im plastisch deformablen zustand. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, 1913, pp. 582-592.

ABSTRACT

TRZEPIECINSKI Tomasz. Finite element analysis of deep drawing of ddq auto-body steel sheet. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

This paper presents the experimental and numerical results of rectangular cup drawing of steel sheets. The aim of the experimental study was to analyze material behavior under deformation. A 3D parametric finite element (FE) model was built using the commercial FE-package ABAQUS. A quadratic Hill anisotropic yield criterion was compared with von Mises yield criterion having isotropic hardening. The sensitivity of constitutive laws to the initial data characterizing material behavior is also presented. If the material and friction anisotropy are taken into account in the finite element analysis, this approach undoubtedly gives the most approximate numerical results to real processes.

РЕФЕРАТ

ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш. Аналіз глибокої витяжки сталевого листа ddq auto-body методом кінцевих елементів / Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті наведено експериментальні та чисельні результати прямокутної чашки креслення сталевих листів. Метою експериментального дослідження було проаналізувати поведінку матеріалу при деформації. 3D-параметрична модель кінцевих елементів (FE) була побудована з використанням комерційного FE-пакету ABAQUS. Квадратичний Хілл критерій анизотропної плинності був порівняний з критеріем плинності Мізеса, що є ізотропним. Чутливість залежностей у початковий момент, що характеризують поведінку матеріалу також представлені. Якщо матеріал і тертя анізотропії беруться до уваги при аналізі методом кінцевих елементів, цей підхід, безсумнівно, дає найбільш наближені чисельні результати реальних процесів.

AUTHORS:

TRZEPIECINSKI Tomasz, DSc. PhD. Eng, Rzeszow University of Technology, Department of Materials Forming and Processing, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

АВТОРИ:

ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра формування і обробки матеріалів, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-59,Жешув, Польща

AUTORZY:

TRZEPIECIŃSKI Tomasz, Dr hab. inż.,, Politechnika Rzeszowska, Katedra Przeróbki Plastycznej, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.13/73.31.41
UDC 656.13/73.31.41

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДІГРІВУ ПОВІТРЯ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕМІСІЮ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ДВИГУНІ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Тріфонов Д.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сирота О.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Карев С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Добровольський О.С., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

STUDY OF THE EFFECT OF HEATING THE AIR ENTERING THE ENGINE WITH SPARK IGNITION ON FUEL EFFICIENCY AND EMISSIONS OF TOXIC SUBSTANCES IN EXHAUST GASES

Trifonov D.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Syrota A.V., Candidate of Science (Engineering), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Karev S.V., Candidate of Science (Engineering), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Dobrovolsky A.S., Candidate of Science (Engineering), National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОДОГРЕВА ВОЗДУХА НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭМИССИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ДВИГАТЕЛЕ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Трифонов Д.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сирота А.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Карєв С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Добровольский А.С., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

В даний час одним з пріоритетних напрямків розвитку всіх галузей вітчизняної економіки є створення енергоефективних технологій, що дозволяють раціонально витрачати енергетичні ресурси. Повною мірою це відноситься і до автомобільного транспорту.

Постійно зростаючий парк автомобілів, який використає нафтове паливо, приводить до забруднення повітряного басейну токсичними речовинами, які містяться у відпрацьованих газах [1].

Питома вага автомобільного транспорту в забрудненні атмосфери міст досягає 80% і більше, а вміст токсичних речовин у повітрі населеної зони місцями не тільки перевищує гранично допустимі концентрації, але й продовжує неухильно зростати.

Вміст токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів, як одна з характеристик їх екологічної безпеки, залежить від різних факторів і умов експлуатації, серед яких одну з важливих відіграє температура навколишнього середовища.

Відповідно до [2], територія України знаходиться в зоні помірного кліматичного пояса. Таким чином, на території держави складається помірно-континентальний тип клімату. Частина року (порядку 4 – 6 місяців) автомобілі експлуатуються при температурах повітря від $+5^0$С и нижче

Погіршення ефективності й надійності автомобілів, насамперед силової установки, в умовах низьких температур дослідники зв'язують, як правило, з погіршенням теплового балансу двигуна. Такі фактори, як вітер, вологість, опади лише збільшують негативний вплив низької температури навколишнього середовища на автомобіль.

Низька температура повітря й пов'язане з цим охолодження агрегатів і експлуатаційних матеріалів утрудняють пуск двигуна, збільшується час на його прогрів, і, як наслідок, погіршується його паливна економічність. При низьких температурах повітря на пускових обертах колінчатого вала в циліндри двигуна надходить у пароподібному стані лише до 10% палива, а порядку 90% палива накопичується у впускному колекторі у вигляді рідкої фази (паливної плівки). Тобто, частина

палива, яка потрапляє у впускний колектор, конденсується на його стінках у вигляді паливної плівки, у складі якої переважно є найбільш важкі фракції палива, а частина, яка залишилася, підхоплюється повітряним потоком у циліндри, у вигляді випаровувань і дрібних крапель.

У зв'язку з цим, паливоповітряна суміш, яка надходить у циліндри двигуна, виявляється збідненою. Холодна збіднена суміш горить недостатньо інтенсивно, паливо згорає неповно, і, як наслідок цього, збільшується витрата палива й емісія токсичних речовин у відпрацьованих газах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питанням експлуатації автомобілів в умовах низьких температур навколишнього середовища, зокрема холодного пуску двигуна і його подальшого прогріву, присвячено велика кількість робіт.

Огляд і аналіз літературних джерел [3-10] показав, що основна увага авторів приділена передпусковій підготовці дизелів. При цьому використовуються пристрої, що вимагають для забезпечення своєї роботи додаткової витрати енергії (електричної, теплової) і, або, внесення змін у конструкцію систем, що забезпечують роботу силової установки. Питанням, пов'язаним із забезпеченням скорочення часу прогріву двигунів з іскровим запалюванням, в тому числі і з карбюраторними системами живлення, увагу приділено недостатньо.

Так само, недостатньо уваги приділено і дослідженням, спрямованим на вивчення впливу додаткових засобів, які забезпечують пуск і прискорений прогрів двигунів в умовах низьких температур на емісію токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів.

Дослідження, проведені в США, Канаді й у Скандинавських країнах, показують, що викиди оксиду вуглецю (CO) і вуглеводнів (C_mH_n) з відпрацьованими газами при експлуатації автомобілів із двигунами з іскровим запалюванням в умовах низьких температурах збільшується в 6 - 10 разів.

Так сучасний легковий автомобіль, оснащений електронною системою управління двигуном і каталітичним нейтралізатором відпрацьованих газів, на фазі пуску двигуна і його прогріву викидає до 70…80% від сумарного викиду продуктів неповного згоряння палива CO і C_mH_n при випробуванні по стандартному міському циклу й температурі T_0=+20°C. При зниженні температури до T_0=-7°C ці викиди збільшуються в абсолютному значенні в 2,5…4 рази.

За даними джерела [8], автомобіль, що задовольняє нормам Євро-3, викидає в атмосферу до 80% емісії C_mH_n у перші 40 секунд після холодного пуску двигуна. Дані дослідження призвели до того, що починаючи із норм Євро-3, виключено 40 секундний прогрів двигуна перед виконанням їздового циклу.

Задача пуску двигуна автомобіля і його прогріву, в умовах низьких температур навколишнього середовища, є однією з найбільш складних, що виникає в процесі експлуатації автомобіля. Ускладнення пуску двигуна має об'єктивний характер і виникає із-за погіршення умов сумішоутворення й згорання робочої суміші, при цьому відбувається зміна (у бік погіршення) його екологічних і паливоекономічних показників.

Тобто, основними причинами підвищеної емісії токсичних речовин у відпрацьованих газах в даному режимі є:

по-перше, погіршення сумішоутворення (незадовільне розпилювання палива та його випаровування, підвищена нерівномірність розподілу суміші по циліндрах);

по-друге, затримка вступу в роботу каталітичного нейтралізатора через необхідність його попереднього прогріву (для початку ефективних реакцій окиснення необхідна температура в реакційній камері більш 250°C). При температурі відпрацьованих газів, на вході в каталітичний нейтралізатор, наприклад, 150°C ефективність його роботи знижується більш ніж у три рази [9] у порівнянні з максимально можливою.

Ефективність згоряння робочої суміші безпосередньо залежить від інтенсивності підігріву повітря, що надходить у циліндр двигуна.

Авторами, у роботі [10], встановлено, що підвищення температури повітря на вході в карбюратор зменшує у впускному трубопроводі рідку фазу (паливну плівку), сприяє випаровуванню крапель у потоці, що приводить до поліпшення гомогенності паливоповітряної суміші, що сприятливо позначається на протіканні робочого процесу і, як наслідок, на паливній економічності двигуна. Підвищення температури повітря веде не тільки до економії палива, але і до зменшення викидів вуглеводнів.

Постановка завдання.

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу температури повітря на вході в карбюратор на паливну економічність та емісію токсичних речовин у відпрацьованих газах (ВГ) карбюраторного двигуна з іскровим запалюванням при його прогріві в режимі холостого ходу.

Об’єктом експериментальних досліджень є карбюраторний, чотиритактний,

чотирициліндровий рядний двигун МеМЗ-245.

Експериментальні дослідження проведені в лабораторії випробовування двигунів Національного транспортного університету.

Для забезпечення підігріву впускного повітря використовувалося обладнання з металокерамічним нагрівальним елементом. Під час проведення випробувань контролювалися температура повітря перед карбюратором і температура паливоповітряної суміші у впускному колекторі (в районі впускного клапана).

Запуск та прогрів двигуна здійснювався при температурі навколишнього повітря +19…+22°С на частоті обертання колінчастого вала 1400 $хв^{-1}$ (оптимальна, стійка частота при прогріві), до температури охолоджуючої рідини двигуна +85…+90°С.

Під час випробувань двигуна оцінювали концентрації шкідливих речовин у ВГ - монооксиду вуглецю СО, вуглеводнів C_mH_n та оксидів азоту NO_x.

Результати досліджень.

За результатами проведених досліджень встановлено наступне.

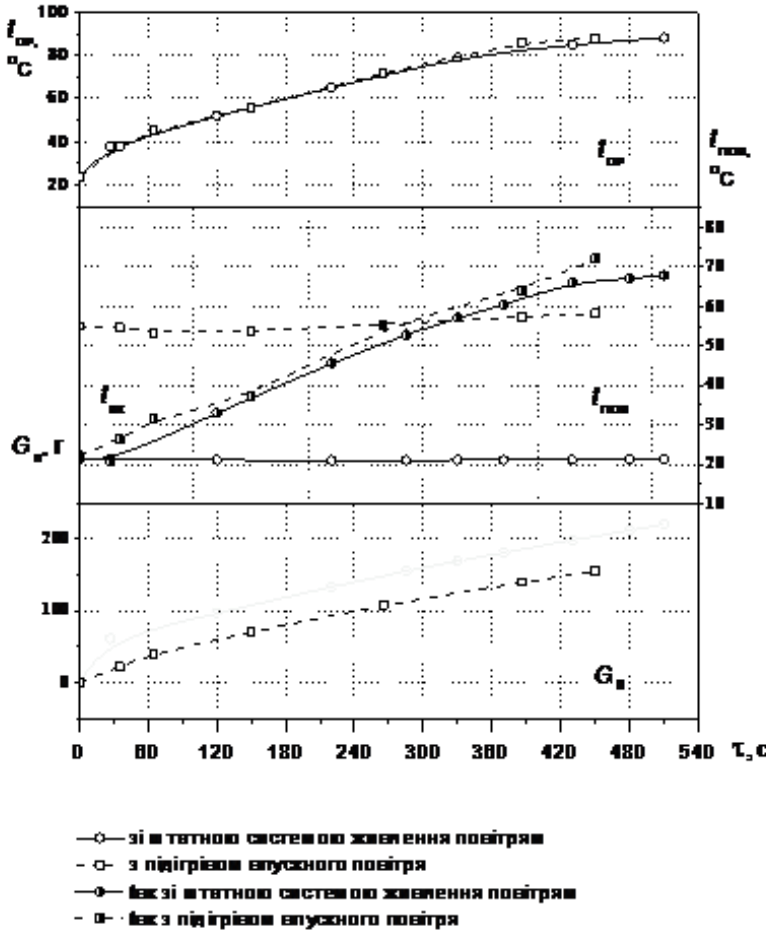


Рисунок 1 – Зміни температур охолоджувальної рідини, впускного повітря та паливоповітряної суміші, а також витрати палива від часу прогріву двигуна

Обладнання з металокерамічним нагрівальним елементом забезпечує підігрів повітря, яке потрапляє в карбюратор в середньому до 55,8°С, прі температурі навколишнього середовища – 21,4°С (рис. 1). При цьому температура паливоповітряної суміші у впускному колекторі збільшилася в середньому на 7%. Цей факт дає можливість припустити, як зменшення в'язкості паливоповітряної суміші, так і поліпшення її якості за рахунок збільшення кількості палива, що випарувалося.

Стабілізація температури ОР спостерігається при використанні підігріву повітря на рівні 88°С на 450 секунді, без підігріву - на 510 секунді з моменту пуску двигуна. Тобто, прогрівання двигуна (до температури ОР 88°С), при підігріві повітря на впуску, відбувається, за результатами випробувань, на 60 секунд (близько 12 %) швидше від часу прогріву двигуна зі штатною системою живлення повітрям.

Аналіз, отриманих в результаті експериментальних досліджень, даних по витраті палива, з урахуванням необхідного часу прогріву двигуна до температури ОР 88°С, дозволяє визначити його кількість. З підігрівом повітря на впуску, витрата палива складає – 155 грам, зі штатною системою – 220 грам. Тобто, за час прогрівання двигуна, за результатами випробувань, економія палива, при підігріві повітря на впуску, становить 65 грамів (близько 30%).

Відповідно годинна витрата палива в кінці прогріву знижується з 0,94 до 0,84 кг/год (рис.2).

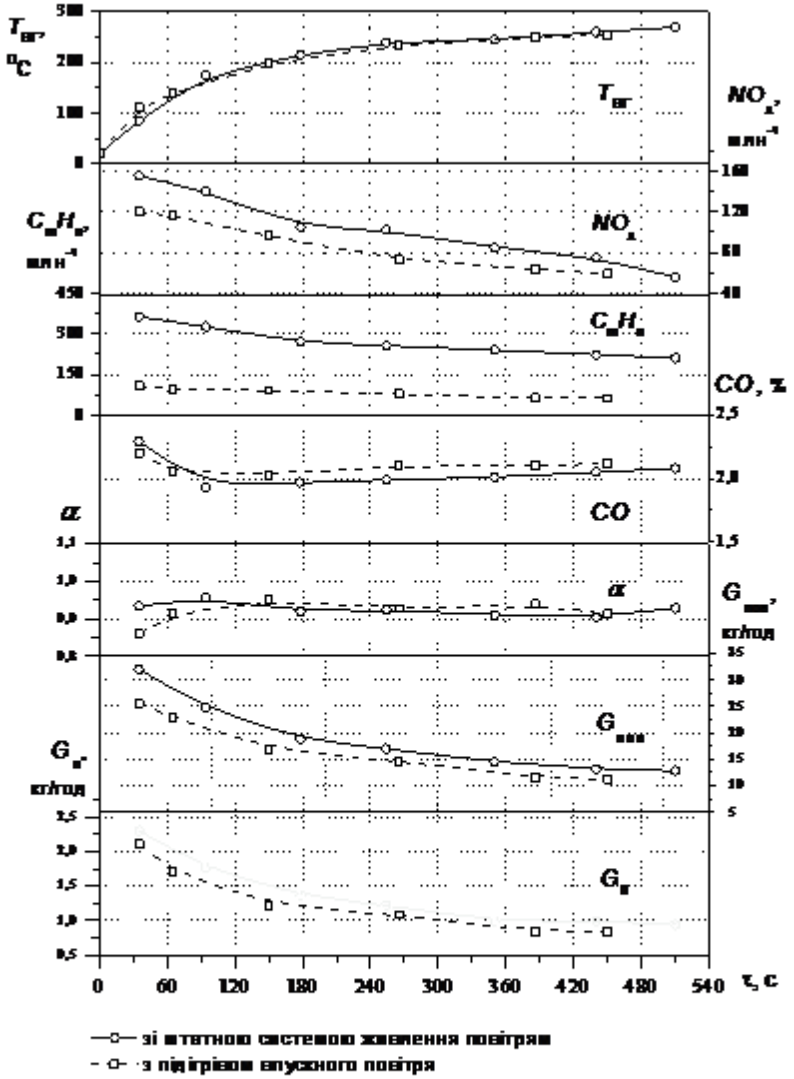


Рисунок 2 – Концентрації токсичних речовин у ВГ двигуна в режимі холостого ходу

Температура відпрацьованих газів, як з підігрівом повітря на впуску, так і зі штатною системою, практично не відрізняється. Різниця температур становить 10 °С (близько 4%). Отримані результати не дозволяють визначити ступінь вплив підігріву впускного повітря (при даних умовах експерименту) на температуру відпрацьованих газів.

Аналіз отриманих даних, щодо, концентрації токсичних речовин у ВГ двигуна при його прогріві в режимі холостого ходу, показав (рис.2) .

Концентрація монооксиду вуглецю у ВГ в ході прогріву, як з підігрівом повітря, так і без, практично не відрізняється. Різниця концентрацій СО становить близько 5%.

Концентрація вуглеводнів у ВГ в ході прогріву двигуна з підігрівом повітря на впуску спостерігалася значно меншою і до закінчення прогріву (початку стабілізації температури ОР на рівні 88°С) становила близько 60 млн$^{-1}$, тоді як при роботі зі штатною системою – 210 млн$^{-1}$.

Використання підігріву повітря на впуску, за результатами досліджень, показує дещо менші значення концентрації оксидів азоту у ВГ на початку прогріву. При досягненні температури ОР рівня +88°С к 510 секунді з моменту пуску двигуна, концентрації оксидів азоту у ВГ, як з підігрівом повітря на впуску, так і зі штатною системою вирівнялися.

Концентрації токсичних речовин у ВГ не характеризують повністю шкідливий вплив двигуна на довкілля, так, як кількість шкідливих речовин, що надходить в атмосферу залежить і від кількості продуктів згоряння, що утворюються в циліндрах двигуна (рис. 3).

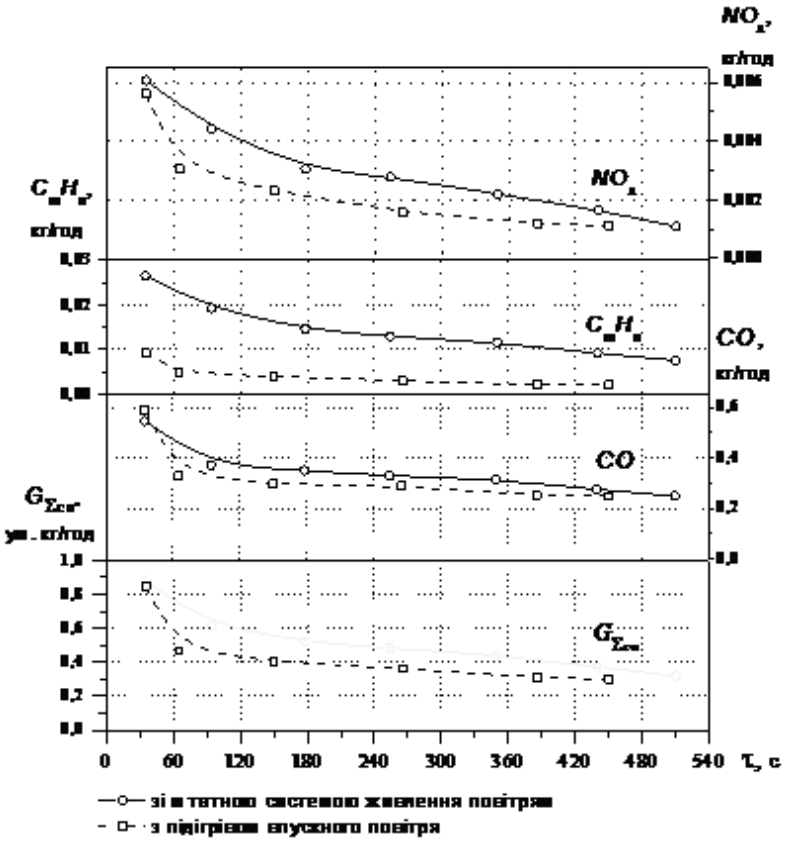


Рисунок 3 – Зміни масових викидів токсичних речовин та сумарної зведеної токсичності ВГ від часу прогріву двигуна

Аналіз залежності сумарної токсичності ВГ від часу прогріву двигуна, показав, що використання підігріву повітря на вході в карбюратор дозволяє зменшити середню сумарну токсичність ВГ на 14%.

Висновки.

Таким чином, експериментальні дослідження, які були проведені з метою визначення впливу температури повітря на вході в карбюратор на паливну економічність та емісію токсичних речовин у відпрацьованих газів карбюраторного двигуна з іскровим запалюванням при його прогріві в режимі холостого ходу, досить переконливо демонструють доцільність підвищення температури повітря на впуску, навіть при відносно високій температурі навколишнього середовища, що забезпечує прогрів елементів силової установки, пов'язаних із проходженням холодного повітря, що й поліпшує сумішоутворення, і як наслідок, призводить до зменшення витрати палива та емісії токсичних речовин у відпрацьованих газів.

Система підігріву впускного повітря і забезпечення стабілізації його температури дозволяє забезпечити якісне оптимальне розпилювання палива і більш рівномірний розподіл паливоповітряної суміші по циліндрах в карбюраторних системах живлення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержиєвська Л.П. «Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник». - К.: Арістей, 2006. - 292 с.

2. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей. ГОСТ 16350-80. – М., 1981.– 140 с.

3. Гусаков С. В., Шарипов А.З., Меньших А. А. Улучшение экологических показателей автомобильного двигателя с искровым зажиганием в период прогрева после холодного пуска //

Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Инженерные исследования. - М., 2011. - № 3. - С. 60-67.

4. Крамаренко Г.В., Николаев В.А.. Шаталов А.И. Безгаражное хранение автомобилей при низких температурах. - М.: Транспорт, 1984. - 136 с.

5. Микулин Ю.В., Карницкий В.В., Энглин Б.А. Пуск холодных двигателей при низкой температуре. М.: Машиностроение, 1971. - 216 с

6. Покровский А.Н., Букин А.А., Гаврилов Д.Ф. Эксплуатация автомобилей с карбюраторными двигателями в условиях низких температур. М.: Автотрансиздат, 1961. - 112 с.

7. Сарбаев В.И., Морозов В.А. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур // Грузовик. 2013. № 10. С. 17–20.

8. Неяченко И.И. Метод оценки смесеобразования в бензиновых двигателях внутреннего сгорания // Авіаційно-космічна техніка і технологія: Зб. наук. праць. – Харків: ХАІ, 2003.– Вип.41/6. – с.16-21.

9. Мальберт А.А. Конструкции нейтрализаторов отработавших газов дизелей // Совершенствование быстроходных дизелей: Межвузовский сб. науч. трудов. - Барнаул: Алт. ГТУ, 1991. - С. 129-142.

10. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. - М: Транспорт, 1984. – 152 с.

REFERENCES

1. Hutarevich Y.F., Zerkalov D.V., Govorun A.G., Corpach A.A., Mergievska L.P. "Environment and road transport: a tutorial". - Kyiv: Aristeus, 2006. – P. 292. (Ukr)

2. The climate of the USSR. Zoning and statistical parameters of climatic factors for technical purposes. GOST 16350-80. – Moskva, 1981.– P. 140. (Rus)

3. Gusakov S.V., Sharipov A.Z., Menshish A.A. Improving the environmental performance of automotive engine spark ignition in the warm-up period after cold start // Bulletin of the Russian University of friendship of peoples. Ser. Engineering study. - Moskva, 2011. - No. 3. - P. 60-67. (Rus)

4. Kramarenko, G.V., Nikolaev V.A. Shatalov A.I. Without garage storage of automobiles at low temperatures. - Moskva: Transport, 1984. - P.136 (Rus)

5. Mikulin Y.V., Karnitskiy V.V., Engling B.A. Anglin start cold engine at low temperatures. Moskva: Mashinostroenie, 1971. – P.216. (Rus)

6. Pokrovsky, A.N., Bukin, A.A., Gavrilov D.F. Operation of vehicles with petrol engines at low temperatures. Moskva: Avtotransizdat, 1961. – P. 112. (Rus)

7. Sarbaev V.I., Morozov V.A. Operation of vehicles at low temperatures, Gruzovik. 2013. No. 10. P. 17-20. (Rus)

8. Neyachenko I.I. Evaluation method of mixture formation in gasoline internal combustion engines // Aerospace technics and technology: Coll. Sciences. works. – Kharkiv: KHAI, 2003.– No. 41/6. – P. 16-21. (Rus)

9. Malbert A.A. Design neutralizers of exhaust gases of diesel engines, Improvement of high-speed diesel engines: interuniversity collection of scientific papers. works. - Barnaul: Alt. STU, 1991. - P. 129-142.

10. Ivanov V.N., Erokhov V.I. Fuel economy in road transport. - Moskva: Transport, 1984. – P. 152. (Rus)

РЕФЕРАТ

Тріфонов Д. М. Дослідження впливу підігріву повітря на паливну економічність та емісію шкідливих речовин у двигуні з іскровим запалюванням. / Тріфонов Д. М., Сирота О. В., Карев С. В., Добровольський О. С. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті розглянуто питання, пов'язане з підвищенням ефективності згоряння паливоповітряної суміші в умовах низьких температур навколишнього середовища, застосуванням систем підігріву впускного повітря і забезпеченням стабілізації його температури.

Об’єктом експериментальних досліджень є карбюраторний, чотиритактний, чотирициліндровий рядний двигун МеМЗ-245 з верхнім розміщенням клапанів..

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу температури повітря на вході в карбюратор на паливну економічність та емісію токсичних речовин у відпрацьованих газів карбюраторного двигуна з іскровим запалюванням при його прогріві на холостому ходу.

Метод дослідження – проведення експериментальних випробувань.

З метою зниження тривалості теплової підготовки двигуна з іскровим запалюванням до

прийняття навантаження й забезпечення оптимального температурного режиму роботи каталітичного нейтралізатора в період його прогріву, в умовах низьких температур, запропоновано застосовувати підігрів повітря, яке надходить у двигун. Це дозволить підвищити ефективність використання енергії палива, що спалюється й знизити емісію токсичних речовин у відпрацьованих газах при прогріві.

Результати статті можуть бути використані для подальших досліджень, пов'язаних із забезпеченням енергоефективності силових установок автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОГРІВ ДВИГУНА, ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕМІСІЯ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН.

ABSTRACT

Trifonov D.M., Syrota A.V., Karev S.V., Dobrovolsky A.S. Study of the effect of heating the air entering the engine with spark ignition on fuel efficiency and emissions of toxic substances in exhaust gases. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article considers the issues related to the combustion efficiency of the fuel-air mixture at low ambient temperatures, the use of heating intake air and stabilize its temperature.

The object of experimental research is carbureted, four-stroke, four-cylinder inline engine MeMZ-245 with top placement of the valves..

The aim of experimental research is to determine the effect of temperature of the air entering the carburetor on fuel efficiency and emissions of toxic substances in exhaust gasoline engine with spark ignition when it is warming up at idle.

Method of the study – experimental test.

With the aim of reducing the duration of the thermal preparation of the spark-ignition engine to accept the load and optimal temperature mode of operation of the catalytic Converter in the warm-up period at low temperatures, it is proposed to apply heated air entering the engine. This will increase the energy efficiency of combustion of fuel and reduce the emission of toxic substances in the exhaust gases when they return.

The results of this paper can be used for further research related to the energy efficiency of power plants cars.

KEYWORDS: EXPERIMENTAL STUDY, WARMING UP THE ENGINE, THE INFLUENCE OF AIR TEMPERATURE, FUEL EFFICIENCY, EMISSION OF TOXIC SUBSTANCES.

РЕФЕРАТ

Трифонов Д. Н. Исследование влияния подогрева воздуха на топливную экономичность и эмиссию вредных веществ в двигателе с искровым зажиганием. / Трифонов Д. Н., Сирота А. В., Карєв С. В., Добровольский А. С. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассмотрены вопросы, связанные с повышением эффективности сгорания топливовоздушной смеси в условиях низких температур окружающей среды, применением систем подогрева впускного воздуха и обеспечением стабилизации его температуры.

Объектом экспериментальных исследований является карбюраторный, четырехтактный, четырехцилиндровый рядный двигатель МеМЗ-245 с верхним размещением клапанов.

Целью экспериментальных исследований является определение влияния температуры воздуха на входе в карбюратор на топливную экономичность и эмиссию токсичных веществ в отработавших газов карбюраторного двигателя с искровым зажиганием при его прогреве на холостом ходу.

Метод исследования – проведение экспериментальных испытаний.

С целью снижения продолжительности тепловой подготовки двигателя с искровым зажиганием к принятию нагрузки и обеспечения оптимального температурного режима работы каталитического нейтрализатора в период прогрева, в условиях низких температур, предложено применять подогрев воздуха, поступающего в двигатель. Это позволит повысить эффективность использования энергии сжигаемого топлива и снизить эмиссию токсичных веществ в отработавших газах при прогреве.

Результаты статьи могут быть использованы для дальнейших исследований, связанных с обеспечением энергоэффективности силовых установок автомобилей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ, ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭМИССИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ.

АВТОРИ:

Тріфонов Дмитро Миколайович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303а.

Сирота Олександр Вадимович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.303а.

Карев Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, асистент кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул, Суворова 1, к.303а.

Добровольський Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул, Суворова 1, к.303а.

AUTHOR:

Trifonov Dmitry N., National Transport University, senior lecturer of the Department of engines and thermal engineering, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com phone 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 303a.

Syrota Alexander V., Candidate of Science (Engineering), National Transport University, associate Professor in the Department of engines and thermal engineering, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com phone 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 303a.

Karev Stanislav V., Candidate of Science (Engineering), National Transport University, assistant of the Department of engines and thermal engineering, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com phone 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 303a.

Dobrovolsky Alexander S., Candidate of Science (Engineering), associate Professor, National Transport University, associate Professor in the Department of engines and thermal engineering, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com phone 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, room 303a.

АВТОРЫ:

Трифонов Дмитрий Николаевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

Сирота Александр Вадимович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

Карев Станислав Владимирович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.303а.

Добровольский Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: kafedradvzntu@gmail.com, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул, Суворова 1, к.303а.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Назаренко І.І., доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва і архітектури.

REVIEWER:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, head of department of cars, Kyiv, Ukraine.

Nazarenko I. I., Doctor of Technical Science, Professor, Kyiv national University of construction and architecture.

УДК 62-6
UDC 62-6

WSPOMAGANA KOMPUTEROWO ANALIZA BRD, JAKO METODA POPRAWY JAKOŚCI PROJEKTÓW INFRASTRUKTURY DROGOWEJ

USTRZYCKI Adam, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
KUSZEWSKI Hubert, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
JAWORSKI Artur, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. Inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
WOŚ Paweł, dr inż.,Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЯК СПОСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЕКТІВ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

УСТШИЦКІ Адам, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
КУШЕВСКІ Губерт, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЯВОРСКІ Артур, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

COMPUTER-AIDED ROAD SAFETY ANALYSISAS A METHOD OF IMPROVING QUALITY OF ROAD INFRASTRUCTURE PROJECTS

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Pomimo malejącej w ostatnich latach liczby wypadków drogowych w Polsce, w porównaniu z krajami Europy jest ona ciągle wysoka, a Polska nadal zajmuje niekorzystne miejsce w rankingu bezpieczeństwa państw Unii Europejskiej w ruchu drogowym, tuż po Litwie i Rumunii. Według raportu Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego za rok 2013, co 8 śmiertelna ofiara wypadku drogowego była mieszkańcem Polski [10]. W tym roku zanotowano 35847 wypadków, w których zginęło 3357 osób, a 44059 zostało rannych [11]. Z danych tych wynika, że prawie co 10 wypadek kończy się śmiercią. Szacowany rozwój motoryzacji w Polsce wskazuje, że do 2020 roku liczba pojazdów może wzrosnąć o dalsze 15–25% i może osiągnąć 30 mln pojazdów. Zaniechanie lub ograniczenie działań prewencyjnych w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego (brd) w najbliższych latach może doprowadzić do zahamowania lub odwrócenia tendencji spadkowej liczby wypadków drogowych oraz ich ofiar, a straty materialne i społeczne tych zdarzeń drogowych mogą sięgnąć nawet kwoty 225 mld zł [9]. Stąd też konieczne jest podjęcie skutecznych i efektywnych działań mających na celu ochronę życia i zdrowia uczestników ruchu drogowego.

W krajach przodujących w zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu drogowego, do których należy zaliczyć Holandię, Niemcy, Szwajcarię, Francję, Wielka Brytanię, Szwecję, Norwegię, Belgię, Finlandię i Portugalię, celem rozwiązania problemów związanych z brd, podejmowano działania zmierzające do [4]:

- poprawy drogowego zachowania użytkowników poprzez sprawną egzekucję kar wspieraną przez ustawodawstwo, edukację i promocję dobrych zachowań oraz wprowadzenie nowych technologii pojazdów poprawiających bezpieczeństwo,
- poprawy infrastruktury drogowej poprzez audyty bezpieczeństwa, uspokojenie ruchu, budowę rond, czy szerokich poboczy,
- poprawy bezpieczeństwa niechronionych użytkowników dróg, poprzez kombinację różnych czynników w tym ulepszeń pojazdów, odpowiednią infrastrukturę, programy edukacyjne, promocję właściwych zachowań i egzekwowania przepisów prawa drogowego,
- promowania bezpieczniejszych pojazdów, poprzez zwiększenie zakresu stosowania aktywnych i pasywnych systemów bezpieczeństwa oraz informowania konsumentów o tego typu rozwiązaniach,

– poprawy szkolenia młodych kierowców, ich edukacji w zakresie bezpieczeństwa i promowanie bezpiecznych zachowań na drodze,

– poprawy działania służb ratunkowych oraz w zakresie niesienia pomocy ofiarom wypadków, poprzez skrócenie czasu przyjazdu do miejsca wypadku, szkolenie personelu medycznego, poprawy opieki medycznej na miejscu, odpowiednich programów rehabilitacji,

– poprawy w zakresie zbierania analizy i dystrybucji danych o wypadkach, poprzez rozwój bazy danych, tworzenie systemów do łączenia różnych danych, dogłębne dochodzenie w sprawie wypadku,

– lepszego zarządzania bezpieczeństwem za pomocą: systematycznego podejścia, określenia celów, realizacji i oceny działań, określenia wymagań dotyczących zasobów i zaangażowania agencji publicznych, regularnej identyfikacji problemów i monitorowania postępu osiąganiu celów.

Jak wskazują doświadczenia tych krajów, dopiero kompleksowe podejście do brd może przynieść pozytywne efekty, do których należy zaliczyć zmniejszenie liczby wypadków i ich ofiar. W Polsce, w każdym z tych obszarów jest jeszcze wiele działańdo podjęcia, szczególnie w obszarach, które były i są ciągle zaniedbane w porównaniu do czołowych krajów UE. Do tych obszarów należy przede wszystkim stan infrastruktury drogowej, który pomimo intensywnych działań zmierzających do poprawy w tym zakresie, z powodu długoletnich zaniedbań, ciągle pozostawia wiele do życzenia. Samo budowanie nowych autostrad czy dróg ekspresowych może być niewystarczające, jeżeli jakość wprowadzanych rozwiązań infrastruktury drogowej będzie niska pod względem brd. Jakość tych rozwiązań może być podniesiona m.in. dzięki audytom projektów infrastruktury drogowej.

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej [2] od 2012 r. istnieje w Polsce obowiązek prowadzenia analiz brd, które polegają na [12]:

– przeprowadzeniu;
  - oceny wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego,
  - audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego,
– dokonywaniu klasyfikacji odcinków dróg;
  - ze względu na koncentrację wypadków śmiertelnych,
  - ze względu na bezpieczeństwo sieci drogowej.

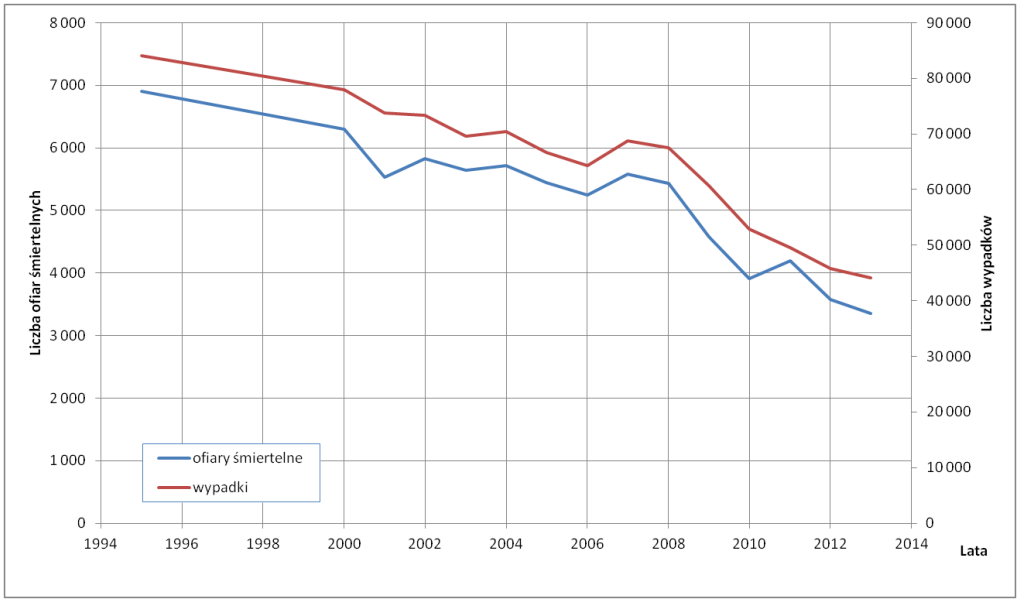
Ocenę wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego przeprowadza się jeszcze przed wszczęciem postępowania w sprawie decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych. Przeprowadzana na wczesnym etapie planowania ocena jest strategiczną analizą wpływu wariantów planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego w sieci dróg publicznych znajdujących się w obszarze wpływu planowanej drogi. Przy przeprowadzaniu oceny tego oddziaływania planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego uwzględnia się m.in. takie zagadnienia, jak: liczbę wypadków drogowych i zabitych na drogach, z których ruch drogowy może zostać przeniesiony na planowaną drogę, wpływ planowanej drogi na istniejącą sieć drogową i jej uczestników oraz natężenie ruchu drogowego i jego rodzaj. Podczas prowadzenia oceny wpływu powinny być brane pod uwagę także czynniki sezonowe i klimatyczne, możliwość wystąpienia tąpnięć górniczych oraz potrzeby uczestników ruchu w zakresie bezpiecznych stref parkingowych. Analiza taka powinna dotyczyć co najmniej 3 różnych wariantów planowanej drogi [12, 13,14].

Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego jest to niezależna, szczegółowa, techniczna ocena cech projektowanej, budowanej, przebudowywanej lub użytkowanej drogi publicznej pod względem bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego [6]. Zgodnie z zarządzeniem Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad audyt ten powinien być prowadzony na każdym etapie realizacji projektu infrastruktury drogowej. tj. na etapie [13,15]:

– projektu wstępnego;
– projektu szczegółowego;
– przygotowania drogi do otwarcia;
– w początkowej fazie użytkowania drogi.

W odniesieniu do istniejących dróg należy dokonywać klasyfikacji odcinków dróg z jednej strony ze względu na koncentrację wypadków śmiertelnych, z drugiej ze względu na bezpieczeństwo sieci drogowej. W wyniku analizy pod względem liczby wypadków śmiertelnych istniejącej sieci drogowej, wytypowane zostają najbardziej niebezpieczne odcinki dróg o dużej liczbie wypadków śmiertelnych. Klasyfikacja odcinków dróg ze względu na bezpieczeństwo sieci drogowej to natomiast analiza, której efektem jest wytypowanie odcinków dróg w istniejącej sieci drogowej o dużej możliwości poprawy brd. Analizy te powinny być przeprowadzane co najmniej raz na trzy lata, a klasyfikację odcinków dróg ze względu na

koncentrację wypadków śmiertelnych powinno się przeprowadzać dla odcinków dróg pozostających w użytkowaniu nie krócej niż trzy lata [12,14].



Rys. 1. Liczba wypadków drogowych i ofiar śmiertelnych w Polsce w latach 1995-2013 [11]

Według Ustawy o drogach publicznych zarządzanie bezpieczeństwem dróg i związane z nim analizy powinny być prowadzone dla transeuropejskiej sieci drogowej (TEN-T). Niemniej jednak, takim analizom mogą być poddawane także drogi istniejące lub projekty drogowe poza tą siecią, zwłaszcza o dużych natężeniach ruchu. Realizacja analiz brd wiąże się oczywiście z dodatkowymi kosztami, jednakże w końcowym rozrachunku może ograniczyć zarówno koszty końcowe inwestycji, ze względu na ograniczenie usterek i błędów, które będą musiały być usunięte, jak również może zmniejszyć globalny koszt transportu ze względu na mniejszą liczbę wypadków i liczbę ich ofiar. Aby to było możliwe, istotnym zagadnieniem jest jakość prowadzonych analiz brd, które powinny być prowadzone przez niezależnych audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego lub zespoły audytujące. Uwzględniając stosunkowo dużą liczbę prowadzonych ostatnio w Polsce inwestycji drogowych oraz konieczność realizacji nowych, celem osiągnięcia stanu infrastruktury drogowej zbliżonej do pozostałych krajów europejskich, ilość prowadzonych analiz może skutkować tym, że będą wykonywane przez zespoły audytorów o mniejszym doświadczeniu i znajomości problemów brd, co może prowadzić z kolei do ich powierzchowności i tym samym ograniczonej skuteczności. Zjawisko to może tym bardziej się uwidocznić ze względu na wiele wymagań, jakie narzucone są na audytorów brd. Według Ustawy o drogach publicznych audytorem nie może być osoba [12]:

– związana bezpośrednio z audytowanym projektem, co oznacza, że audytor nie wykonuje lub nie wykonywał zadań w zakresie projektowania, budowy, przebudowy, zarządzania odcinkiem drogi podlegającym audytowi, zarządzania ruchem lub nie nadzoruje nad zarządzaniem ruchem na odcinku drogi podlegającym audytowi,

– której małżonek, krewny i powinowaty do drugiego stopnia, przysposobiony lub podlegający opiece, czy kurateli wykonywał lub wykonuje zadania w zakresie projektowania, budowy, przebudowy, zarządzania, zarządzania ruchem lub nadzoru nad zarządzaniem ruchem na odcinku drogi podlegającym audytowi.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania, narzędzie, które ułatwi prowadzenie analiz brd na odpowiednio wysokim poziomie, jest istotnym zagadnieniem związanym z poprawą brd.

Program do komputerowego wspomagania analiz brd. Analiza rozwiązań związanych z zarządzaniem bezpieczeństwem ruchu drogowego pozwala na stwierdzenie, że na świecie stosowanych jest wiele aplikacji wspierających zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego, przy czym są to programy dedykowane zarówno audytorom BRD jak i zarządcom dróg. Spośród stosowanych aplikacji tego typu, do najważniejszych należy zaliczyć [13]:

– Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) – USA, przeznaczony do analizy bezpieczeństwa ruchu na autostradach, którego użytkownikami docelowymi są zarządcy dróg,

– Road Safety Audit (RSA) – USA, przeznaczony dla audytorów BRD i wspomagający przeprowadzanie audytu i generowanie raportu z tego audytu,

– EUSka – Niemcy, przeznaczony dla zarządców dróg, którego głównym zadaniem jest analiza bezpieczeństwa ruchu na autostradach,

– Traffic Engineering Software (TES) – Kanada, program dla zarządców dróg przeznaczony do analizy bezpieczeństwa sieci dróg,

– Microcomputer Accident Analysis Package (MAAP) – Wielka Brytania, przeznaczony do archiwizacji danych o wypadkach oraz analizy bezpieczeństwa ruchu przydatny władzom lokalnym, policji oraz zarządcom dróg,

– ARRB Suite of Tools to Assist Road Managers – Australia, zestaw narzędzi, w skład którego wchodzą m.in.;

- Australian National Risk Assessment Model (ANRAM),
- Road Safety Audit Toolkit (RSAT), program wspomagający audyt BRD przeznaczony głównie dla audytorów,
- Austroads Safety Engineering Toolkit (ASET), narzędzie przeznaczone dla projektantów, zarządców dróg, które może być wykorzystywane również przez audytorów BRD.

Wykorzystując te doświadczenia w ramach projektu EYEVID pt. „Innowacyjny zestaw metod i narzędzi do badania infrastruktury drogowej w aspekcie BRD” opracowywany jest zestaw narzędzi do kompleksowej oceny bezpieczeństwa wynikającego z widoczności lub braku widoczności elementów kluczowych dla poprawnego i bezpiecznego prowadzenia pojazdów w sieci drogowej. Zestaw ten, posiadający modułową budowę, zawiera stanowiska do: kwalifikacji krytycznych odcinków drogi, okulograficznych badań brd w rzeczywistym ruchu drogowym i w warunkach symulacyjnych oraz program do operacjonalizacji i opracowania wyników badań brd [3]. W ramach tego narzędzia powstają m.in. moduły do prowadzenia oceny wpływu projektowanej drogi na brd oraz audytu projektów infrastruktury na różnych etapach realizacji tych projektów.

Moduł do oceny wpływu projektowanej drogi na brd. Moduł przeznaczony jest do ułatwienia realizacji oceny wpływu projektów infrastruktury drogowej na brd [7]. Opracowano go przyjmując metodykę obliczeń miar brd, wprowadzoną w lutym 2011 r. do Instrukcji dla Audytorów Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, stanowiącej Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku [5]. W metodyce tej, dla poszczególnych odcinków jednorodnych uwzględnia się w obliczeniach szereg parametrów mających wpływ na brd, do których należą:

– rok prognozy,
– natężenie ruchu,
– przekrój drogi,
– klasa drogi,
– krętość drogi,
– rodzaj obszaru otaczającego drogę,
– występowanie węzłów i skrzyżowań,
– udział samochodów ciężarowych i autobusów,
– czynniki regionalne (województwa),
– stan drogi.

Na podstawie wprowadzonych danych, dla poszczególnych wariantów obliczane są prognozowane miary ryzyka społecznego w postaci:

– gęstości wypadków GW [wypadków/km/rok],
– liczb wypadków [wypadków/rok],
– gęstości ofiar rannych GR [ofiar/km/rok],
– liczb ofiar rannych LR [ofiar/rok],
– gęstości ofiar śmiertelnych GZ [ofiar/km/rok],
– liczb ofiar śmiertelnych LZ [ofiar/rok],
– sumy powyższych miar z okresów najwyższych wartości dla trzech lat (z okresu dwudziestu lat prognozy),
– maksymalnej gęstości miar z okresu trzyletniego, dla odcinka o największych wartościach miar ryzyka SGXmax.
– sumy miar dla poszczególnych wariantów drogi, dla całego 20-letniego okresu prognozy.

Następnie wyznaczane są klasy ryzyka odcinków jednorodnych oraz klasa ryzyka dla wariantu, jako klasa najgorszego odcinka. W module dokonywana jest ocena skuteczności analizowanych wariantów w zakresie redukcji liczby wypadków i ich ofiar.

Ponadto moduł realizuje obliczenia *p*rognozowanych miar strat społecznych dla sieci dróg w obszarze wpływu planowanej drogi oraz prognozowanych kosztów wypadków drogowych. Na podstawie obliczonych miar strat społecznych i strat ekonomicznych dokonywana jest punktacja poszczególnych wariantów i ustalany jest ich ranking końcowy.

Moduł umożliwia *generowanie* raportu końcowego z oceny wpływu, w którym zawarte są ogólne dane dotyczące projektu, dane wyjściowe do analiz i ocen, dane dotyczące analizy stanu istniejącego oraz wyniki przeprowadzonej analizy stanu prognozowanego zawierające m.in.:

- prognozowane maksymalne miary ryzyka społecznego,
- zidentyfikowane klasy ryzyka społecznego dla wariantów planowanej drogi,
- prognozowane miary strat społecznych dla sieci dróg w obszarze wpływu planowanej drogi,
- prognozowane koszty wypadków,
- ocenę skuteczności analizowanych wariantów w zakresie redukcji liczby wypadków i ich ofiar,
- ocenę skuteczności analizowanych wariantów w zakresie redukcji kosztów strat materialnych i ofiar wypadków,
- punktacje i rankingi analizowanych wariantów.

Moduł wspomagający prowadzenie audytu brd Zadaniem modułu jest ułatwienie audytu, poprzez uporządkowanie procesu jego przeprowadzania, co powinno się przyczynić się do poprawy jakości przeprowadzonych audytów, przyspieszając także ich wykonanie. W podstawowej formule moduł pozwala na precyzyjne zdefiniowanie przeprowadzanego audytu, dzięki któremu możliwe jest automatyczne wygenerowanie listy pytań kontrolnych, które audytor powinien poddać analizie. W dalszej kolejności moduł umożliwia opis znalezionych błędów i usterek projektu, dając audytorowi możliwość określenia poziomu wpływu tego problemu na brd, jak również pozwala na zaproponowanie niezbędnych zmian, które zdaniem audytora pozwolą na wyeliminowanie tych usterek, czy błędów lub ograniczenie ich wpływu na brd. W końcowym efekcie moduł generuje usystematyzowany raport zgodnie z wymaganiami. Poza wymienionymi w Zarządzeniu Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad [15] rodzajami audytu, oprogramowanie pozwala na prowadzenie audytu także w innych fazach realizacji projektu i są to audyty [13]:

- projektu wstępnego,
- projektu szczegółowego,
- przygotowania do otwarcia,
- w początkowej fazie użytkowania drogi,
- drogi istniejącej,
- drogi wirtualnej np. poprzez wirtualny przejazd symulatorem po projektowanej drodze [1].

Po wprowadzeniu podstawowych danych o projekcie dotyczących nazwy i wykonawcy ocenianego projektu drogowego, zleceniodawcy audytu, zespołu audytorów oraz daty wykonania, moduł generuje listę pytań kontrolnych, która tworzona jest dynamicznie, odpowiednio do zdefiniowanego typu audytu. Rodzaj audytu definiowany jest poprzez [13]:

- wybórtypu audytu w zależności od etapu, na jakim się odbywa,
- określenie (wybór) parametrów drogi (kategorii drogi i jej funkcji, prędkości projektowej, typu drogi itp.),
- określenie rodzaju terenu, przez który przebiega droga (np. płaski, pagórkowaty, górzysty),
- określenie (wybór) rodzaju przylegającego obszaru, przez który przebiega droga (miejski, pozamiejski, inny),

W trakcie sprawdzania listy pytań, moduł programu umożliwia scharakteryzowanie zauważonych problemów i usterek poprzez:

- opis problemu – w tym segmencie programu audytor nadaje nazwę, charakteryzuje usterki lub błędy projektu oraz precyzuje lokalizację problemu opisowo lub graficznie,
- ocenę poziomu zagrożenia w skali 1 do 5 (bardzo małe, małe, średnie, duże, bardzo duże) w różnych kategoriach (m.in.: prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, następstwa wypadków), z których obliczany jest wypadkowy poziom ryzyka, na podstawie którego audytor może zidentyfikować odcinki najbardziej krytyczne w zakresie poprawy poziomu bezpieczeństwa,
- sugestie dotyczące usunięcia problemu,

Moduł generuje końcowy raport z audytu, w którym znajdują się informacje dotyczące projektu oraz realizowanego audytu wprowadzone podczas definiowania audytu i zestawienie problemów według założonego schematu (np. według lokalizacji lub zdefiniowanych problemów). Pozostałe zagadnienia, które powinny znaleźć się w raporcie, wprowadzane są w edytorze tekstowym i są to [8,13]:

- zestawienie uwag z oceny wpływu na brd, jeśli taka ocena poprzedzała audytowane stadium projektu lub zestawienie błędów wymienionych w raporcie audytu brd do poprzedniego stadium projektowego, które nie zostały usunięte w ocenianym projekcie,
- ocenaodstępstw od warunków technicznych wraz z jednoznacznymi wnioskami dotyczącymi konieczności wprowadzenia zmian projektowych,
- końcowaocena projektu rozstrzygająca o możliwości i warunkach jego realizacji,

– w przypadku etapu przygotowania do otwarcia drogi oraz początkowej fazy użytkowania drogi zestawienie zidentyfikowanych błędów, usterek oraz problemów wraz z wnioskami o niezbędnych usprawnieniach lub zmianach warunkujących użytkowanie drogi,

– wnioskiwskazujące na zalecane usprawnienia, których realizacja nie warunkuje jednak przyjęcia projektu lub użytkowania drogi.

Generowanie raportu jest możliwe na każdym etapie wprowadzania danych, z wyjątkiem danych początkowych projektu, które umożliwiają identyfikację projektu (tj. numer, czy nazwa).

Podsumowanie i wnioski. Poprawne rozwiązania realizowanych inwestycji drogowych mogą mieć istotny wpływ na zmniejszenie liczby wypadków na nowo projektowanych drogach oraz zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych, która w Polsce jest bardzo wysoka w odniesieniu do innych krajów Unii Europejskiej. Jedną z metod poprawy tych rozwiązań jest systematyczne prowadzenie analiz brd projektów infrastruktury drogowej. Uwzględniając stosunkowo dużą ilość realizowanych projektów tego typu, należy wyposażyć zespoły audytorskie dokonujące ocen tych projektów w narzędzie ułatwiające i przyspieszające ich wykonanie. Takim narzędziem może być opracowywany w ramach projektu EYEVID zestaw narzędzi, w skład którego wchodzi oprogramowanie wspomagające proces oceny wpływu projektowanej drogi na brd oraz audytu projektów infrastruktury drogowej na każdym etapie projektowania.

Podstawowym zadaniem tego narzędzia jest podniesienie jakości prowadzonych ocen projektów polegające na znalezieniu wszystkich istotnych błędów projektu oraz jak największej ilości usterek obniżających poziom bezpieczeństwa na projektowanej drodze.

Osiągnięcie tego jest możliwe poprzez usystematyzowaniu procesu analizy brd (oceny wpływy lub audytu) oraz umożliwienie dodatkowych analiz np. audytu drogi wirtualnej w środowisku symulacyjnym, co daje nowe możliwości znajdowania błędów projektu nawet mniej doświadczonym audytorom. Ponieważ stopień komplikacji oraz ilość niezbędnych danych, zwłaszcza przy realizacji oceny wpływu projektowanej drogi, są bardzo duże, stąd też narzędzie, które w dużym stopniu pozwoli na zautomatyzowanie prac, pozwoli na ograniczenie liczby błędów w trakcie obliczeń i oceny poszczególnych wariantów. W efekcie wybrany do realizacji wariant drogi będzie najkorzystniejszy pod kątem bezpieczeństwa brd realizowanej inwestycji drogowej.

Projektowane oprogramowanie wspomagające analizy brd może więc w znaczącym stopniu podnieść jakość prowadzonych audytów infrastruktury drogowej i w efekcie samych projektów infrastruktury drogowej. Pozwoli to na obniżenie globalnego kosztu transportu drogowego, na który wpływ mają poza kosztami wypadków (leczenie i rehabilitacja rannych, utracone korzyści w wyniku niezdolności do pracy, zaprzepaszczenie nakładów, nie tylko finansowych, związanych z wykształceniem młodych ludzi, którzy stosunkowo często są śmiertelnymi ofiarami wypadków), także koszty wynikające z niepotrzebnego i nadmiernego zanieczyszczenia powietrza oraz innych zasobów na skutek np. kongestii będącej wynikiem przyjęcia złych rozwiązań infrastruktury drogowej.

LITERATURA

[1] Balawender K., Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.,: Audyt BRD drogi wirtualnej z wykorzystaniem symulatora wysokiej klasy. Logistyka nr 6, 2014.

[2] Dyrektywa 2008/96/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej. Dziennik Urzędowy UE L 319/59 z dnia 29 listopada 2008 r.

[3] eyevid.pl – Portal projektu EYEVID.

[4] Gitelman V., Hendel L., Carmel R., Bekhor S.: An examination of the national road-safety programs in the ten world’s leading countries in road safety. European Transport Research Review (2012) 4:175–188 (doi 10.1007/s12544-012-0081-x).

[5] Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego część I, Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku w sprawie oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. Warszawa 2011.

[6] Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: Audyt BRD dróg transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T) w Polsce w aspekcie wymagań światowych standardów. Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe. Nr 3/2013.

[7] Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: Prognozowanie miar strat społecznych w ocenie wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. Logistyka 3/2014.

[8] Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Ustrzycki A., Woś P.: Symulator jazdy samochodem jako narzędzie audytu BRD. Technika Transportu Szynowego. Nr 10/2013.

[9] National Road Safety Programme 2013–2020. National Road Safety Council, Ministry of Infrastructure and Development, Warsaw 2013 (ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/ national-road-safety-strategies_pl.pdf).

[10] Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz działania realizowane w tym zakresie. Krajowa Rada Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa 2013.

[11] Transport. Wyniki działalności w 2013 r. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.

[12] Ustawa o drogach publicznych. Dziennik Ustaw z 1985 r., Nr 14, poz. 60, tekst ujednolicony z 2012 r.

[13] Ustrzycki A., Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Woś P.: System komputerowego wspomagania audytu BRD. Logistyka 3/2014.

[14] Ustrzycki A., Jaworski A., Kuszewski H., Lejda K., Woś P.: Zestaw narzędzi do analizy BRD infrastruktury drogowej. XXV Międzynarodowa Konferencja Naukowa SAKON'14 nt. "Systemy i środki transportu samochodowego", t.5, Rzeszów, 18-20.09.2014.

[15] Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku w sprawie oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej. GDDKiA, Załącznik nr 1: Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego część II. Warszawa 2009.

STRESZCZENIE

USTRZYCKI Adam. Wspomagana komputerowo analiza brd, jako metoda poprawy jakości projektów infrastruktury drogowej/USTRZYCKI Adam,KUSZEWSKI Hubert, JAWORSKI Artur,LEJDA Kazimierz, WOŚ Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. - № 32.

W artykule przedstawiono opracowywane w ramach projektu EYEVID narzędzie do analizy i oceny projektów infrastruktury drogowej oraz tzw. kwalifikacji krytycznych odcinków dróg. W ramach opracowywanego narzędzia tworzone jest oprogramowanie umożliwiające komputerowe wspomaganie oceny wpływu projektowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego (brd) w obszarze wpływu tej drogi oraz prowadzenie audytu projektów infrastruktury drogowej. Projektowane narzędzie pozwoli na usystematyzowanie prac prowadzonych podczas powyższych analiz brd oraz umożliwi prowadzenie audytu także w środowisku symulowanym. Funkcjonalności programu umożliwiają m.in. prowadzenie audytów na wszystkich etapach projektu zgodnie z wymaganiami Ustawy o drogach publicznych, klasyfikację znalezionych błędów i usterek projektu pod kątem ich wpływu na brd oraz generowanie raportów w ujednoliconej formie zgodnie z wymaganiami Generalnej Dyrekcji Dróg i Autostrad.

РЕФЕРАТ

ЯВОРСКІ Артур.Комп'ютерний аналіз безпеки дорожнього рухуяк способу підвищення якості проектів дорожньої інфраструктури / УСТШИЦКІ Адам, КУШЕВСКІ Губерт,ЯВОРСКІ, АртурЛЕЙДА Казімеж, ВОС Павел// Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті представлено розроблений інструмент для аналізу та оцінки проектів дорожньої інфраструктури і кваліфікації критичних ділянок дороги. Розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє створювати системи автоматизованої оцінку впливу передбачуваної дороги з безпеки дорожнього руху в зоні впливу дороги та проводити перевірки дорожньо-інфраструктурних проектів. Запропонований інструмент дозволяє систематизувати роботу, виконану протягом проведеного аналізу безпеки дорожнього руху, а також провести перевірку в штучному середовищі. Функціональність програми включає проведення перевірок на всіх стадіях проекту відповідно до вимог Закону про громадські дороги, класифікацію дефектів проекту з точки зору їх впливу на безпеку дорожнього руху та створення звітів стандартизованої форми відповідно до вимог Головного управління автомобільних доріг і автомагістралей.

ABSTRACT

USTRZYCKI Adam, KUSZEWSKI Hubert, JAWORSKI Arthur, LEJDA Kazimierz, WOS Pawel. Computer-aided road safety analysisas a method of improving quality of road infrastructure projects. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article presents the tool developed under the project EYEVID and designed for analysis and evaluation of road infrastructure projects and so-called qualifications of critical road sections. As a part of the tool, the software that allows creating a computer aided assessment of impact on road safety (RS) for the projected road exerting area and conducting audits of road infrastructure projects. The proposed tool makes possible to systematize the work carried out during the above analysis of road safety and also enables

auditing in a simulated environment. The program functionality covers conducting audits at all stages of the project in accordance with the requirements of the Act on Public Roads, the classification of errors and defects found in the project and influenced RS, and generating reports in a standardized form in accordance with the requirements of General Directorate of Roads and Highways.

AUTORZY:

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

WOŚ Paweł, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

УСТШИЦКІ Адам, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

КУШЕВСКІ Губерт, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЯВОРСКІ Артур, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

ВОС Павел, Доктор інженер,Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc,Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

WOS Pawel, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, НаціональнийТранспортнийУніверситет, професоркафедривиробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Гутаревич Ю.Ф, доктор технічних наук, професор,Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Levkivskyi O.P, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

Gutarevych Y.F, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 338.47:338.246.025.3
UDC 338.47:338.246.025.3

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ІНВЕСТУВАННЯ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Хмелевський М.О., кандидат економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цюман Є.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна

FEATURES OF MATHEMATICAL MODELING OF INVESTMENT PROJECTS CONSTRUCTION OF ROADS

Khmelevskyi M.O. Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsuman Ye.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ

Хмелевский Н.А., кандидат экономических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цюман Е.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. На сьогоднішній день одним з найбільш пріоритетних напрямків зовнішньоекономічної діяльності нашої держави є економічна співпраця з країнами Євросоюзу. Ефективність такої співпраці знаходиться в прямій залежності від ступеня розвитку транспортної системи нашої держави, зокрема від стану розвитку мережі автомобільних доріг [1]. Враховуючи також географічне розташування України, внаслідок якого через її територію проходять чотири міжнародні транспортні коридори [2], питання актуальності розвитку її мережі автомобільних доріг не викликають сумніву.

Водночас, існуюча невідповідність між державними стандартами, що діяли на момент будівництва і введення в експлуатацію більшої частини автомобільних доріг, побудованих ще за часів СРСР, і режимом їх експлуатації в сучасних умовах є основною причиною незадовільного стану значної частини існуючих автомобільних доріг. Іншою причиною незадовільного стану українських автомобільних доріг є фізична і моральна зношеність основних фондів шляхово-будівних та шляхових ремонтно-будівних підприємств. Спільні наслідки, викликані обома вищеназваними причинами, дозволяють говорити і про існування більш узагальненої причини низької якості автомобільних доріг – недостатнього фінансування цієї галузі економіки.

Фактично, вся мережа автомобільних доріг є державною власністю. Отже, практично весь тягар фінансування будівництва нових і утримання існуючих доріг лягає на державний бюджет. Навіть приблизна оцінка вартості ремонту існуючих автомобільних доріг [3] (для більшості доріг це капітальний ремонт або реконструкція, вартість яких хоч і значно менша, але співрозмірна із вартістю будівництва нової дороги) дозволяє говорити про сотні мільярдів гривень, що в кілька разів перевищує весь річний бюджет України. Таким чином, причиною недофінансування дорожньої галузі є глобальна недостатність державного бюджету для цього. Тому, більшість українських доріг продовжує існувати в «хронічному» незадовільному стані.

В таких умовах поліпшити ситуацію можна, наприклад, із залученням довгострокових недержавних фінансових інвестицій. Така практика, що передбачає взаємодію державних і недержавних структур з метою вирішення важливих соціально-економічних проблем, отримала назву державно-приватного партнерства (ДПП). З метою прогнозування інвестиційної привабливості проекту будівництва автомобільної дороги для майбутнього інвестора необхідна комплексна оцінка всіх можливих фінансових і матеріальних потоків, які будуть здійснюватись на засадах ДПП.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження щодо інвестування підприємств, використання фінансового забезпечення та фінансового механізму здійснювались у працях В.П.Попкова, О.В.Кленіна, І.О.Бланка та інших [4–6]. У наведених дослідженнях розглядаються капітальні інвестиції за джерелами фінансування як елемент виробничого і економічного потенціалу.

Питання, що пов’язані з інвестиційною привабливістю підприємств висвітлені у працях як вітчизняних, так і іноземних науковців: І.О.Бланка, А.П.Гайдуцького, В.В.Бочарова та інших [6–8].

Питання, пов’язані із застосуванням різноманітних механізмів ДПП, інституціональними аспектами у сфері ДПП, висвітлені в роботах [9–11].

Метою статті є розробка математичної моделі, що дозволить прогнозувати можливий економічний ефект від реалізації проекту будівництва автомобільної дороги за механізмом ДПП та здійснювати оптимізацію параметрів будівництва і експлуатації дороги та фінансових взаємовідносин між державою і приватним партнером для досягнення максимального економічного ефекту всіма учасниками проекту.

Результати досліджень. При реалізації проекту будівництва автомобільної дороги на базі ДПП на умовах концесії основним економічним показником, що характеризує доцільність, перспективність та інвестиційну привабливість проекту є річний економічний ефект концесіонера, млрд. грн.:

$$E_{\text{к}} = E_{\text{А}} + k_{\text{Д}} \cdot E_{\text{Д}} - B_{\text{дор}} - П_{\text{к}}, \quad (1)$$

де $E_{\text{А}}$ – сумарний річний економічний ефект, що може бути отриманий власниками автомобілів та автотранспортних підприємств в результаті реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$E_{\text{Д}}$ – сумарний річний економічний ефект, що може бути отриманий державою в результаті реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$k_{\text{Д}}$ – частка сумарного річного економічного ефекту держави при її фінансовій участі у доходах концесіонера, млрд. грн.;

$B_{\text{дор}}$ – величина потрачених коштів концесіонером на будівництво або утримання автомобільної дороги у поточному році, млрд. грн.;

$П_{\text{к}}$ – річний концесійний платіж, млрд. грн.

Вищевказані складові річного економічного ефекту концесіонера визначають за експлуатаційними показниками конкретної автомобільної дороги.

Сумарний річний економічний ефект власників автомобілів та автотранспортних підприємств визначають за залежністю, млрд. грн.:

$$E_{\text{А}} = E_{\text{в(пас)}} + E_{\text{л}}, \quad (2)$$

де $E_{\text{в(пас)}}$– річний економічний ефект, що може бути отриманий власниками автотранспортних підприємств вантажних або пасажирських перевезень в результаті реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$E_{\text{л}}$ – річний економічний ефект, що може бути отриманий власниками індивідуальних легкових автомобілів в результаті реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.

Річний економічний ефект автотранспортних підприємств вантажних або пасажирських перевезень визначають як різницю між прибутком підприємств від перевезень, що в перспективі може бути отриманий при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, та прибутком від перевезень по існуючим автомобільним дорогам, млрд. грн.:

$$E_{\text{в(пас)}} = \Delta ПР_{\text{в(пас)}} = ПР'_{\text{в(пас)}} - ПР_{\text{в(пас)}}, \quad (3)$$

де $ПР'_{\text{в(пас)}}$ – перспективний прибуток підприємств від перевезень, що може бути отриманий при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$ПР_{\text{в(пас)}}$ – прибуток від перевезень по існуючим автомобільним дорогам, млрд. грн.

Перспективний прибуток підприємств від перевезень, що може бути отриманий при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.:

$$ПР'_{\text{в(пас)}} = W'_{\text{в(пас)}} \cdot \left(T_{\text{в(пас)}} - C_{\text{в(пас)}} + \frac{L_{\text{дор}}}{L^{\max}_{\text{дор}}} \cdot \left(C_{\text{в(пас)}} - C'_{\text{в(пас)}} \right) \right) \cdot \left(1 - \frac{k_{\text{пп}}}{100} \right) \cdot 10^{-9}, \quad (4)$$

де $W'_{\text{в (пас)}}$ – перспективний вантажо- або пасажирооборот, що може бути забезпечений при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, ткм, пас.км;

$T_{\text{в (пас)}}$ – тариф на здійснення вантажних або пасажирських перевезень, грн./ткм, грн./пас.км;

$C_{\text{в (пас)}}$ – собівартість здійснення вантажних або пасажирських перевезень, грн./ткм, грн./пас.км;

$C'_{\text{в (пас)}}$ – перспективна собівартість здійснення вантажних або пасажирських перевезень, грн./ткм, грн./пас.км;

$L_{\text{дор}}$ – довжина новозбудованої ділянки автомобільної дороги в рамках реалізації проекту на поточний рік, км;

$L_{\text{дор}}^{\max}$ – максимальна довжина новозбудованої ділянки автомобільної дороги в рамках реалізації проекту, км;

$k_{\text{пп}}$ – ставка податку на прибуток підприємства, %. $k_{\text{пп}} = 18\%$.

Перспективний вантажо- або пасажирооборот, що може бути забезпечений при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, визначається за залежністю, ткм, пас.км:

$$W'_{\text{в (пас)}} = L'_{\text{в (пас)}} \cdot Q_{\text{в (пас)}}, \tag{5}$$

де $L'_{\text{в (пас)}}$ – перспективний річний пробіг вантажних автомобілів та автобусів, що може бути забезпечений при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, км;

$Q_{\text{в (пас)}}$ – середньостатистична корисна маса вантажу або кількість пасажирів, що перевозиться транспортним засобом, т, пас.

Для визначення річного пробігу вантажних автомобілів та автобусів конкретною автомобільною дорогою визначають частку, яку складає досліджувана автомобільна дорога серед інших автомобільних доріг регіону її розташування.

Довжина доріг регіону за категоріями I – V приводиться до довжини доріг I категорії за залежністю, ум. км:

$$L^{\text{I}}_{\text{дор}\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} k_{\text{пр}\,i} \cdot L_{\text{дор}\,i} \tag{6}$$

де $k_{\text{пр}\,i}$ – коефіцієнт приведення довжини дороги *i*-тої категорії до I категорії, визначається відношенням середньорічної добової інтенсивності руху дорогою *i*-тої категорії до інтенсивності руху дорогою I категорії;

$L_{\text{дор}\,i}$ – довжина доріг регіону *i*-тої категорії, км;

n – число категорій автомобільних доріг, $n = 5$.

Перспективний річний пробіг вантажних автомобілів або автобусів визначеною автомобільною дорогою, км:

$$L'_{\text{в (пас)}} = L^{\text{р}}_{\text{в (пас)}} \cdot \frac{L_{\text{дор}}^{\max}}{L^{\text{I}}_{\text{дор}\Sigma}} \cdot \left(1 + \frac{L_{\text{дор}}}{L_{\text{дор}}^{\max}} \cdot \left(\frac{V'_{\text{А}}}{V_{\text{А}}} - 1\right)\right), \tag{7}$$

де $L^{\text{р}}_{\text{в (пас)}}$ – річний пробіг вантажних автомобілів або автобусів в регіоні розташування автомобільної дороги, км;

$V_{\text{А}}, V'_{\text{А}}$ – середня швидкість руху транспортних засобів при існуючих дорогах та у перспективі при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, км/год.

Прибуток від перевезень по існуючим автомобільним дорогам, млрд. грн.:

$$ПР_{\text{в (пас)}} = W_{\text{в (пас)}} \cdot \left(T_{\text{в (пас)}} - C_{\text{в (пас)}}\right) \cdot \left(1 - \frac{k_{\text{пп}}}{100}\right) \cdot 10^{-9}, \tag{8}$$

де $W_{\text{в (пас)}}$ – вантажо- або пасажирооборот по існуючим автомобільним дорогам, ткм, пас. км.

Приймається, що при існуючих автомобільних дорогах вантажо- та пасажирооборот залишається на рівні як для початкового року будівництва нової автомобільної дороги.

Річний економічний ефект, що може бути отриманий власниками індивідуальних легкових автомобілів в результаті реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, визначається як різниця між експлуатаційними витратами при існуючих $B_{\text{Е}}$ і нових $B'_{\text{Е}}$ дорогах, млрд. грн.:

$$E_{\text{л}} = \Delta B_{\text{Е}} = B_{\text{Е}} - B'_{\text{Е}}, \tag{9}$$

де $B_{\text{Е}}, B'_{\text{Е}}$ – експлуатаційні витрати власників індивідуальних легкових автомобілів при існуючих і нових дорогах, млрд. грн., що визначають за формулами:

$$B_{\text{Е}} = L_{\text{л}} \cdot \frac{Q_{\text{пал}}}{100} \cdot \frac{Ц_{\text{пал}}}{\delta_{\text{пал}}} \cdot 10^{-9}, \tag{10}$$

$$B'_{\text{Е}} = L_{\text{л}} \cdot \frac{Q_{\text{пал}}}{100} \cdot \frac{Ц_{\text{пал}}}{\delta_{\text{пал}}} \cdot \left(1 - \frac{L_{\text{дор}}}{L_{\text{дор}}^{\max}} \cdot \left(1 - k_{\text{пал}}\right)\right) \cdot 10^{-9}, \tag{11}$$

де $L_{\text{л}}$ – річний пробіг легкових автомобілів досліджуваною ділянкою автомобільної дороги, км;

$Q_{\text{пал}}$ – середньостатистична витрата палива легковим автомобілем при існуючих дорогах, л/100 км;

$Ц_{\text{пал}}$ – ціна 1 л палива для легкових автомобілів, грн./л;

$\delta_{\text{пал}}$ – частка витрат на паливо в загально експлуатаційних витратах, приймається за результатами розрахунку уявного транспортного підприємства;

$k_{\text{пал}}$ – коефіцієнт впливу умов руху на витрату палива.

Річний пробіг легкових автомобілів досліджуваною ділянкою автомобільної дороги, км:

$$L_{\text{л}} = 365 \cdot I_{\text{А}} \cdot L_{\text{дор}}^{\max} \cdot \frac{100 - \delta_{\text{В}} - \delta_{\text{А}}}{100}, \tag{12}$$

де $I_{\text{А}}$ – середньодобова інтенсивність руху визначеною ділянкою дороги, авт./доба;

$\delta_{\text{В}}$ – середньостатистичний відсоток вантажних автомобілів в потоці, %;

$\delta_{\text{А}}$ – середньостатистичний відсоток автобусів в потоці, %.

Середньодобова інтенсивність руху визначеною ділянкою дороги, авт./доба:

$$I_{\text{А}} = \frac{L_{\text{В}} + L_{\text{А}}}{365 \cdot L_{\text{дор}}^{\max} \cdot (\delta_{\text{В}} + \delta_{\text{А}})} \cdot \tag{13}$$

Сумарний річний економічний ефект, що може бути отриманий державою в результаті реалізації проекту будівництва нової автомобільної дороги, млрд. грн.:

$$E_{\text{Д}} = \Delta П_{\Sigma} + \Delta З_{\text{СЕ}} + \Delta П_{\text{А}}^{\text{пал}}, \tag{14}$$

де $\Delta П_{\Sigma}$ – економічний ефект від збільшення суми податків, що надходять до державного бюджету від підприємств автомобільних перевезень, які здійснюються досліджуваною автомобільною дорогою за рік, млрд. грн.;

$\Delta З_{\text{СЕ}}$ – економічний ефект від зниження соціально-економічних збитків держави від викидів шкідливих речовин транспортними засобами під час перевезень досліджуваною автомобільною дорогою за рік, млрд. грн.;

$\Delta П_{\text{А}}^{\text{пал}}$ – економічний ефект від збільшення надходжень до державного бюджету за рахунок акцизного податку від реалізації моторних палив для автотранспорту, що рухається досліджуваною автомобільною дорогою за рік, млрд. грн.

Економічний ефект від збільшення суми податків, що надходять до державного бюджету від підприємств автомобільних перевезень, які здійснюються досліджуваною автомобільною дорогою за рік, визначається, млрд. грн.:

$$\Delta П_{\Sigma} = П'_{\Sigma} - П_{\Sigma}, \tag{15}$$

де $П'_{\Sigma}$ – сума податків, що надійдуть до державного бюджету при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$П_{\Sigma}$ – сума податків, що надходитимуть до бюджету при існуючому стані доріг, млрд. грн.

Сума податків, що надійдуть до державного бюджету при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги або надходитимуть до бюджету при існуючому стані доріг, млрд. грн.:

$$П_{\Sigma}=П_{\text{ДВ В}} + П_{\text{ДВ П}} + П_{\text{П В}} + П_{\text{П П}} \tag{16}$$

де $П_{\text{ДВ В}}$ – податки на додану вартість, що надійдуть до державного бюджету від здійснення вантажних перевезень, млрд. грн.;

$П_{\text{ДВ П}}$ – податки на додану вартість, що надійдуть до державного бюджету від здійснення пасажирських перевезень, млрд. грн.;

$П_{\text{П В}}$ – податки на прибуток, що надійдуть до державного бюджету від здійснення вантажних перевезень, млрд. грн.;

$П_{\text{П П}}$ – податки на прибуток, що надійдуть до державного бюджету від здійснення пасажирських перевезень, млрд. грн.

Податки на додану вартість, що надійдуть до державного бюджету від здійснення вантажних або пасажирських перевезень, млрд. грн.:

$$П_{\text{ДВ В (П)}} = \frac{k_{\text{пдв}}}{100} \cdot W_{\text{В (ПАС)}} \cdot T_{\text{В (ПАС)}} \cdot 10^{-9}, \tag{17}$$

де $k_{\text{пдв}}$ – ставка податку на додану вартість, %.

Податки на прибуток, що надійдуть до державного бюджету від здійснення вантажних або пасажирських перевезень при реалізації проекту будівництва автомобільної дороги або надходитимуть до бюджету при існуючому стані доріг, млрд. грн.:

$$П'_{\text{П В (П)}} = \frac{k_{\text{пп}}}{100} \cdot W'_{\text{В (ПАС)}} \cdot \left(T_{\text{В (ПАС)}} - C_{\text{В (ПАС)}} + \frac{L_{\text{дор}}}{L_{\text{дор}}^{\max}} \cdot \left(C_{\text{В (ПАС)}} - C'_{\text{В (ПАС)}} \right) \right) \cdot 10^{-9}, \tag{18}$$

$$П_{\text{П В (П)}} = \frac{k_{\text{пп}}}{100} \cdot W_{\text{В (ПАС)}} \cdot \left(T_{\text{В (ПАС)}} - C_{\text{В (ПАС)}} \right) \cdot 10^{-9} \tag{19}$$

Економічний ефект від зниження соціально-економічних збитків держави від викидів шкідливих речовин транспортними засобами під час перевезень досліджуваною автомобільною дорогою за рік, млрд. грн.:

$$\Delta З_{\text{СЕ}} = З_{\text{СЕ}} - З'_{\text{СЕ}}, \tag{20}$$

де $З_{\text{СЕ}}$ – соціально-економічні збитки держави від викидів шкідливих речовин транспортними засобами під час перевезень існуючими автомобільними дорогами, млрд. грн.;

$З'_{\text{СЕ}}$ – соціально-економічні збитки держави від викидів шкідливих речовин транспортними засобами під час перевезень автомобільною дорогою, що збудована при реалізації проекту млрд. грн.

Соціально-економічні збитки держави від викидів шкідливих речовин транспортними засобами під час перевезень існуючими або новозбудованими автомобільними дорогами [12], млрд. грн.:

$$З_{\text{СЕ}} = з_{\text{СЕ}} \cdot \sigma \cdot f \cdot G_{\Sigma} \cdot 10^{-9}, \quad (21)$$

$$З'_{\text{СЕ}} = з_{\text{СЕ}} \cdot \sigma \cdot f \cdot G'_{\Sigma} \cdot 10^{-9}, \quad (22)$$

де $з_{\text{СЕ}}$ – шкода, завдана державі однією умовною тонною забруднюючих речовин, грн./ум.т;

σ – коефіцієнт відносної небезпеки, що враховує тип території забруднення;

f – коефіцієнт, що враховує характер розсіювання газоподібних речовин та частинок в атмосфері залежно від швидкості осадження речовин та природних умов;

G_{Σ} – річні сумарні, зведені до оксиду вуглецю, викиди забруднюючих речовин транспортними засобами під час перевезень існуючими автомобільними дорогами, ум.т;

G'_{Σ} – річні сумарні, зведені до оксиду вуглецю, викиди забруднюючих речовин транспортними засобами під час перевезень новою автомобільною дорогою, ум.т.

Річні сумарні, зведені до оксиду вуглецю, викиди забруднюючих речовин транспортними засобами під час перевезень існуючими або новими автомобільними дорогами [12], ум.т:

$$G_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} G_i \cdot R_i, \quad (23)$$

$$G'_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} G'_i \cdot R_i, \quad (24)$$

де G_i – річні викиди *i*-тої шкідливої речовини транспортними засобами під час перевезень існуючими автомобільними дорогами, т;

G'_i – річні викиди *i*-тої шкідливої речовини транспортними засобами під час перевезень новою автомобільною дорогою, т;

R_i – коефіцієнт відносної агресивності *i*-тої шкідливої речовини.

Річні викиди *i*-тої шкідливої речовини транспортними засобами під час перевезень існуючими або новими автомобільними дорогами, т:

$$G_i = \frac{g_i \cdot L}{10^6}, \quad (25)$$

$$G'_i = \frac{g_i \cdot \left(1-(1-k_{\text{пал}}) \cdot \frac{L_{\text{дор}}}{L'^{\max}_{\text{дор}}}\right) \cdot L'}{10^6}, \quad (26)$$

де g_i – питомі викиди *i*-тої шкідливої речовини транспортними засобами під час перевезень існуючими автомобільними дорогами, г/км;

L, L' – річний пробіг транспортних засобів під час перевезень існуючими або новими автомобільними дорогами, км.

Економічний ефект від збільшення надходжень до державного бюджету за рахунок акцизного податку від реалізації моторних палив для автотранспорту, що рухається досліджуваною автомобільною дорогою за рік, млрд. грн.:

$$\Delta П_{\text{А}}^{\text{пал}} = П_{\text{А}}^{\text{пал}\,\prime} - П_{\text{А}}^{\text{пал}}, \quad (27)$$

де $П_{\text{А}}^{\text{пал}\,\prime}$ – надходження до державного бюджету за рахунок акцизного податку від реалізації моторних палив для автотранспорту при новій автомобільній дорозі, млрд. грн.;

$П_{\text{А}}^{\text{пал}}$ – надходження до державного бюджету за рахунок акцизного податку від реалізації моторних палив для автотранспорту при існуючих автомобільних дорогах, млрд. грн.

Надходження до державного бюджету за рахунок акцизного податку від реалізації моторних палив для автотранспорту при новій або існуючих автомобільних дорогах, млрд. грн.:

$$П_{\text{А}}^{\text{пал}\,\prime} = V'_{\text{пал}} \cdot \frac{\rho_{\text{пал}}}{1000} \cdot n_{\text{А}} \cdot k_{\text{EUR}} \cdot 10^{-9} \quad (28)$$

$$П_{\text{А}}^{\text{пал}} = V_{\text{пал}} \cdot \frac{\rho_{\text{пал}}}{1000} \cdot n_{\text{А}} \cdot k_{\text{EUR}} \cdot 10^{-9}, \quad (29)$$

де $V'_{\text{пал}}, V_{\text{пал}}$ – обсяги споживання палива автотранспортом при новій або існуючих автомобільних дорогах, л;

$\rho_{\text{пал}}$ – середня густина палива, кг/л;

$n_{\text{А}}$ – середньозважена ставка акцизного податку на паливо, EUR/т;

k_{EUR} – ринковий курс, грн./EUR.

Обсяги споживання палива автотранспортом при новій або існуючих автомобільних дорогах, л:

$$V'_{\text{пал}} = \frac{Q_{\text{пал}} \cdot L'}{100} \cdot \left(1 - (1 - k_{\text{пал}}) \cdot \frac{L_{\text{дор}}}{L_{\text{дор}}^{\max}}\right), \quad (30)$$

$$V_{\text{пал}} = \frac{Q_{\text{пал}} \cdot L}{100}, \quad (31)$$

де $\text{Q}_{\text{пал}}$ – норма витрати палива транспортними засобами, л/100 км.

Величина коштів, потрачених концесіонером на будівництво автомобільної дороги у поточному році, млрд. грн.:

$$B_{\text{дор}\,i} = i_{\text{І}}^{\,T_i - 1} \cdot \frac{B_{\text{буд}}}{T_{\text{буд}}} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot (2 \cdot k_{\text{Б}} - 1) \cdot (T_{\text{буд}} - 2 \cdot T_i + 1)}{T_{\text{буд}}}\right), \quad (32)$$

де T_i – поточний рік будівництва автомобільної дороги;

$B_{\text{буд}}$ – початкова вартість будівництва автомобільної дороги, млрд. грн.;

$T_{\text{буд}}$ – тривалість будівництва автомобільної дороги, років;

$k_{\text{Б}}$ – коефіцієнт інтенсивності будівництва автомобільної дороги.

Довжина новозбудованої ділянки автомобільної дороги в рамках реалізації проекту на поточний рік, км:

$$L_{\text{дор}} = L_{\text{дор}}^{\max} \cdot \frac{T_i}{T_{\text{буд}}} \quad (33)$$

З метою уніфікації результатів дослідження пропонується використання універсального безрозмірного показника проектної вартості будівництва автомобільної дороги, що характеризує фактичну вартість будівництва дороги по відношенню до її вартості при базових затратах на будівництво 1 км дороги:

$$B_{\text{В}} = \frac{B_{\text{буд}}}{L_{\text{дор}}^{\max} \cdot в_{\text{буд}}} \quad (34)$$

де $в_{\text{буд}}$ – базова питома вартість будівництва автомобільної дороги, млрд. грн./км. Приймається $в_{\text{буд}} = 0{,}05$ млрд. грн./км.

Таким чином, при $B_{\text{В}} = 1$ вартість будівництва автомобільної дороги відповідає базовим витратам. При $B_{\text{В}} > 1$, наприклад при наявності в проекті будівництва складних дорожніх споруд – мостів, тунелів, естакад, тощо, вартість будівництва дороги перевищує базові витрати.

Річний концесійний платіж визначається з використанням методики [13], млрд. грн.:

$$П_{\text{к}} = \begin{cases} 0{,}07 \cdot \frac{Ф_{\text{ЕАД}}}{Ф_{\text{ЕК}}} \cdot \sum_{i=1}^{T_i} \frac{B_{\text{дор}\,i}}{i_{\text{I}}^{\,T_i-1}} \cdot i_{\text{I}}^{\,T_i-1}, \text{при } T_i \le T_{\text{буд}} \\ 0{,}07 \cdot \frac{Ф_{\text{ЕАД}}}{Ф_{\text{ЕК}}} \cdot B_{\text{буд}} \cdot i_{\text{I}}^{\,T_i-1}, \text{при } T_i > T_{\text{буд}} \end{cases} \quad (35)$$

де $Ф_{\text{ЕАД}}$ – середня фондовіддача експлуатації автомобільної дороги;

$Ф_{\text{ЕК}}$ – середня фондовіддача національної економіки в цілому;

T_i – поточний рік будівництва або експлуатації автомобільної дороги.

Термін окупності $T_{\text{ОК}}$ проекту будівництва автомобільної дороги визначають як число років, що пройшло від початку реалізації проекту до моменту досягнення сумарного економічного ефекту концесіонера за це число років позитивного значення:

$$T_{\text{ОК}} = T_i \text{ при } \sum_{i=1}^{T_i} E_{\text{к}\,i} \ge 0 \quad (36)$$

де $E_{\text{к}\,i}$ – річний економічний ефект концесіонера в i-тому році будівництва або експлуатації автомобільної дороги, млрд. грн.

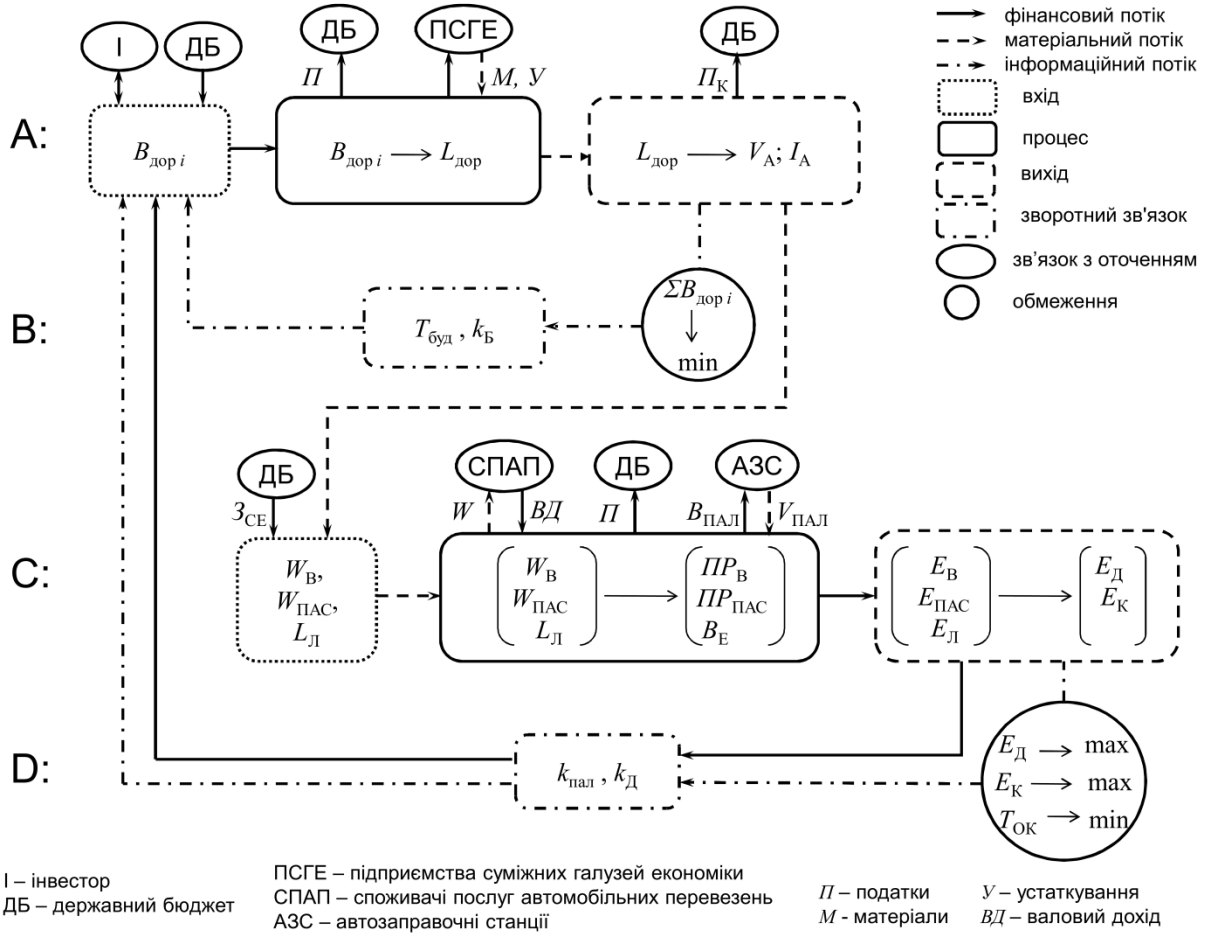


Рисунок 1 – Укрупнена структура математичної моделі системи інвестування проектів будівництва автомобільних доріг на базі ДПП

Укрупнена структура математичної моделі системи інвестування проектів будівництва автомобільних доріг на базі державно-приватного партнерства, побудована у відповідності до системних принципів [14], показана на рис. 1. Реалізація проекту будівництва автомобільної дороги та її експлуатації (рівні А і С), що характеризується відповідними показниками середньої швидкості руху автомобіля $V_{\text{А}}$ між пунктами призначення та інтенсивності транспортного потоку $I_{\text{А}}$, забезпечує відповідні обсяги автомобільних перевезень, що дає можливість отримати економічний ефект від експлуатації автомобільної дороги учасниками транспортного процесу, а значить державою $E_{\text{Д}}$ і приватним партнером (інвестором) $E_{\text{К}}$. Управління тривалістю $T_{\text{буд}}$ і інтенсивністю $k_{\text{Б}}$ будівництва (рівень В) повинно забезпечувати мінімізацію витрат на будівництво автомобільної дороги. В свою

чергу управління якісними характеристиками автомобільної дороги, що визначають паливну економічність автомобілів $k_{пал}$ та підтримання їх в процесі експлуатації дороги, а також часткою участі держави $k_Д$ в доходах, що отримує приватний партнер (рівень D) повинно забезпечувати максимізацію економічного ефекту держави і приватного партнера та мінімізацію терміну окупності проекту будівництва автомобільної дороги.

Висновки. Таким чином, розроблена математична модель дозволяє прогнозувати можливий економічний ефект від реалізації проекту будівництва автомобільної дороги за механізмом ДПП та здійснювати оптимізацію параметрів будівництва і експлуатації дороги та фінансових взаємовідносин між державою і приватним партнером для досягнення максимального економічного ефекту всіма учасниками проекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Демішкан В.Ф. Автошляхи - європейський клас [Електронний ресурс] / В.Ф. Демішкан ; кореспондент П.Селецький // Урядовий портал - Режим доступу. :http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=520367

2. Мережа міжнародних транспортних коридорів на території України [Електронний ресурс] – Режим доступу. : http://www.mintrans.gov.ua/uk/show/transports.html

3. Дороги дорогі, та бездоріжжя ще дорожче. Вартість будівництва 1 км дороги // Дорожня галузь України. – 2010. - № 2. – С. 16-18.

4. Попков В.П. Организация и финансирование инвестиций / В.П. Попков, В.П. Семенов. – СПб.: Питер, 2001. – 224 с.

5. Кленін О.В. Ефективність відтворення основного капіталу підприємств: Монографія // НАН України. Ін-т економіки промисловості. – Донецьк, 2006. – 196 с.

6. Бланк И.А. Управление инвестициями предприятия / И.А. Бланк. – К. : Ника-Центр, 2003. – 480 с.

7. Гайдуцький А.П. Методологічні аспекти інвестиційної привабливості економіки / А. П. Гайдуцький // Регіональна економіка. – 2004. – №4. – С.81-86.

8. Бочаров В.В. Инвестиционный менеджмент / Бочаров В.В. – СПб : Питер, 2000. – 160 с.

9. Варнавский В.Г. Партнерство государства и частного сектора: формы, проекты, риски / Владимир Гаврилович Варнавский. – РАН; Институт мировой экономики и международных отношений. – М. : Наука, 2005. – 315с.

10. Власова А. «Особый путь Петербурга в сфере государственно-частного партнерства» / Власова А. // [Електронний ресурс] – Режим доступу. : http://www.konkir.ru/article.phtml?id=3772

11. Bousquet F. Road infrastructure concession practice in Europe / Bousquet F., Fayard A. // Policy Research Working Paper Series from The World Bank. – No 2675. – [Електронний ресурс] – Режим доступу. : http://econpapers.repec.org/paper/wbkwbrwps/2675.htm

12. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін.]. – К.: Арістей, 2006. – 292 с.

13. Методика розрахунку концесійних платежів // Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2000 р. № 639

14. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навчальний посібник / [М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Грищук, М.П. Цюман]. – К.: НТУ, 2014. – 168 с.

REFERENCES

1. Demishkan V.F. Avtoshliakhy – yevropeiskyi klas (Highways - European class) / Demishkan V.F.; correspondent P. Seletskyi // Uriadovyi portal – Available at: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=520367

2. Merezha mizhnarodnykh transportnykh korydoriv na terytorii Ukrainy (The network of international transport corridors in Ukraine). Available at: http://www.mintrans.gov.ua/uk/show/transports.html

3. Dorohy dorohi, ta bezdorizhzhia shche dorozhche. Vartist budivnytstva 1 km dorohy [Roads are valuable, but lack of roads yet more expensive. The cost of building 1 km of the road.] Dorozhnia haluz Ukrainy- Road sector of Ukraine, 2010, no. 2, pp. 16-18.

4. Popkov V.P. Semenov V.P. Organizatsiya i finansirovanie investitsiy [Organization and financing of investments]. Saint Petersburg, Peter, 2001. 224 p.

5. Klenin O.V. Efektyvnist vidtvorennia osnovnoho kapitalu pidpryiemstv: Monohrafiia [Efficiency of reproduction of the fixed capital of enterprises: Monograph]. Donetsk, NAN Ukrainy. In-t ekonomiky promyslovosti Publ., 2006, 196 p.

6. Blank I.A. Upravlenie investitsiyami predpriyatiya [Management by the investments of company]. Kyiv, Nika-Tsentr Publ., 2003. 480 p.

7. Haidutskii A.P. Metodolohichni aspekty investytsiinoi pryvablyvosti ekonomiky [Methodological aspects of investment attractiveness of the economy] Rehionalna ekonomika – Regional Economics, 2004, no. 4, pp. 81-86.

8. Bocharov V.V. Investitsionnyy menedzhment [Investment management]. Saint Petersburg, Peter, 2000. 160 p.

9. Varnavskiy V.G. Partnerstvo gosudarstva i chastnogo sektora: formy, proekty, riski [Partnership between the government and the private sector: forms, projects, risks]. Moscow, Nauka Publ., 2005. 315 p.

10.Vlasova A. Osobyy put Peterburga v sfere gosudarstvenno-chastnogo partnerstva (Special Way of St. Petersburg in the field of public-private partnerships) / Vlasova A.; Available at: http://www.konkir.ru/article.phtml?id=3772

11.Bousquet F., Fayard A. Road infrastructure concession practice in Europe / Bousquet F., Fayard A. // Policy Research Working Paper Series from The World Bank. – no 2675. – Available at: http://econpapers.repec.org/paper/wbkwbrwps/2675.htm

12.Hutarevich Yu.F., Zerkalov D.V., Hovorun A.H. Ekolohiia ta avtomobilnyi transport [Ecology and road transport]. Kyiv, Aristei Publ., 2006. 292 p.

13.Metodyka rozrakhunku kontsesiinykh platezhiv [Method of calculation of concession fees]. Kabinet Ministriv Ukrainy. 2000. no. 639

14.Dmytrychenko M.F., Mateichyk V.P., Hryshchuk O.K., Tsiuman M.P. Metody systemnoho analizu vlastyvostei avtomobilnoi tekhniky [Methods system analysis automotive engineering properties.]. Kyiv, NTU Publ., 2014. 168 p.

РЕФЕРАТ

Хмелевський М.О. Особливості математичного моделювання процесів інвестування проектів будівництва автомобільних доріг. / М.О. Хмелевський, Є.С. Цюман // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті розроблено математичну модель для прогнозування максимального економічного ефекту від реалізації проектів на умовах ДПП, оптимізації транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги при відповідних фінансових зобов’язаннях держави перед інвестором та ступені транспортного завантаження дороги для забезпечення можливості якісного утримання доріг підприємствами дорожньої галузі.

Об'єктом дослідження є інвестування проектів будівництва автомобільних доріг.

Метою статті є розробка математичної моделі, що дозволить прогнозувати можливий економічний ефект від реалізації проекту будівництва автомобільної дороги за механізмом ДПП та здійснювати оптимізацію параметрів будівництва і експлуатації дороги та фінансових взаємовідносин між державою і приватним партнером для досягнення максимального економічного ефекту всіма учасниками проекту.

Метод дослідження – теоретичні методи на базі статистичних даних.

Проаналізовано стан автомобільних доріг в Україні та виділено основні причини їх незадовільного стану. Встановлено, що узагальненою причиною низької якості автомобільних доріг є недостатнє фінансування цієї галузі економіки, внаслідок глобальної недостатності державного бюджету.

Одним із шляхів вирішення ситуації, що склалася є залучення довгострокових недержавних фінансових інвестицій. Така практика, що передбачає взаємодію державних і недержавних структур з метою вирішення важливих соціально-економічних проблем, отримала назву державно-приватного партнерства (ДПП). З метою прогнозування інвестиційної привабливості проекту будівництва автомобільної дороги для майбутнього інвестора необхідна комплексна оцінка всіх можливих фінансових і матеріальних потоків, які будуть здійснюватись на засадах ДПП.

Розроблено математичну модель, що дозволяє прогнозувати можливий економічний ефект від реалізації проекту будівництва автомобільної дороги за механізмом ДПП та здійснювати оптимізацію параметрів будівництва і експлуатації дороги та фінансових взаємовідносин між державою і

приватним партнером для досягнення максимального економічного ефекту всіма учасниками проекту.

Приведена укрупнена структура математичної моделі системи інвестування проектів будівництва автомобільних доріг на базі державно-приватного партнерства, побудована у відповідності до системних принципів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДЕРЖАВА, ПРИВАТНИЙ ПАРТНЕР, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ДОРОГА, АТОМОБІЛЬ, ПОДАТКИ, ПРИБУТОК, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ.

ABSTRACT

Khmelevskyi M.O., Tsiuman Ye.S. Features of mathematical modeling of investment projects construction of roads. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper describes the mathematical model for prediction of maximum cost savings from implementation of PPP projects as well as optimization of motorways’ transport-operational parameters in accordance with the State’s financial obligations to the investor, and varying degrees of motorways’ traffic load for insuring quality road maintenance by the motorways service enterprises.

Object of this study - investments into road construction projects.

Purpose of the study - development of mathematical model that will forecast possible financial effects of road construction projects based on PPP model as well as constructions’ optimization and motorways’ operations parameters, and the State’s and private partners’ mutual financial relations to achieve maximum economic benefit for all stakeholders.

Method of the study - theoretical methods based on statistical data.

The study analyzed the current state of Ukrainian motorways and highlighted the main reasons of their mediocre state. It was established that general cause of motorways unsatisfactory state is lack of sufficient funding due to long standing state budget shortfall..

One way to resolve this situation is to attract long-term private financial investments. This method involves cooperation between the State and non-government participants to address important socio-economic problems, and was named public-private partnership (PPP). In order to predict the appeal of road construction projects to potential investors it is necessary to perform a comprehensive assessment of all possible financial and material flows that will be managed by PPP model.

The developed mathematical model allows prediction of the possible economic effect from the road construction project implementation based on PPP mechanism, and parameter optimization of motorways’ construction and operation, as well as financial relationship between the State and private sector to achieve maximum economic effect for all project participants.

The study presents the general framework of the mathematical model for road construction investment system based on the public-private partnership, according to systematic principles.

KEYWORDS: STATE, PRIVATE PARTNER, TRAFFIC FLOW, ROAD, CAR, TAXES, PROFIT, ECONOMIC EFFECT, MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Хмелевский Н.А. Особенности математического моделирования процессов инвестирования проектов строительства автомобильных дорог. / Н.А. Хмелевский, Е.С. Цюман // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье разработана математическая модель для прогнозирования максимального экономического эффекта от реализации проектов на условиях ГЧП, оптимизации транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги при соответствующих финансовых обязательствах государства перед инвестором и степени транспортного загрузки дороги для обеспечения возможности качественного содержания дорог предприятиями дорожной отрасли.

Объектом исследования является инвестирование проектов строительства автомобильных дорог.

Целью статьи является разработка математической модели, что позволит прогнозировать возможный экономический эффект от реализации проекта строительства автомобильной дороги по механизму ГЧП и осуществлять оптимизацию параметров строительства и эксплуатации дороги и финансовых взаимоотношений между государством и частным партнером для достижения максимального экономического эффекта всеми участниками проекта.

Метод исследования - теоретические методы на базе статистических данных.

Проанализировано состояние автомобильных дорог в Украине и выделены основные причины их неудовлетворительного состояния. Установлено, что обобщенной причиной низкого качества автомобильных дорог является недостаточное финансирование этой отрасли экономики, в результате глобальной недостаточности государственного бюджета.

Одним из путей решения сложившейся ситуации является привлечение долгосрочных негосударственных финансовых инвестиций. Такая практика, предусматривающая взаимодействие государственных и негосударственных структур с целью решения важных социально-экономических проблем, получила название государственно-частного партнерства (ГЧП). С целью прогнозирования инвестиционной привлекательности проекта строительства автомобильной дороги для будущего инвестора необходима комплексная оценка всех возможных финансовых и материальных потоков, которые будут осуществляться на основе ГЧП.

Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать возможный экономический эффект от реализации проекта строительства автомобильной дороги по механизму ГЧП и осуществлять оптимизацию параметров строительства и эксплуатации дороги и финансовых взаимоотношений между государством и частным партнером для достижения максимального экономического эффекта всеми участниками проекта.

Приведена укрупненная структура математической модели системы инвестирования проектов строительства автомобильных дорог на базе государственно-частного партнерства, построенная в соответствии с системных принципов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГОСУДАРСТВО, ЧАСТНЫЙ ПАРТНЕР, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ДОРОГА, АТОМОБИЛЬ, НАЛОГИ, ПРИБЫЛЬ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.

АВТОРИ:

Хмелевський Микола Олександрович, кандидат економічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри економіки, e-mail: iebt_dv_ntu@ukr.net, тел. +38 044 280-99-17, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

Цюман Євгенія Сергіївна, Національний транспортний університет, здобувач кафедри економіки, e-mail: tsevs@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

AUTHOR:

Khmelevskyi M.O. Ph.D., prof. National Transport University, iebt_dv_ntu@ukr.net, тел. +38 044 280-99-17, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Tsiuman Ye.S., National Transport University, e-mail: tsevs@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

АВТОРЫ:

Хмелевский Николай Александрович, кандидат экономических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры экономики, e-mail: iebt_dv_ntu@ukr.net, тел. +38 044 280-99-17, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

Цюман Евгения Сергеевна, Национальный транспортный университет, соискатель кафедры экономики, e-mail: tsevs@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, м. Киев, ул. Суворова 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Варналій З.С., доктор економічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, професор кафедри фінансів, Київ, Україна.

Лаврик І.Ф., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортній університет, професор кафедри «Менеджмет і туризм», Київ, Україна.

REVIEWER:

Varnalii Z.S., Ph.D., Economics (Dr.), professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, department of finance, Kyiv, Ukraine.

Lavryk I.F., Ph.D., professor, National Transport University, department of management and tourism, Kyiv, Ukraine.

УДК 368.2
UDC 368.2

KRYTERIA KSZTAŁTOWANIA SIĘ SKŁADEK W UBEZPIECZENIACH KOMUNIKACYJNYCH W POLSCE

ZIELIŃSKA Edyta Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

КРИТЕРІЇ ФОРМУВАННЯ ПРЕМІЙ В АВТОСТРАХУВАННІ ПОЛЬЩІ

ЗЕЛІНЬСКА Едита,Докторінженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CRITERIA FOR THE FORMATION OF PREMIUMS CAR INSURANCE IN POLAND

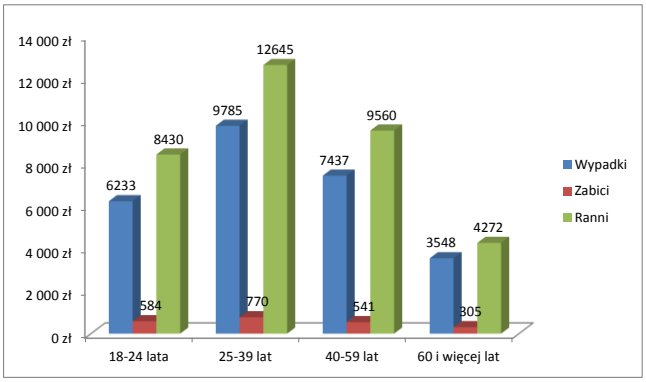
ZELINSKA Edyta**,** PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wstęp. Wzrastająca sukcesywnie ilość pojazdów, niska przepustowość polskich dróg oraz niewłaściwe zachowania samych kierowców, są głównymi przyczynami wielu wypadków. Wypadki generują szkody osobowe oraz rzeczowe. Szkody osobowe obejmują wszelkie obrażenia poszkodowanych w wypadku, natomiast w skład szkód rzeczowych wchodzą uszkodzenia mienia, głównie samochodów, które uczestniczyły w kolizji. Naprawa wszystkich szkód polega na wypłaceniu stosownego odszkodowania rekompensującego poniesione straty. Rekompensata szkód osobowych polega na zwróceniu poszkodowanemu kosztów jego leczenia, rehabilitacji, zakupu potrzebnych mu lekarstw. Odszkodowanie może obejmować także wypłatę renty poszkodowanemu lub jego bliskim w przypadku śmierci poszkodowanego. Rekompensata szkód rzeczowych polega na naprawie uszkodzonego pojazdu, czyli na przywróceniu jego stanu sprzed wypadku. Odszkodowanie z tytułu szkód rzeczowych może obejmować także rekompensatę za uszkodzenie ładunku, który znajdował się w samochodzie.

Wszystkie szkody wynikające z wypadków komunikacyjnych są bardzo kosztowne, dlatego ważne jest posiadanie stosownego ubezpieczenia. W Polsce funkcjonuje wiele towarzystw, które w swojej ofercie posiadają zarówno ubezpieczenia komunikacyjne obowiązkowe (OC) jak i dobrowolne (AC, NNW, Assistance) [1,2]. Przed wyborem towarzystwa ubezpieczeniowego warto zapoznać się z ofertą kilku firm, ponieważ wysokości składek mogą się od siebie znacznie różnić wysokością. Na wysokość składek mają wpływ różne czynniki, np. wiek kierowcy, miejsce zamieszkania, rodzaj samochodu i inne.

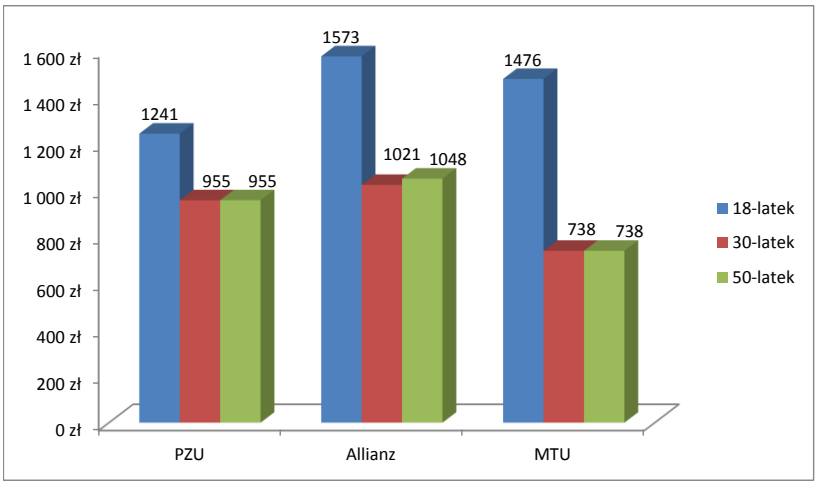
Kryterium wieku i doświadczenia kierowcy. Ważnym kryterium przy ustalaniu wysokości składki ubezpieczeniowej jest wiek kierowcy oraz jego doświadczenie. Towarzystwa ubezpieczeniowe biorą pod uwagę statystyki pokazujące, że młodzi kierowcy powodują największą liczbę wypadków (rys.1). Każde towarzystwo ubezpieczeniowe podchodzi indywidualnie do wieku kierowcy, ponieważ nie ma ogólnie ustalonej granicy wiekowej. W niektórych towarzystwach, za młodego kierowcę uważa się osobę nawet w wieku do 29 lat, czego przykładem jest Ergo Hestia.

W większości zakładów ubezpieczeniowych składkę ubezpieczenia podnosi się osobom w wieku do 25 lat. Towarzystwa PZU, Warta i Liberty Ubezpieczenia przyjmują za młodego kierowcę osobę do 26 roku życia. Aviva oraz AXA Direct również przyjmują za młodego kierowcę osobę do 26 lat, ale uwzględniają one także doświadczenie. Najwyższą składkę zapłacą osoby posiadające prawo jazdy do 3 lat. Link4 natomiast uważa za młodego kierowcę osobę do 24 lat [3].



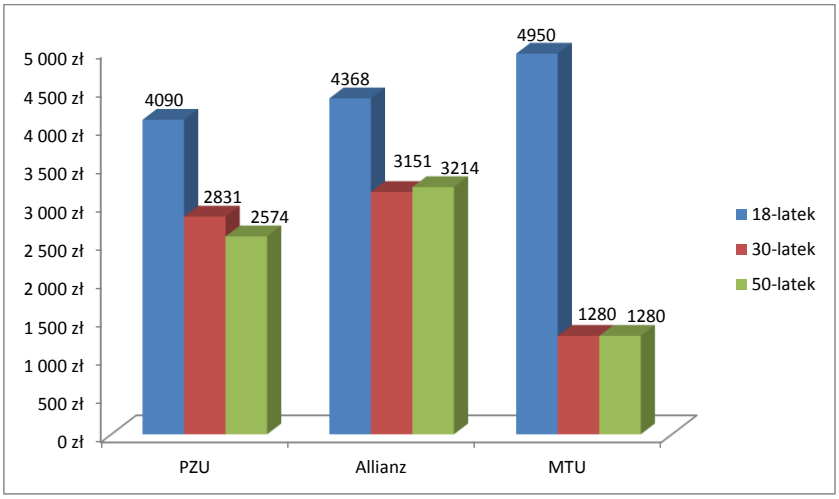
Rys. 1. Sprawcy wypadków według grup wiekowych w 2013r. [3]

Na rys. 2 i 3 porównano wysokości składek ubezpieczenia OC i AC w PZU, Allianz oraz MTU dla kierowców w wieku 18, 30 oraz 50-lat, którzy mieszkają w Leżajsku. Żaden z nich nie posiadał wcześniej ubezpieczenia OC. Kierowcy są właścicielami samochodu marki Audi A4 z silnikiem o pojemności 1600 cm^3 i mocy 100 KM.



Rys 2. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie OC z uwzględnieniem wieku kierowcy [5]

Z rys. 2 wynika, że młody wiek kierowcy ma duży wpływ na wysokość ubezpieczenia OC. W każdej firmie za ubezpieczenie najwięcej zapłaci kierowca 18-letni. Najbardziej atrakcyjną dla niego ofertę ma PZU, natomiast najwięcej za OC 18-latek zapłaci w firmie Allianz. Kierowcy 30-letni i 50-letni zapłacą takie same składki w PZU – 955 zł i w MTU – 738 zł, natomiast w firmie Allianz kierowca 30-letni zapłaci mniej za OC niż 50-latek [3].



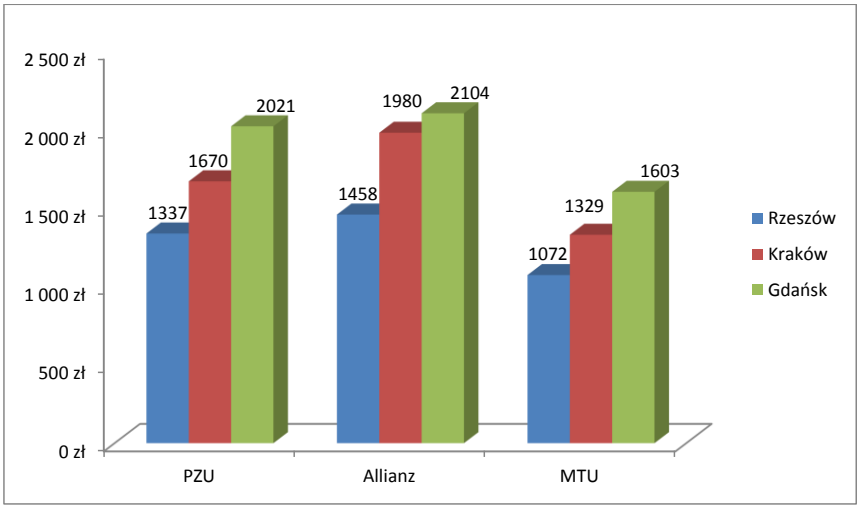
Rys. 3. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie AC z uwzględnieniem wieku kierowcy [5]

Z rys. 3 wynika, podobnie jak w przypadku ubezpieczenia OC, że 18-letni kierowca zapłaci za AC najwyższą składkę w każdej firmie ubezpieczeniowej. Najmniej zapłaciw PZU, a najwięcej w firmie MTU. Dla 30 i 50-latka najbardziej atrakcyjną pod względem cenowym ofertę ma firma MTU, natomiast najmniej korzystną Allianz.

Kryterium strefy regionalnej. Duży wpływ na wysokość składki ubezpieczeniowej ma miejsce zarejestrowania pojazdu. Ważne jest to, czy dany region charakteryzuje się dużą ilością wypadków, czy często dochodzi tam do aktów wandalizmu i kradzieży aut [4]. Każde towarzystwo posiada specjalne działy zajmujące się oceną ryzyka na danym terenie i własne statystyki dotyczące ewentualnych zagrożeń, co oznacza, że ten sam region w jednej firmie może być bardziej ryzykowny niż u innego ubezpieczyciela, a to przekłada się na różnice w wysokościach składek. Zasadą jest, że w dużych aglomeracjach jest większe prawdopodobieństwo powstania szkody czy kradzieży pojazdu niż w niewielkich miejscowościach. Na wypadkowość ma wpływ liczba zdarzeń komunikacyjnych, a na ryzyko np. powodzi, lokalizacja w okolicy

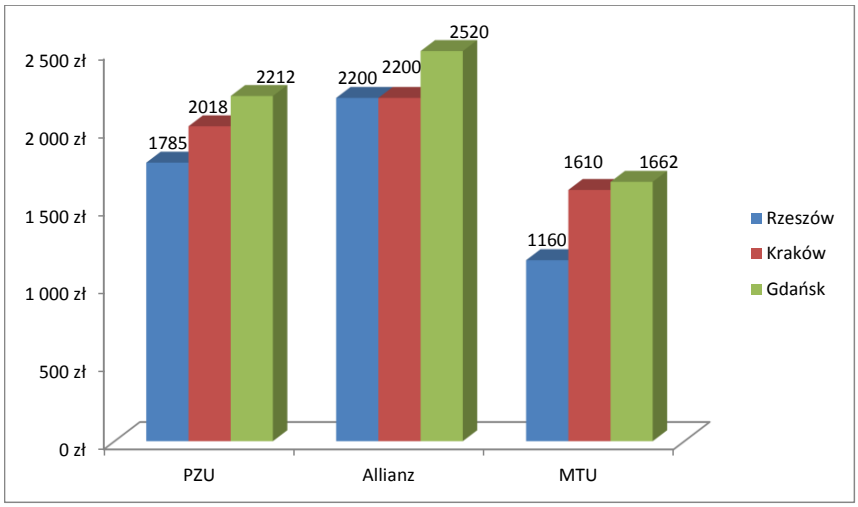
rzek, strumieni, natomiast na kradzieże rejony przygraniczne. Uzależnienie wysokości składki ubezpieczeniowej od miejsca zarejestrowania pojazdu nie jest do końca precyzyjne, ponieważ duża część aut z miasteczek i wsi użytkowana jest właśnie w większych aglomeracjach.

Na rys. 4 i 5 pokazano wpływ miejsca zarejestrowania samochodu na wysokość składki ubezpieczenia OC i AC. Pod uwagę wzięto 30-letniego mieszkańca Rzeszowa, Krakowa oraz Gdańska, który prawo jazdy posiada od 2002 roku. Stawka ubezpieczenia dotyczy pojazdu marki Peugeot 307 z 2008 roku o pojemności 2000 cm^3 i mocy 140 KM. Cena pojazdu szacowana jest na 20 tys. zł [3].



Rys. 4. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie OC z uwzględnieniem miejsca zarejestrowania pojazdu [5]

Za ubezpieczenie OC najmniej w każdej firmie zapłaci mieszkaniec Rzeszowa, czyli z miasta najmniejszego spośród poddanych ocenie. Najkorzystniejszą pod względem cenowym ofertę Rzeszowianin otrzyma w MTU, a najwyższą składkę zapłaci w firmie Allianz. Najwyższe składki ubezpieczeniowe w zakresie OC proponują wszystkie firmy dla mieszkańców Gdańska. Gdańszczanin zapłaci najwięcej za ubezpieczenie w Allianz, a najmniej w MTU.



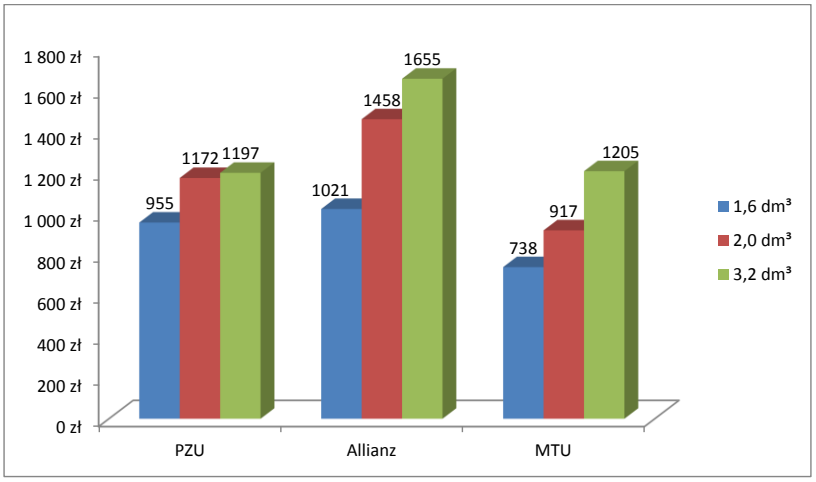
Rys. 5. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie AC z uwzględnieniem miejsca zarejestrowania pojazdu [5]

W przypadku dobrowolnego ubezpieczenia AC najniższą składkę proponuje dla swoich klientów towarzystwo MTU, a najwyższą firma Allianz. W Allianz takie same składki są przewidziane dla mieszkańca Rzeszowa i Krakowa, natomiast większa dla gdańszczanina. W PZU i MTU najmniejsze ubezpieczenie zapłaci mieszkaniec Rzeszowa, natomiast najwyższą ofertę otrzyma gdańszczanin.

Kryterium pojemności silnika. Istotny wpływ na wysokość odszkodowania ma pojemność silnika. Im większa jest pojemność silnika, tym składka ubezpieczeniowa będzie wyższa. Im większa pojemność

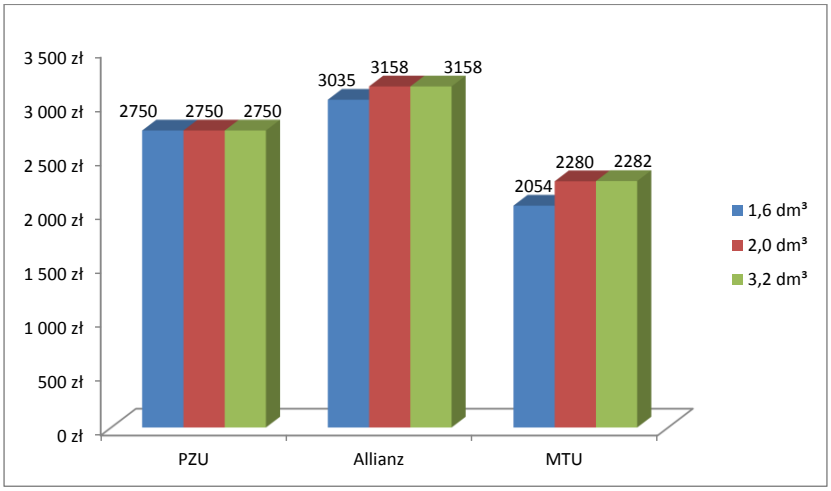
silnika, tym wyższa jest jego moc, a tym samym prędkość pojazdu. W przypadku kolizji z dużą prędkością szkody będą większe i bardziej dotkliwe.

Na rys. 6 i 7 przedstawiono wyniki oceny wpływu pojemności silnika na wysokość składki ubezpieczeniowej. Ubezpieczającym był 30-letni mieszkaniec Leżajska posiadający prawo jazdy od 2002 roku, który jest właścicielem pojazdów marki Audi A4 z 2005 roku (z różnymi wariantami silnikowymi). Jego wartość rynkowa to ok. 25 tys. zł [3].



Rys. 6. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie OC z uwzględnieniem pojemności silnika [5]

W zakresie ubezpieczenia OC pojemność silnika ma wpływ na wysokość składki w każdym towarzystwie. Najwyższe składki zapłacą posiadacze pojazdów o pojemności silnika 3,2 dm^3, a najmniejsze dotyczą auta o pojemności 1,6 dm^3. najbardziej atrakcyjną ofertę dla wszystkich pojemności silników ma towarzystwo MTU, a najmniej korzystną Allianz.

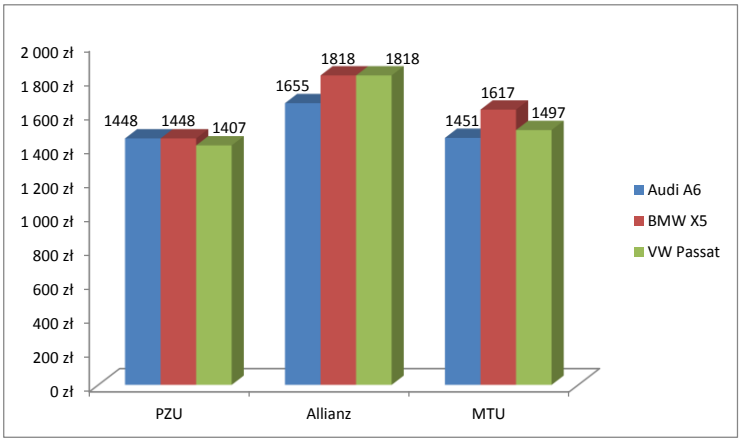


Rys. 7. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie AC z uwzględnieniem pojemności silnika [5]

Pojemność silnika w firmie PZU nie ma żadnego znaczenia w kształtowaniu się składki ubezpieczenia AC, ale ma w przypadku towarzystwa Allianz oraz MTU. Najniższe składki zapłacą posiadacze pojazdów z pojemnością 1,6 dm^3, a właściciele pojazdów o pojemności 2,0 dm^3 i 3,2 dm^3 zapłaczą takie samo ubezpieczenie. W zakresie ubezpieczenia AC najlepszą ofertę pod względem cenowym dla wszystkich pojemności posiada firma MTU, natomiast najmniej korzystną towarzystwo Allianz.

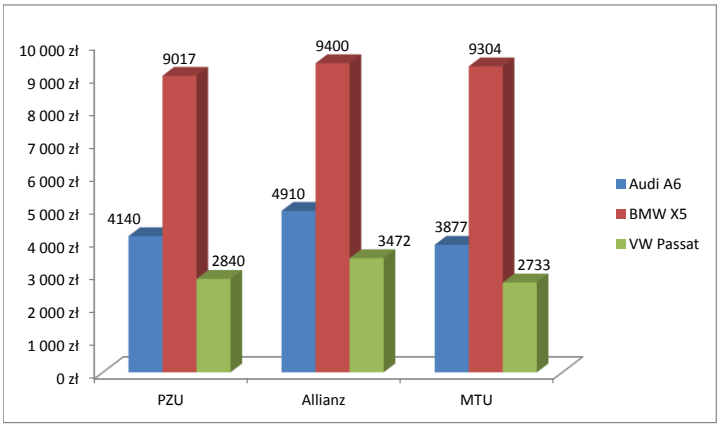
Kryterium wieku i marki pojazdu. W zależności od wieku i rodzaju pojazdu towarzystwa ubezpieczeniowe różnie wyliczają składki. Kupując nowe auto jego właściciel zapłaci najmniejszą składkę. Wynika to z mniejszego ryzyka wystąpienia w nowym samochodzie usterki technicznej, która może przyczynić się do powstania kolizji. W przypadku starszych samochodów, gdy to ryzyko jest znacznie większe, niektóre z firm stosują zwyżkę ubezpieczeniową. Na wysokość składki wpływ ma również marka pojazdu. Osoby ubezpieczające tzw. pojazdy rodzinne zapłacą mniejszą składkę niż osoby samochodów luksusowych czy sportowych (m.in. ze względu na ich znacznie większą pojemność i moc silnika, droższe elementy wyposażenia itp.).

Do oceny wpływu marki pojazdu na wysokość składki ubezpieczenia OC i AC zostały wybrane 3 auta: Audi A6 w cenie ok. 50 tys. zł, BMW X5 w cenie ok. 90 tys. zł oraz VW Passat w cenie ok. 35 tys. zł. Pojazdy posiadają zbliżoną pojemność silnika oraz moc maksymalną i zostały wyprodukowane w tym samym roku. Właścicielem pojazdów jest 30-letni mieszkaniec Rzeszowa, który posiada prawo jazdy od 2002 roku. Na rys. 8 i 9 przedstawiono wyniki dotyczące porównania wielkości cen [3].



Rys. 8. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie OC z uwzględnieniem marki pojazdu [5]

Z analizy porównawczej ofert wybranych towarzystw ubezpieczeniowych w zakresie OC wynika, że najniższą składkę dla wszystkich samochodów zaproponuje PZU, a następnie firma MTU. W PZU taką samą składkę zapłaci właściciel Audi A6 oraz BMW X5, chociaż samochody znacznie różnią się od siebie wartością. Podobną sytuację można zauważyć w firmie Allianz, właściciele samochodów BMW X5 i VW Passata, różniących się od siebie znacznie ceną, zapłacą takie samo ubezpieczenie. Można stwierdzić, że marka a nie cena pojazdu, ma znaczenie w kształtowaniu się wysokości składki ubezpieczenia OC.



Rys. 9. Ceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie AC z uwzględnieniem marki pojazdu [5]

Z rys. 9 wynika, że we wszystkich porównywanych towarzystwach na wysokość składki ubezpieczenia AC zasadniczy wpływ ma cena pojazdu. Najmniej za ubezpieczenie najdroższego samochodu marki BMW X5 jego właściciel zapłaci w PZU, a najwięcej w firmie Allianz, która także w przypadku pozostałych pojazdów proponuje najwyższe stawki. W miarę korzystną ofertę pod względem cenowym dla wszystkich samochodów proponuje towarzystwo MTU.

Podsumowanie. Z przeprowadzonej w artykule analizy porównawczej ofert wybranych towarzystw, tj. PZU, Allianz oraz MTU wynika, że na wysokość składki ubezpieczeniowej wpływ ma wiele różnorodnych kryteriów. W niektórych towarzystwach, większy wpływ na wysokość ubezpieczenia ma wiek kierowców, ich doświadczenie, albo miejsce zarejestrowania pojazdu, a w innych towarzystwach wiek pojazdu, jego wartość lub pojemność silnika. Warto także zapoznać się kosztem zakupu pakietu ubezpieczeniowego OC i AC, bo w niektórych towarzystwach bardziej opłaca się wykupić jedynie ubezpieczenie OC, natomiast AC nie jest już w atrakcyjnej cenie dla właściciela pojazdu. Różnice w wysokości składek ubezpieczeniowych są znaczne, dlatego przed wyborem ubezpieczyciela należy zapoznać się z ofertą kilku towarzystw, aby podjąć właściwą decyzję.

LITERATURA:

[16] Orlicki M., Pokrzywniak J., Raczyński A.: Obowiązkowe ubezpieczenie OC posiadaczy pojazdów mechanicznych. Oficyna Wyd. Branta, Bydgoszcz 2007.

[17] Rogowski S.: Ubezpieczenia komunikacyjne. Wydawnictwo Poltext, Warszawa 2008.

[18] Salamon K.: Ocena ofert ubezpieczycieli komunikacyjnych w Polsce. Praca inżynierska (promotor E. Zielińska), Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2015.

[19] Zielińska E.: Analiza porównawcza składek oferowanych przez ubezpieczycieli komunikacyjnych w Polsce. Збірникхауковихпраць, ВІСНИК № 30, Київ 2014.

[20] Materiały źródłowe towarzystw ubezpieczeniowych: PZU, Allianz, MTU

STRESZCZENIE

ZIELIŃSKA Edyta. Kryteria kształtowania się składek w ubezpieczeniach komunikacyjnych w Polsce /ZIELIŃSKAEdyta // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – К. : NUT, 2015. - № 32.

W artykule scharakteryzowano kryteria, które mają wpływ na wysokość składek ubezpieczeniowych w Polsce. Do najważniejszych z nich można zaliczyć: wiek i doświadczenie kierowcy, strefę regionalną, rocznik i markę pojazdu oraz pojemność silnika. Ponadto przeanalizowano wpływ wymienionych kryteriów na wysokości składek w wybranych towarzystwach ubezpieczeniowych.

РЕФЕРАТ

ЗЕЛІНЬСКА Едита. Критерії формування премій в автострахуванні Польщі / ЗЕЛІНЬСКА Едита // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті перераховані критерії, які мають вплив на суму страхових внесків в Польщі. Найбільш важливим з них є вік водія та досвід водіння, регіональна зона, рік виготовлення автомобіля та потужність двигуна. Проаналізовано вплив цих критеріїв на премії в обраних страхових компаній.

ABSTRACT

ZELINSKA Edyta. Criteria forthe formation ofpremiumscar insurancein Poland. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article describes the criteria that have an impacton insurance premiums in Poland. The most important of these are driver's age and experience, region alarea, year and make ofthe vehicle and engine capacity. The content of the article also analysed in terms of the impact of these criteria on premiums in selected insurance companies.

AUTOR:

ZIELIŃSKA Edyta, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. PowstańcówWarszawy 12,tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЗЕЛІНЬСКА Едита, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Жешув, Польща

AUTHOR:

ZELINSKA Edyta, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100,35-959,Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЛЕЙДА Казімеж, доктор габілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA Kazimierz, Doctor of Sciences, Professor, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Levkivskyi O.P, Doctor of Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 005.8:629.504.06
UDC 005.8:629.504.06

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ КОМУНІКАЦІЯМИ В ПРОЕКТАХ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Чуваєв П.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Антоненко Т.В., магістр, Національний транспортний університет, Київ, Україна

SYSTEM ANALYSIS PROJECT MANAGEMENT COMMUNICATION IN WASTE MANAGMENT

Khrutba V., Dr. in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Chuvayev P.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Antonenko T.V., National Transport University, Master of the Department

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ В ПРОЕКТАХ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Хрутьба В.О., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Чуваев П.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Антоненко Т.В., магистр, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Актуальність поставленої проблеми. Реалізація Національної програми поводження з відходами в Україні передбачає розв’язання ключових екологічних проблем, що пов’язані з неефективним поводженням з відходами, зменшенням накопичення відходів у місцях їх складування, забезпечення повторного використання відходів, а також створення системи комплексного управління твердими побутовими відходами з вилученням вторинної сировини. Суб'єктами у сфері поводження з відходами, відповідно Закону України «Про відходи», є громадяни України, іноземці та особи без громадянства, а також підприємства, установи та організації усіх форм власності, діяльність яких пов'язана із поводженням з відходами [1].

Основою успішної роботи системи поводження з відходами є спільні дії всіх сторін, зацікавлених у вирішенні цієї проблеми (стейкхолдерів), що потребує визначення відповідної мотивації та очікувань при реалізації проектів програми, окремих цінностей кожного і відповідного їх узгодження на основі ціннісно-орієнтованого управління проектами і програмами поводження з відходами.

Аналіз основних досліджень на публікацій. Особливості формування ціннісно-орієнтованого управління проектами частково розроблені в наукових школах С.Д. Бушуєва, В.А. Рача, О.М.Медведевої. Вони базуються на роботах С. Долана, С. Гарсіі, М. Рокіча, Т. Пітерса, Р. Уотермана та інш., які присвячені загальним питанням ціннісно-орієнтованого управління. Комунікаційна проблематика широко висвітлена в соціальній літературі. Класична модель комунікації розроблена Г.Ласуелом, відомі роботи таких вчених, як К.Шеннон, Н.Вінер, Т.Ньюкомб та інш. Існує понад 30 моделей комунікацій, вибір тієї чи іншої залежить від цілей та завдань,які стоять перед дослідником [2,3]. В дослідженнях [4] визначено цінності, які дають змогу підвищити активність стейкхолдерів проектів та програм поводження з відходами. Одержані авторами результати дозволили запропонувати заходи програми, переорієнтувати їх на досягнення цінностей, які забезпечують суттєве підвищення активності зацікавлених сторін. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами розроблено в роботі [5]. Автором визначено, що управління зацікавленими сторонами екологічного проекту є набором процесів виявлення та забезпечення цінностей, потреб і очікувань зацікавлених сторін щодо поліпшення стану довкілля, необхідність виявлення ключових зацікавлених сторін і розробку плану комунікацій з ними. Проте ефективне управління комунікаціями при реалізації екологічних проектів розглянуто не достатньо.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Основною з головних проблем розробки моделі управління комунікаціями в проектах поводження з відходами є недостатньо чітке висвітлення питань визначення та оцінки цінностей всіх зацікавлених сторін проекту, їх подальший вплив. Головною задачею при визначенні цінностей є встановлення критеріїв їх оцінювання та формування

чіткої шкали оцінювання якості комунікацій.

Формування цілей статті. Метою роботи є визначення цінностей кожної зацікавленої сторони системи поводження з відходами та їх узгодження на основі системного аналізу моделі управління комунікаціями в проектах.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:

- побудувати модель управління комунікаціями в екологічних проектах;
- провести системний аналіз управління комунікаціями в процесі поводження з відходами;
- охарактеризувати основних учасників системи поводження з відходами;
- визначити цінності зацікавлених сторін.

Викладення основного матеріалу дослідження. Відповідно Стандарту ISO 21500, предметна група комунікацій включає в себе процеси, які необхідні для планування, управління і розповсюдження інформації, що має відношення до проекту [6].

Метою планування комунікацій є визначення інформаційних та комунікаційних потреб стейкхолдерів. Оскільки екологічні проекти спрямовані на вирішення наявної екологічної проблеми громади, то розповсюдження інформації про проект є необхідною умовою його ефективності. Проте потреба в інформації та методи її розповсюдження для різних видів проектів суттєво відрізняються. Фактори успіху проекту включають виявлення інформаційних потреб зацікавлених сторін і будь-яких обов’язкових інформаційних потреб (наприклад, міжнародні норми або законодавчі акти) та визначення найбільш ефективних засобів задоволення цих потреб. Цей процес найчастіше розпочинається на початковій стадії планування проекту, після виявлення та аналізу зацікавлених сторін і повинен регулярно переглядатися та оновлюватися з метою забезпечення постійної ефективності протягом всього проекту.

План комунікацій визначає вимоги до інформації і має бути легкодоступним для відповідних сторін на всьому життєвому циклі проекту. Метою процесу розповсюдження інформації є забезпечення доступу до необхідних відомостей для учасників проекту у відповідності до плану комунікації і реагуванні на неочікувані запини на представлення інформації. Організаційна політика, процедури і інша інформація можуть змінюватися та здійснювати вплив на результати проекту.

Метою управління комунікаціями є забезпечення задоволення комунікаційних потреб учасників проекту і вирішення комунікаційних проблем у випадку їх виникнення. Успіх проекту залежить від того, наскільки різні члени проектної групи та стейкхолдери взаємодіють один з одним. Цей процес включає такі завдання:

- підвищення взаєморозуміння і співробітництва між різними зацікавленими сторонами на основі ефективних комунікацій;
- забезпечення своєчасної, точної та об’єктивної інформації;
- рішення комунікаційних проблем для мінімізації ризиків, що виникають при негативних впливах невідомих або не вирішених проблем зі стейкхолдерами або є результатом непорозуміння.

На рис.1 приведено модель управління комунікаціями екологічного проекту.

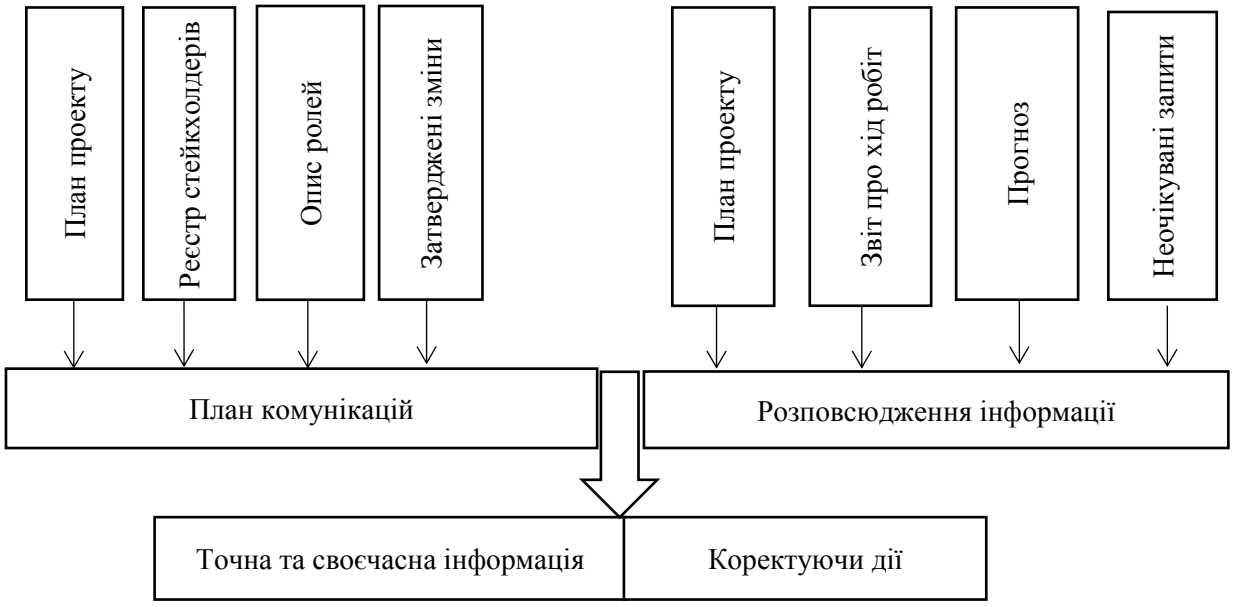


Рисунок 1 – Модель процесу управління комунікаціями в проектах

В екологічних проектах і програмах, що мають природоохоронне спрямування, до зацікавлених сторін також слід віднести такі групи стейкхолдерів, як державні природоохоронні структури та органи місцевого самоврядування, що несуть відповідальність за стан навколишнього природного середовища (Міністерство екології та природних ресурсів, Управління охорони природного навколишнього середовища, Державна екологічна інспекція тощо); бізнес-структури, що зацікавлені в стабілізації бізнес-процесів і забезпеченні екологічної безпеки (підприємства різних форм власності) та громада (жителі, громадські екологічні організації, об’єднання громадян тощо). Органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, групи громадян або окремі громадяни здійснюють соціально-екологічний вплив або тиск на проект, беруть участь у проекті або прямо зацікавлені в результатах. Їх інтерес до проекту може виражатися в його підтримці, або, навпаки, в протидії при умові, що проект може породжувати потенційну небезпеку, спричиняти ризики, створювати певні перешкоди будь-кому або зменшувати джерело прибутку для учасників ринку. Підтримка проекту може виражатися в залученні коштів до його реалізації. Зацікавлені сторони виступають інвесторами екологічного проекту [5].

Нині в Україні збільшуються обсяги накопичення відходів, кількість полігонів і звалищ для їх захоронення, погіршується санітарний стан населених пунктів. Існуюча практика поводження з твердими побутовими відходами не забезпечує захист населення і навколишнього природного середовища від їх шкідливого впливу. Ця ситуація характерна нині практично для усіх населених пунктів України і становить загальнодержавну проблему, необхідність вирішення якої відповідає основним принципам державної політики у сфері поводження з відходами. Організація управління системою поводження з відходами має вертикальну ієрархічну структуру, в основу якої покладено директивно-контролюючий принцип. Підвищення ефективності управління комунікаціями між всіма учасниками процесу поводження з відходами дозволить здійснювати постійне удосконалення системи управління відходами.

Об’єктом системного аналізу є комунікації в процесі поводження з відходами. Мета функціонування системи комунікацій в процесі поводження з відходами полягає в підвищенні ефективності управління даною системою.

Як було визначено попередньо, впровадження технологій поводження з відходами включає в себе дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізація, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення. Управління відходами формується під впливом різних факторів, одним з яких є комунікації. Ефективне управління комунікаціями зможе удосконалити систему поводження з відходами і підвищити її якість.

Вхідні параметри управління комунікаціями в проектах поводження з відходами визначаються за моделлю управління комунікаціями екологічного проекту. Функція входу полягає в забезпеченні системи інформацією, що впливає на реалізацію процесу.

$$X = \{x_1, x_2, x_{3,} x_4, x_5, x_6, x_7\}, \qquad (1)$$

де: x_1 - суб’єкти системи поводження з відходами; x_2 - роль окремих суб’єктів системи поводження з відходами; x_3 - завдання проекту; x_4 - зміни проекту; x_5 - хід проекту; x_6 - прогноз, x_7 - неочікувані запити.

Вихідними параметрами процесу управління комунікаціями Y є точна та своєчасна інформація для кожного стейкхолдера проекту та визначені коректуючи дії. Інформація може бути представлена у письмовій, усній або електронній формі.

Системний аналіз процесу управління комунікаціями проектів поводження з відходами дозволив виділити такі підсистеми: передача інформації, узгодження цінностей, визначення ефективності співпраці, визначення ефективності комунікацій. В табл.1 приведені результати функціонального аналізу підсистем управління комунікаціями в проектах поводження з відходами.

Аналіз і характеристика вхідних змінних дозволяють розробити процеси, які забезпечують управління комунікаціями в проекті. Наприклад, на основі аналізу змінних x_1 та x_2 сформовано Реєстр стейкхолдерів екологічних проектів поводження з відходами та визначено їх ролі та здійснено опис цих ролей, що представлено в табл.2.

Таблиця 1 -Функціональний аналіз підсистем управління комунікаціями проектів поводження з відходами

Підсистема	Функціонування підсистеми	Цілі функціонування підсистем	Параметри підсистеми
Передача інформації	Передача усної, письмової, аудіо відео,електронної, інформації	Обмін необхідною інформацією, для покращення співпраці	Визначаються в залежності від форми інформації
Узгодження цінностей	Визначення конкретної зацікавленості стейкхолдерів	Для підвищення і покращення якості функціонування системи	Досягнення консенсусу при отриманні кожен своєї вигоди
Визначення ефективності співпраці	Досягнення максимальних позитивних результатів	В кінцевому результаті досягти кожен своєї мети	Мінімізація витрат і негативного впливу, максимізація раціонального використання ресурсів, покращення стану системи
Визначення ефективності комунікацій	Покращення взаємодії між учасниками, покращення всієї системи	Удосконалення системи, підвищення швидкості роботи системи	Зменшення часу передачі інформації, підчищення якості інформації, узгодженість цілей і цінностей

Таблиця 2 -Реєстр стейкхолдерів екологічних проектів поводження з відходами та опис їх ролей [5]

	Основні стейхолдери (x_1)	Ролі (x_2)
1	Муніципальні органи з управління відходами	Управління процесом поводження з твердими відходами (планування, координації, контролю)
2	Органи державного екологічного управління	Видають юридичним (підприємствам, об'єднанням і організаціям) і фізичним особам ліцензії на проведення під контролем державних органів робіт з комплексної утилізації відходів та окремих видів діяльності, що вимагають спеціального дозволу відповідно до чинного законодавства
3	Виробники ТПВ (домашні господарства, офіси , торгові підприємства, школи, лікарні та інші установи)	Збирають вироблені відходи, оплачують послуги з поводження з ними
4	Житлово-експлуатаційні організації	Відповідають за санітарне утримання території, у тому числі за чистоту контейнерних майданчиків
5	Пункти збору вторинних ресурсів	Приймають у виробників відходів окремі фракції твердих відходів, що підлягають повторному використанню після відповідної переробки або без такої, доставляють зібрані вторинні ресурси їх споживачам
6	Спеціалізовані транспортні підприємства	Укладають договори на вивіз твердих відходів, перевозять комунальні контейнери від контейнерних майданчиків до сміттєпереробних заводів або полігонів із захоронення
7	Сміттєпереробні підприємства	Здійснюють облік прийнятих відходів і оформлення облікових документів, що містять інформацію про фактично прийняті на переробку тверді відходи, переробляють прийняті відходи у відповідності існуючої технології
8	Полігони	Здійснюють облік прийнятих відходів і оформлення облікових документів, що містять інформацію про фактично прийняті на поховання тверді відходи, розміщують прийняті відходи на полігоні відповідно до існуючих технологій поховання
9	Громадські організації і заклади освіти	Здійснюють просвітницьку діяльність в сфері екологічно безпечного поводження з відходами

Таким чином, при реалізації проектів та програм поводження з відходами можна виділити три основні типи зацікавлених сторін, що представлені державними структурами, бізнес-одиницями та громадою.

Держава є власником відходів, що утворюються на об'єктах державної власності чи знаходяться на території України і не мають власника або власник яких невідомий (крім відходів, зазначених у частині другій цієї статті), а також в інших випадках, передбачених законом. Управління відходами, що є державною власністю, здійснюється Кабінетом Міністрів України відповідно до закону. До державних структур у сфері поводження з відходами відносяться Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України та Міністерство екології та природних ресурсів України. Державними структурами також здійснюється загальне управління системою поводження з відходами, включаючи формування законодавчої та нормативно-правової бази, здійснення фінансування та реалізацію проектів та програм утилізації небезпечних або радіоактивних відходів тощо.

До бізнес-структур в системі поводження з відходами відносять підприємства, які здійснюють дії з утилізації, перевезення, спалювання, рециклінгу відходів, такі як сміттєспалювальні заводи, полігони ТПВ, підприємства перевізники відходів, сортувальні лінії та інші.

Громада, яка є основним виробником побутових відходів, може бути представлена громадськими організаціями, об’єднаннями громадян, організованими групами або окремими представниками населення України.

Для кожної зі сторін було виявлено цінності які випливали з декількох цінностей нижчого характеру. Дані наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Цінності стейкхолдерів системи поводження з відходами

Держава		
Код цінності	Опис цінності	Код підсумкової цінності
$X_{1.1}$	Формування свідомості населення	X_1
$X_{1.2}$	Досягнення роздільного збору до 40%	
$X_{1.3}$	Поліпшення екологічної ситуації	
$X_{2.1}$	Розвантаження полігонів	X_2
$X_{2.2}$	Підвищення екологічної свідомості населення та культури поводження з відходами	
$X_{2.3}$	Зменшення тарифів	
Бізнес		
$Y_{1.1}$	Збільшення об’ємів переробки до 20%	Y_1
$Y_{1.2}$	Зменшення витрат до 20%	
$Y_{2.1}$	Зменшення відходів 20%	Y_2
$Y_{2.2}$	Сортування відходів людьми 50%	
Громадськість		
$Z_{1.1}$	Зменшення тарифів	Z_1
$Z_{2.1}$	Покращення санітарного стану міста	Z_2
$Z_{2.2}$	Підвищення екологічної свідомості	
$Z_{2.3}$	Естетичний вигляд прибудинкових територій	
$Z_{2.4}$	Зменшення показника захворюваності за рахунок управління несанкціонованими звалищами та полігонами	

Як видно з таблиці 3 кожна з зацікавлених сторін має певний перелік цінностей які відносяться до системи поводження з відходами. Спільне значення визначеної цінності визначається перетином множин цінностей кожного стейкхолдера. Модель управління цінностями в проектах поводження з відходами буде мати вигляд:

$$U_{цінність} = X_1 \cap X_2 \cap Y_1 \cap Y_2 \cap Z_1 \cap Z_2, \quad (2)$$

Отже, виявивши можливі цінності зацікавлених сторін, які впливають на ефективність реалізації проекта в системі поводження з відходами, можна сформувати портфель проектів учасників системи поводження з відходами.

Висновки. Системний аналіз моделі управління комунікаціями в проектах поводження з відходами дозволив виділити вхідні, вихідні параметри процесу. Функціональний аналіз визначив основі підсистеми та цілі їх функціонування, що дозволило виділити основні зацікавлені сторони проекту. Формуання портфелю проектів поводження з відходами має базуватися на основі перетину визначених цінностей кожного стейкхолдера. Виявивши зацікавлених сторін системи поводження з відходами та сформувавши модель управоіння комунікаціями виявлено цінності зцікавлених сторін, які впливають на систему.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про відходи [Електронний ресурс]. Закон України: за станом на 26.10.2014. / Верховна Рада України. - [Чинний від 1998-03-05]. – №187/98-ВР – Режим доступу: http://www.customs.com.ua/php/ document.php?ISN=5492. – Заголовок з екрану.

2. Медведєва О.М. Ціннісно-орієнтоване управління взаємодією в проектах: методологічні основи**:** дис. докт. техн. наук: 05.13.22 – Управління проектами та програмами // О.М.Медведєва; Київський нац.ун-т буд. і архіт. - Київ, 2013. – 300 с.

3. Медведєва О.М. Когнітивне моделювання активності зацікавлених сторін як фактору формування портфелю проектів розвитку соціально екологічних систем (на прикладі екологічних проектів) / О.М. Медведева, А.В. Євдокимова, В.О. Хрутьба // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2012. – Вип.10. – с.285 – 292.

4. Хрутьба В.О. Визначення цінностей зацікавлених сторін для формування моделі ефективної комунікації в проектах поводження з відходами Визначення стейкхолдерів проектів і програм поводження з відходами / В.О.Хрутьба, В.А. Зерук, К.І.Кручиніна. Хрутьба // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип.27. – с.175 – 187.

5. Хрутьба В.О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі / В.О. Хрутьба // Монографія. – К.: 2013 – 192 с.

6. ISO 21500:2012. Guidance on project management [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://www.iso.org/ iso/home/store/catalogue_tc/ catalogue_detail.htm?csnumber=50003. – Заголовок з екрану.

REFERENCES

1. On waste [electronic resource]. Law of Ukraine: as of 26/10/2014. / Parliament of Ukraine. - [Effective as of 03.05.1998]. - №187 / 98-VR - Access: http://www.customs.com.ua/php/ document.php? ISN = 5492. - Title from the screen.

2. A. Medvedev Value-oriented relationship management projects: methodological basis: dis. Doctor. Sc: 05.13.22 - Program and Project Management // O.M. Medvedyeva; Kyiv nat. univ. const. and arch. - Kyiv, 2013. - 300 p.

3. A. Medvedeva Cognitive activity modeling stakeholders as a factor forming portfolio of social ecological systems (for example, environmental projects) / A.M. Medvedev, A.V. Evdokimov, V.A. Hrutba // Project management, systems analysis and logistics. - K .: NTU - 2012 - Vol.10. - P. 285 - 292.

4. Khrutba V.A. Determining the values of stakeholders to form a model of effective communication in projects of waste management stakeholders Defining projects and waste management programs / V.A. Khrutba, V.A. Zeruk, K.I. Kruchynina. Hrutba // Proceedings of the National Transport University. - K .: NTU - 2013. - Vol.27. - P. 175 - 187.

5. Khrutba V.A. Fundamentals of projects and programs of waste management in the transport sector / V.A. Khrutba // Monograph. - K .: 2013 - 192 p.

6. ISO 21500: 2012. Guidance on project management [electronic resource]: - Access: http://www.iso.org/ iso / home / store / catalogue_tc / catalogue_detail.htm? Csnumber = 50003. - Title from the screen.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.О. Системний аналіз управління комунікаціями в проектах поводження з відходами / В.О. Хрутьба, П.І. Чуваєв, Т.В. Антоненко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Основою успішної роботи системи поводження з відходами є спільні дії всіх сторін, зацікавлених у вирішенні цієї проблеми (стейкхолдерів), що потребує визначення відповідної мотивації та очікувань при реалізації проектів програми, окремих цінностей кожного і відповідного їх узгодження на основі ціннісно-орієнтованого управління проектами і програмами поводження з відходами.

Метою роботи є визначення цінностей кожної зацікавленої сторони системи поводження з відходами та їх узгодження на основі системного аналізу моделі управління комунікаціями в проектах.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:

-побудувати модель управління комунікаціями в екологічних проектах;

-провести системний аналіз управління комунікаціями в процесі поводження з відходами;

-охарактеризувати основних учасників системи поводження з відходами;

-визначити цінності зацікавлених сторін.

Об’єктом системного аналізу є комунікації в процесі поводження з відходами. Мета функціонування системи комунікацій в процесі поводження з відходами полягає в підвищенні ефективності управління даною системою.

Вхідні параметри управління комунікаціями в проектах поводження з відходами визначаються за моделлю управління комунікаціями екологічного проекту. Функція входу полягає в забезпеченні системи інформацією, що впливає на реалізацію процесу.

Вихідними параметрами процесу управління комунікаціями є точна та своєчасна інформація для кожного стейкхолдера проекту та визначені коректуючи дії. Інформація може бути представлена у письмовій, усній або електронній формі.

Таким чином, при реалізації проектів та програм поводження з відходами можна виділити три основні типи зацікавлених сторін, що представлені державними структурами, бізнес-одиницями та громадою.

Кожна з зацікавлених сторін має певний перелік цінностей які відносяться до системи поводження з відходами. Спільне значення цінності визначається перетином множин цінностей кожного стейкхолдера. Модель управління цінностями в проектах поводження з відходами має вигляд: $U_{цінність} = X_1 \cap X_2 \cap Y_1 \cap Y_2 \cap Z_1 \cap Z_2$.

Отже, виявивши можливі цінності зацікавлених сторін, які впливають на ефективність реалізації проекта в системі поводження з відходами, можна сформувати портфель проектів учасників системи поводження з відходами з врахуванням впливу цінностей.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОЕКТИ ТА ПРОГРАМА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ, СТЕЙКХОЛДЕРИ, КОМУНІКАЦІЇ, ЦІННОСТІ.

ABSTRACT

Khrutba V.A., Chuvayev P.I., Antonenko T.V. System analysis project management communication in waste management. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

Joint action of all interested parties (stakeholders) is the basis of successful projects of waste management. value-oriented management is carried determining motivation and expectations of each stakeholder.

The article is to determine the values of each stakeholder waste management and coordination based on system analysis model communications management projects.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:

- model of communications in environmental projects to build;
- systematic analysis of communication management in the waste management conduct;
- the main participants of the waste management system to determine;
- values stakeholders to define.

The object of analysis is the systematic process of communication in waste management. The purpose

of the system of communication in the process of waste management is to improve the efficiency of this system.

Input parameters are determined by the communication management communication management model environmental projects. Function entry system provides information that affects the implementation process.

The initial process parameters have accurate information for every stakeholder of the project and identified corrective actions. Information provided in written, oral or electronic form.

Thus, the three main types of stakeholders influencing reaplizatsiyu waste management projects - government agencies, business units and community.

Each stakeholder has a list of values that relate to waste management. Common values determined by the intersection of sets values of each stakeholder. Model control values in waste management projects is: $U_{цінність} = X_1 \cap X_2 \cap Y_1 \cap Y_2 \cap Z_1 \cap Z_2$.

Thus, the project portfolio of waste formed taking into account the impact of stakeholder values.

KEYWORDS: PROJECT AND PROGRAM WASTE MANAGEMENT, STAKEHOLDERS, COMMUNICATION AND VALUES.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.А. Системный анализ управления коммуникациями в проектах обращения с отходами / В.А. Хрутьба, П.И. Чуваев, Т.В. Антоненко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Основой успешной работы системы обращения с отходами являются совместные действия всех сторон, заинтересованных в решении этой проблемы (стейкхолдеров), что требует определения соответствующей мотивации и ожиданий при реализации проектов программы, отдельных ценностей каждого и соответствующего их согласования на основе ценностно-ориентированного управления проектами и программами обращение с отходами.

Целью работы является определение ценностей каждой заинтересованной стороны системы обращения с отходами и их согласование на основе системного анализа и построения модели управления коммуникациями в проектах.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- построить модель управления коммуникациями в экологических проектах;
- провести системный анализ управления коммуникациями в процессе обращения с отходами;
- охарактеризовать основных участников системы обращения с отходами;
- определить ценности заинтересованных сторон.

Объектом системного анализа является коммуникации в процессе обращения с отходами. Цель функционирования системы коммуникаций в процессе обращения с отходами заключается в повышении эффективности управления данной системой.

Входные параметры управления коммуникациями в проектах обращения с отходами определяются по модели управления коммуникациями экологического проекта. Функция входа заключается в обеспечении системы информацией, влияет на реализацию процесса.

Выходными параметрами процесса управления коммуникациями точная и своевременная информация для каждого стейкхолдеров проекта и определены корректируя действия. Информация может быть представлена в письменной, устной или электронной форме.

Таким образом, при реализации проектов и программ обращения с отходами можно выделить три основных типа заинтересованных сторон, представленных государственными структурами, бизнес-единицами и обществом.

Для каждой из сторон были обнаружены две главные ценности вытекающие из нескольких ценностей низшего характера.

Каждая из заинтересованных сторон имеет определенный перечень ценностей относящихся к системе обращения с отходами. Совместное значение определенной ценности определяется пересечением множеств ценностей каждого стейкхолдера. Модель управления ценностями в проектах обращения с отходами будет иметь вид: $U_{цінність} = X_1 \cap X_2 \cap Y_1 \cap Y_2 \cap Z_1 \cap Z_2$.

Таким образом, обнаружив возможные ценности заинтересованных сторон, которые влияют на эффективность реализации проекта в системе обращения с отходами, выделив основные из них, можно сформировать портфель проектов участников системы обращения с отходами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОЕКТЫ И ПРОГРАММА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ, СТЕЙКХОЛДЕРЫ, КОММУНИКАЦИИ, ЦЕННОСТИ.

АВТОРИ:

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. 099-262-10-97, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

Чуваєв Петро Іванович, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 312.

Антоненко Тетяна В’ячеславівна, Національний транспортний університет, магістр.

AUTHOR:

Khrutba Viktoriia A., Dr. in Technical Science, National Transport University, associate professor Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: hrutba@mail.ru, tel. +38099-262-10-97, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Chuvayev Petro I., National Transport University, assistant professor of ecology and life safety, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorov, 1, HP 312.

Tatiana V. Antonenko, National Transport University, Master of the Department

АВТОРЫ:

Хрутьба Виктория Александровна, доктор технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. 099-262-10-97, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

Чуваев Петр Иванович, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 312.

Антоненко Татьяна Вячеславовна, Национальный транспортный университет, магистр.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко Ю.В., доктор технічних наук, завідувач кафедри комп’ютерних наук, Університет економіки та права «КРОК», Київ, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, декан автомеханічного факультету, професор, Національний транспортний університет, Україна

REVIEWERS:

Kravchenko Yu., Engineering (Dr), professor, Universit «KROK», Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кравченко Ю.В., доктор техничних наук, заведующий кафедрой компьютерных наук, Университет экономики и права «КРОК», Киев, Украина.

Матейчик В.П., доктор технических наук, декан автомеханичного факультета, профессор, Национальний транспортный университет, Украина

УДК [504:330.322.5]:664
UDC [504:330.322.5]:664

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВ СПИРТОВОЇ ГАЛУЗІ

Хрутьба В. О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Лисак Р.С., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Гайдай Н.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DEVELOPMENT FEATURES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM OF ALCOHOL INDUSTRY

Khrutba V.O., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lysak R.S., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Haidai N.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЙ СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Хрутьба В. А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Лысак Р.С., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Гайдай Н.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Кризовий стан, в якому знаходиться у теперішній час вітчизняна спиртова галузь, вимагає здійснення суттєвих реформ у спиртовому виробництві. Ринок галузі є достатньо привабливим з точки зору прибутковості, тому кожна з фірм – конкурентів прагне збільшити свою частку ринку та завойовувати іноземні ринки, що дозволяє підвищити ступінь завантаження їхніх виробничих потужностей. В той самий час харчова промисловість, як і багато інших галузей народного господарства, є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище. Широка номенклатура різних видів сировини та готової продукції, що випускається, разом з розмаїттям та різним рівнем екологічної безпеки промислових технологій визначає значні відмінності у кількості та забрудненості виробничих відходів. Проблема техногенного навантаження на навколишнє середовище, яка виникає в результаті діяльності підприємств харчової галузі, є досить актуальною, як на національному, так і на міжнародному рівнях. Основною її причиною є низька ефективність механізмів екологічного управління та контролю на підприємствах харчової галузі. Організація екологічної діяльності на підприємствах галузі є важливим структурним елементом процесу управління та полягає у здійсненні запланованих і незапланованих дій та заходів, які спрямовані на мінімізацію антропогенного впливу на довкілля: викидів та скидів забруднювальних речовин, відходів, споживання матеріальних та енергетичних ресурсів, використання особливо небезпечних речовин і матеріалів тощо [1].

Основним завданням економіки України в умовах ринку є трансформація принципів управління і функціонування виробничих систем на основі впровадження інноваційних технологій, які відкривають нові можливості підвищення ефективності виробництва з одночасним зниженням його антропогенного впливу на довкілля. Моделі організації й управління природокористуванням, які діють сьогодні, не забезпечують достатньої узгодженості економічних і природоохоронних цілей, через що виникає необхідність застосування нових підходів до вирішення екологічних проблем окремих промислових підприємств. Сучасна практика діяльності підприємств харчової промисловості довела, що економічно обґрунтованим є доповнення системи планів планом заходів щодо охорони та раціонального використання природних ресурсів. Ігнорування цього моменту призводить до необхідності розраховуватися за екологічні помилки у майбутньому. Одним з основних напрямків розвитку спиртової галузі є переорієнтація системи управління підприємств галузі на впровадження засад екологічно-відповідального управління та розробка ефективної програми екологічного менеджменту як більш прогресивної моделі для покращення екологічних показників і, як результат, підвищення конкурентоспроможності підприємств спиртової галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні проблеми, пов’язані з визначенням поняття, постановкою завдань та впровадження екологічного менеджменту на підприємствах, знайшли своє відображення в працях таких відомих закордонних та вітчизняних вчених і науковців: М.Ф.Дмитриченка, М.М.Дмитрієва, В.П.Матейчика, Б.М. Данишилина, Е.М. Короткова, О.І. Лукянихіної, В.О. Мартиненка, О.Л. Михайлюк, О.Д. Никифорак, П. М. Скрипчук, В. Ф. Семенової та ін.[2-4].

Аналіз проблем розвитку підприємств спиртової галузі та особливостей їх функціонування розглядаються у працях таких учених, як В. Андрійчук, В. Бойко, О. В’ялець, В. Домарецький, Є. Нагорний, С. Олійничук, А. Українець, П. Шиян та інші.

Однак, незважаючи на велику кількість наукових досліджень, проблематика впровадження екологічного менеджменту на державних підприємствах харчової галузі у вітчизняній практиці залишається актуальною і потребує подальших досліджень.

Метою роботи є розробка пропозицій щодо підвищення екологічної ефективності державних підприємств спиртової галузі за рахунок впровадження системи екологічного менеджменту згідно ДСТУ ISO14001:2006 та впровадження окремих заходів на Овечацькому МПД ДП «Укрспирт».

Відповідно для досягнення мети були поставлені такі завдання:

– проаналізувати сучасний стан спиртової галузі та вплив підприємств на стан навколишнього природного середовища;

– проаналізувати передумови впровадження систем екологічного менеджменту на підприємствах спиртової галузі;

– побудувати алгоритм формування програми екологічного менеджменту;

– розробити програму екологічного менеджменту для Овечацького МПД ДП «Укрспирт».

Виклад основних матеріалів дослідження. Україна має потужну спиртову галузь, яка здатна забезпечити харчовим етиловим спиртом не лише горілчані заводи України, але і постачати його в інші республіки колишнього Радянського Союзу, зокрема у республіки Закавказзя, Середньої Азії та Казахстан. Не дивлячись на те, що за часів незалежності України кількість спирту, який відправлявся на експорт, суттєво зменшилася, все ж обсяги експорту доволі значні і це важливо для завантаження потужностей спиртових заводів України. Протягом останніх років намітилася стійка тенденція до скорочення легального виробництва міцних алкогольних напоїв: у 2011-2013 роках порівняно з 2008-2010 роками середньорічне виробництво горілки та лікеро-горілчаних скоротилося на 28 % (з 46,5 до 33,5 млн. дал) внаслідок таких факторів: скорочення попиту населення на легально вироблену продукцію, що в основному пов’язано із високим рівнем цін на неї внаслідок періодичного підвищення ставки акцизного податку та збільшення мінімальної роздрібної ціни; самогоноваріння, яке в сьогоднішніх умовах є економічно вигідним (мінімальна роздрібна ціна 1 л горілки з 01.08.2014 становить 79,8 грн. при роздрібній ціні 1 кг цукру близько 8,8 грн.). Характерною особливістю останніх років було скорочення кількості виробників горілки: з 62 у 2008 році до 34 у січні-вересні 2014 року. При цьому у січні-вересні 2014 року у 4 суб'єктів господарювання обсяги виробництва становили від 1 до 5 млн. дал (68,5 % загального обсягу випуску горілки), у 12 – від 0,1 до 1 млн. дал (29,0 %), ще у 12 – від 10 до 100 тис. дал (2,4 %), у решти 6 підприємств – до 10 тис. дал (0,1 %) [5,6].

Виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти. Але основною проблемою екології харчових виробництв є проблема води. Усі підприємства потребують великої кількості води, що використовується безпосередньо в технології основного продукту (пивоварна, спиртова, цукрова), для миття обладнання та інших цілей. Більшість цієї води у вигляді забруднених стоків виводиться із процесу та надходить у навколишнє середовище.

Спиртова промисловість не належить до основних забруднювачів атмосфери. Однак майже всі підприємства викидають у повітря гази й пил, що погіршують стан атмосферного повітря. Основна частка викидів спиртових заводів припадає на оксиди азоту та вуглецю, у незначній кількості виділяються такі гази: метан, сірководень, вуглекислий газ. Так як системи газоочищення підприємств застарілі, часто розроблялися й впроваджувалися без врахування сучасних економічних і екологічних вимог. Це призводить до того, що концентрації шкідливих речовин у повітрі в багато разів перевищують норму.

Найбільш обтяжливі й багатотонні відходи мелясо-спиртового виробництва – після спиртова й після дріжджова барда.

Спиртова барда - відходи спиртової промисловості після очищення і осадження, містить: азот нітратний, цинк, нікель, марганець 0,011, срібло, кобальт, ванадій, залізо. Окрім вказаних елементів в барді міститься (% на суху речовину): протеїн 25-28 без азотисті речовини 40-42, жир 5-6, клітковина

13-18, зола 7-6. Ці речовини сприяють розвитку всієї мікрофлори грунту. Спиртна барда має кислу реакцію середовища (pH 4,8-5,2). При великих дозах грунт підкисляється, що негативно впливає на розвиток висіваних культур і активність грунтової мікрофлори.

Інтенсивний розвиток спиртової промисловості також спричиняє значне зростання використання чистої питної і технічної води, призводить до збільшення кількості забруднених різними домішками відпрацьованих стічних вод. Скидання таких вод у різні водойми зумовлює ступінь їх забруднення і тим самим зменшує ресурси чистої прісної води, погіршує стан навколишнього середовища.

Стічні води в спиртовій промисловості поділяють на три основні групи:

1. Промислові води, що утворюються безпосередньо при використанні води в технологічних операціях. Ці води забруднені усіма речовинами, які використовуються в технологічних процесах даного виробництва.

2. Промислові води від допоміжних операцій та процесів, які утворюються під час поверхневого охолодження технологічної апаратури та енергетичних агрегатів. Такі води в основному характеризуються підвищеною температурою.

3. Промислові води після санітарно-гігієнічної дезинфекції приміщень, трубопроводів, машин і апаратів. Такі стічні води забруднені лугами та іншими токсичними сполуками.

Такі промислові води бажано відводити кількома самостійними потоками, але на більшості спиртових підприємств відводять їх загальним потоком, що призводить до взаємодії компонентів різних вод з виділенням значної кількості газоподібних речовин (вибухонебезпечних та інших), а також утворенням осадів, токсичних, канцерогенних речовин тощо. Стічні води спиртової промисловості забруднені переважно органічними і мінеральними домішками.

Таким чином, подальший розвиток підприємств спиртової галузі в Україні потребує розробки та впровадження високоефективної екологічно-відповідальної системи господарювання підприємств спиртового виробництва, яке б не призводило до різких змін природно-ресурсного потенціалу та забруднення довкілля. Загальна тенденція до зниження негативного впливу на навколишнє природне середовище можлива за умови ефективної діяльності підприємств спиртового виробництва в системі екологічного менеджменту.

Вимоги до системи екологічного менеджменту на підприємствах встановлені стандартом ISO ДСТУ ISO14001:2006 «Системи екологічного менеджменту». Дані вимоги дають змогу підприємству розробити екологічну політику та завдання у відповідності до вимог природоохоронного законодавства України. [7].

Впровадження систем екологічного менеджменту на виробництвах спиртової галузі сприяє екологічно орієнтованій діяльності підприємств та стимулює удосконалення технологій виробництва продукції і переробки відходів.

Відповідність продукції (зокрема спирту етилового) міжнародним екологічним стандартам позитивно позначається на обсягах збуту продукції – в першу чергу за рахунок збільшення її імпорту. Наявність на спиртових заводах системи екологічного менеджменту вказує потенційним інвесторам на те, що на виробництві ведеться цілеспрямована політика щодо підвищення ефективності використання природних ресурсів, якості продукції, що виробляється, впровадження природо зберігаючих технологій, технологій переробки відходів та попередження забруднення. Закордонна практика впровадження систем екологічного менеджменту на підприємствах доводить ефективність таких систем, які, окрім іншого, свідчать про екологічну відповідальність підприємців і сприяють підвищенню екологічної свідомості споживачів та працівників підприємств.

За результатами SWOT – аналізу передумов впровадження систем екологічного менеджменту на підприємствах спиртової галузі, що представлено в таблиці 1, підприємства галузі мають сильні сторони, за рахунок яких можна втілити в життя можливості та оминути загрози, окрім того можливості дають змогу боротися зі слабкими сторонами, зменшуючи їх негативний вплив.

Ядром системи екологічного менеджменту є програма - комплексний документ, що описує організацію діяльності підприємства в системі екологічного менеджменту, а також конкретні заходи та дії з її реалізації, розроблені відповідно до екологічної політики, цілей і завдань.

У розробці програми підприємство керується принципом послідовного поліпшення, тобто досягнення кращих показників у всіх екологічних аспектах діяльності підприємства [2,8]. Алгоритм формування програми екологічного менеджменту для підприємств спиртового виробництва представлено на рисунку 1.

Таблиця 1- SWOT – аналіз передумов впровадження систем екологічного менеджменту на підприємствах спиртової галузі

Strength (внутрішні фактори) Сильні сторони	**Weak (внутрішні фактори)** Слабкі сторони
Достатня популярність	Недостатня участь персоналу в ухваленні управлінських рішень
Імідж на ринку	Слабка структура управління
Високий контроль якості	Відсутність реальних особливих навичок у галузі менеджменту
Зростання оборотних коштів	Застаріле устаткування
	Вузький асортимент продукції
Сучасні технології виробництва	Високий рівень скидів шкідливих речовин у водойми. Велика кількість виробничих відходів. Недостатньо високий прибуток
Продумана стратегія у сфері діяльності	
Хороша мотивація персоналу	
Конкурентоздатна цінова політика	
Досягнення кращих екологічних показників у всіх екологічних аспектах діяльності підприємства	
Зменшення негативного впливу діяльності підприємства(зниження забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод) на довкілля	
Opportunities (зовнішні фактори) Можливості	**Threats (зовнішні фактори)** Загрози
Вдосконалення технології виробництва	Недостатнє фінансування
Стійкий попит на продукцію	Збільшення цін на матеріали
Державна підтримка малих підприємств	Невиконання вимог екологічної політики
Розширення виробничої лінії.	Недотримання термінів виконання заходів
Вихід на нові ринки	Несприятлива економічна ситуація в державі

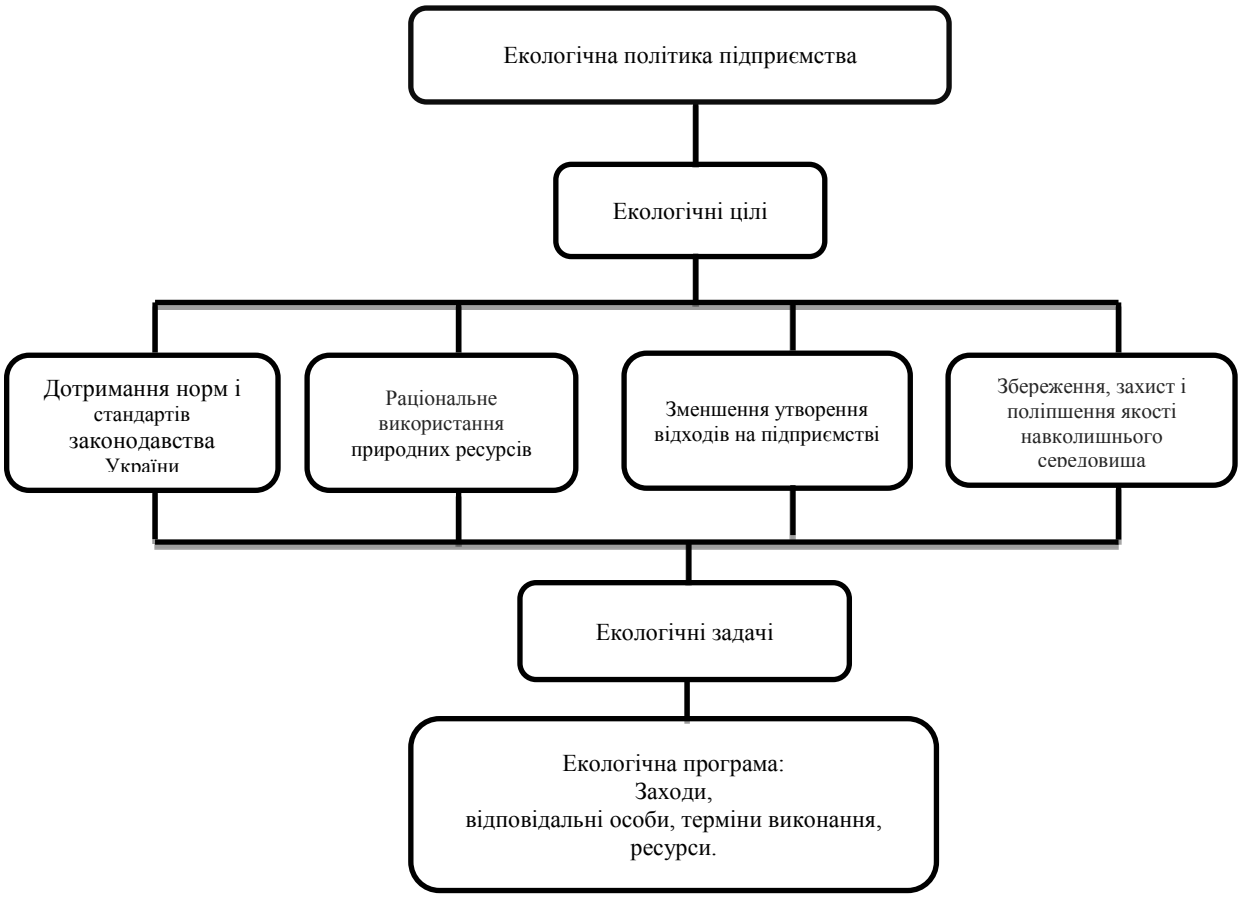


Рисунок 1 - Алгоритм формування програми екологічного менеджменту для підприємств спиртового виробництва

Розроблений алгоритм може бути застосовний для впровадження програми екологічного менеджменту на всіх підприємствах концерну ДП «Укрспирт» для досягнення власних екологічних цілей, реалізації проектів і програм, розроблених на основі принципів екологічної політики.

Обране для дослідження підприємство ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД займається виробництвом та реалізацією спирту етилового ректифікований класу "Люкс", що відповідає ДСТУ 4221:2003. На даний час спирт виготовляють з кукурудзи. Бродіння відбувається у спеціальних чанах. Весь процес займає 72 години, тому завод працює цілодобово і без вихідних. З тонни зерна кукурудзи виходить 400 літрів спирту найвищої якості. За добу на заводі переробляють 60-70 тонн зерна, з якого виходить, дві тисячі декалітрів спирту (20 тонн). На підприємстві цікавляться технологічними новинками, застосовують енергозберігаючі схеми у виробництві. За однією з них зерно кукурудзи вже не сушать, а мелють сирим. Від такого нововведення виграють також і місцеві господарства, які доставляють сировину на завод.

ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД займає важливе місце у виробничо - господарському комплексі країни, оскільки воно виробляє високоякісний зерновий спирт.

Для розробки і впровадження програми екологічного менеджменту для ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД спочатку було визначено найсуттєвіші екологічні аспекти діяльності даного підприємства, а саме:

– використання води;
– експлуатація автотранспорту;
– складування відходів;
– освітлення виробничих побутових приміщень, освітлення території;
– ремонт обладнання

Метою розробки екологічної політики для ДП «Укрспирт» є покращення екологічної ситуації підприємства, шляхом зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та здоров’я людини, раціонального використання природних ресурсів, а також забезпечення екологічної безпеки технологічних процесів випуску продукції .

Ґрунтуючись на результатах оцінки екологічних аспектів, при розробці екологічної політики ДП «Укрспирт» (Овечацьке МПД) було визначено екологічні цілі та задачі підприємства.

Екологічні цілі ДП «Укрспирт» (Овечацьке МПД):

- Дотримання норм і стандартів законодавства України для попередження або запобігання впливу на навколишнє середовище
- Раціональне використання природних ресурсів
- зменшення утворення відходів на підприємстві
- Збереження, захист і поліпшення якості навколишнього середовища
- Охорона здоров'я людей, які проживають в регіоні розташування підприємства.

Фрагмент екологічних цілей та задач представлений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Фрагмент екологічних цілей і задач ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД

Цілі	Задачі
Дотримання норм і стандартів законодавства України	Забезпечити контроль за дотриманням нормативних та правових документів для попередження або запобігання впливу на навколишнє середовище
Раціональне використання природних ресурсів	Зменшити використання води на 35% до кінця 2015 року
	Зменшити витрати на електроенергію на 30 % до кінця 2015 року
Підвищення рівня ефективності управління відходами	Проаналізувати відходи виробництва та скласти паспорти відходів
	Впровадити роздільний збір сміття до листопада 2015 року
	Отримати додаткові вигоди від продажу відходів виробництва
	Зменшити забруднення стічних вод на 25% шляхом установки очисного обладнання
	Замінити матеріали, які не підлягають рециклінгу, на ті, що піддаються переробці
	Зменшити об'єм матеріалів, які не підлягають рециклінгу на 10% до кінця 2015 року
	Здавати на утилізацію небезпечні відходи

На основі визначених цілей та задач підприємства розроблено програму екологічного менеджменту для ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД (таблиця 3).

Таблиця 3 – Фрагмент програми екологічного менеджменту ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД

Впровадження системи екологічного менеджменту у виробничому процесі 2015 – 2018 рік				
Екологічні цілі	***Раціональне використання природних ресурсів***			
Задача. Зменшити використання води на 35%				
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
1. Аналіз споживання води підприємством	Головний інженер з ОП	Червень 2015	Трудові	Рахунки про сплату за використання води за попередні періоди
2. Перевірка труб і кранів на протікання	Сантехнік	Щомісяця і за потребою	Трудові	Інструкція до встановлення та ремонту
3. Інструктаж персоналу підприємства про необхідність економного використання водних ресурсів	Головний інженер з ОП	Червень 2015	Трудові	Журнал реєстрації інструктажів
4. Вибір лічильників використання води та обладнання для очищення та повторного використання води	Головний інженер з ОП	Червень 2015	Трудові	технічні характеристики обладнання, прас-листи
5. Закупівля лічильників використання води та обладнання для очищення та повторного використання води	Начальник відділу постачання	Червень 2015	Трудові, фінансові	Видаткова накладна, книга придбання товарів
6. Встановлення лічильників використання води та обладнання для очищення та повторного використання води	Головний механік	Червень 2015	Трудові	Інструкція до встановлення та ремонту
7. Контроль використання водних ресурсів	Головний інженер з ОП	Щомісяця	Трудові	Журнал обліку та контролю
Екологічні цілі	***Підвищити рівень ефективності управління відходами***			
Задача. Проаналізувати відходи виробництва та скласти паспорти відходів				
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
1. Аналіз відходів виробництва	Головний інженер з ОП	Серпень 2015 та за необхідності	трудові	технологічна документація процесу виробництва
2. Складання паспортів відходів	Головний інженер з ОП	Серпень 2015 та за необхідності	трудові	дані про об'єми відходів по підприємству, нормативна документація

Задача. Впровадити роздільний збір сміття до листопада 2015 року				
1. Розподіл відходів за категоріями	Головний інженер з ОП	Серпень 2015	трудові	характеристики відходів
2. Визначення видів та необхідної кількості тари для збору відходів, що переробляються, складуються чи відправляються на утилізацію.	Головний інженер з ОП	Серпень 2015	трудові	технічні характеристики тари для складування відходів, прас-листи
3. Закупівля тари для збору відходів	Начальник відділу постачання	Серпень 2015	трудові, фінансові	Прихідна накладна, книга придбання товарів
4. Вибір місця для встановлення тари для збору відходів	Головний інженер	Серпень 2015	трудові	технологічний план виробничого процесу
5. Встановлення тари для збору відходів	Головний механік	Серпень 2015	трудові	Інструкція до встановлення та ремонту
6. Інструктаж персоналу підприємства про роздільний збір сміття	Головний інженер з ОП	Серпень 2015	трудові	Журнал реєстрації інструктажів
7. Контроль за дотриманням правил роздільного збору відходів працівниками підприємства	Головний інженер з ОП	Постійно	трудові	Журнал обліку обсягу відходів підприємства

Досягнувши виконання запропонованих заходів програми екологічного менеджменту, підприємству вдасться вийти на шлях екологічного управління виробництвом.

Таким чином, розроблена програма екологічного менеджменту на ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД має ряд переваг, таких як:

- раціоналізація використання природних ресурсів;
- уникнення штрафів за рахунок скорочення викидів;
- зниження витрат на водо- та енергоспоживання;
- зменшення обсягів відходів виробництва;
- додатковий дохід за рахунок продажу відходів виробництва;
- розширення ринків збуту;
- розширення виробничої території за рахунок скорочення площі під складування відходів;
- збереження довкілля;
- залучення працівників підприємства до участі у програмі збереження навколишнього середовища;
- покращення стосунків з органами державної влади;
- доступ до державної підтримки завдяки впровадженню системи екологічного менеджменту.

Дотримання курсу програми екологічного менеджменту та виконання запропонованих заходів поступово дозволить суб'єкту господарювання вийти на новий рівень менш відхідного виробництва та екологічного управління діяльністю підприємства.

Висновок. Результати SWOT-аналізу дозволили визначити, що одним із напрямків розвитку підприємств спиртової галузі є впровадження засад екологічно-відповідального управління та розробка ефективної програми екологічного менеджменту як більш прогресивної моделі для покращення екологічних показників і, як результат, підвищення конкурентоспроможності підприємства. За результатами вивчення особливостей впливу підприємств на навколишнє природне середовище побудовано алгоритм формування програми екологічного менеджменту. Що дозволило розробити програму екологічного менеджменту для Овечацького МПД ДП «Укрспирт».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. П’ятницька Г. Розвиток ринку алкогольних напоїв в Україні / Галина П’ятницька, Наталія Ракша, Олег Григоренко // Товари і ринки. – 2012.- №2. – С.17 – 26.
2. Екологічний менеджмент: навчальний посібник / [М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, В.П. Матейчик, В.О. Хрутьба та ін.] // За ред.М.Ф. Дмитриченка. К.:НТУ, 2010. – 250 с.
3. Лук'янихіна О.А. Екологічний менеджмент в системі територіального управління. Автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.08.01 / О.А. Лук'янихіна; Сум. держ. ун-т. — Суми, 2002. — 19 с.
4. Потай О. А. Формування інтегрованої системи екологічного менеджменту промислових підприємств // Науковий вісник НЛГУ. – 2009. – Вип. 19.9. – С. 212–216.
5. Державне підприємство «Укрспирт» [Електронний ресурс] http://www.ukrspirt.com
6. Ринок спирту та алкогольних напоїв. Аналітика Міністерства економіки [Електронний ресурс]: http:// eimg.pravda.com
7. Державний стандарт України ISO 14001:2006. Системи екологічного менеджменту. Вимоги та настанови до застосовування; чинний від 2006-05-15. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 31 с.
8. Кожушко Л.Ф. Екологічний менеджмент: навч. посібник / Л.Ф. Кожушко, П.М. Скрипчук. – К.: Академія, 2007. – 432 с.

REFERENCES

1. Pyatnytska G., Raksha N., Grigorenko O. Rozvytok rynku alkogolnykh napoiv v Ukraini [Development of the market of alcoholic beverages in Ukraine]. Tovary i rynky. 2012. No. 3. P. 17 – 26.
2. Dmitrichenko N. Ekologichnyy menedzhment [Environmental management]. Kyiv, NTU, 2010 250 p.
3. Lukianyhina O.A. Ekologichnyy menedzhment v systemi terytorialnogo upravlinnia. Avtoreferat Diss. [The environmental management in the system of territorial administration. Author's abstract].Sumy, 2002, 19 p.
4. Potay O.A. Formuvannia integrovanoi sustemy ekologichnogo menedzhmentu promyslovykh pidpryiemstv [The formation of an integrated system of environmental management of industrial enterprises]. Naukovyi visnyk NLGU, 2009, issue 19.9, pp. 212-216.
5. Derzhavne pidpryiemstvo “Ukrspyrt” [State enterprise “Ukrspirt”]. http://www.ukrspirt.com
6. Rynok spyrtu ta alcoholnykh napoiv. Analityka Ministerstva ekonomiky [Market alcohol and alcoholic beverages. Analysis of the Ministry of Economy] http:// eimg.pravda.com.
7. DSTU ISO 14001:2006. Systema ekologichnogo menedzhmentu. Vymogy ta nastanovy do zastosuvannia [Environmental management system. Requirements and guidelines for applying]. Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukrainy Publ., 2006. 31 p.
8. Kozhushko L.F. Ekologichnyy menedzhment [Environmental management]. K, Akademia, 2007, 432 p.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.О. Особливості впровадження систем екологічного менеджменту підприємств спиртової галузі / В.О. Хрутьба, Р.С. Лисак, Н.В. Гайдай // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті розглянуто та враховано особливості розробки програми екологічного менеджменту на державному підприємстві спиртової галузі. Визначено переваги застосування програми екологічного менеджменту та розроблено заходи, спрямовані на поліпшення еколого - економічних показників виробництва.

Мета роботи — розробка програми екологічного менеджменту згідно ДСТУ ISO14001:2006 та пропозиції щодо її впровадження на державному підприємстві (на прикладі ДП «Укрспирт» Овечацьке МПД).

На сьогодні в Україні нагальним є розв’язання проблеми щодо високоефективного екологічно обґрунтованого господарювання підприємств спиртового виробництва, яке б не призводило до різких змін природно-ресурсного потенціалу та забруднення довкілля.

Одним з основних напрямків розвитку спиртової галузі є переорієнтація системи управління підприємств галузі на впровадження засад екологічно-відповідального управління та розробка ефективної програми екологічного менеджменту як більш прогресивної моделі для покращення

екологічних показників і, як результат, підвищення конкурентоспроможності підприємств спиртової галузі.

Результатом дослідження є розробка програми екологічного менеджменту. Виконання її заходів дозволить підприємству вийти на шлях екологічного управління виробництвом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ШКІДЛИВІ РЕЧОВИНИ, ПОКАЗНИКИ, ВПРОВАДЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОГРАМА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.

ABSTRACT

Khrutba V.O., Lysak R.S., Haygay N.V. Development features of environmental management system of alcohol industry. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The article the peculiarities of the development program of environmental management in state enterprises alcohol industry are reviewed and taken. Benefits of environmental management program are defined and measures aimed at improving ecological - economic indicators of production are developed.

Purpose - development and proposals for implementation at the state enterprise environmental management program under ISO 14001: 2006 (The case studied: DP "Ukrspirt" Ovechatske MPD).

Today in Ukraine there is an urgent solution for highly environmentally sound management of alcohol production enterprises, which would not lead to abrupt changes in natural resources and environmental pollution.

One of the main directions of the alcohol industry is refocusing system of branch enterprises management in implementing the principles of environmentally responsible management and development of an effective program of environmental management as a more progressive model for improving environmental performance and, as a result, improvements the competitiveness of enterprises alcohol industry.

The research result is to develop the environmental management program. Implementation of measures will enable the company to enter the path of environmental management.

KEY WORDS: environmental management, environmental aspects, harmful substances, indicators, implementation EFFICIENCY, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PROGRAM.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.А. Особенности разработки системы экологического менеджмента предприятий спиртовой промышленности / В.А. Хрутьба, Р.С. Лысак, Н.В. Гайдай // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье рассмотрены и учтены особенности разработки программы экологического менеджмента на государственном предприятии спиртовой отрасли. Определены преимущества применения программы экологического менеджмента и разработаны мероприятия, направленные на улучшение эколого - экономических показателей производства.

Цель работы - разработка и предложения по внедрению на государственном предприятии программы экологического менеджмента согласно ДСТУ ISO14001: 2006 (на примере ГП «Укрспирт» Овечацкое МПД).

На сегодня в Украине срочным является решение проблемы по высокоэффективному экологически обоснованному хозяйствования предприятий спиртового производства, которое не приводило бы к резким изменениям природно-ресурсного потенциала и загрязнения окружающей среды.

Одним из основных направлений развития спиртовой отрасли является переориентация системы управления предприятий отрасли на внедрение принципов экологически ответственного управления и разработка эффективной программы экологического менеджмента как более прогрессивной модели для улучшения экологических показателей и, как результат, повышения конкурентоспособности предприятий спиртовой отрасли.

Результатом исследования является разработка программы экологического менеджмента. Выполнение ее мероприятий позволит предприятию выйти на путь экологического управления производством.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПОКАЗАТЕЛИ, ВНЕДРЕНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОГРАММА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.

АВТОРИ:

Хрутьба Вікторія Олександрівна, Національний транспортний університет, в.о. завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: Hrutba@mail.ru, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Лисак Роксолана Станіславівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: roksi1209@ukr.net, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Гайдай Наталія Віталіївна, Національний транспортний університет, студентка кафедри екології та безпеки життєдіяльності, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHOR:

Khrutba V.O. National Transport University, Lecturer Professor of Department of Ecology and life safety, e-mail: Hrutba@mail.ru, tel. +38044-288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Str. Suvorova 1.

Lysak R.S. National Transport University, Assistant of Department of Ecology and life safety, e-mail: roksi1209@ukr.net, tel. +38044-288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Str. Suvorova 1.

Hayday N.V., National Transport University, Student of the Department of Environment and life safety, tel. +38044-288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv, Str. Suvorova 1.

АВТОРЫ:

Хрутьба Виктория Александровна, Национальный транспортный университет, и.о. зав. кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: Hrutba@mail.ru, тел. +38044-288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Лысак Роксолана Станиславовна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: roksi1209@ukr.net, тел. +38044-288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Гайдай Наталия Витальевна, Национальный транспортный университет, студентка кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, тел. +38044-288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Алькема В.Г., доктор економічних наук, професор, Навчально-науковий Інститут магістерської підготовки та післядипломної освіти Університет «КРОК», завідувач кафедри управління технологій, Київ, Україна.

Рутковська Інесса Анатоліївна, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, кафедра аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Alkema V.G., Economics (Dr.), professor, Post Diploma Studies Institute for Master and Post Diploma Studies of “KROK” University, Head of department management technologies, Kyiv, Ukraine.

Rutkovska I.A., Candidate of Science (Engineering), professor, National Transport University, Department of airports, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.064.47
UDC 504.064.47

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ШИНАМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна.
Нікітченко Ю.С., кандидат технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

ENVIRONMENTAL SAFETY OF SCRAP TIRES MANAGEMENT

Khrutba V.O., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine.
Nikitchenko Yu.S., Ph.D in Technical Science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТРАБОТАННЫМИ ШИНАМИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Хрутьба В.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.
Никитченко Ю.С., кандидат технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина.

Постановка проблеми. Відпрацьовані шини транспортних засобів – великогабаритні та крупнотонажні відходи транспортного комплексу, прогресуюче й неконтрольоване накопичення яких загострює екологічні проблеми в усьому світі. Висока стійкість складових компонентів шини до впливу зовнішніх факторів (наприклад, сонячного світла, кисню, озону, мікроорганізмів) зумовлює тривалий період їх біодеградації в природних умовах, що, в свою чергу, призводить до забруднення атмосферного повітря, водних об’єктів, засмічення й деградації ґрунтів. Небажані деструктивні зміни в природних екосистемах ведуть до зменшення біорізноманіття, зниження рівня екологічної безпеки, погіршення умов життєдіяльності й здоров’я людини. Екологічна небезпечність відпрацьованих шин перетворює їх на загрозливий фактор забруднення навколишнього природного середовища по всій території України, тому зменшення їх негативного впливу як забруднювачів – першорядне завдання охорони довкілля, підвищення екологічної безпеки та раціонального природокористування в країні.

Ключовою перевагою відпрацьованих шин у порівнянні з іншими видами відходів споживання є те, що на післяексплуатаційному етапі життєвого циклу вони можуть бути перероблені на 95–98%. Використання шин як джерела вторинного сирцю створює потужний сировинний резерв для багатьох галузей промислового виробництва, а ресурсоорієнтована їх утилізація дозволяє знизити залежність від первинних природних ресурсів на державному та/чи регіональному рівні, а також зменшити антропогенне навантаження на довкілля, підвищити безпечність середовища існування людини.

Разом з цим, практичне вирішення питання поводження з цими відходами та їх промислової переробки пов'язане зі значними капіталовкладеннями. На практиці вибір методів й технологій серед доступних альтернатив здійснюється, виходячи із техніко-економічних показників результатів їх впровадження. Оцінка впливу на довкілля й здоров'я людини зводиться до співставлення екологічних показників з допустимими нормами по викидам й скидам, отримання відповідних ліцензій; а питання фактичних екологічних впливів та потенційних екологічних ризиків практично не розглядаються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Теоретичні й практичні аспекти проблеми неконтрольованого накопичення відпрацьованих шин, питання відновлення вторинної сировини та її практичного застосування у виробництві досліджено у роботах багатьох вітчизняних й іноземних дослідників. Серед сучасників найбільш відомі Валері Шульман [1], Курт Решнер [2], Майкл Блюменталь, Марія Сікора [3], В.П. Передерій[4],Т.В. Петренко, Ю.А. Новічков, Е.І. Позднякова, В.В. Хазіпов [5]. При цьому питання підвищення й забезпечення екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами, в тому числі під час утилізації/переробки, вивчені недостатньо, відрізняються фрагментарним характером. При цьому в умовах підвищення вимог й посилення нормативів екологічної безпеки особливої значності набуває проблема забезпечення екологічної безпеки в системі поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів. Це відповідає принципам сталого розвитку, коли

економічні, технічні й екологічні аспекти є рівнозначущими, без вираженого пріоритету одного над іншим.

З огляду це постає необхідність оцінювання екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами, що дозволить розробити сучасну для України модель екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

Метою цього дослідження оцінка факторів впливу на екологічну безпеку на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами та визначення ключових принципів екологічно безпечного та ресурсоефективного управління відходами.

Виклад основного матеріалу дослідження. На відміну від суб’єктів господарювання, в Україні не існує системного обліку та обов’язкового збирання відпрацьованих шин від населення та інших фізичних осіб, тому повна достовірна інформація щодо обсягів утворення й накопичення цих відходів відсутня. Доступні дані відрізняються фрагментарним характером та випадковістю; більшість із них розраховуються, виходячи з кількості зареєстрованих транспортних засобів у країні чи певному регіоні без врахування таких показників як інтенсивність й частота використання транспортних засобів, кількість ремонтів й замін, людський фактор (наприклад, дотримання правил експлуатації) тощо. Практика показала, що заміна шин відбувається не тільки по причині їх зношення, і не тільки тому, що через певний час закінчується термін їх експлуатації.

У щорічних звітах Державної служби статистики України [6] шини обліковують у складі гумових відходів. Так, у 2013 р. гумових відходів утворилося 29,8 тис. т; у 2012 р. – 30,9 тис. т; а у 2011 р. – 32,8 тис. т. В проекті наказу «Про затвердження Порядку збирання, заготівлі та утилізації зношених шин і здійснення відповідного контролю» зазначено, що кожного року в Україні утворюється понад 180 тис. т шин [7]. В інших джерелах інформації [8, 9] зустрічаються дані про річний обсяг утворення від 180 тис. т до 400–450 тис. т.

Відпрацьовані шини утворюються як у фізичних осіб, яким належать транспортні засоби, так і на підприємствах, в установах і організаціях, що мають на балансі автотранспорт.Значна частина шин, які накопичуються після завершення експлуатації, ремонту й технічного обслуговування транспортних засобів, залишаються без контролю за безпечним зберіганням та подальшим рухом на підприємствах автомобільного сервісу, у гаражах автовласників, на автостоянках тощо. Все частіше трапляються випадки скидання непридатних шин у довкілля, особливо фізичними особами.

Відповідно до ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» [10], відпрацьовані шини класифікують як відходи IV класу небезпеки: їх вплив на довкілля несуттєвий, а при складуванні на звалищах чи полігонах екологічні системи зазнають малозначимого негативного впливу; самовідновлення триватиме не більше трьох років. При цьому численні дослідження провідних вчених [1-5, 11, 18] доводять протилежне. Невідповідність між розрахунковим класом небезпеки та екологічними ризиками, які можуть виникати в результаті накопичення, неправильного зберігання та переробки, пояснюється, в першу чергу, тим, що оцінка класу небезпеки проводиться з урахуванням токсичності основних складників шини (гуми, металічного корду й текстилю) і не враховує фізико–хімічних властивостей цього продукту та взаємодії складових компонентів кожного складника з факторами навколишнього природного середовища.

Результати досліджень А.Я. Хесіна,О.Б. Трет’якова, В.А. Корнєва, Л.В. Кривошеєва [12] доводять, що екологічну небезпеку шин обумовлюють, з одного боку, токсичні властивості застосовуваних при їх виготовленні матеріалів і домішок, а з іншого боку – властивості більше ста видів хімічних речовин, що виділяються удовкілля при експлуатації, обслуговуванні, ремонті та зберіганні шин. Лінда Чолкер-Скот [13] під час вивчення питання про біологічну деградацію шин в природних умовах встановила, що добавки, які додають до шин при виробництві, пригнічують діяльність мікроорганізмів, здатних трансформувати каучуки у прості складники, що значено впливає на терміни їх розкладання. Валері Шульман та Дж. Хорнер [1, 14] визначили, що навколо шинних звалищ змінюються рельєф місцевості, режим і склад ґрунтових і поверхневих вод, склад ґрунтів, забруднюється повітряний басейн. Наприклад, у ґрунтах під звалищем шин, яке розташоване неподалік від Лондону, встановили перевищення норм концентрації таких металів як цинк, кадмій і свинець, а саме: вміст кадмію 31 мг/кг (ГДК=3 мг/кг), свинцю – 163 мг/кг (ГДК=20 мг/кг) та цинку – 174 мг/кг (ГДК=85 мг/кг). Доведено, що при тривалому контакті шин із морською/річковою водою із нихвимиваються важкі метали та органічні речовини у кількості, що перевищує ГДК для питної води. Також у пустотах шин накопчуються атмосферні осади, які у товщі звалища формують техногенний водоносний горизонт. Цей техногенний горизонт, просочуючись через ґрунти, забруднює ґрунтові

води та наземні водойми, що знаходяться в межах звалища.

Отже, неконтрольоване накопичення відпрацьованих шин у довкіллі знижує екологічну безпеку навколишнього природного середовища в результаті підвищених екологічних ризиків забруднення атмосфери канцерогенними й токсичними речовинами (особливо під час пожеж чи спалювання шин); деградації та забруднення ґрунтів важкими металами, органічними та неорганічними сполуками, ущільнення ґрунтів, деструктивних змін в екосистемах; забруднення підземних та наземних вод органічними та іншими хімічними сполуками, важкими металами, що проникають у водоносні горизонти; зростання небезпеки для здоров’я населення (поширення інфекційних хвороб). Тенденція зниження екологічної безпеки та підвищення екологічних ризиків має постійний характер, якщо ці відходи не переробляються; та тимчасовий – у разі зберігання шин до моменту їх утилізації та/чи переробки [15].

Незважаючи на зниження екологічної безпеки та перспективи диверсифікації джерел сировини для багатьох галузей промисловості за рахунок шинних відходів,проблема неконтрольованого накопичення шин все ще залишається маловирішеною для багатьох країн світу, в тому числі й для України. При цьому деякі розвинуті країни показують успішний практичний досвід переходу від полігонного поховання відпрацьованих шин до їх промислової переробки як результат впровадження ефективної системи поводження з відпрацьованими шинами [16, 17]. Так, лідерами в даній галузі є Фінляндія, де рівень переробки становить 110%: перероблюються шини, які утворюються щорічно (100%), й ті, що накопичилися за попередні роки (+10%), та Японія (99%), де переробка всіх видів твердих відходів споживання є необхідністю через обмеженість територіальних ресурсів та високу заселеність території. У США та Європі сьогодні переробляється не менше 80% шин із тенденцією до збільшення. У 2013 році у 18 країнах Європейського Союзу, а також у Норвегії та Швейцарії рівень переробки непридатних до використання шин досягнув відмітки 90%: в 15 країнах із 18 було перероблено та утилізовано 100 % відпрацьованих шин, що утворилися протягом 2009 р., ще в 6 країнах цей показник коливається в межах від 70% до 90% [16–18]. Шинопереробна галузь у ЄС конкурує з такими галузями як переробка макулатури (69%) та пластику (58%). При цьому в Україні, подібно до Молдови, Білорусі, Росії рівень переробки цих гумовмісних відходів надзвичайно низький – 5–8%[19].

Обсяг переробки відпрацьованих шин є ключовим показником ефективності відходопереробної галузі в цілому, який відображає рівень ефективності організації та реалізації системи збору й переробки відходів; визначається як співвідношення обсягу перероблених відходів до обсягу їх утворення за певний проміжок часу. Найкращим вважається той результат, при якому різниця між перероблеими й утвореними відходами мінімальна й прагне до 1.

Узагальнення вітчизняного і світового досвіду поводження з відпрацьованими шинами як відходами засвідчило, що досягнути високих результатів переробки стало можливим за рахунок налагодження ефективної системи поводження з відходами відповідно до поточних потреб. У сформованій практиці, дії, які спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення, називаються терміном «поводження з відходами» [16, 17, 20]. При цьому поводження з відпрацьованими шинами як відходами – це комплекс заходів, що включає збір, транспортування, переробку, вторинне використання та утилізацію відходів при одночасному контролі всіх етапів цього процесу (рис. 1).

На основі аналізу різних підходів організації системи поводження з відпрацьованими шинами у розвинутих країнах встановлено, що головними причинами занадто низьких показників переробки в Україні є недосконаліть нормативно-правової бази, неефективність та обмеженість економічних механізмів й інструментів, недосконаліть ринкових механізмів функціонування системи збирання, заготівлі та утилізації відходів, незадовільне фінансування заходів поводження з відходами, застаріла організація системи поводження з відходами (це стосується більшості видів відходів), низька екологічна свідомість й культура населення. Наприклад, в Японії діє система законів, які зобов’язують кожного громадянина самостійно доставляти зношені шини на пункти збору, а виробників шин приймати на себе відповідальність за збір та утилізацію шин [18]. Висока екологічна культура та розуміння потенційних наслідків неконтрольованого скидання шин у довкілля стимулюють як фізичних, так і юридичних осіб відповідально ставитися до своїх обов’язків як утворювачів відходів.

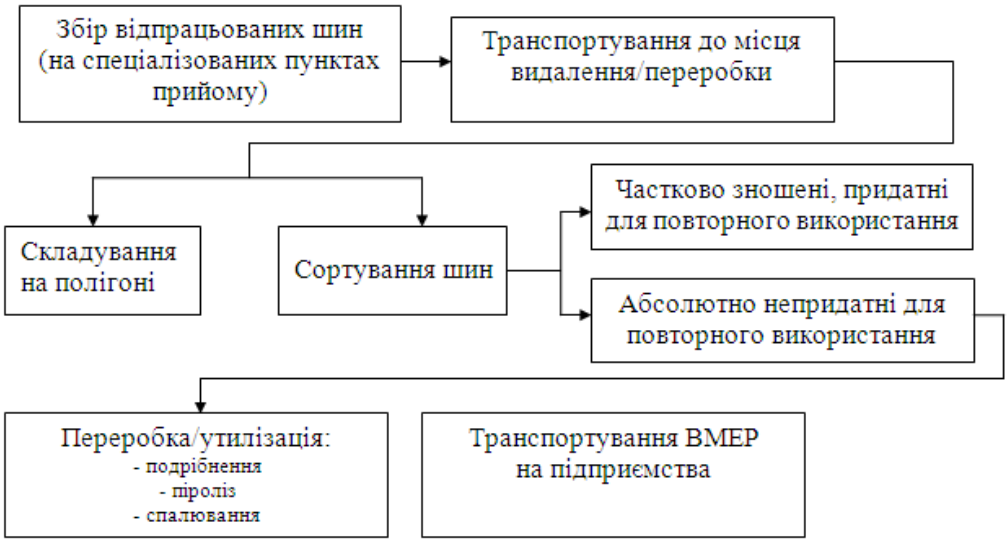


Рисунок 1 – Узагальнена схема поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів

На території Європейського Союзу діє три моделі поводження з відпрацьованими шинами [18]:

1. Відповідальність виробника: виробники несуть повну відповідальність за збір відходів, сплачують за утилізацію й переробку шин;

2. Система податків: запропоновано різні податкові ставки залежно від груп споживачів, а отримані кошти витрачаються на цільове фінансування системи поводження з відпрацьованими шинами;

3. Система вільного ринку: передбачає систему вільного підприємництва в сфері поводження з відпрацьованими шинами.

Незалежно від того, що кожна із трьох моделей кардинально відрізняються одна від одної, загальні результати є зразковими у порівнянні з Україною. Запорукою забезпечення довгострокового ефекту екологічної безпеки при поводження з відпрацьованими шинами є усвідомлення необхідності зміни принципів організації системи збору й переробки шин з обов’язковим переходом від неконтрольованого чи полігонного їх акумулювання до промислової переробки.

Проте оцінка ефективності системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами не повинна базуватися тільки на показниках обсягів переробки шин до обсягів їх утворення. Відповідно до основних положень концепції сталого розвитку [11] система поводження з відходами, в тому числі з відпрацьованими шинами має забезпечувати мінімізацію сукупних збитків, що виникають в результаті поводження з відпрацьованими шинами, відносно збитків при неконтрольованому зберіганні цих відходів на звалищах й полігонах, тобто:

$$R_{пш} < R_{нш} \rightarrow 0,$$

де $R_{пш}$ – екологічні ризики, що виникають в результаті переробки відпрацьованих шин;

$R_{нш}$ – екологічні ризики, що виникають в результаті їх неконтрольованого накопичення на звалищах чи полігонах.

Таким чином,ефективність системи поводження з відпрацьованими шинами базується не тільки на врахуванні техніко-економічних показників (наприклад, потужність виробничої лінії, капіталовкладення, кількісно-якісні параметри вторинної продукції), а й на передбаченні потенційного рівня забруднення навколишнього природного середовища, тобто підтримку належної екологічної безпеки в системі поводження з відпрацьованими шинами.

Забезпечення екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами – складне багатоваріантне завдання, вирішення якого залежить, головним чином, не від підвищення вимог екологічних стандартів й впровадження нових технологій, а від ефективного управління параметрами процесу поводження з цими відходами на кожному етапі. Незалежно від існуючих варіантів й доступних альтернатив, екологічно безпечна та ресурсоорієнтована система має бути побудована таким чином, щоб продукувати цільові продукти в умовах, безпечних для людини та навколишнього

природного середовища. Це ключові завдання охорони навколишнього природного середовища та раціонального природокористування в системі управління гумовмісними відходами.

Для дослідження факторів впливу на довкілля та екологічну безпеку декомпонуємо систему поводження з відпрацьованими шинами, яка графічно представлена на рис. 1, на системні складові (табл. 1).

Таблиця 1 – Параметричний аналіз системи поводження з відпрацьованими шинами

Назва етапу	Мета функціонування підсистеми	Параметри підсистеми	Фактори впливу на екологічну безпеку
Збір й сортування відпрацьованих шин	Діяльність, пов'язана з накопиченням, сортуванням і тимчасовим розміщенням зношених шин на спеціально відведених площах чи об'єктах.	Обсяг використання енергоресурсів, води та землі для збирання/сортування/ зберігання шин. Показники санітарно-епідеміологічного стану.	Споживання енергетичних ресурсів. Споживання водних та земельних ресурсів. Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об’єктів.
Транспортування до місця видалення/переробки	Перевезення шин від місць накопичення й зберігання до місць відновлення та/чи переробки/утилізації (чи накопичення).	Обсяги транспортованих шин. Кількість транспортних засобів для перевезення шин. Обсяги спожитого палива.	Споживання енергетичних ресурсів. Забруднення атмосфери.
Складування полігоні/звалищі	Неконтрольоване накопичення без подальшої утилізації/переробки.	Обсяги накопичених шин. Площа розміщення відходів.	Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об’єктів. Розмноження комах. гризунів, інших тварин. Утворення вторинних відходів.
Сортування відпрацьованих шин:			
Частково зношені, придатні для повторного використання	Відновлення пошкоджених/зношених ділянок шин для повторного використання за їх функціональним призначенням.	Обсяг повторно використаних і повернутих у експлуатацію шин. Використані технології. Обсяг використання енергоресурсів, та інших ресурсів (вода, сировинні матеріали).	Споживання енергетичних ресурсів; Споживання водних та інших природних ресурсів; Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об’єктів.
Абсолютно непридатні для повторного використання	Перевезення шин від місць накопичення й зберігання до місць відновлення та/чи переробки/утилізації (чи накопичення).	Обсяги транспортованих шин. Кількість транспортних засобів для перевезення шин. Обсяги спожитого палива.	Споживання енергетичних ресурсів. Забруднення атмосфери. Утворення вторинних відходів.
Переробка / утилізація відпрацьованих шин	Здійснення технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних та хімічних властивостей шин з отриманням вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.	Обсяги видалених шин. Використані технології. Обсяг використання енергоресурсів, та інших ресурсів (вода, сировинні матеріали).	Споживання енергетичних ресурсів; Споживання водних та інших природних ресурсів; Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об’єктів.
Транспортування вторинних продуктів на підприємства (реалізація)	Постачання отриманих чи трансформованих в результаті додаткової обробки вторинних ресурсів кінцевим споживачам.	Обсяги вироблених вторинних продуктів. Обсяги реалізованих продуктів кінцевим споживачам. Використані технології.	Споживання енергетичних ресурсів; Забруднення атмосфери.

На основі виконаного декомпонування встановлено, що на кожному окремому етапі цієї системи має місцевзаємодія компонентів системи поводження з відпрацьованими шинами із довкіллям, які в різній мірі впливають на рівень екологічної безпеки. До ключових факторів впливу на навколишнє природне середовище належать: споживання природних та енергетичних ресурсів; забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об’єктів, утворення вторинних відходів. Управління визначеними факторами дозволяє впливати на рівень екологічної безпеки при поводженні з відходами та управляти продуктами переробки як вторинними ресурсами. Тому система поводження з відпрацьованими шинами має бути організована таким чином, щоб забезпечувати запобігання негативного впливу техногенних факторів на природні екосистеми, раціонально використовувати природні ресурси, зводити до мінімуму потенційні й фактичні шкідливі впливи на природне середовище прилеглих територій, формованих інженерними спорудами та конструкціями. Рівень екологічної безпеки систем поводження з відпрацьованими шинами повинен відображає ступінь прогресивності та раціональності застосовуваних підходів, методів, технологій.

Сформулюємо основні вимоги екологічно безпечного поводження з відпрацьованими шинами:

– порушення і забруднення природного середовища, що формуються й зумовлені інженерними спорудами та конструкціями технології, відсутні або є мінімально можливими при існуючих технологіях і сучасних вимогах народного господарства;

– створені умови, що забезпечують мінімально можливий вплив на навколишнє природне середовище при поводженні з відпрацьованими шинами на території шинопереробного підприємства;

– відсутній або зведений до мінімуму антропогенний вплив на довкілля;

– раціональне споживання природних ресурсів для забезпечення технологічних потреб;

– використання сучасного обладнання й екологічно безпечних технологій у виробничих процесах;

– скорочення об’ємів утворення вторинних відходів, викидів та скидів забруднюючих речовин у НПС;

– відновлення ресурсоцінної вторинної матеріально–енергетичної сировини.

Отже, виходячи із вищевикладеного матеріалу, сформуємо ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами:

1. Визначення екологічної безпеки як пріоритетної складової організацій й впровадження системи поводження з відпрацьованими шинами, сталого збалансованого розвитку відходопереробної галузі в цілому;

2. Безпечність методів, підходів й технологій, що використовуються для практичної реалізації поводження з відходами, адекватно впливам на навколишнє середовище, здоров'я населення. Заміна чи трансформація екологічно небезпечних моделей виробництва, технологій;

3. Захист біосфери; попередження забруднення атмосферного середовища, водних об’єктів, ґрунтів. Екологізація всіх функцій управління системи;

4. Зменшення кількості відходів, що утворюються й накопичуються у довкіллі, за рахунок збільшення терміну експлуатації шин та/чи повторного використання, та/чи їх утилізації/переробки;

5. Мінімізація або повне усунення негативного впливу на довкілля на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами.Видалення побічних продуктів переробки шин з мінімально можливими ризиками для довкілля й здоров’я людини;

6. Обов'язковість повної компенсації завданої шкоди виникнення екологічної небезпеки незалежно від етапу системи, реалізація принципу «забруднювач платить»;

7. Ресурсоорієнтована переробка відпрацьованих шин та поширення застосування вторинних ресурсів, що отримують в процесі переробки шин, в різних галузях промисловості.

Висновки.Проведене дослідження доводить, що забезпечення екологічної безпеки має бути одним із основних пріоритетів при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами, поряд з економічними й технічними показниками. Рівнозваженість цих пріоритетів (екологічних, економічних та технічних) відповідає принципам концепції сталого розвитку як нової парадигми розвитку сучасного суспільства. Ефективність управління екологічною безпекою залежить від оцінки умов й чинників формування небезпеки на кожному етапі системи.

Система поводження з відпрацьованими шинами має бути організована таким чином, щоб забезпечувати запобігання негативного впливу техногенних факторів на природні екосистеми, раціональне природокористування, створювати мінімум шкідливих впливів і забруднень природного середовища прилеглих територій. Отримані результати можуть бути впровадженні при розробці сучасної для України моделі екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Shulman, V. L. Tire Recycling / V. L. Shulman. – European Tire Recycling Association (ETRA). Rapra Publishing, 2004. – 144 p.

2. Reschner, K. Scrap Tire Recycling: A summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods [Web Resource] / Kurt Reschner // European Tyre and Rubber Manufacturers Association, 2008. – Access point: http://www.entireengineering.de/ Scrap_Tire_Recycling.pdf. – Topic From the Screen.

3. Blumenthal, M. Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico / Sikora M., Arreola J., Brunner J., Newman C. – The U.S. Environmental Protection Agency, 2010. – 134 p.

4. Передерий, В. П. Устройство автомобиля / В. П. Передерий. — М.: Форум, 2008. — 288 с.

5. Утилізація відпрацьованих автомобільних шин / Петренко Т. В., Новичков Ю. А., Позднякова Е. И., Хазипова В. В. – Д. : «Цифрова типографія», 2007. – 110 с.

6. Утворення та утилізація відходів за категоріями матеріалів у 2013 році [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України, 2013. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/. — Назва з екрана.

7. Про затвердження порядку збирання, заготівлі та утилізації зношених шин і здійснення відповідного контролю [Електронний ресурс] : проект спільного наказу Міністерства Екології та Природних Ресурсів, Міністерства Економічного Розвитку і Торгівлі, Міністерства Доходів і Зборів від 21.03.2013 р. — Режим доступу :http://www.menr.gov.ua/index.php/normbaza/regulatory/554–proekty–rehuliatornykh–aktiv. — Назва з екрана.

8. Кривоконь, О. Г. Проблеми утилізації та відновлення автотракторних шин в контексті екологічного розвитку України / О. Г. Кривоконь // Східно–Європейський журнал передових технологій, 2011. – № 3/11 (51). – С. 8–10.

9. Крещенецький, В. Л. Шляхи розв’язання проблеми переробки відпрацьованих шин / В. Л. Крещенецький, В. Я. Капітула // Вісник СНУ ім. В. Даля. – №5 (194). – Ч.1. – С. 85–88.

10. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення : ДСанПіН 2.2.7.029–99 [Електронний ресурс] : [Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 № 29] . — Режим доступу : http://www.dsesu.gov.ua/ua/normativna–pravova–baza/sanitarni–pravyla–i–normy/file/71–3170–84?start=40. — Назва з екрану.

11. Хрутьба, В. О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно–дорожньому комплексі. Монографія. / В. О. Хрутьба — К.: НТУ, 2013. — 192 с.

12. Хесина, А. Я. Исследование содержания химических канцерогенных веществ в шинных резинах / А. Я. Хесина, Л. В. Кривошеева, О. Б. Третьяков, В. А. Корнев, С. Л. Реутов, Н. И. Ободовская // Тезисы докладов V Российской научно–практической конференции резинщиков (Москва, 15–19 мая 1998 г.). – М.: 1998. – С. 441–443.

13. The Myth of Rubberized Landscapes: Recycled Rubber Mulch Is an Environmentally Friendly, Non–Toxic Choice for Landscapes [Web Resource] / Linda Chalker–Scott // Puyallup Research and Extension Center, Washington State University. – Access point: http://puyallup.wsu.edu/~linda%20chalker–scott/. – Topic From Screen.

14. Horner, J. M. Environmental Health Implications of Heavy Metals Pollution From Car Tyres. Reviews on Environmental Health / J. M. Horner // Rev. Environ. Health Journal. – 1999. – № 11(4). – P. 175–178.

15. Нікітченко, Ю. С. Оцінка екологічних ризиків при складуванні зношених автомобільних шин на звалищах [Текст] / Ю. С. Нікітченко, О. І. Запорожець // Східно–Європейський журнал передових технологій. – 2013. – №2/11(62). – С.19–24.

16. Trends in the Global Tire Industry // Supplier Business. – IHS Global Limited, 2013. — 279 p.

17. End–of–LifeTires. A Framework For Effective Management Systems // World Business Council for Sustainable Development. – USA : The Tire Industry Project, 2010. – 19 p.

18. Tyre Industry of Japan // The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association. – Japan : JATMA, 2013. – 32 p.

19. Никитченко, Ю. С. Экологическая безопасность и экономическая эффективность технологий переработки изношенных шин транспортних средств [Текст] / Ю. С. Никитченко // Научный журнал «Апробация». – 2014. – №8(23). – С.9–12.

20. Про відходи. Закон України №187/98–ВР чинний від 05.03.1998 р. станом на 21 січ. 2010 р. [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України [сайт]. — Режим доступу: http://www.customs.com.ua/php/ document.php?ISN=5492. — Заголовок з екрану.

21. Хрутьба, В. О. Огляд стандартів управління проектами для программ поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі / В. О. Хрутьба //Вісник Національного транспортного університету. - 2010. - № 20. - С. 81-86. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu_2010_20_17.pdf. — Назва з екрану.

REFERENCES

1. Shulman V. L., *Tire Recycling*. European Tire Recycling Association (ETRA), 2004. 144 p.

2. Reschner K. *Scrap Tire Recycling: A summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods*. Available at: http://www.entireengineering.de/ Scrap_Tire_Recycling.pdf (Accessed 20 March 2015).

3. Blumenthal M., Sikora M., Arreola J., Brunner J., Newman C. *Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico.* The U.S. Environmental Protection Agency, 2010. 134 p.

4. Perederiy V. P. *Ustroystvo avtomobylya* [Arrangement of the Car]. Moscow, Forum Publication, 2008. 288 p.

5. Petrenko T. V., Novychkov Y. A., Pozdnyakov E. I., Hazypova V. V. *Utylizatsiya vidpratsovanykh avtomobilnykh shyn* [Recycling of Scrap Tires]. Dnipropetrovsk, Digital Typography, 2007. 110 p.

6. *Utvorennya ta utylizatsiya vidkhodiv za katehoriyamy materialiv u 2013* [Formation and Recycling of Waste By Categories in 2013]. State Statistics Service of Ukraine. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/. (Accessed 21 April 2015).

7. Pro zatverdzhennya poryadku zbyrannya, zahotivli ta utylizatsiyi znoshenykh shyn i zdiysnennya vidpovidnoho kontrolyu [On Approval Of The Gathering, Storage And Disposal Of Used Tires And Implementing Aappropriate Control]. Draft of the Joint Order Of The Ministry Of Ecology And Natural Resources, Ministry Of Economic Development And Trade, Ministry Of Income And Fees From 21.03.2013. Available at: //www.menr.gov.ua/index.php/normbaza/regulatory/554-proekty-rehuliatornykh-aktiv. (Accessed 20 April 2015).

8. Kryvokon A. G. *Problemy utylizatsiyi ta vidnovlennya avtotraktornykh shyn v konteksti ekolohichnoho rozvytku Ukrayiny* [Problems of recycling and recovery of automotive tires in the context of environmental development Ukraine]. *Skhidno–Yevropeyskyy Zhurnal Peredovykh Tekhnolohiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 2011, issue 3/11(51), pp. 8-10.

9. Kreshchenetskyy V. L., Kapitula V. Y. *Shlyakhy rozvyazannya problemy pererobky vidprats'ovanykh shyn* [Ways Of Solving The Problem Of Recycling Waste Tires]. *Visnyk SNU imeni V. Dalya* [Bulletin of SNU named after V. Dal], 2012, issue 5(194), pp. 85-88.

10. *Hihiyenichni vymohy shchodo povodzhennya z promyslovymy vidkhodamy ta vyznachennya yikh klasu nebezpeky dlya zdorovya naselennya:DSANPIN 2.2.7.029–99* [Hygienic Requirements For Industrial Waste Management And Determination Of Their Class Of Danger To Public Health: STATE STANDARDS 2.2.7.029-99]. Zatverdzheno Postanovoyu Holovnoho Derzhavnoho Sanitarnoho Likarya Ukrayiny vid 01.07.1999 №29 [Approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of Ukraine of 01.07.1999 #29]. Available at: http://www.dsesu.gov.ua/ua/normativna–pravova–baza/sanitarni–pravyla–i–normy/file/71–3170–84?start=40. (Accessed 29 April 2015).

11. Khrutba V. O. *Osnovy upravlinnya proektamy i prohramamy povodzhennya z vidkhodamy v transportno–dorozhnomu kompleksi* [Fundamentals Of Projects And Programs Of Waste Management In The Transport System], Kyiv, National Transport University, 2013. 192 p.

12. Khesyna A. Ya, Kryvosheeva L. V., Tretyakov O. B., Kornev V. A., Reutov S. L., Obodovskaya N. Y. Issledovanye soderzhanyya khymycheskykh kantserohennykh veshchestv v shynnykh rezynakh [The Study of Chemical Carcinogens in Tire Rubber]. *Tezysy dokladov V Rossyyskoy nauchno–praktycheskoy konferentsyy rezynshchykov (15-19.05.1998)* [Proc. of the 5th Int. Scientific and Practical Conf. of Rubber Producers. Moscow, 1998, p. 441-443.

13. Linda Chalker–Scott *The Myth of Rubberized Landscapes: Recycled Rubber Mulch Is an Environmentally Friendly, Non–Toxic Choice for Landscapes*. Puyallup Research and Extension Center, Washington State University. Available at: http://puyallup.wsu.edu/~linda%20chalker–scott/. (Accessed 20 April 2015).

14. Horner J. M. *Environmental Health Implications of Heavy Metals Pollution From Car Tyres*. Rev.

Environ. Health Journal, 1999, issue 11(4), pp. 175-178.

15. Nikitchenko Yu. S., Zaporozhets O. I. *Otsinka ekolohichnykh ryzykiv pry skladuvanni znoshenykh avtomobilnykh shyn na zvalyshchakh* [Evaluation of environmental risks at the storage of scrap tires in landfills]. *Skhidno–yevropeyskyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern-European advanced technology magazine], 2013, issue 2/11(62), pp. 19–24.

16. *Trends in the Global Tire Industry*. Supplier Business. IHS Global Limited, 2013. 279 p.

17. *End–of–Life Tires. A Framework For Effective Management Systems*. World Business Council for Sustainable Development. The Tire Industry Project, 2010, 19 p.

18. *Tyre Industry of Japan*. The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association. JATMA, 2013. 32 p.

19. Nikitchenko Yu. S. *Ekologicheskaya bezopasnost i ekonomicheskaya effektivnost tehnologiy pererabotki iznoshennyih shin transportnih sredstv* [Environmental safety and economic efficiency of technologies for recycling of used vehicle tires]. Nauchnyiy zhurnal «Aprobatsiya» [Scientific Journal “Approbation”], 2014, issue 8(23), pp. 9-12.

20. *Pro vidkhody: zakon Ukrayiny* [About Wastes: Ukrainian Law]. Available at: http://www.customs.com.ua/php/ document.php?ISN=5492. (Accessed 15 April 2015).

21. Khrutba V. O. *Ohlyad standartiv upravlinnya proektamy dlya prohramm povodzhennya z vidkhodamy v transportno-dorozhnomu kompleksi* [Overview of project management standards for waste management programs in the transport system]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu* [Bulletin of the National Transport University], 2010, issue 20, pp. 81-86. Available at: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu_2010_20_17.pdf. (Accessed 20 April 2015).

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.О. Екологічна безпека при поводженні з відпрацьованими шинами транспортних засобів / В.О. Хрутьба, Ю.С. Нікітченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті визначено фактори екологічної небезпеки при неконтрольованому накопиченні відпрацьованих шин та сформульовані ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами.

Об’єкт дослідження - відпрацьовані шини транспортних засобів.

Мета роботи - оцінка факторів впливу на екологічну безпеку на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами та визначення ключових принципів екологічно безпечного та ресурсоефективного управління відходами.

Методи дослідження – аналіз, спостереження, узагальнення, порівняння, моделювання, формалізація.

Стрімке збільшення кількості автотранспортних засобів протягом останніх десятиліть призвело до утворення й накопичення значних обсягів відпрацьованих шин. Встановлено, що неконтрольоване складування відпрацьованих шин у довкіллі призводить до зниження екологічної безпеки навколишнього природного середовища в результаті підвищених екологічних ризиків забруднення атмосфери, деградації та забруднення ґрунтів, забруднення підземних та наземних вод, підвищення небезпеки для здоров’я населення; показано, що ефективність системи поводження з відпрацьованими шинами залежить як від техніко-економічних показників, так і показників екологічної безпеки; зазначено, що система поводження з відходами має забезпечувати, в першу чергу, мінімізацію сукупних збитків, що виникають в результаті поводження з відпрацьованими шинами, відносно збитків при неконтрольованому зберіганні цих відходів на звалищах й полігонах; ідентифіковано фактори, які впливають на рівень екологічної безпеки на всіх етапах системи поводження з відпрацьованими шинами; визначено ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами.

Результати статті можуть бути впровадженні при розробці сучасної для України моделі екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження – розробка ефективної екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІДПРАЦЬОВАНІ ШИНИ, ВІДХОДИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ.

ABSTRACT

Khrutba V.A., Nikitchenko Y.S. Environmental safety of scrap tires management. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper identifies factors of environmental hazard in time of uncontrolled accumulation of scrap tires and sets out the key principles of environmental safety for scrap tires management.

Object of the study – scrap tires.

Purpose of the study – to evaluate impact factors for the environmental safety at every stage of the rubber waste management system; and to identify key principles of environmental safety and resource effective scrap tires management system.

Methods of the study - analysis, observation, generalization, comparison, modeling, formalization.

The rapid increase of transport vehicles amount in recent decades has led to the formation and accumulation of significant volumes of scrap tires. In this article defined that uncontrolled storage of scrap tires in the environment reduces the environmental safety as a result of increased environmental risks of air pollution, degradation of soils, pollution of groundwater and surface water, increasing the danger to public health; showed that the effectiveness of scrap tires management depends on technical and economic indicators as well as indicators of environmental safety; stated that the system of waste management has to provide, first of all, minimization the total losses resulting from the scrap tires management, in comparison with losses in case of uncontrolled storage of these wastes in landfills; identified factors that affect the level of environmental safety at all stages of the scrap tires management system; listed the key principles of environmental safety for scrap tires management system.

The results of the article can be used for the development of contemporary Ukrainian model of environmentally safe scrap tires management system taking into account a resources value of produced secondary raw materials.

Forecast assumptions about the object of study - the development of an effective and environmentally safety scrap tires management system.

KEY WORDS: SCRAP TIRES, WASTE, ENVIRONMENTAL SAFETY, ENVIRONMENTAL RISKS, WASTE MANAGEMENT.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.А. Экологическая безопасность при обращении с отработанными шинами транспортных средств / В.А. Хрутьба, Ю.С. Никитченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье идентифицированы факторы экологической опасности при неконтролируемом накоплении изношенных шин и сформулированы ключевые принципы экологической безопасности при обращении с отработанными шинами как отходами.

Объект исследования - изношенные шины транспортных средств.

Цель работы – оценка факторов влияния на экологическую безопасность на каждом этапе системы обращения с отработанными шинами и определение ключевых принципов экологически безопасного и ресурсоэффективного управления отходами.

Методы исследования - анализ, наблюдение, обобщение, сравнение, моделирование, формализация.

Стремительное увеличение количества автотранспортных средств в течениеи последних десятилетий привело к образованию и накоплению значительных объемов изношенных шин. Установлено, что неконтролируемое складирования шин на свалках или полигонах приводит к снижению уровня экологической безопасности окружающей природной среды в результате повышения экологических рисков загрязнения атмосферы, деградации и загрязнения почв, загрязнения подземных и наземных вод, повышения опасности для здоровья населения; показано, что эффективность системы обращения с отработанными шинами зависит как от технико-экономических показателей, так и показателей экологической безопасности; указано, что система обращения с отходами должна обеспечивать, в первую очередь, минимизацию совокупных убытков, возникающих в результате обращения с отработанными шинами, относительно убытков при неконтролируемом хранении этих отходов на свалках и полигонах; идентифицированы факторы, влияющие на уровень

экологической безопасности на всех этапах системы обращения с отработанными шинами; определены ключевые принципы экологической безопасности при обращении с отработанными шинами.

Результаты статьи могут быть внедрены при разработке современной для Украины модели экологически безопасной системы обращения с изношенными шинами как отходами с учетом ресурсной ценности получаемого вторичного сырья.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования - разработка эффективной экологически безопасной системы обращения с изношенными шинами транспортных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИЗНОШЕННЫЕ ШИНЫ, ОТХОДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ, УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ.

АВТОРИ

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, в.о. завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. +380935372915, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 01.

Нікітченко Юлія Станіславівна, кандидат технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, асистент кафедри екологічного менеджменту та підприємництва, e-mail: julia_n_s@ukr.net , тел. +380632988465, Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90а, ауд. 207/2.

AUTHORS:

Khrutba Victoria A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: hrutba@mail.ru, tel. +380935372915, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 01.

Nikitchenko Julia S., Ph.D in Technical Science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Assistant Lecturer of the Department of Environmental Management and Entrepreneurship, e-mail: julia_n_s@ukr.net, tel. +380632988465, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska str., 90a, of. 207/2.

АВТОРЫ

Хрутьба Виктория Александровна, доктор технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, и.о. заведующей кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. +380935372915, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 01.

Никитченко Юлия Станиславовна, кандидат технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ассистент кафедры экологического менеджмента и предпринимательства, e-mail: julia_n_s@ukr.net, тел. +380632988465, Украина, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, 90а, ауд. 207/2.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Купалова Г.І., доктор економічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри екологічного менеджменту та підприємництва, Київ Україна.

REVIEWERS:

Kupalova Galyna I., Doctor of Economics, Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Head of the Department of Environmental Management and Entrepreneurship, Kyiv Ukraine.

УДК 574.24
UDC 574.24

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОЛОГІЧНИХ ТЕСТ-ОБ’ЄКТІВ

Барабаш О.В., кандидат біологічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Виноградова Д.О., магістр, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ENVIRONMENTAL MONITORING OF POLLUTION OF SOILS WITH BIOLOGICAL TEST OBJECT

Barabash O.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Vynogradova D.O., MSc, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

Барабаш Е.В., кандидат биологических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Виноградова Д.А., магистр, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Незбалансоване антропогенне навантаження на природні ресурси в міських екосистемах супроводжується техногенним забрудненням середовища. Значної трансформації зазнають едафотопи, що зумовлено високою катіонною поглинаючою здатністю ґрунтів [1]. Екзогенне привнесення у ґрунти токсикантів призводить до ґрунтово-екологічного дискомфорту: спричиняє негативні зміни фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунту, погіршення умов життєдіяльності ґрунтової біоти, порушення нормального росту й розвитку культурних рослин аж до їх загибелі, що, врешті-решт, знижує рівень безпеки життєдіяльності самої людини.

Виходячи із вище зазначеного, інструментальні методи оцінки екологічного стану навколишнього середовища та окремих його компонентів не дозволяють об’єктивно охарактеризувати небезпеку антропотехногенного впливу на живі організми. Адже при контролі за фізичними чи хімічними чинниками не врахованими залишаються ефекти кумулятивного впливу, синергічних нівелюючих чи адитивних взаємозв’язків тощо. Об’єктивна оцінка можлива лише за умови проведення біологічного моніторингу, основним методичним прийомом якого є біотестування [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

За результатами аналізу літературних джерел з проблеми забруднення ґрунтів м. Києва визначено, що основними забруднюючими елементами виступають солі важких металів, отрутохімікати, нафтопродукти, феноли та інші речовини [2].

Гранично допустима концентрація шкідливих речовин інколи перевищує 15 од. Такі ділянки зареєстровані в Дніпровському, Деснянському, Дарницькому та Голосієвському районах міста, тобто там, де розташовані досить потужні промислові підприємства і де спостерігаються високі рівні забруднення атмосферного повітря.

В ґрунтових товщах цих районів постійно фіксуються такі інгредієнти, як ртуть, свинець, цинк, хром, нікель, мідь, барій, ванадій, вольфрам, марганець. Найбільше забруднення ґрунтів спостерігається в районі ТЕЦ-4, де вміст цинку перевищує фоновий рівень у 22 рази, АТ "Київгума" - відповідно у 8,5 рази, авіазаводу - 7 разів; біля заводів Художнього скла, заводу "Більшовик"та "Радар" (перевищення фонових значень вмісту свинцю в 3,5 рази, міді в 3-5 разів).

Невирішені раніше частини загальної проблеми. У даний час оцінка ступеня екологічної небезпеки традиційно здійснюється шляхом визначення у навколишньому середовищі окремих потенційно шкідливих речовин або впливів і порівняння отриманих результатів із законодавчо установленими для них граничнодопустимими величинами. У той же час такий спосіб контролю має ряд істотних недоліків. Аналітичні методи, як правило, трудомісткі, не завжди експресні, вимагають дорогого, іноді дефіцитного обладнання і реактивів, а також висококваліфікованого обслуговуючого персоналу. Але головний їх недолік в тому, що ці методи не можуть гарантувати достовірної оцінки екологічної небезпеки, яким би широким не був спектр аналізованих речовин. Адже важливі не самі рівні забруднень і впливів, а ті біологічні ефекти, які вони можуть викликати і про які не може дати

інформацію навіть найточніший хімічний чи фізичний аналіз.

Поряд із інструментальними методами оцінки забруднення природного середовища використовується метод біотестування, що базується на адекватному відображенні живими організмами умов середовища, в яких вони розвиваються і на зміну яких відповідним чином реагують [3].

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою роботи було оцінити рівень забруднення грунтів районів м. Києва шляхом біотестування відібраних зразків за допомогою рослини – індикатора *Lepidium sativum.*

Виклад основного матеріалу дослідження. Стрімкий розвиток промисловості та постійне посилення урбанізаційних процесів спричинює небажані зміни в природному середовищі, важливим аспектом яких є забруднення та деградація ґрунтового шару.

Особливу роль у системі екологічного моніторингу відіграє біологічний моніторинг, тобто моніторинг біологічної складової екосистеми (біоти).

Застосування методів біологічного моніторингу об’єктів навколишнього середовища є важливою ланкою наукових досліджень. Оскільки вони показують не кількісну оцінку наявності шкідливого компоненту в об’єктах природного середовища, а характеризують вплив даних речовин на розвиток живих організмів, які знаходяться в зоні дії щодо чинних факторів.

Основоположним принципом біологічного моніторингу є встановлення оптимального – контрольного рівня, будь-які відхилення від якого свідчать про стресовий вплив. Зазвичай при оцінці оптимуму по якомусь одному параметру виникає питання про те, чи будуть дані умови оптимальними також і для інших характеристик організму.

Виділяють дві форми відповіді живих організмів, використовуваних з метою біоіндикації, - специфічну і неспецифічну. У першому випадку відбуваються зміни пов'язані з дією одного будь-якого фактора. При неспецифічній біоіндікації різні антропогенні фактори викликають однакові реакції.

Залежно від типу відповідної реакції біоіндикатори поділяють на чутливі і кумулятивні. Чутливі біоіндикатори реагують на стрес значним відхиленням від життєвих норм, а кумулятивні накопичують антропогенний вплив, значно перевищуючий нормальний рівень в природі, без видимих змін.

Відповідна реакція біоіндикаторів на певний фізичний або хімічний вплив повинна бути чітко виражена, тобто специфічна, легко реєструватися візуально або за допомогою приладів.

Біотестування дає змогу за відповідною реакцією тест-організму отримати інтегральну інформацію за всією сукупністю впливових (токсичних) агентів, які чинять вплив на тест-об’єкт. Завдяки простоті, оперативності та доступності, біотестування отримало широке визнання у всьому світі. На сучасному етапі відома велика кількість біотесторів, але стандартизованих не так вже й багато (в Україні це тести з прісноводними рибами, гіллястовусими та зяброногими ракоподібними, водоростями, інфузоріями та бактеріями [1, 2]. Біотестування висуває ряд вимог, дотримання яких є необхідним для отримання достовірних результатів: відносна швидкість проведення досліджень, отримання достатньо точних і відтворюваних результатів, застосування об’єктів біотестування у великій кількості і з однорідними властивостями, а також діапазон похибки порівняно з іншими методами не більше 20 %.

В залежності від цілей і завдань токсикологічного біотестування як тест-об'єкт застосовуються різні організми: вищі і нижчі рослини, бактерії, водорості, водні та наземні безхребетні. Особливо відомими є гармонізовані в Україні міжнародні стандарти з контролю за забрудненням грунту із використанням параметрів росту та розвитку рослин – ДСТУ ISO 11269–1:2004 та ДСТУ ISO 11269–2:2002, але вони дуже трудомісткі і складні у виконанні, передбачають застосування спеціальних умов і обладнання та великої кількості досліджуваного грунту.

Крім цього дослідження у відповідності до цих стандартів проводяться впродовж тривалого часу, а також, досить складно підібрати контрольний зразок грунту, який має бути не забруднений та якнайбільше схожий по структурі та за складом з досліджуваним. Все це не співпадає з основними принципами біотестування – простота і легкість у виконанні [4].

Для одержання достовірних даних про склад та властивості ґрунтів дуже важливим є належне і правильне здійснення відбору проб, що забезпечить більш точні результати аналізу ґрунту, на основі яких будуть видані правильні рекомендації. Для цього необхідно знати методику відбору проб грунту, час відбору та метод аналізу для отримання достовірних результатів.

Для проведення дослідження, здійснювали відбір зразків ґрунту відповідно до вимог державних стандартів № 17.04.3.01.83 та № 17.4.4.02.84 з урахуванням ґрунтових, ландшафтних й геоморфологічних особливостей території.

Відбір зразків ґрунту для експериментальних досліджень відбувався в ранньоосінній період на визначених внутрішньоквартальних дослідних ділянках урбоекосистеми та на фоновій території. Змішані ґрунтові проби відбирали методом «конверта» 5х5 м за існуючими методиками [4] відповідно до вимог державного стандарту № 17.04.3.01.83 та № 17.4.4.02.84 з урахуванням ґрунтових, ландшафтних й геоморфологічних особливостей території.

Дослідження проводили у 2014 р. у межах окремих районів урбоекосистеми м.Києва - Печерський, Деснянський, Дарницький, Оболонський, Голосіївський та Шевченківський райони (табл. 1).

Таблиця 1 - Дані про відбір проб

№ проби	Час	Місце
1.	18.09.2014	Дарницький - О.Мішуги 11б - 1 м
2.	18.09.2014	Дарницький - О.Мішуги 11б - 3 м
3.	18.09.2014	Печерський - Суворова 1 – 1м
4.	18.09.2014	Печерський - Суворова 1 – 3м
5.	18.09.2014	Шевченківський - Бесарабська площа 2 – 1
6.	18.09.2014	Шевченківський - Бесарабська площа 2 – 3
7.	19.09.2014	Оболонський - . Оболонський пр.-т 14 – 1 м
8.	19.09.2014	Оболонський - Оболонський пр.-т 14 – 3 м
9.	19.09.2014	Деснянський - Закревського 23 – 1 м
10.	19.09.2014	Деснянський - Закревського 23 –3м
11.	20.09.2014	Шевченківський - Салютна 12 – 1 м
12.	20.09.2014	Шевченківський - Салютна 12 – 3 м
13.	20.09.2014	Голосіївський - Китаєва пустинь – контрольний зразок

Активну кислотність визначали у водно-грунтової витяжці. Для цього додавали в колбу 40 г досліджуваного зразка грунту і змішували його з дистильованою водою у пропорції 1:3. Отриману суспензію добре струшували і давали випасти осаду. У відшаровану рідину вносили смужку з індикаторного паперу і, порівнюючи її забарвлення з кольоровою таблицею, зробили висновок про величину pH грунту (табл. 2).

Таблиця 2 - Значення pH відібраних зразків

Рівень pH	Місце відбору проб
8,5	Дарницький - О.Мішуги 11б
7,5	Печерський - Суворова 1
8	Шевченківський - Бесарабська площа 2
6,5	Оболонський - Оболонський пр.-т 14
7	Деснянський - Закревського 23
8	Шевченківський - Салютна 12
7	Голосіївський - Китаєва пустинь

Показник pH у пробах придорожніх територій досліджуваних районів коливається від 6,5 до 8,5. Найнижчий рівень pH грунту – 6,5 відмічено в Оболонському районі. Хоча показник і близький до нейтрального, спостерігається відхилення у бік слабо кислої реакції грунтового розчину, що пояснюється надмірними викидами автотранспорту вздовж Оболонського пр-ту та загалом викидами від розвинутого промислового сектору району. Нейтральні показники pH, окрім контрольного, відмічено в Деснянському та Печерському районах міста. Лужна реакція грунтового розчину

спостерігається у пробах взятих в Шевченківському та Дніпровському районах.

Для того, щоб підтвердити результати досліду з визначення pH грунту у відібраних зразках вирішено застосувати біоіндикатор кресс-салат, який відрізняється швидким проростанням насіння і майже стовідсотковою схожістю, яка помітно зменшується за присутності забруднювачів.

Кресс-салат (Lepidium sativum) – швидкоростуча, їстівна однорічна або дворічна трав'яниста рослина родини Капустяні, або Хрестоцвіті, що характеризується підвищеною чутливістю до забруднення ґрунту важкими металами, а також до забруднення повітря газоподібними викидами автотранспорту [3].

У пагонів та корінні цієї рослини під дією забруднювачів спостерігаються морфологічні зміни: затримка росту, викривлення пагонів, зменшення довжини і маси коренів, а також кількості насіння, яке проросло.

Для характеристики впливу складу грунтового розчину на проростання насіння кресс-салату виділяється комплекс фізіолого-морфологічних показників, які мають відмінності в досліджуваних зразках:

- енергія проростання насіння, %;
- схожість насіння,%;
- кількість аномальних проростків,%;
- середня довжина паростків, мм;

Перш ніж ставити експеримент з біотестування за допомогою крес-салату, партія насіння призначеного для дослідів перевіряється на схожість. Для цього насіння кресс-салату пророщували в чашках Петрі, в які насипали промитий річковий пісок шаром в 1 см. Зверху його накривали фільтрувальним папером і на нього розкладавали певну кількість насіння. Перед розкладкою насіння, пісок та папір зволожували до повного насичення водою. Зверху насіння закривали фільтрувальним папером і зверху нещільно накривали склом. Пророщування проводилися в лабораторії при температурі 20-25℃. Нормою вважається проростання 90-95% насіння протягом 3-4 діб. Відсоток пророслих насінин від числа посіяних називається схожістю.

Аналізуючи дані проростання кресс-салату на різній відстані від дороги, найбільший відсоток пророслого насіння, окрім контрольного зразка, відмічено у зразках грунту взятих у Печерському та Деснянському районах, рівень pH у яких – нейтральний. Найгірше проросло насіння у зразках взятих у межах Шевченківського та Дарницького районів, у яких реакція грунтового розчину була відмічена як лужна.

Для того, щоб краще відобразити залежність рівня pH від енергії проростання насіння, вирішено взяти середнє відсоткове значення пророслого насіння кожного зразка та порівняти їх між собою, в залежності від активної реакції кожного з них (рис. 1).

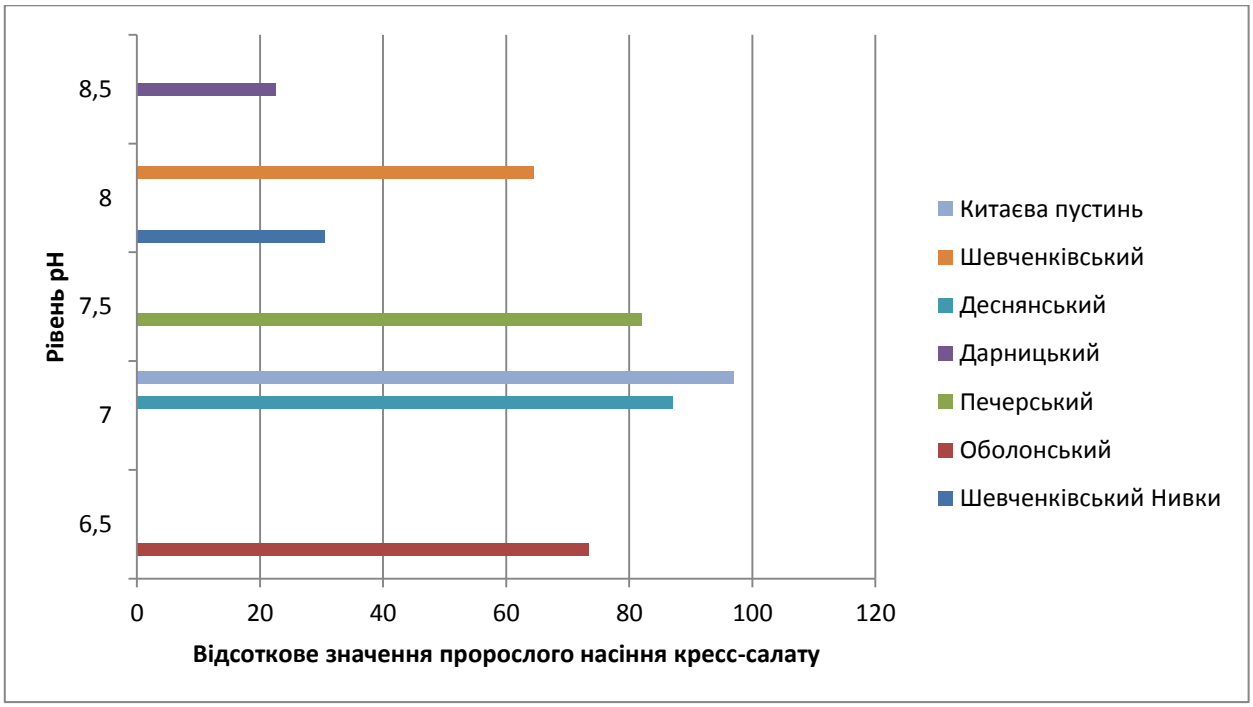


Рисунок 1. - Залежність відсоткового значення пророслого насіння від рівня pH грунту

Отже, насіння яке було висаджене у грунт з нейтральним та слабокислим рівнем pH має значно вищу енергію проростання у порівнянні із зразками, рівень pH яких 8-8,5.

Дані про відсоток пророслого насіння, у досліджуваних зразках, на відстані 1 та 4 м від проїжджої частини теж доводять залежність відсотку проростання насіння від pH середовища грунту (рис. 2, 3).

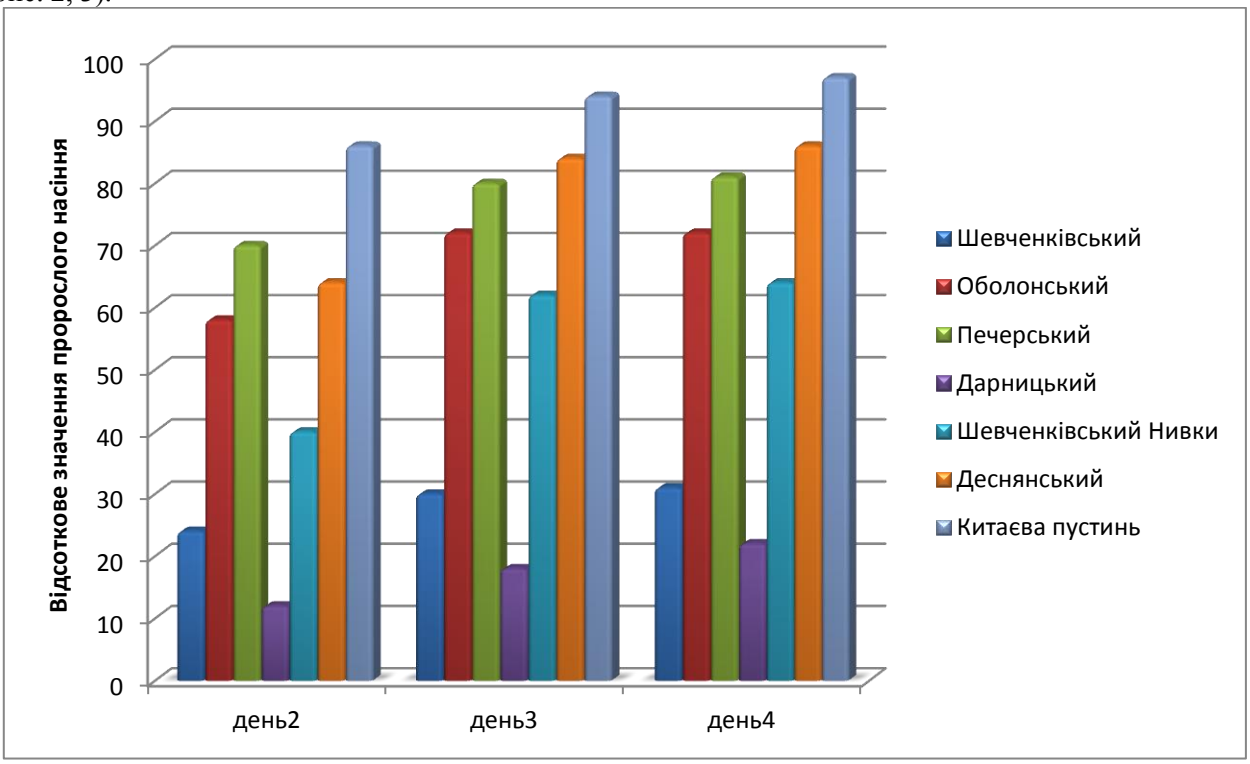


Рисунок 2. - Схожість насіння в досліджуваних зразках грунту на відстані 1м від дороги

Найменший відсоток проростання насіння відмічений у зразках з Шевченківського, Дарницького та Оболонського районів. Найкраще проросло насіння у контрольному зразку та на вулицях Суворова (Печерський район) та Закревського (Деснянський район).

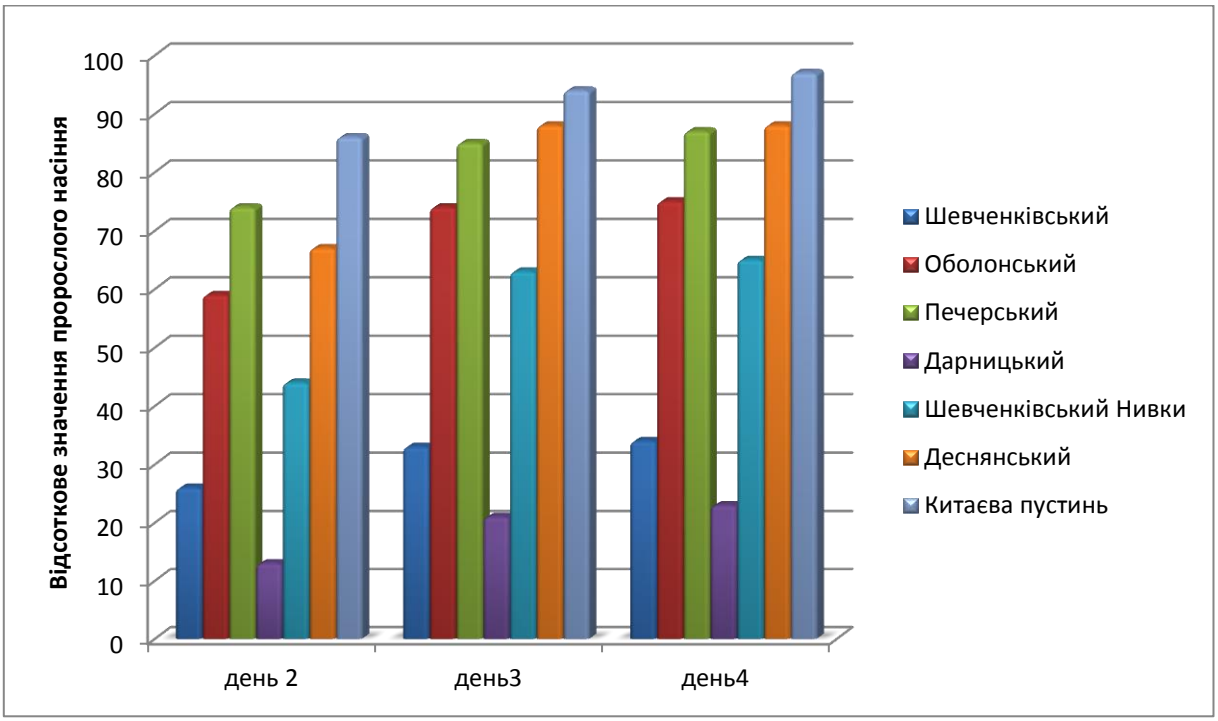


Рисунок 3. - Схожість насіння в досліджуваних зразках грунту на відстані 4 м від дороги

Також була відмічена закономірність у проростаннікресс-салату на відстані 1 та 3 м від проїжджої частини. Виявлено, що практично у кожному з відібраних зразків відсоток пророслого насіння більший у зразках, які були відібрані на відстані 3м від дороги. Найкраще це відображено у результатах по Дарницькому районі, де різниця складає 15 %, та у Шевченківському районі, де різниця відповідно склала 17%.

Для проведення активної фітоіндикації грунту (22.09. - 1.10.2014р.) вирощували кресс-салат протягом 10-12 днів спостерігаючи за проростанням насіння (рис.4, 5, 6) та підтримуючи вологість субстратів на одному рівні. Починаючи з 5 дня експерименту, кожного дня проводили заміри довжини пагонів кресс-салату. Визначаючи середню довжину пагона кожного зразка. Також відмічали кількість особин, які загинули в процесі росту та спостерігали за іншими метаморфозами.

У процесі експерименту були визначені наступні показники :

– енергія проростання насіння, %;
– схожість насіння, %;
– кількість аномальних проростків, од;
– середня довжина паростків кожного зразка, мм;
–

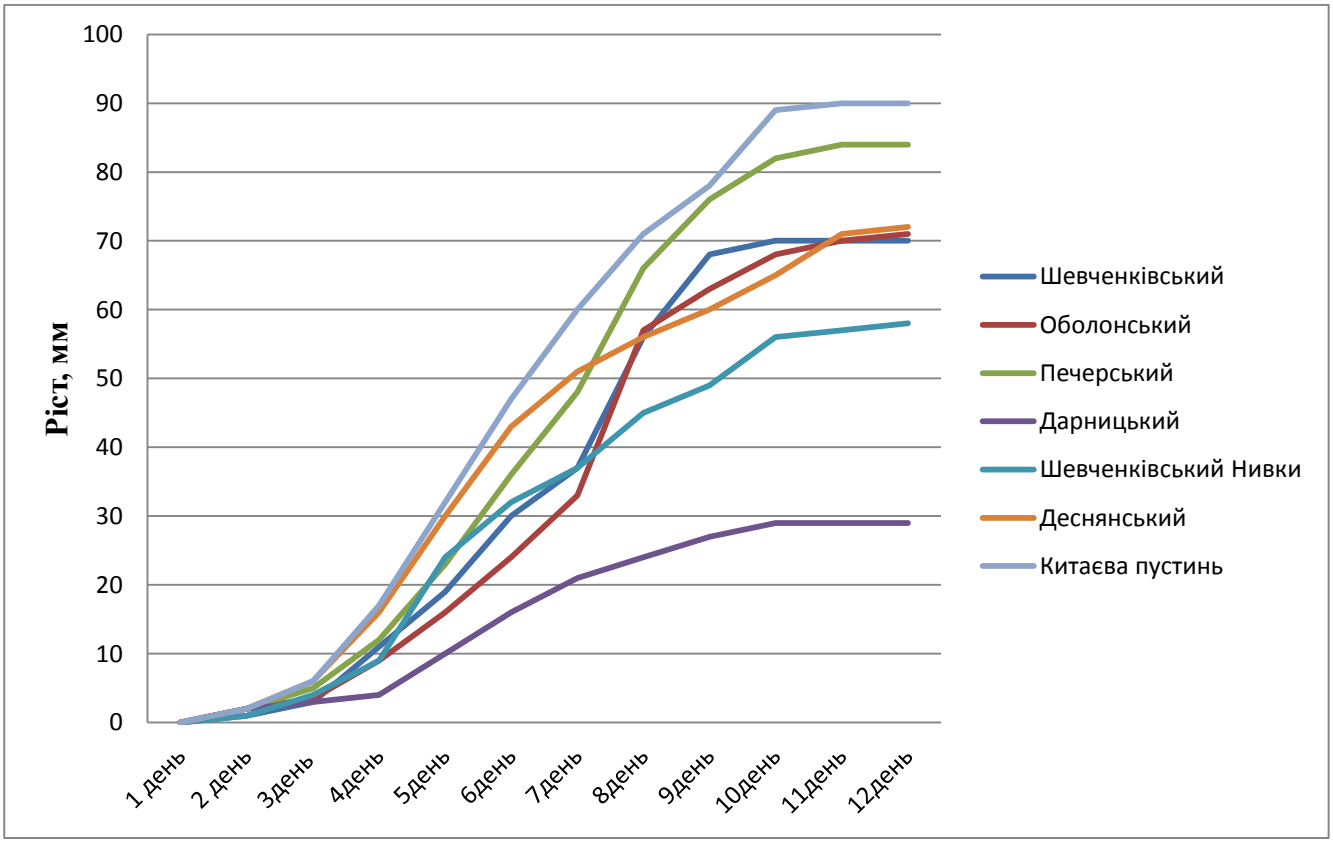


Рисунок 4. - Проростання насіння кресс-салату у грунті

В ході дослідження виявлено, що тест-об’єкти зразка грунту відібраного в Дарницькому районі мають ступінь пригніченості росту більше 25% в порівнянні з контрольним зразком – грунту з Китаєвої пустині. Це свідчить про великий ступінь забруднення грунтового покриву важкими металами.

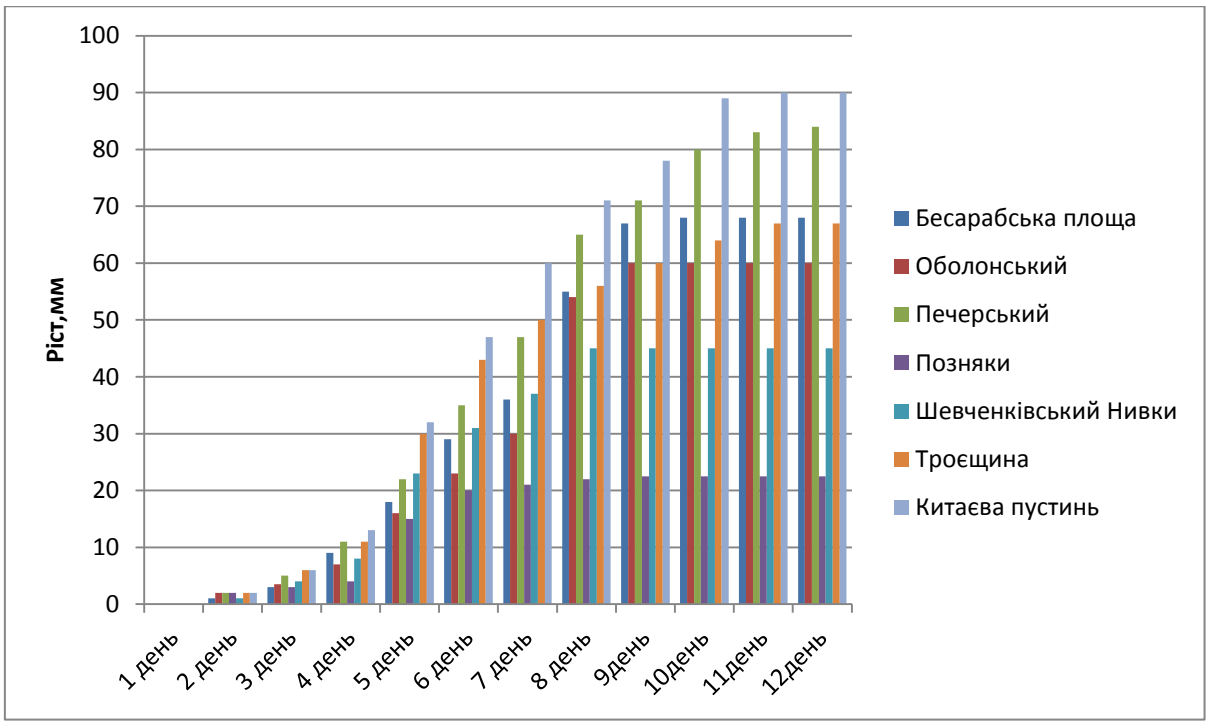


Рисунок 5. - Проростання крес-салату на відстані 1 м від дороги

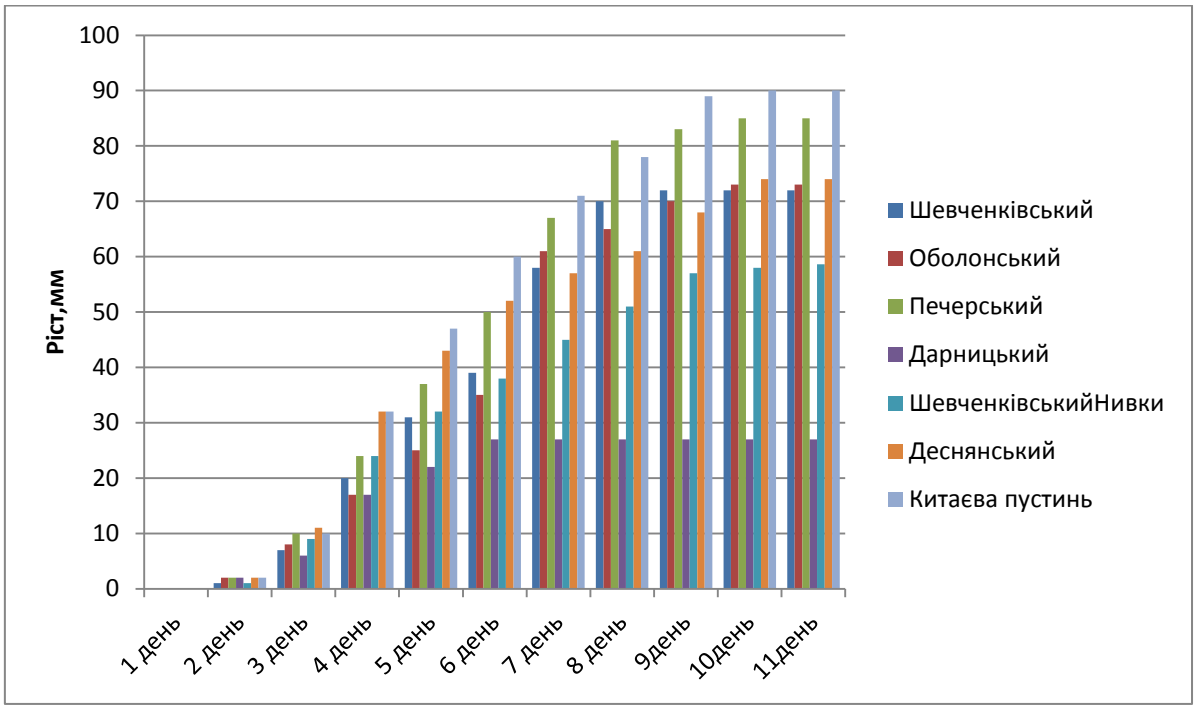


Рисунок 6. - Проростання крес-салату на відстані 3 м від дороги

У ході проведення дослідження було відмічено, що у зразках взятих на більшій відстані від дороги не спостерігається аномалій під час росту тест-об’єктів як це відмічено у зразках взятих на відстані 1 м від проїжджої частини.

Висновки. Живі організми чутливі до змін, які відбуваються в навколишньому середовищі і за їх кількісними показниками та особливостями розвитку можна визначити природні процеси, умови та антропогенні зміни в середовищі існування. Біоіндикаційні методи дозволяють без спеціального обладнання, приборів і реактивів вивчити стан природного середовища. Дослідження щодо ступеня забруднення грунтів проводились за допомогою стенотопного реєструючого індикатора рослини

кресс-салат (*Lepidium sativum*) для урбоекосистем м.Києва - Печерського, Деснянського, Дарницького, Оболонського, Голосіївського та Шевченківського районів Реєструючи зміни фенообліку, зміни швидкості росту, всхожість проведено градацію токсичності та визначено рівень забруднення грунтів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мэнинг У. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У. Мэнинг, У. Федер. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. – 143 с.

2. Захаров В. М. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В. М. Захаров, Д. М. Кларк. – М. : Междунар. фонд “Биотест”, 1995. – 68 с.

3.Егорова Е. И. Биотестирование и биоиндикация окружающей среды / Е. И. Егорова, В. И. Белолипецкая. – Обнинск : ИАТЭ, 2000. – 80 с.

4.Егорова Е.И. Биотестирование объектов окружающей среды. Лабораторный практикум по курсу «Биотестирование» // Е.И. Егорова, Б.И. Сынзыныс . – Обнинск: ИАТЭ, 1997. – 88 с.

REFERENCES

1. Manning W. Biomonitoring of air pollution using plants / W. Manning, W. Feder. - L. Gidrometeoizdat, 1985. - 143 p.

2. Zakharov V.M. Biotest: integrated assessment of ecosystem health and species / V.M. Zakharov, D.M. Clark. - M.: Intern. Fund "Biotest", 1995. - 68 p.

3.Egorova E.I. Bioassay and bioindication environment / E.I. Egorova, V.I. Belolipetskii. - Obninsk: INPE, 2000. - 80 p.

4.Egorova E.I. The bioassay of the environment. Laboratory workshop on the course "bioassay" // E.I. Egorov, B.I. Synzynys. - Obninsk: INPE, 1997. - 88 p.

РЕФЕРАТ

Барабаш О.В., Виноградова Д.О. Екологічний моніторинг забруднення грунтів з використанням біологічних тест-об’єктів.// Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Особливу роль у системі екологічного моніторингу відіграє біологічний моніторинг, тобто моніторинг біологічної складової екосистеми (біоти).

Застосування методів біологічного моніторингу об’єктів навколишнього середовища є важливою ланкою наукових досліджень. Оскільки вони показують не кількісну оцінку наявності шкідливого компоненту в об’єктах природного середовища, а характеризують вплив даних речовин на розвиток живих організмів, які знаходяться в зоні дії щодо чинних факторів.

Основоположним принципом біологічного моніторингу є встановлення оптимального – контрольного рівня, будь-які відхилення від якого свідчать про стресовий вплив. Зазвичай при оцінці оптимуму за одним із параметрів виникає питання про те, чи будуть дані умови оптимальними також і для інших характеристик організму.

Залежно від типу відповідної реакції біоіндикатори поділяють на чутливі і кумулятивні. Чутливі біоіндикатори реагують на стрес значним відхиленням від життєвих норм, а кумулятивні накопичують антропогенний вплив, значно перевищуючий нормальний рівень в природі, без видимих змін.

Відбір зразків ґрунту для експериментальних досліджень здійснювали в ранньоосінній період на визначених внутрішньоквартальних дослідних ділянках урбоекосистеми та на фоновій території. Змішані ґрунтові проби відбирали методом «конверта» 5х5 м за існуючими методиками відповідно до вимог державного стандарту № 17.04.3.01.83 та № 17.4.4.02.84 з урахуванням ґрунтових, ландшафтних й геоморфологічних особливостей території.

Встановлено, що живі організми чутливі до змін, які відбуваються в навколишньому середовищі і за їх кількісними показниками та особливостями розвитку можна визначити природні процеси, умови та антропогенні зміни в середовищі існування. Біоіндикаційні методи дозволяють без спеціального обладнання, приборів і реактивів вивчити стан природного середовища. Дослідження щодо ступеня забруднення грунтів проводились за допомогою стенотопного реєструючого

індикатора рослини кресс-салат (*Lepidium sativum*) для урбоекосистем м.Києва - Печерського, Деснянського, Дарницького, Оболонського, Голосіївського та Шевченківського районів. Реєструючи зміни фенообліку, зміни швидкості росту, всхожість проведено градацію токсичності та визначено рівень забруднення грунтів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БІОІНДИКАЦІЯ, ТЕСТ-ОБ’ЄКТ, БІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, БІОТА.

ABSTRACT

Barabash O.V., Vynogradova D.O. Environmental monitoring soil pollution using biological test objects. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

A special role in environmental monitoring plays a biological monitoring, biological monitoring is part of the ecosystem (biota).

Application of biological monitoring of the environment is an important part of research. Since they show no quantitative assessment of harmful component in the objects of the environment, and describe the impact of these substances on the development of living organisms that are in the area of effective factors on

The fundamental principle of biological monitoring is the optimal - control level, any deviation from which testify to the stress effect. Usually when assessing the optimum for any one parameter raises the question of whether there are conditions optimal also for other characteristics of the organism.

Depending on the response of bioindicators share sensitive and cumulative. Sensitive bioindicators react to stress a significant deviation from the norms of life and accumulate cumulative human impact, significantly exceeding the normal level in nature, with no visible change.

Sampling ground for experimental studies performed in period on certain intra urboecosystem test plots and the background area. Mixed soil samples were taken by "Envelope» 5x5 of the existing methods in accordance with the requirements of the state standard № 17.04.3.01.83 and № 17.4.4.02.84 considering soil, landscape and geomorphological features of the area.

Established that living organisms are sensitive to changes in the environment and their quantitative indicators and characteristics of natural processes can be defined, conditions and anthropogenic changes in habitat. Bioindication methods allow without special equipment, devices and reagents to examine the state of the environment. Research on the degree of contamination of soils were conducted by stenotopnoho recording indicator plants Garden cress (Lepidium sativum) for urban ecosystems Kiev - Pechersk, Desnyanskiy, Darnytskyi, Obolon, Goloseevskyi and Shevchenko district fenoobliku registering changes, changes in the rate of growth, vshozhist held graduation toxicity and determined the level of soil contamination.

KEY WORDS: BIOINDICATION, TEST OBJECTS, BIOLOGICAL MONITORING, BIOTA.

РЕФЕРАТ

Барабаш Е.В., Виноградова Д.А. Экологический мониторинг загрязнения почв с использованием биологических тест-объектов .// Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Особую роль в системе экологического мониторинга играет биологический мониторинг, то есть мониторинг биологической составляющей экосистемы (биоты).

Применение методов биологического мониторинга объектов окружающей среды является важным звеном научных исследований. Поскольку они показывают не количественную оценку наличия вредоносного компонента в объектах природной среды, а характеризуют влияние данных веществ на развитие живых организмов, которые находятся в зоне действия относительно исследуемых факторов

Основополагающим принципом биологического мониторинга является установление оптимального - контрольного уровня, любые отклонения от которого свидетельствуют о стрессовом воздействии. Обычно при оценке оптимума по какому-то одному параметру возникает вопрос о том, будут ли данные условия оптимальными и для других характеристик организма.

В зависимости от типа соответствующей реакции биоиндикаторы разделяют на чувствительные и кумулятивные. Чувствительные биоиндикаторы реагируют на стресс значительным отклонением от жизненных норм, а кумулятивные накапливают антропогенное воздействие, значительно превышающие нормальный уровень в природе, без видимых изменений.

Отбор образцов почвы для экспериментальных исследований осуществляли в раннеосенний период на определенных внутриквартальных опытных участках урбоекосистеми и на фоновой территории. Смешанные грунтовые пробы отбирали методом «конверта» 5х5 м по существующим методикам в соответствии с требованиями государственного стандарта № 17.04.3.01.83 и № 17.4.4.02.84 с учетом грунтовых, ландшафтных и геоморфологических особенностей территории.

Установлено, что живые организмы чувствительны к изменениям, которые происходят в окружающей среде и по их количественными показателям и особенностям развития можно определить естественные процессы, условия и антропогенные изменения в среде обитания. Биоиндикационных методы позволяют без специального оборудования, приборов и реактивов изучить состояние природной среды. Исследования по степени загрязнения почв проводились с помощью стенотопного регистрирующего индикатора растения кресс-салат (Lepidium sativum) для урбоэкосистем г. Киева - Печерского, Деснянского, Дарницкого, Оболонского, Голосеевского и Шевченковского районов. Регистрируя изменения скорости роста, всхожесть проведено градацию токсичности и определен уровень загрязнения почв.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БИОИНДИКАЦИИ, ТЕСТ-ОБЪЕКТ, БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, БИОТА.

АВТОРИ:

Барабаш Олена Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: el_barabash@ukr.net, тел. +380983663316, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Виноградова Дарина Олександрівна, магістр, Національний транспортний університет, e-mail: belochk_@i.ua, тел.+380956593041, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

AUTHORS:

Barabash Olena V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associat professor department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: el_barabash@ukr.net, tel. +380983663316, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Vynogradova Daryna O., MSc, National Transport University, e-mail: belochk_@i.ua, tel. +380956593041, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Барабаш Елена Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: el_barabash@ukr.net, тел. +380983663316, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Виноградова Дарина Александровна, магистр, Национальный транспортный университет, e-mail: belochk_@i.ua, тел.+380956593041, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Скиба Юрій Андрійович, доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук, доцент, головний науковий співробітник відділу інтеграції вищої освіти і науки Інституту вищої освіти НАПН України, Київ, Україна.

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWER:

Skiba Yuri A., Doctor of Education, Ph.D., associate professor, chief researcher of the integration of Higher Education and Research Institute of Higher Education APS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Khrutba Viktoriia A., Doctor of Technical Science, National Transport University, associate professor Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.06
UDC 504.06

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

Барабаш О.В., кандидат біологічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Титикало Я.А, магістр, Національний транспортний університет, Київ, Україна

EXPERIENCE THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM FOR FACTORY

Barabash O.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tytykalo Y.A., MSc., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Барабаш Е.В., кандидат биологических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Тытыкало Я.А., магистр, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Сертифікація на відповідність міжнародному стандарту ISO 14001:2004 (національний стандарт ДСТУ ISO 14001:2006) та впровадження системи екологічного менеджменту - це найпростіший спосіб реально скоротити шкідливий вплив підприємства на навколишнє середовище і отримати від цього економічну вигоду. Дуже часто підприємства стикаються з проблемами під час розробки та впровадження систем менеджменту. Однією з них є неправильне планування робіт з розробки та впровадження СЕМ - терміни і виділені ресурси на роботи з впровадження СЕМ завищують або занижують. Інша проблема – це низьке залучення персоналу підприємства в роботу з розробки та впровадження СЕМ. Впровадження такої системи в підсумку зводиться до того, що система існує тільки на папері та не приносить ніякого ефекту.

При виконанні робіт з підготовки системи екологічного менеджменту підприємств до сертифікації існує ряд організацій, які надають певний пакет послуг, серед яких аналіз управлінської структури підприємства, рівня документації системи управління щодо забезпечення природоохоронної діяльності, визначення конкретних цілей і завдань у сфері екології для кожного підрозділу, ідентифікація і опис процесів підприємства і зрештою проведення попереднього аудиту наявної системи управління з метою визначення ступеня її відповідності вимогам стандарту.

Саме тому, надзвичайно актуальними в умовах сьогодення є практичні рекомендації щодо порядку та шляхів створення первинної документації конкретного підприємства – реєстру екологічних аспектів та їх суттєвості, цілей та задач діяльності підприємства, а від так і програми системи екологічного менеджменту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

За результатами аналізу літературних джерел з проблеми впровадження і можливостей функціонування системи екологічного менеджменту для підприємств, організацій тощо, встановлено, що в основному дослідження направлені на визначення понятійного апарату системи екологічного менеджменту та її складових – етапів створення документації, визначення її рівнів та груп [1]. Ряд досліджень базується на визначенні принципів міжнародних стандартів серії ISO 14000 в умовах конкретної країни, аналізуванні переваг впровадження системи екологічного менеджменту для підприємств [2]. Велика увага приділяється еколого-економічним проблемам підприємства та основним еколого-економічним принципам, зокрема «забруднювач платить» та ін. [3]. Дослідження такого рівня є надзвичайно актуальними, але вони не торкаються реальних проблем на діючих підприємствах України. Складності таких підприємств полягають саме в створенні документації СЕМ та документуванні різного роду реєстрів та процедур необхідних за стандартом ДСТУ ISO 14001:2006 [4, 5].

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Правова база і стандарти в галузі екологічного менеджменту в Україні сьогодні сформульовані так, що розібратися в них самостійно керівникам бізнесу без залучення фахівців практично неможливо. Ця проблема особливо гостро

стоїть перед представниками малого бізнесу, у яких немає коштів для залучення консультантів. Саме тому для більшості підприємців доступ до сучасних методів управління і ефективного функціонування бізнесу стає закритим. Отже, приклади впровадження системи екологічного менеджменту на реально діючих підприємствах України можуть стати незамінним помічником під час формування документації першого рівня на підприємствах аграрного комплексу.

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою роботи було створити групу документів щодо ефективного впровадження системи екологічного менеджменту для підприємства ПОСП «Уманський тепличний комбінат».

Виклад основного матеріалу дослідження.

Підприємство «Уманський тепличний комбінат» (табл.1) засноване в 1974 році як Уманський міжколгоспний навчально-виробничий тепличний комбінат і розташоване в м.Умані Черкаської області. Його засновником та незмінним директором є відомий агроном, Заслужений працівник сільського господарства України - Микола Васильович Гордій. Підприємство вибороло статус "Товаровиробник року" й отримало "Зірку якості".

Починаючи з 2002 року, площа сучасних теплиць європейського типу збільшилася на 28,1 га і на сьогоднішній день складає 35,15 га. Теплиці розташовані в м.Умань, а також по філіях підприємства - у містах Христинівка і Тальне Черкаської області: 22,5 га - м. Умань,1,05 га - м. Христинівка, 11,6 га - м. Тальне. Філіали Уманського тепличного комбінату функціонують на теренах Черкащини: в Тальному та Христинівці.

Таблиця 1- Загальні відомості про підприємство

Найменування даних	На момент проведення екологічного менеджменту
1. Назва підприємства	ПОСП «Уманський тепличний комбінат»
2. Адреса підприємства:	
Поштова	Україна, 20300, вул. Дерев’янка, 26, м.Умань, Черкаська область
Електронна	realiz@utk.org.ua
Сайт	http://www.utk.org.ua/
3.Форма власності	Приватна власність
4.Форма фінансування	ГОСПРОЗРАХУНОК

Для створення документації та впровадження СЕМ на Уманському тепличному комбінаті необхідно провести попередній аналіз його діяльності та виявити процеси, які впливають на стан навколишнього природного середовища [6].

Уманський тепличний комбінат – європейський лідер з урожайності овочів. Підприємство спеціалізується на вирощуванні висококласних томатів і огірків. Проте, тут вирощують не лише овочі. У кінці минулого року на Уманському тепличному з'явився новий зелений цех - спеціальне відділення для вирощування розсади. Такі суперсучасні європейські технології і масштаби (понад три гектари під склом спеціально для розсади) освоєні у вітчизняному овочівництві закритого ґрунту вперше.

В кінці 2008 року були введені в експлуатацію теплиці площею 5 га і висотою 7 м, в яких впроваджена технологія вирощування світлокультури. Ця технологія дозволяє вести цілорічне вирощування томатів і огірків з додатковим освітленням для покращення фотосинтезу в рослинах в зимовий період часу. Встановлено, що формування врожаю на суцвіттях прямо пропорційно освітленості: чим вище освітленість, тим більше закладається суцвіть, коротше період цвітіння і більша кількість квіток. Вирощування томата в зимовий період в умовах світлокультури не знижує якості продукції, а також її поживної цінності. Кліматичні умови і поживне середовище - це дві ключові умови, що визначають швидкість і якість розвитку рослин, дозрівання врожаю і його кінцевий обсяг. Саме тому підприємство приділяє велике значення цим аспектам виробництва.

Комп'ютерний контроль за мікрокліматом в теплицях дозволяє вести постійний аналіз внутрішніх і зовнішніх кліматичних показників (температури, швидкості і напряму вітру, вологості, рівня сонячної радіації). На підставі цих даних комп'ютер керує системами вентиляції, зашторювання, опалення, крапельного поливу та дозування вуглекислого газу.

Автоматизована система крапельного поливу вже встигла стати еталонною для підприємств, що займаються вирощуванням рослин у закритому ґрунті. У комплексі з постійним лабораторним моніторингом якості субстрату і води ця система дозволяє абсолютно точно дозувати полив і підживлення рослин в залежності від того, на якій стадії вегетації вони знаходяться. Зрозуміло, що така система поливу істотно знижує витрати води, але головне - це те, що вона дозволяє гарантовано отримувати високоякісний урожай. Крім того, на підприємстві використовують ультрафіолетову очистку дренажної води.

Сьогодні дуже прогресивним напрямком у виробництві сільськогосподарської продукції є органічне виробництво. Тому підприємство перейшло на вирощування овочів на кокосовому субстраті - повністю органічному продукті, який виготовляється із спеціальним чином обробленої та підготовленої кокосової тріски. Тому він є екологічною альтернативою мінеральній ваті. У ньому відсутні патогенні організми, збалансований рівень pH, і, головне - він має найвищу буферність, при цьому рівень вмісту повітря в ньому доходить до 30-40%. Все це створює прекрасні умови для повноцінного розвитку кореневої системи. Протягом всього періоду вегетації корені залишаються білими і здоровими. Це усуває необхідність додаткової роботи з підтримки життєдіяльності кореневої системи. Рослини в такому субстраті стають значно сильніше і здоровіше своїх скловатних побратимів, а плоди набувають високі смакові якості.

Сам вираз «тепличне господарство» передбачає використання теплової енергії, і від того, яким чином вона буде отримана, які технології при цьому використовуються, залежить економічна ефективність роботи всього господарства, особливо в часи стрімкого подорожчання енергоресурсів.

В тепличному господарстві використовується система автоматичного зашторювання енергозберігаючими і сонцезахисними екранами, технології піднятих лотків і багатоконтурної системи обігріву теплиць, система вирівнювання температурного поля по площі теплиць. Всі ці системи керуються комп'ютером, тобто мають максимальний рівень ефективності. Але на сьогоднішній день предметом особливої гордості підприємства є енергетичний комплекс. В ньому успішно реалізовані самі передові світові технології по одночасному виробленню електричної та теплової енергії за принципом когенерації, а також раціонального використання побічних продуктів згоряння природного газу для живлення рослин. Йдеться насамперед про вуглекислий газ, без якого фотосинтез неможливий.

Будівництво сучасного енергетичного комплексу з використанням когенераційної газопоршневої установки виробництва Caterpillar дозволило комбінату значно скоротити свої витрати на придбання енергоресурсів. На підприємстві активно розвивається проект з використання вторинної енергії.

Черговий проект, який впроваджено на комбінаті - електрична котельня загальною потужністю 40 МВт, призначена виробляти тепло, використовуючи значно дешевший нічний тариф на електроенергію. Це дає можливість скоротити вартість тепла на 30% порівняно з газом.

Провівши попередній аналіз діяльності підприємства для створення ефективної системи екологічного менеджменту необхідним було ідентифікувати екологічні аспекти (табл. 2).

За результатами аналізу діяльності підприємства ідентифіковано екологічні аспекти та визначено, що найбільшого впливу від господарювання ПОСП «Уманський тепличний комбінат» зазнають атмосферне повітря, грунти, надра та водні ресурси. Для оцінки суттєвих екологічних аспектів розглядались екологічні та ділові критерії, які визначали за трибальною шкалою від 1 до 3, від меншого впливу до більшого.

Оцінка суттєвості аспектів визначається за формулою (1) [5, 6]:

$$\text{Оцінка суттєвості} = (\text{Р} + \text{З} + \text{С} + \text{М} + \text{Ф} + \text{Т}) \times \text{У}, \quad (1),$$

Р - Ризики впливу на навколишнє середовище;
З - Відповідність законодавчим і нормативним документам;
С - Суспільна значущість і зацікавленість сторін;
М - Масштаб впливу;
Ф - Фінансові витрати на доведення до відповідності нормам;
Т - Можливість застосувати нову технологію;
У - Здатність управляти аспектом.

Таблиця – 2. Створення реєстру екологічних аспектів діяльності підприємства

№	Діяльність /продукт/ послуга	Аспект	Прямий/ Непрямий	Вплив на НС	Відповідність законодавству
1	Спалення природного газу для виробництва теплової енергії	Викиди парникових газів	Прямий	Забруднення ґрунту, атмосферного повітря, води	Земельний кодекс, Водний кодекс, З.У. «Про охорону атмосферного повітря»
2	Вирощування рослин у закритому ґрунті	Утворення відходів та їх утилізація	Прямий	Виснаження природних ресурсів	З.У. «Про охорону НПС»., Земельний кодекс, З.У. «Про відходи»
3	Визначення нітратів у продукції	Нітрати в овочах	Прямий	Забруднення ґрунтів, води, виснаження природних ресурсів	З.У. «Про охорону НПС», Водний кодекс, Земельний кодекс
4	Діяльність когенераційних установок	Використане масло	Прямий	Забруднення атмосферного повітря та ґрунтів	З.У. «Про охорону НПС», З.У. «Про надра»
5	Шум від когенераційних установок	Шум, вібрація Негативний вплив на людину та оточуюче середовище	Прямий	Забруднення води, атмосферного повітря та ґрунтів	Водний кодекс, З.У. «Про охорону НПС», З.У. «Про надра»
6	Озеленення території	Висадка зелених насаджень	Непрямий	Покращення стану НС	З.У. «Про охорону НПС»
7	Будівництво	Будівництво паркану	Непрямий	Зменшення шуму, вібрації	ДБН
8	Асфальтобету-вання дороги	Використання матеріалу	Непрямий	Виснаження природних ресурсів	ДБН

В ході розрахунків виявлено, що аспекти, які набрали більше 20 балів - є суттєвими екологічними аспектами, зокрема це викиди парникових газів, які утворюються під час спалення природного газу; нітрати в овочах, що призводять до виснаження природних ресурсів та згубно діють на організм людини, а також шум та вібрація від роботи когенераційних установок. Підприємство здатне управляти визначеними суттєвими аспектами. Тому, на основі реєстру суттєвих екологічних аспектів були запропоновані екологічна політика та програма екологічного менеджменту, які дозволять досягти екологічної результативності та ефективності в діяльності ПОСП «Уманський тепличний комбінат».

Для реалізації принципів екологічної політики підприємство ПОСП «Уманський тепличний комбінат» повинно забезпечувати :

1) Створення і підтримання безпечних для здоров’я умов праці.
2) Впровадження безперервної екологічної освіти співробітників ПОСП «Уманський тепличний комбінат».
3) Використовувати енерго- і ресурсозберігаючі технології, раціональне використання природних ресурсів, сировини та матеріалів.
4) Зменшувати кількість викидів у атмосферне повітря і скидів у водне середовище.
5) Удосконалювати систему поводження з відходами.
6) Здійснювати вимірювання кількості нітратів у продукції та запобігати можливим екологічним ризикам.

На основі запропонованої екологічної політики створено програму екологічного менеджменту для підприємства (табл. 3).

Таблиця 3 – Програма екологічного менеджменту ПОСП «Уманський тепличний комбінат».

Екологічна політика	**Створення і підтримання безпечних для здоров’я умов праці**			
Екологічні цілі	**Забезпечити покращення умов праці**			
Задача 1.1. Забезпечити дотримання всіх умов безпеки				
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
1. Встановлення захисних огорож для обмеження доступу працівників в небезпечні зони	Інженер з охорони праці	Квітень 2015р.	Кошти підприємства	Наказ замісника директора
2. Видати респіраторні маски, спецодяг для працівників з небезпечними хімікатами та токсичними речовинами.	Інженер з охорони праці	1 раз на пів року.	Кошти підприємства	Наказ інженера з ОП
3. Закупити і встановити Інерційно-рукавний пиловловлювач ІРП -1,5	Начальник відділу	Травень 2015 р.	Кошти підприємства	Наказ директора підприємства
Екологічна політика	**Впровадження безперервної екологічної освіти співробітників**			
Екологічні цілі	**Зобов’язання удосконалювати екологічну освіту працівників**			
Задача 2.1.	**Забезпечення доступності екологічної інформації на підприємстві**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
1.Проведення щотижневих екологічних лекцій про поводження з відходами	Інженер з ОП	Щотижнево на протязі 3-х місяців	Мережа Інтернет	Інтернет та наукові матеріали
2.Проведення лекцій щодо зниження викидів в НПС	Інженер з ОП	Щотижнево на протязі 3-х місяців	Мережа Інтернет	Інтернет та наукові матеріали
3.Показ фільмів екологічного спрямування	Інженер з ОП	Раз в 3 місяці.	Мережа Інтернет	Мережа Інтернет
Екологічна політика	**Використовувати енерго- і ресурсозберігаючі технології, раціональне використання природних ресурсів, сировини та матеріалів**			
Екологічні цілі	**Впровадження сучасних технологій та новітніх когенераційних теплових установок для забезпечення енерго- та ресурсозбереження**			
Задача 3.1	**Забезпечити дотримання пріоритетів енерго- та ресурсозберігаючих технологій**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
3.1.1.Побудова енергетичного комплексу з використанням газопоршневої установки виробництва Caterpillar	Інженер	Грудень 2015	Ресурси підприємства	Список законодавчих та інших вимог
3.1.2. Застосування енергетичної котельні загальною потужністю 40 МВт, що скоротить вартість тепла на 30 %	Інженер	Березень 2016	Ресурси підприємства	Список законодавчих та інших вимог
3.1.3. Виробництво тепла шляхом спалювання природного газу у водогрійних котлах	Інженер	Липень 2016	Працівники	Список законодавчих та інших вимог
Екологічна політика	**Зменшувати кількість викидів у атмосферне повітря і скидів у водне середовище до мінімуму**			
Екологічні цілі	**Зобов’язуємося зменшити кількість викидів і скидів забруднюючих речовин до мінімальних значень**			
Задача 4.1	**Зниження рівня споживання води**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
4.1.1.Впровадження використання технічної води для оброблення ґрунтів	Головний інженер	Липень 2015р.	Працівники	Реєстр працівників підприємства

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
4.1.2. Аналіз споживання поливної води	Інженер з охорони НС	Серпень 2015р.	Працівники підприємства	Реєстр працівників підприємства
4.1.3. Зменшення рівня споживання води на 500 л в рік, за рахунок встановлення системи фільтрації(замкненого циклу)	Головний інженер	Серпень 2015	Працівники	Мережа Інтернет
Задача 4.2	**Зниження кількості викидів CO_2 та CH_4**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
4.2.1. Припинення використання вуглецево-інтенсивної енергії з національної електромережі та заміщення теплової енергії, що виробляється газовими водогрійними котлами	Головний інженер	Вересень 2015р.	Працівники	Нормативи
4.2.2.Закупка трьох когенераційних установок Caterpillar G3520C для виробництва тепла	Інженер з охорони НПС	Серпень 2015р.	Працівники	Реєстр працівників підприємства
4.3.3.Встановлення двох теплоутилізаторів ТУВ-16 для утилізації тепла скидного енергетичного потенціалу	Інженер з охорони НПС	Вересень 2015р.	Працівники підприємства	Реєстр працівників підприємства
Екологічна політика	**Удосконалення системи поводження з відходами**			
Екологічні цілі	**Зобов’язуємося удосконалити систему поводження з відходами.**			
Задача 5.1	**Забезпечення досконаліших умов очистки стічних вод**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
5.1.1. Встановлення блочної установки глибокої біологічної очистки стічних вод (СПБО)	Інженер з охорони НС	Червень 2015р.	Кошти підприємства	Нормативні акти
5.1.2. Встановлення біофільтрів, біологічних станків.	Інженер з охорони НС	Липень 2015р.	Ресурси підприємства	Нормативні акти
Задача 5.2. Впровадження системи поводження з відпрацьованими оливами				
5.2.1. Забезпечення роздільного збирання відпрацьованих мастил	Інженер з охорони НС	Постійно	Інформаційні ресурси	Акт та реєстр відходів
5.2.2. Ведення первинного поточного обліку кількості відпрацьованих мастил	Інженер з охорони НС	Листопад 2015р.	Інформаційні ресурси підприємства	Акт та реєстр відходів
5.2.3. Встановлення платежів за розміщення, видалення та утилізацію мастил	Інженер з охорони НС	Постійно	Директор підприємства	Наказ директора
Екологічна політика	**Здійснювати вимірювання кількості нітратів у продукції та запобігання екологічних ризиків**			
Екологічні цілі	**Зобов’язуємося створити систему екологічного моніторингу для зниження екологічних ризиків**			
Задача 6.1	**Встановити функціональну систему моніторингу**			
Заходи	Відповідальна особа	Термін виконання	Ресурси	Облікові документи
6.1.1. Впровадження комп’ютерного контролю над мікрокліматом теплиць	Головний спеціаліст	Березень 2015 р.	Інтернет	Нормативні акти

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
6.1.2. Встановити автоматизовану систему крапельного поливу	Головний спеціаліст	Березень 2015 р.	Інформаційна система підприємства	Акт
6.1.3.Доступ до поточних даних завдяки автоматизованій системі PrivAssist	Головний спеціаліст	Березень 2015 р.	Інформаційна система підприємства	Акт
Задача 6.2	**Зменшити до мінімуму кількість нітратів в томатах та огірках**			
6.2.1. Використання повністю органічного продукту - кокосового субстрату	Головний спеціаліст	Жовтень 2015 р.	Інтернет	Нормативні акти
6.1.2. Переведення теплиць на технологію піднятих лотків, що покращить показники термобалансу	Головний спеціаліст	Жовтень 2015 р.	Інформаційна система підприємства	Акт
6.1.3 Використання методу запилення	Головний спеціаліст	Жовтень 2015 р.	Інформаційна система підприємства	Акт

Таким чином, в програмі екологічного менеджменту основний акцент підприємство ставить на питання покращення умов праці та підвищення екологічної освіти працівників, впровадження сучасних європейських технологій та новітніх когенераційних теплових установок для забезпечення енерго- та ресурсозбереження, зменшення кількості викидів і скидів забруднюючих речовин до мінімальних значень та удосконалення системи поводження з відходами.

Висновки. Отже, основною метою діяльності ПОСП «Уманський тепличний комбінат» є забезпечення безперервної і злагодженої роботи найсучасніших теплиць європейського зразка в області вирощування овочів в закритому ґрунті при максимально раціональному використанні природних ресурсів і збереженні навколишнього середовища.

Після проведення ідентифікації екологічних аспектів діяльності підприємства та на основі суттєвих екологічних аспектів для ПОСП «Уманський тепличний комбінат» розроблена екологічна політика, яка визначає напрямки діяльності підприємства у сфері управління навколишнім середовищем та цілі, задачі й програма управління, що дозволять підприємству поступово досягати екологічної результативності в діяльності пов’язаній з вирощуванням сільськогосподарської продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чулок А.И. Предпринимательство и инновации: инновации и предпринимательство в области экологического менеджмента и аудита. /А. И. Чулок // Российское предпринимательство. - 2000. - № 6 (6). - с. 58-63

2. Шустов А.А. Эколого-экономические проблемы организаций. Анализ эколого-экономической эффективности внедрения новых технологий. /А. А. Шустов // Российское предпринимательство. - 2013. - № 21(243). - с. 44-50

3. Островков Т.В. Системы экологического менеджмента для практиков / Т.В. Островков [и др.]; под ред. С.Ю. Дамана. – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 248 с.

4. ДСТУ ISO 14001:2006 Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2004; IDT)

5.Барабаш О.В. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Екологічний менеджмент» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» денної форми навчання / О.В. Барабаш, В.О.Хрутьба, О.П.Кобзиста. – К.:НТУ, 2010. – 44с.

6.Екологічний менеджмент: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.Ф.Дмитриченко, М.М.Дмитрієв, В.П.Матейчик [та ін.]; за ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.:НТУ, 2010.- 224с.

REFERENCES

1. Chulok A.I. Entrepreneurship and Innovation: innovation and entrepreneurship in the field of environmental management and auditing. [Russian Entrepreneurship]. - 2000. - № 6 (6). - pp. 58-63

2. Shustov A.A. Ecological and economic problems of organizations. Analysis of the environmental and economic efficiency of introducing new technologies. [Russian Entrepreneurship]. - 2013. - № 21 (243). - pp. 44-50

3.Ostrovkov T.V. Environmental management systems for practitioners / T.V. Ostrovkov [et al.]; Ed. S.Y. Daman. - M.: Izd MUCTR. D. I. Mendeleev, 2004. - 248 p.

4. ISO 14001: 2004 Environmental management systems — Requirements with guidance for use

5.Barabash O.V. Guidance for course work on discipline "Environmental Management" for students training direction 6.040106 "Ecology, Environmental Protection and Sustainable Use of NaturalResources", full time / O.V. Barabash, V.O. Khrutba, O.P.Kobzysta. - K: NTU, 2010. - 44s.

6. Environmental management: teach. guidances. for students. HI. teach. bookmark. / M.F.Dmytrychenko, M.M.Dmytriyev, V.P.Mateychyk [et al.]; eds. M.F.Dmytrychenko. - K: NTU, 2010.- 224p.

РЕФЕРАТ

Барабаш О.В., Титикало Я.А. Досвід впровадження системи екологічного менеджменту підприємства. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

Уманський тепличний комбінат – європейський лідер з урожайності овочів. Підприємство спеціалізується на вирощуванні висококласних томатів і огірків. Проте, тут вирощують не лише овочі. У кінці минулого року на Уманському тепличному з'явився новий зелений цех - спеціальне відділення для вирощування розсади. Такі суперсучасні європейські технології і масштаби (понад три гектари під склом спеціально для розсади) освоєні у вітчизняному овочівництві закритого ґрунту вперше.

На підприємстві були введені в експлуатацію теплиці площею 5 га і висотою 7 м, в яких впроваджена технологія вирощування світло культури. Комп'ютерний контроль за мікрокліматом в теплицях дозволяє вести постійний аналіз внутрішніх і зовнішніх кліматичних показників, керувати системами вентиляції, зашторювання, опалення, крапельного поливу та дозування вуглекислого газу. Прогресивним напрямком у виробництві сільськогосподарської продукції на підприємстві є органічне виробництво. Будівництво сучасного енергетичного комплексу з використанням когенераційної газопоршневої установки дозволило комбінату значно скоротити свої витрати на придбання енергоресурсів. На підприємстві активно розвивається проект з використання вторинної енергії.

Враховуючи умови, що склалися на підприємстві запропоновано створити систему документації першого рівня для впровадження системи екологічного менеджменту, яка дозволить не лише ефективно працювати і зберігати навколишнє середовище, а й допоможе вийти на нові ринки збуту продукції.

За результатами аналізу діяльності підприємства ідентифіковано екологічні аспекти та визначено, що найбільшого впливу від господарювання ПОСП «Уманський тепличний комбінат» зазнають атмосферне повітря, грунти, надра та водні ресурси. В ході розрахунків виявлено, що аспекти, які набрали більше 20 балів - є суттєвими екологічними аспектами, зокрема це викиди парникових газів, які утворюються під час спалення природного газу; нітрати в овочах, що призводить до виснаження природних ресурсів та впливають на організм людини, а також шум та вібрація від роботи когенераційних установок. На основі суттєвих екологічних аспектів запропоновані екологічна політика та програма екологічного менеджменту, які дозволять досягти екологічної результативності та ефективності в діяльності ПОСП «Уманський тепличний комбінат».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ЕКОЛОГІЧНА ПОЛІТИКА, ПРОГРАМА ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.

ABSTRACT

Barabash O.V., Tytykalo Y.A. Experience the implementation of environmental management system for factory. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

Uman Greenhouse Company - European leader in yield of vegetables. The company specializes in the cultivation of high quality tomatoes and cucumbers. However, not only are cultivated vegetables. Late last year at Uman Greenhouse, a new green plant - a special unit for growing seedlings. These European-art technology and scale (over three acres under glass specifically for seedlings) utilized in domestic vegetable greenhouses for the first time.

The company had commissioned a greenhouse area of 5 hectares and a height of 7 m, which introduced photophilous plants growing technology. Computer control of microclimate in greenhouses allows continuous analysis of internal and external climatic indicators, control ventilation systems, curtain systems, heating systems, drip irrigation dosage and carbon dioxide. Progressive trend in agricultural production at the plant is organic farming. Construction of modern energy sector using gas engines cogeneration production plant Caterpillar possible to significantly reduce their energy costs of acquisition, developed a project to use waste energy.

Given the conditions prevailing in the company asked to create a documentation system for first-level implementation of environmental management system that will not only work efficiently and save the environment, but also help to expand into new markets.

The analysis of the company identified environmental aspects and determined that the greatest impact of the economic Uman Greenhouse Company experiencing the atmosphere, soil, subsoil and water resources. During calculations revealed that the aspects that scored more than 20 points - there are significant environmental aspects, particularly greenhouse gases that are formed during the combustion of natural gas; nitrates in vegetables, which leads to the depletion of natural resources and affect the human body, as well as noise and vibrations of cogeneration plants. Based on the significant environmental aspects of the proposed environmental policy and environmental management program that will achieve environmental effectiveness and efficiency of Uman Greenhouse Company.

KEY WORDS: environmental management systems, environmental aspects, environmental policy, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PROGRAM.

РЕФЕРАТ

Барабаш Е.В., Тытыкало Я.А. Опыт внедрения системы экологического менеджмента предприятия. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

Уманский тепличный комбинат - европейский лидер по урожайности овощей. Предприятие специализируется на выращивании высококлассных томатов и огурцов. Однако, здесь выращивают не только овощи. В конце прошлого года на Уманском тепличном появился новый зеленый цех - специальное отделение для выращивания рассады. Такие суперсовременные европейские технологии и масштабы (более трех гектаров под стеклом специально для рассады) освоены в отечественном овощеводстве закрытого грунта впервые.

На предприятии были введены в эксплуатацию теплицы площадью 5 га и высотой 7 м, в которых внедрена технология выращивания светокультуры. Компьютерный контроль за микроклиматом в теплицах позволяет вести постоянный анализ внутренних и внешних климатических показателей, управлять системами вентиляции, зашторивания, отопления, капельного полива и дозирования углекислого газа. Прогрессивным направлением в производстве сельскохозяйственной продукции на предприятии является органическое производство. Строительство современного энергетического комплекса с использованием когенерационной газопоршневой установки позволило комбинату значительно сократить свои расходы на приобретение энергоресурсов. На предприятии активно развивается проект по использованию вторичной энергии.

Учитывая условия, сложившиеся на предприятии предложено создать систему документации первого уровня для внедрения системы экологического менеджмента, которая позволит не только эффективно работать и сохранять окружающую среду, но и поможет выйти на новые рынки сбыта продукции.

По результатам анализа деятельности предприятия идентифицировано экологические аспекты и определено, что наибольшее влияние от хозяйствования Уманского тепличного комбината испытывают атмосферный воздух, почвы, недра и водные ресурсы. В ходе расчетов выявлено, что аспекты, которые набрали более 20 баллов - являются существенными экологическими аспектами, в частности это выбросы парниковых газов, которые образуются во время сжигания природного газа; нитраты в овощах, которые истощают природные ресурсы и воздействуют на организм человека, а также шум и вибрация от работы когенерационных установок. На основе существенных экологических аспектов предложены экологическая политика и программа экологического менеджмента, которые позволят достичь экологической результативности и эффективности в деятельности Уманского тепличного комбината.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА, ПРОГРАММА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.

АВТОРИ:

Барабаш Олена Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: el_barabash@ukr.net, тел. +380983663316, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Титикало Яна Артурівна, магістр, Національний транспортний університет, e-mail: yana_tytykalo@mail.ru, тел.+380636719535, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

AUTHORS:

Barabash Olena V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associat professor department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: el_barabash@ukr.net, tel. +380983663316, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Tytykalo Yana A., MSc, National Transport University, e-mail: yana_tytykalo@mail.ru, tel. +380636719535, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Барабаш Елена Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: el_barabash@ukr.net, тел. +380983663316, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Тытыкало Яна Артуровна, магистр, Национальный транспортный университет, e-mail: yana_tytykalo@mail.ru, тел.+380636719535, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Скиба Юрій Андрійович, доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук, доцент, головний науковий співробітник відділу інтеграції вищої освіти і науки Інституту вищої освіти НАПН України, Київ, Україна.

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWER:

Skiba Yuri A., Doctor of Education, Ph.D., associate professor, chief researcher of the integration of Higher Education and Research Institute of Higher Education APS of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Khrutba Viktoriia A., Doctor of Technical Science, National Transport University, associate professor Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 665.753.1(045)
UDC 665.753.1(045)

PERSPECTIVES OF ALTERNATIVE JET FUELS PRODUCTION AND IMPLEMENTATION IN UKRAINE AND POLAND

Iakovlieva A.V., National aviation university, Kyiv, Ukraine
Vovk O.O., National technical university of Ukraine «Kyiv polytechnic institute», Kyiv, Ukraine
Boichenko S.V., Politechnika,Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, Rzeszów, Poland

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ТА УПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ В УКРАЇНІ ТА ПОЛЬЩІ

Яковлєва А.В., Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Вовк О.О., доктор технічних наук, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, Україна
Бойченко С.В., доктор технічних наук, Жешувська політехніка, Жешув, Польща

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ВНЕДРЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ В УКРАИНЕ И ПОЛЬШЕ

Яковлева А.В., Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Вовк О.А., доктор технических наук, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев, Украина
Бойченко С.В., доктор технических наук, Жешувская политехника, Жешув, Польша

Introduction

Today application of alternative energy sources in various spheres of human activity becomes more and more popular all over the world and in Eastern European countries as well. Possibilities of traditional oil-derived motor fuels substitution with biofuels derived from plant feedstock are actively discussed [1]. Today such fuels include: bioethanol, used as alternative to motor gasoline and biodiesel, derived from plant oils and used in automobile diesel engines.

Along with development and implementation of alternative motor fuels, scientists around the world study perspectives of partial or total substitution of traditional jet fuels with their alternative analogues. Following the world tendencies we see the need to consider potential in development and application of alternative jet fuels in such countries as Ukraine and Poland [2].

Literature overview

Modern civil aviation is developing constantly. According to the data of Commercial Aircraft Corporation of China (COMAC) today modern civil aviation operates 18 202 aircrafts. According to the forecasts number of aircraft will increase in two time till 2031 and will be equal to about 37 thousand [3]. The world volume of aircraft transportation increases on 4 – 5%. As a result during last decade consumption of fuels for air-jet engines has increased on 21%. As it is stated in [4] about 5.5 thousand barrels of jet fuel is produced and consumed in the world daily. According to the data of State statistics Service of Ukraine 129,465 thousand tons of fuels for air-jet engines were used in Ukraine in 2013. At the same time Polish air fleet during the 2012 had used 1156 thousand tons of jet fuel. Statistics of the world’s jet fuel consumption is presented at figure 1 [4].

Thus, today aviation is one of the most significant consumers of oil-derived jet fuels [2]. Oil and other fossil fuels used for production both jet and other kinds of fuels are exhausted irreversible. Oil deposits are estimated at about 40 years, natural gas – 70 and coal – 230 years. As a result, constant increase of process for energy resources and jet fuel mainly is observed [5]. According to the data of International Air Transport Association the price for air-jet engine fuel in February 2013 was about 1100$ per ton. Except the forthcoming crisis in sphere of energy resources supply, the world community is concerned about worsening state of environment in a result of aviation activity.

CO_2 emissions accompanying processes of fuel production and use, stipulate increase of greenhouse effect, and therefore global warming on the planet [5, 6]. Intergovernmental Panel on Climate Change and International Energy Agency state that modern aviation is a source of about 2% of the world’s total CO_2 emissions (fig. 2). As it is known, 71.5 kg of CO_2/km is emitted into the atmosphere during aircraft flight.

Besides CO_2 aircraft exhaust gases contain number of other components that negatively influence on the state of environment: SO_x, NO_x, CO, CH_4, soot, and others [7].

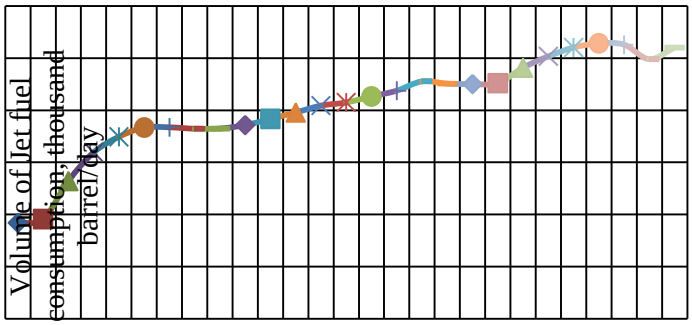


Fig.1. Statistics of the world’s jet fuel consumption

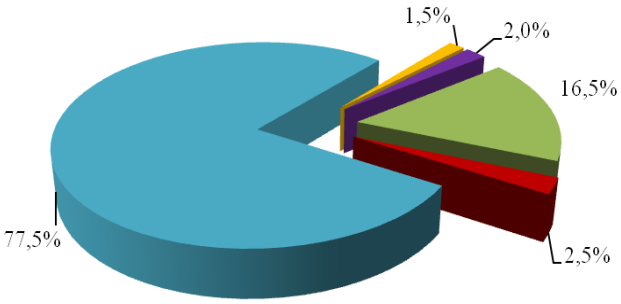


Fig. 2 The share of CO_2 emissions from aviation comparing to other kinds of transport:
1,5% – world aviation, 2% – sea transport, 16,5% – motor transport, 2,5% – other kinds of transport, 77,5% – other kinds of energy resources

Such situation promoted strengthening of ecological requirements to quality of jet fuels [2, 7]. For example For example, the European Parliament resolution on reduction of impact of aviation on climate change (INI/2005/2249) clearly states that: “The European Parliament promotes introduction of aviation biofuels, thereby reducing the effects on climate change”. Number of influential organizations took measures on prevention of aviation negative impact on environment. International Air Transport Association (IATA) has set up the task to reduce the level of CO_2 emissions from air transport by 50% by 2050. In addition, European Commission in 2011 has set a policy target of achieving a 60 % reduction of CO2 by 2050. Low-carbon fuels in aviation should reach 40 % by 2050 [8]. During the ICAO Conference on aviation and alternative fuels held in Rio-de-Janeiro, governments were recommended “to work promptly on development and implementation of ecologically friendly alternative fuels for aviation”.

During last years European authorities adopted number of documents that talk about the necessity of implementation and use of alternative fuels in aviation. Among these documents are: Directive 2009/28/EC of the European Parliament and the Council on 23.04. 2009 “On stimulating the use of energy from renewable sources”; The agreement of the European Commission on 08/02/2006 “EU Biofuel Strategy” that determines seven strategic directions for development and production of biofuels by the member countries and developing countries; Directive 2009/30/EC of the European Parliament and the Council on 23.04. 2009, “On the technical requirements to gasoline, diesel and gas fuels, and introduction of a mechanism for monitoring and reduction of greenhouse gases emissions” (Directive on fuel quality).

Modern situation in sphere of jet fuels production

Traditionally fuels for aircraft engines are produced from crude oil [9]. The most part of existing technologies is still intended for processing of crude oil and some other fossil fuels, such as coal, natural gas, oil sands and oil-shales [12]. Technologies used for processing of these types of feedstock allow obtaining of high-quality fuel, with the possibility to vary certain parameters if required. However, these technologies are quite energy-intensive and difficult for realization. Refining of base kerosene oil fractions requires hydrotreating and various destructive methods; at the same time, obtaining of basic fractions from non oil-

derived feedstock, in addition to mentioned stages, needs pyrolysis, FT-synthesis, gasification etc.

Thus, limitation of the world’s oil deposits and other fossil fuels promotes development of alternative technologies for jet fuels production today new normative documents and changes to existing ones are already adopted. This allows large-scale application of modern alternative fuels for air-jet engines.

Today numbers of foreign organizations pay much attention to investigation of existing and newly appeared technologies for alternative jet fuels production. Among variety of technologies for jet fuels production several groups are determined according to the feedstock used [5, 9, 11]:

1. Derived from conventional oil;
2. Derived from unconventional oil (oil sands and oil shale);
3. Derived synthetically from natural gas, coal, or combinations of coal and biomass via the FT-process;
4. Derived from renewable oils (biodiesel, biokerosene, hydroprocessed renewable jet – HRJ or Hydrotreated Vegetable Oil – HVO);
5. Derived from alcohols (ethanol and buthanol). However, they are suitable for motor transport but not for aviation.

Among the mentioned above technologies the most perspective are fuels derived from plant feedstock or biomass – the so called biofuels. Today the share of biofuels comparing to conventional oil-derived fuels is the USA is 6–7%, Brazil – 15%, China – 2,5%, EU countries up to 5–6%. International Energy Association forecasts that till 2030 world production of biofuels will increase up to 150 mln ton of oil energy equivalent. Annual temps of production growth are about 7 – 9%. Thus, the share of biofuels in total balance of fuel in transport sector will reach 4–6% till 2030 [15]. According to other data [16] the share of biofuels in total energy resources balance will be about 10 – 12%.

If to talk about the state of biofuels production in Ukraine, it should be mentioned that general level of biofuels branch development is significantly lower than in EU countries. According to [17] the total supply of primary energy sources in Ukraine is more than 130 mln ton of oil equivalent, but amount of biofuel is just 1.48 mln ton that is 1.13% in structure of energy supply. At the same time in EU countries this index reaches 6.72%. The total supply of primary energy in EU countries is estimated at 1759 mln ton of oil equivalent with the share of biofuels of 118 mln ton (Fig. 3 *a* - *c*).

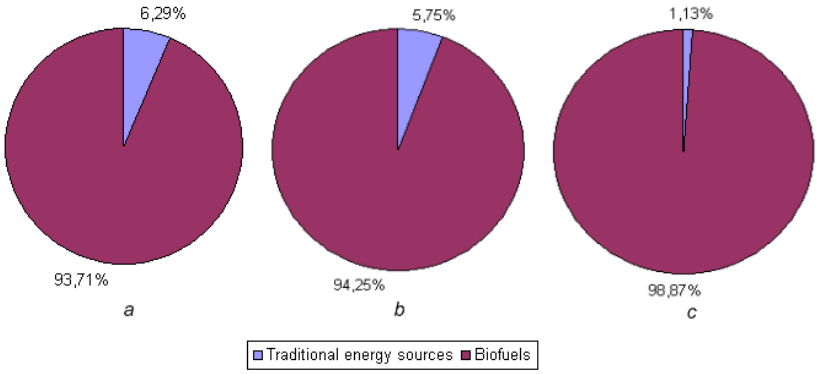


Fig. 3. Share of biofuels in structure of energy supply *a* – in EU countries, *b* – in Poland, *c* – in Ukraine

As it was mentioned previously, application of biomass as a feedstock for alternative jet fuels production has two general aims: minimization of negative impact on environment and decrease of the dependence on exhausting oil deposits (mainly in transport sector). It should be also mentioned that different kinds of plant (natural) feedstock differ from each other [13]. The main difference is determined by their chemical nature: biomass containing lignocelluloses, biomass with high content of oil (plant oils and animal fats), biomass with high content of sugars and starch (potatoes, corn, sugar beetroot, etc.). Thus there is a big variety of biomass processing technologies; some of them are already popular, some are still being developed [9, 13].

State and perspectives of jet biofuel production in Ukraine and Poland

Despite well-developed biofuel sphere in motor transport sector, both Poland and Ukraine still doesn’t have practical experience in application of alternative jet fuels [10]. These countries as well as other European states are characterized by deficiency of oil deposits. However, use of alternative fuels in aviation is commonly accepted in Europe and other developed states [17, 18].

Ukraine consume about 130 mln ton of fuel-energy resources annually, satisfying its need in energy resources on around 53%. It imports 75% of natural gas and 85% of crude oil and oil products [19]. In order

to satisfy needs of civil aviation Ukraine requires about 400 thousand ton of aviation kerosene [12]. Comparing to 2011 consumption jet fuels in Ukraine had increased on 23%. At the same time sphere of jet fuels production is characterized by opposite situation. Production of aviation kerosene at Ukrainian enterprises in 2011 decreased on 16.6% comparing to previous year up to 282 thousand ton [12].

The final energy consumption for transportation purposes in Poland in 2005 was 10,27 Mtoe. Dynamics of jet fuels consumption in Ukraine and Poland are shown at (fig. 4) [4].

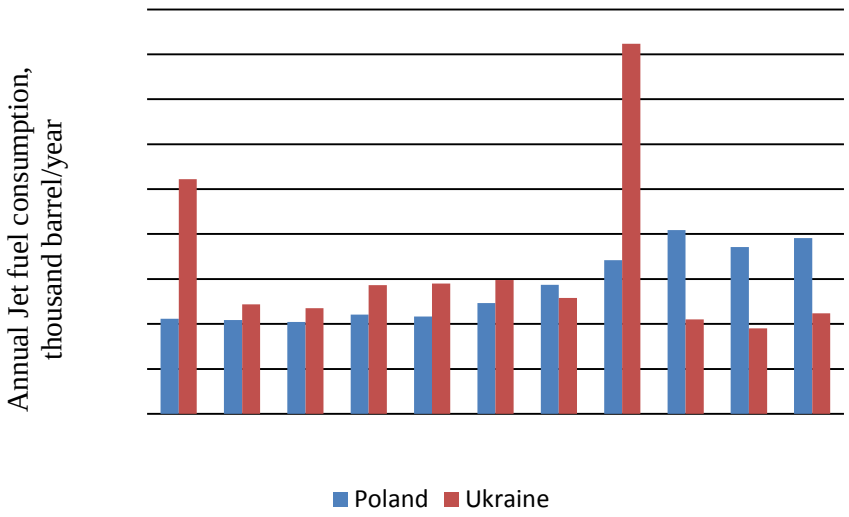


Fig.4. Statistics of Jet Fuel consumption in Poland and Ukraine

Generalizing the world's experience in alternative jet fuels development we have concluded that the most optimal kind of aviation biofuels is biokerosene, which is derived from renewable oils. The technology of bikerosene manufacturing is seemed to be the most rational for both Ukrainian and Polish conditions. This kind of biofuel is obtained via processing of oil plants [7, 10]. Biokerosene is a mixture of traditional kerosene, produced from crude oil and biocomponents in certain concentrations. The percentage of biocomponent can reach 50%. Biocomponent is a methyl or ethyl ether of fatty acids that are contained in vegetable oils. These compounds are successfully used as components of biodiesel fuels and have great potential for application in jet fuels [7, 10]. Today technology of biokerosene production is seemed to be the most optimal for such developing countries as Poland and Ukraine. It is explained by number of factors, such as availability of feedstock, maturity of technology, presence of necessary equipment, satisfactory physical-chemical and exploitation properties of such kind of biofuel and also its ecological safety [12]. Let's consider these factors in details.

Feedstock base for jet biofuels production

Feedstock for biocomponents production is oils, obtained from seeds of various agricultural oily plants: rape, sunflower, jatropha, canola, palm oil, etc. [16]. Camellina is also seemed to be quite perspective. The following factors should be taken into account while choosing the necessary feedstock: volumes of certain kind of oil production (cultivated areas fertility of the culture, main consumers of products, content of oil in plant, potential of its cultivation), and also it s physical-chemical characteristics. Today there is a great experience all over the world in growing and processing of various oily plants. The main factor for feedstock selection is surely geographical and climatic conditions typical for country-producer and optimal for certain oily plant cultivation [13, 17]. The most widespread plant in the USA is soy, in Canada – canola (kind of rape). During recent years camellina oil is actively investigated in used in these countries. Palm oil is popular in Mexico as well as jatropha that is considered as a weed and can grow on the poorest soils. Countries of the Asia region, such as Indonesia, Philippines, Malaysia use to produce palm and coconut oil, India – jatropha, Africa countries – jatropha, soy, Brazil – castor oil [5, 13]. Base of European biofuel industry is rape and during last years – camellina. Production of biofuel is seemed to be quite beneficial. For example, cultivation of rape on 1 ha territory requires about 170 l of diesel fuel; at the same time, yield from this area can be processed into 1.2 – 1.5 ton of biofuel [20].

Ukraine and Poland are traditionally agricultural countries with well-developed oil production branch [5]. Due to this they have a great potential for development of jet biofuels manufacturing. The most typical oil cultures in Ukraine are sunflower, rape, soy; camellina and corn are less popular (fig. 5).

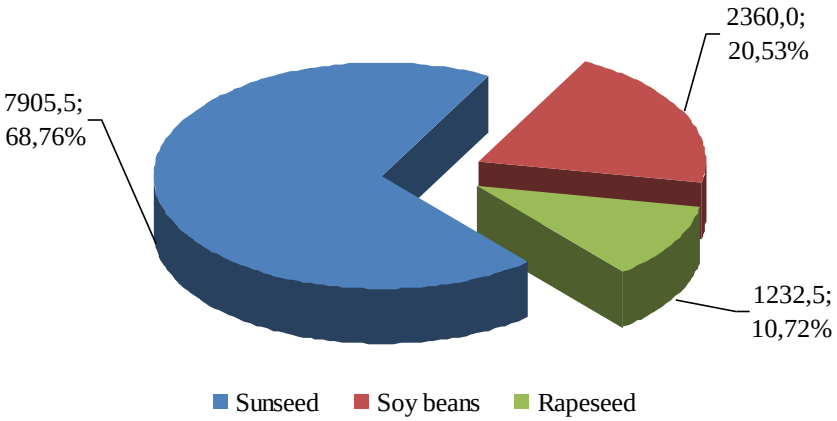


Fig. 5. Production of main oily plants in Ukraine in 2012 (thousand ton)

Due to the large area of agricultural terrains, Poland has a great potential to use renewable energy [33]. The main renewable energy source in Poland is biomass. Today Poland is one of the most promising countries in EU concerning biofuel feedstock production. The most typical oil cultures in Poland are sunflower and rape (fig. 6) [34]. Such plants as soy, camellina, etc are still not cultivated in industrial scales. However, comparing to Ukraine, only rape oil is considered to be used as a feedstock for biofuels production.

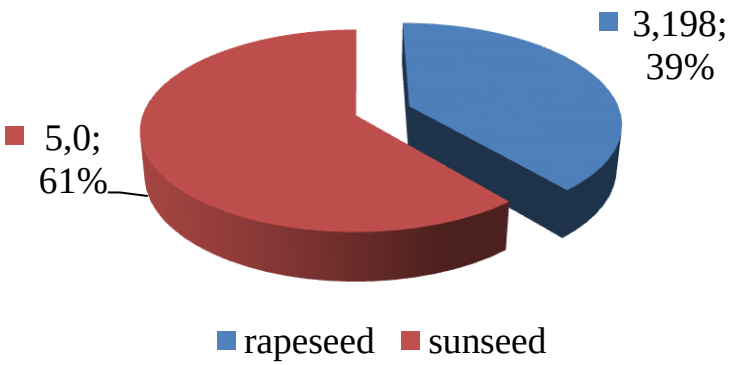


Fig. 6. Production of main oily plants in Poland in 2014 (thousand ton)

During last 10 – 15 years volumes of oily plants production are constantly growing. According to [18] during 1990 – 2011 cultivating areas under oily plants have increased in 3.7 times: in 1990 they were 5.7% of all agricultural territories, and in 2011 already 21%. In general such strong development of the industry is explained by stably-high profitability of mentioned cultures, annually growing demand for feedstock both in food industry, animal farming and biofuel industry. Fig. 7 presents dynamics of main oily plants production in 1990 – 2011 [18].

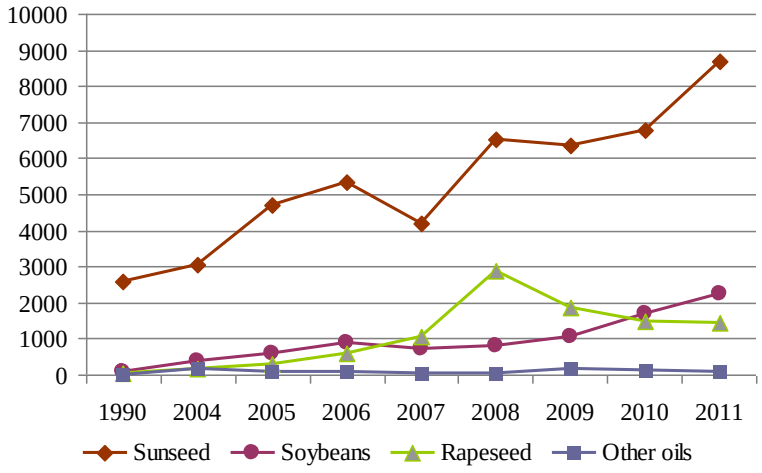


Fig. 7. Dynamics of oily plants production in Ukraine (thousand ton)

Sunflower is a main oily plant cultivated in Ukraine. Its part in total yield is about 70% (fig. 5) [19]. Seeds of ordinary breeds contain 50 – 52% of oil, while selected breeds contain up to 60% [20]. Comparing to other oily plants, sunflower allows production of quite high volume of oil – 952 l/ha (890 – l/ha on average in Ukraine) [20]. Last years are characterized by significant growth of sunflower production (fig. 8). Mainly it is stipulated by increasing of cultivating areas and also increasing fertility. Today sunflower fertility is about 18.4 centners per ha, that is much higher comparing to 2002 – 2004 years (about 11 – 13 centners per ha).

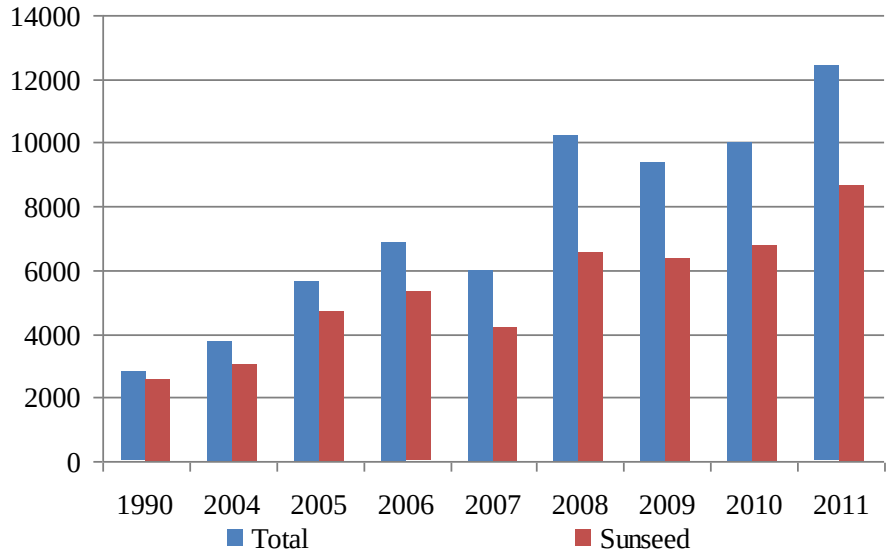


Fig. 8. Dynamics of sunflower production in Ukraine and its share in total volume of oily plants cultivation (thousand ton)

Main part of sunflower is used for food industry, production of high-protein forage, oil meal and other technical needs. Except that, significant amount is exported that makes a valuable income for country. Thus, despite so huge production volumes, it is not rational to consider sunflower as a feedstock for biofuel industry, mainly manufacturing of jet biofuel.

Another oily plant – rape is known for a long time in Ukraine. However, it is being cultivated in industrial volumes only during last 8 – 10 years. It is explained by strong world’s demand on rape oil for biofuels production [21]. The most active rape production in Ukraine was observed during 2004 – 2008 years (fig. 9).

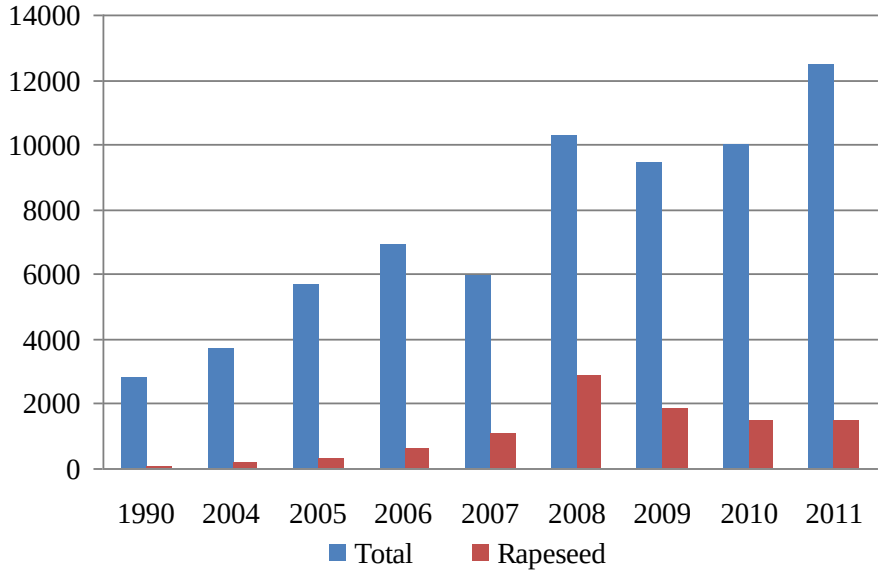


Fig. 9. Dynamics of rape production in Ukraine and its share in total volume of oily plants cultivation (thousand ton)

Seeds of winter rape contain 45 – 50% of oil, 24 – 31% of proteins and 6 – 12% of fiber. Two forms of rape are cultivated in Ukraine: spring rape and winter rape that is dominant in our country. Cultivating areas of winter rape were more than 1 mln ha in 2011; spring rape was grown on around 100 thousand ha. Such inequality is explained mainly by significantly higher fertility of winter rape. According to [22], today fertility of winter breeds is about 15 – 17 centners per ha, while spring rape gives around 7,4 centners per ha. At the same time rape fertility in France and Germany is more than 30 centners per has, in Czech Republic and Poland – more than 24 centners per ha. Average yield of rape oil is around 1190 l/ha. Comparing to sunflower oil, rape oil doesn’t need preparatory purification from various related components. That is why it is considered to be more appropriate for biofuels production. Moreover, certain rape breeds with low content of erucic acid have been already selected; that is one more positive factor for production of biofuels. Several years ago rape was cultivated in Ukraine with the aim of export only. Its internal processing was almost absent and didn’t exceed 10%. However, comparing to previous years, in 2011 a significant increase in volumes of internal processing was observed [21, 22].

Another widely popular culture is soy. Comparing to rape, during recent years high rates of soy production are observed in Ukraine. Dynamics of soy production and its share in total structure of oily plants production is shown at fig. 10. Today national producers provide not only internal needs in soy, but also made Ukraine a significant exporter of this culture [23].

Soy belongs to leguminous plants. Its average fertility is about 15 – 20 centners per ha with comparatively low oil yield – 446 l/ha. Content of oil in soy seeds is about 16 – 27%. Soy oil is characterized by high content of unsaturated fatty acids (86 – 87%); this makes a certain impact on its physical-chemical properties. At the same time it contains 40 – 50% of high-quality proteins. Due to this soy culture is widely used for production of food oil, protein concentrates and various food products [21]. By-products of soy processing are widely used in animal breeding as forage. It should be mentioned that soy production requires significant resources and material-technical base for its cultivation is much more complicated comparing to other plants. Soy is quite difficult culture, especially in seed grains quality, fertilizers use, and maintenance of cultivation technology. All these factors significantly influence on soy price, and consequently biofuels made of soy. Moreover, as it was already mentioned, the main consumer of this culture is still food industry.

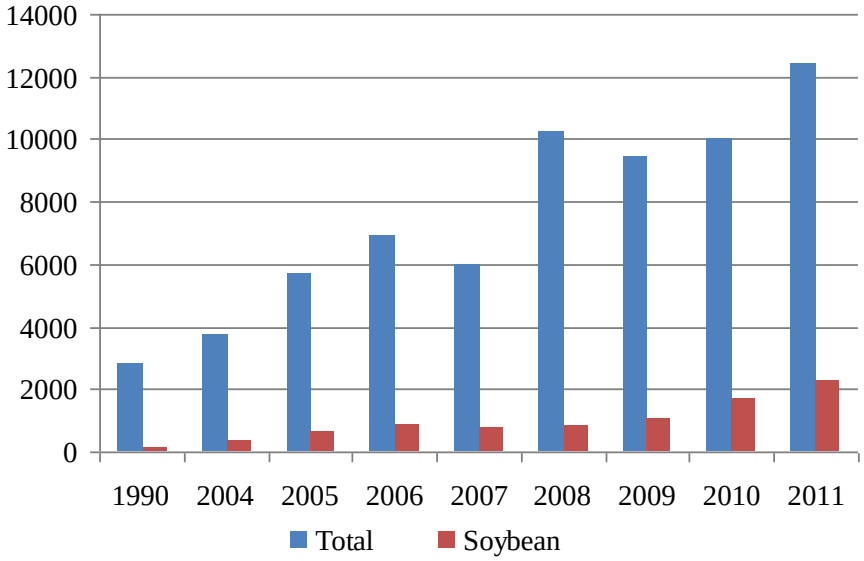


Fig. 10. Dynamics of soy production in Ukraine and its share in total volume of oily plants cultivation (thousand ton)

Camellina culture is grown in Ukraine not for a long time – just since the second part of XX century. Till that time it was considered as a weed. Today camellina is cultivated on some territories of North-West and Central Europe. Camellina is a spring one-year grass plant that belongs to Brassicaceae family. It is easily grown on unfertile soils, undemanding to external conditions, resistible to low temperatures and dry weather. Plant has short vegetating period; this allows growing other cultures after harvesting camellina [20]. It is quite fertile culture. When grows naturally its yield is 10 – 12 centners per ha on average. If certain agrochemical conditions are maintained the yield can reach 20 and even 30 centners per ha [20, 23]. Camellina seeds contain 40 – 50% of oil and oil yield is about 1250 l/ha. Taste properties of camellina are very poor. In food industry it is used for confectionery production, preserves, etc. Camellina seeds are

usually used for technical needs: chemical, textile industries and metallurgy. Due to its special content of fatty acids and vitamins camellina is popular in medicine.

During recent years application of camellina oil in technical purposes become more and more popular, mainly as a feedstock for biofuels production. In the USA camellina is one of the main cultures used for jet biofuel manufacturing. In Europe rape oil is rapidly changed with camellina one [13, 17]. In Ukraine camellina oil production is still developing. This culture is technical, so biofuel production will not compete with food industry. In Poland camellina is still not considered as a biofuel feedstock, however, taking into account world and European tendencies in particular, we may predict that camellina production in Poland and Ukraine will be increasing rapidly.

During last years, Poland has become one of the leading countries within the EU, with regard to biofuels production. Having an area of 18.3 million ha devoted to agricultural production and 8.9 million ha of forest area, Poland presents biomass opportunities from agricultural residues, harvesting or processing, wood and wood wastes from forestry and industry in addition to important prospects for energy crops grown specifically for energy applications [33]. Today Poland is treated as one of the main rapeseed producing countries (fig 11). As a result, the new capacities in the country are being installed, mainly encouraged by the incipient growth of domestic consumption.

The biofuels sector in Poland is mainly driven by the European incentives and directives aiming at considerably increasing biofuels production and use. Along with other European states, Poland has to increase the use of renewable energy in transport to 5.75 per cent by 2010 - a goal established in the Biofuels Directive of 2003 (table 1). Furthermore, according to recent European regulations, the mandatory target for 2020 has been set at a minimum level of 10 per cent biofuel component in transportation fuels.

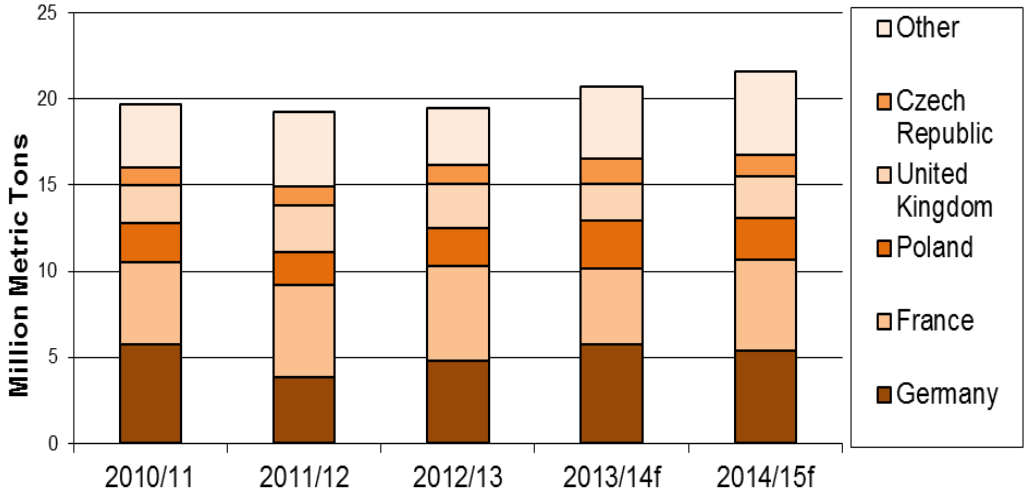


Fig. 11. Dynamics of rape production in Poland comparing to other European producers.

Considering the Poland case the potential of rape cultivation should be determined. More specifically, in Poland, the production of rapeseed increased sharply from 0.7 in 2003 to 1.25 million tons in 2004.

Table 1 - National indicative targets on biofuels for transport sector in Poland

Year	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2020**
Poland indicative target, %	3,45	4,60	5,75	6,20	6,65	7,10	10

In recent years an increasing trend in biofuels production and consumption can be seen. Consumption is rising significantly faster than production, which means that much of the lacking bio-components must be covered by the increased imports. The figure 12 and table 2 confirm trend in biofuels production and consumption. In 2011, in Poland there were registered 20 producers of biofuels made of rape oil [35, 36].

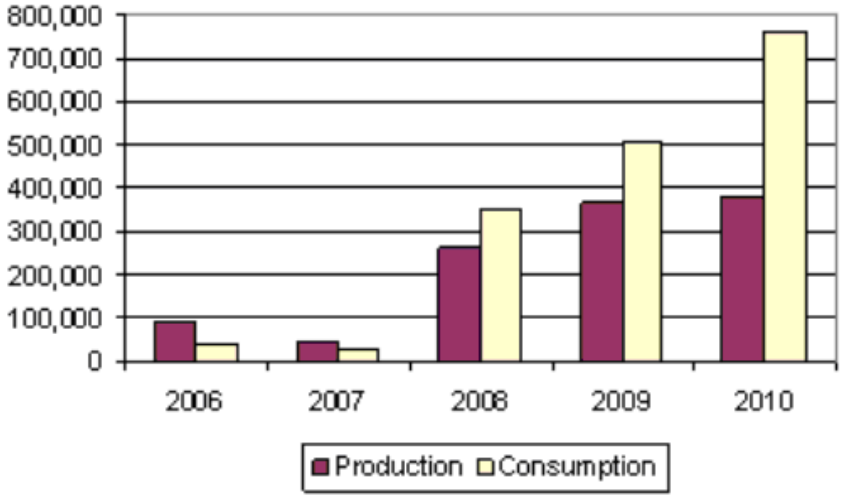


Fig. 12. Production and consumption of rape oil derived biofuels in Poland

Table 2 - Balance of rape oil derived biofuels in Poland during 2006 – 2010 (tons)

Biofuel	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
Production	89,126	47,447	263,729	364,832	379,802
Import	142	0	94,094	151,535	397,689
Export	51,528	19,440	0	8,343	13,060
Consumption	39,022	27,900	350,415	510,416	760,963

Thus the most perspective cultures for biofuels production at the territory of Ukraine are: sunflower, rape, soy and camellina. Tables 3 present summary data about the potential of mentioned culture as a feedstock for jet biofuel manufacturing.

Table 3 - Potential of plant oils production in Ukraine

Index / Culture	**Yield per unit of area, centners per ha**	**Oil content in seeds, %**	**Oil yield per unit of area, l/ha**	**Volumes of production in 2012, th. ton**
Sunflower	18 – 20	50 – 60	952	7905,5
Rape	25 – 30	45 – 50	1190	2360,0
Soy	15 – 20	16 – 27	446	1232,5
Camellina	20 – 30	40 – 50	1250	Data are absent

Scientists’ calculations prove that production of jet biofuel from rape oil today is the most perspective variant for provision energy needs of Ukrainian and Polish civil aviation. For example, one ton of rape can be processed into 300 kg of rape oil and then about 270 kg of biofuel [23]. In such way rape produced in 2012 could be easily processed into 637 thousand ton of biofuel.

Physical-chemical, exploitation and ecological properties of jet biofuels

Oils derived from the mentioned above plants have different physical-chemical properties, however these differences are not significant. That is why, the main factor, determining choice of feedstock is still its availability and abundance on the territory of country-producer [24]. As properties of plant oils significantly differ from properties of fuels for air jet engines, it is rational to use products of oils processing – ethyl and methyl ethers.

Such biofuel surely possesses number of advantages comparing to traditional oil-derived jet fuel. Due to chemical composition biofuel is characterized by high lubricating properties; this allows increasing of aircraft details lifespan. Moreover, application of biofuel produced according to the mentioned technology doesn’t require additional reequipment or modernization of engines and their systems. Exclusively low sulfur content in biofuels due to its natural origin may allow significant decreasing of toxicity of aircraft exhaust gases, thus minimizing negative impact on environment. Another quite important factor that determines interest to jet biofuels is its ability to decompose easily in natural environment without doing harm to living objects [28].

Technology of jet biofuel production

Technology of ethyl (methyl) ethers production is quite simple and similar to process of biodiesel manufacturing. Basis of the process in reaction of etherification of fatty acids containing in plant oils using methanol or ethanol and basic catalyst. After purification of obtained substances ether of plant oils (biofuel) and glycerine are obtained [7].

Today this technology of biofuel production is quite popular and mainly used for manufacturing of biodiesel fuel. This technology is realized successfully both in laboratories and industrial; enterprises [26]. Taking into account experience of European countries, biofuel manufacturing in Ukraine can be organized at the following types of installations and factories: low-tonnage installations (local level for certain enterprises) with productivity 300 – 3000 ton/year, regional factories, producing 10000 – 30000 ton/year and large-scale industrial factories [23].

Technological process of jet biofuel production from plant oils is significantly simpler comparing to crude oil refining and profitability of the process in two-three times higher. Except that, plant feedstock is a renewable resource and thus it is comparatively unlimited. Ecological advantages of alternative fuel for air jet engines are also obvious and are proved by the world practice. For example, biofuel producing factories in Germany are able to provide almost waste-less production, using closed water cycle [27].

Conclusion

In general Ukraine and Poland among other countries have considerable resource potential for jet biofuel production from plant oils due to its favorable natural climatic conditions, availability of feedstock base and relatively cheap human resources. The main advantage of feedstock cultivation in Poland is a presence of high level of governmental support to biofuel producing industry. This support is regulated and based on European biofuel implementation programs. However, Poland's potential in biofuel feedstock production is not realized completely. Today only rapeseed is cultivated for providing feedstock for biofuels production; at the same time the biofuel potential of sunflower, soy or camellina oils for biofuel production is not realized. The opposite situation is observed now in Ukraine. With no or almost absent governmental support Ukrainian producers develop oil production from traditional oily plants for satisfying biofuel industry needs. Being one of the leading countries in Europe by volumes of rape and sunflower production Ukraine is still one of the top rapeseed exporters to EU. At the same time Ukrainian oil producers promote growing of new biofuel cultures, such as camellina, soy and some others. If to speak in general, these countries have all possibilities for jet biofuel manufacturing for satisfaction of its own needs and for export also.

In order to conclude it should be said that implementation of biofuels derived from plant feedstock surely has potential and perspective for its future development. Special issue is that application of biofuels should be totally is the scope of sustainable development principles and doesn't do harm to food industry [25]. As it was aid by the President of ICAO, alternative kinds of fuels derived from camellina, jatropha oils help to significantly reduce CO_2 emissions and do not concur with food agricultural plants in questions of land and water resources.

In future application of alternative jet fuels will have the following positive results:

- Availability of feedstock, that is especially important for countries, which don't possess it own deposits of fossil fuels;
- Conservation of exhaustible natural energy resources;
- Decreasing of CO_2 and other greenhouse gases emissions and also toxicity of aircraft exhaust gases, thus protection of air quality in lower atmosphere layers;
- Comparative simplicity and cost of jet biofuel production process;
- Significantly low price for biofuel comparing to traditional oil-derived kerosene;
- Stimulation of agricultural complex development in countries-producers of biofuels.

REFERENCES

1. Яновский Л.С., Дмитренко В.П., Дубровин Н.Ф. Основы авиационной химмотологии. Москва: МАТИ. – 2005. – 680 с.

2. Iakovlieva A., Boichenko S., Vovk O. Investigation of properties of biocomponents used in mixture fuels for jet engines – chemmotological view // "Systems and means of motor transport" Monografia № 4. 2013. P. 351 – 356.

3. Review of the potential for biofuels in aviation. Final report. Biofuels in aviation E4tech, August 2009, 117 p.

4. IFP Energy Nouvelles, Fuels for the Aviation Industry, [Online], 2009, [cited 10 June 2012], Available from internet: http://www.ifpenergiesnouvelles.com

5. http://www.indexmundi.com
6. Boichenko S., Yakovleva A. Prospects of biofuels introduction into aviation // Science – future of Lithuania. Transport engineering and management. 2012. pp. 90 – 94.
7. Андіїшин М.П., Марчук Я.С., Бойченко С.В., Рябоконь Л.А. Газ природний, палива та оливи. – Одеса: Астропринт. – 2010. – 232 с.
8. РБК весь мир. Количество самолетов увеличится вдвое. [Online]. 2013. [03 червня 2013]. Режим доступу: <http://top.rbc.ru/economics/13/11/2012/824793.shtml>
9. Яковлєва А.В., Бойченко С.В. Використання біокеросину з метою покращення екологічних характеристик роботи авіаційних двигунів // Авиационно-космическая техника и технология. – Харьков «ХАИ». 2012. – №7(94). – С. 60 – 64.
10. International Air Transport organization. – *Vision 2050. Report.* – Montreal – Geneva. – 2011. – *87 p.*
11. Hemighaus G., Boval T., Bosley C., Organ R., Lind J., Brouette R., Thompson T., Lynch J., Jones J. Alternative Jet Fuels. Addendum 1 to Aviation Fuels Technical Review (FTR-3/A1) // Chevron Corporation. – 2006. – 16 p.
12. А.В. Яковлева, С.В. Бойченко. Причинно-следственная связь производства авиационных топлив и современного состояния окружающей среды // Monografia №3 “Systems and means of motor transport” Seria: Transport. – 2012. – P. 239 – 246.
13. Daggett D. L., Hendricks R.C., Walther R., Corporan E. Alternate Fuels for use in Commercial Aircraft // The Boeing Company. – 2007. – 8 p.
14. Мітков Б., Мітков В., Шульга А. Альтернативні палива для транспортних засобів // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2010. - № 1, т.3, - С. 144 – 152.
15. IFP Energy Nouvelles. Activity report, [Online], 2010, [cited 10 June 2012]. Available from internet: http://www.ifpenergiesnouvelles.com
16. BP Statistical Review of World Energy, June 2012 [online]. 2013, [18 січня 2013]. Режим доступу: <http//www.bp.com/statisticalreview>
17. Гайнуллин Ф.Г., Андреев А.Е. Исследование углеводородных газов в качестве моторного топлива. – М.: УНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1996. 41-43 с.
18. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельних двигателей: моногр. – Х.: Новое слово, 2007. – 452 с.
19. N. Brown, Federal Aviation Administration. Alternative Jet Fuels - Feedstock Development, Processing and Conversion Research & Regional Supply and Refining Infrastructure. November 15, 2012, 17 p.
20. Dan E. ArvizuOpportunities and Challenges for Alternative Fuels. CSIS Symposium on Future Fuels. June 15, 2006
21. В.В. Кириченко, В.П. Коломацька, К.М. Макляк, В.І. Сивенко Виробництво соняшнику в Україні // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – № 7. – С. 281 – 287.
22. Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С., Романцова С.В., Таров В.П. Техника и технологии производства и переработки растительных масел: учеб. пособие; Мин-во образования и науки Рос. Федерации, Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с.
23. Калетнік Г. М. Економічна ефективність розвитку ринку біопалив в Україні // Проблеми науки. – 2008. –№12.– С.38 - 43.
24. Харак Р. М., Лозовський А. П., Дерієнко В. В.Технічний ріпак як альтернативне джерело палива в Україні // Наукові праці ПДАА. Т.6. (25) : Механізація та електрифікація сільського господарства. – Полтава : РВВ ПДАА, 2007. – С. 166 – 169.
25. Дубель А.В. Особливості та економічна ефективність вирощування ріпаку // Інноваційна економіка. – 2010. № 2. – С. 88 – 91.
26. Дубневич Ю. Біопаливо із сільськогосподарської сировини в Україні // Львівський національний аграрний університет. – 2010. – №12. – С. 32-34.
27. Чередніченко О.О. Особливості ефективного функціонування олійножирового підкомплексу // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія “Фінанси і кредит”. – 2011. – №1. – С. 24 – 29.
28. Sagar P.Kadu1, R.H. Sarda. Use of vegetable oils by transetherification method as C.I. Engine fuels: a technical review // Journal of Engineering Research and Studies. Vol.II, Issue III, July – September, 2011.19-26.
29. Проскурина О.В. Перспективи виробництва і застосування біопалива в Україні // Теоретичні та практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. - 2011.- №1. - С.12-15.
30. H. M. Wong, P. Donohoo, M. Weiss, I. Waitz, J. Hileman. Analysis of Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Alternative Jet Fuels // Massachusetts Institute of Technology. September 20, 2008.

31. Development of biofuels market in Poland International Conference G. Wisniewski, A. Kupczyk, M. Rogulska, T. Lachowicz International Conference „Eastern Biofuels”15-16.09.2005, Warsaw, Poland.
32. Market Review October 2014. The International Vegetable Oil Market 2014/15 ADM Germany GmbH, October 29, 2014, [cited 01 April 2015]. Available from internet: http://www.toepfer.com
33. A. Pietak, S. Radkowski Biofuels – opportunities and challenges // Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 18, No. 3 2011.
34. E.M. Kondili, J.K. Kaldellis Biofuel implementation in East Europe: Current status and future prospects // Renewable and Sustainable Energy Reviews 11 (2007) 2137–2151 doi:10.1016/j.rser.2006.05.001.
35. Biofuels national strategic research agenda. Polish Technological Platform for Biofuels // Warsaw, 2008, 23 p.
36. EU-28 Oilseeds and Products Annual. Global Agricultural Information Network. 2014, 3.31.2014.
37. J. B. Królczyk, A. E. Latawiec, M. Kuboń. Sustainable Agriculture – the Potential to Increase Wheat and Rapeseed Yields in Poland // Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 23, No. 3 (2014), 663-672.

ABSTRACT

Iakovlieva A.V., Vovk O.O., Boichenko S.V. Perspectives of alternative jet fuels production and implementation in Ukraine and Poland. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The present-day situation in civil aviation is discussed. Taking into account limitation of crude oil resources for jet fuel production and worsening of ecological situation, tendency to transition to alternative fuels is presented. Today application of alternative energy sources in various spheres of human activity becomes more and more popular all over the world. Possibilities of traditional oil-derived motor and jet fuels substitution with biofuels derived from plant feedstock is discussed in the article. Special attention is paid to the constant development of modern civil aviation and worsening of environment in a result of aviation activity. Today modern aviation is a source of about 2% of the world’s total CO_2. Besides CO_2 aircraft exhaust gases contain number of other components such as SO_x, NO_x, CO, CH_4, soot, and others. As a result the ecological requirements to quality of jet fuels have been strengthened significantly and 60 % reduction of CO_2 must be reached by 2050. The general characteristics of the world biofuel industry are revealed in the article showing that today the share of biofuels comparing to oil-derived fuels in the USA is 6–7%, Brazil – 15%, China – 2,5%, EU countires up to 5–6%. Ukraine’s and Poland’s potential in development, production and application of alternative jet fuels is figured out. The most typical oil cultures in these countries are sunflower, rape, soy, camellina and corn. The experience and dynamics of each of the mentioned crops is discussed. Basing on the comprehensive analysis of favourable natural climatic conditions, availability of feedstock base and relatively cheap human resources Ukraine and Poland among other countries have considerable resource potential for jet biofuel production. The general technology of jet biofuels production and brief description of their physical-chemical properties have been presented in the given article. Advantages of plant oil-derived biofuels production and application comparing to conventional jet fuels are discussed. One of the strongest factors that help to develop biofuel sector in Poland is governmental support and European biofuel implementation programs. The opposite situation with no or almost absent governmental support is observed now in Ukraine. One of the leading countries in Europe by volumes of rape and sunflower production Ukraine is still one of the top rapeseed exporters to EU. At the same time Ukrainian oil producers promote growing of new biofuel cultures, such as camellina, soy and some others. Generally, Ukraine and Poland have all possibilities for jet biofuel manufacturing for satisfaction of its own needs and for export also.

KEY WORDS: JET FUEL, ALTERNATIVE JET FUELS, BIOFUELS, PLANT OILS, SOY, RAPE, SUNFLOWER, BIOCOMPONENT

РЕФЕРАТ

А.В. Яковлєва. Перспективи виробництва та упровадження альтернативних авіаційних палив в Україні та Польщі / Яковлєва А.В., Вовк О.О., Бойченко С.В. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

У статті обговорюється сучасний стан цивільної авіації. Беручи до уваги вичерпні запаси нафтових ресурсів, що використовуються для виробництва реактивних палив, а також погіршення екологічної ситуації, у даній роботі розглядаються тенденції до переходу на альтернативні види палива. Сьогодні застосування альтернативних джерел енергії в різних сферах людської діяльності набуває все більшої і більшої популярності у всьому світі. В статті обговорюються можливості заміщення автомобільних та авіаційних палив з традиційної нафти біопаливами, отриманими з рослинної сировини Особлива увага приділяється постійному розвитку сучасної цивільної авіації та

погіршенню стану навколишнього середовища в результаті її діяльності. Сьогодні сучасна авіація є джерелом викидів близько 2% від загального світового об’єму CO_2. Крім CO_2 відпрацьовані гази літаків містять ряд інших компонентів, таких як SO_x, NO_x, CO, CH_4, сажі та інших. Як результат, екологічні вимоги до якості палива для реактивних двигунів були значно посилені, а до 2050 року має бути досягнуто скорочення викидів CO_2 на 60%. У статті подано загальну характеристику світової біопаливної промисловості У статті наведено дані, що сьогодні частка біопалив у порівнянні з паливами нафтового походження в США становить 6 – 7%, Бразилії – 15%, Китаї – 2,5%, країнах ЄС до 5 – 6%. Детальна увага приділяється питанню розкриття потенціалу України та Польщі в сфері розроблення, виробництва та застосування альтернативних видів реактивного палива. Найбільш типовими олійними культурами для цих країн є соняшник, ріпак, соя, рижій та певною мірою кукурудза. Розглядається статистика та динаміка виробництва кожної з зазначених культур. Грунтуючись на комплексному аналізі сприятливих природно-кліматичних умов, наявності сировинної бази та відносно дешевих трудових ресурсів, показано, що Україна та Польща на ряду з іншими країнами мають значний ресурсний потенціал для виробництва авіаційних біопалив. У статті подано загальний опис технології виробництва біопалива для повітряно-реактивних двигунів та стислий огляд їх основних фізико-хімічних властивостей. Обговорюються переваги, виробництва та застосування біопалива отриманих з рослинних олій у порівнянні з традиційними авіаційними паливами нафтового походження. Один з найвагоміших чинників, що сприяють розвитку біопаливної галузі у Польщі є державна підтримка та Європейські програми з упровадження біопалив. Протилежна ситуація з відсутньою або майже відсутньою державною підтримкою спостерігається наразі в Україні. Будучи однією з провідних країн світу за обсягами вирощування ріпаку та соняшнику, Україна є одним з головних експортерів ріпаку в країни ЄС. У той же час українські виробники олій намагаються підтримувати галузь та вирощувати нові культури для виробництва біопалива, такі як рижій, соя та деякі інші. Загалом, Україна та Польща сьогодні мають усі можливості для виробництва авіаційних біопалив у об’ємі, достатньому для задоволення власних потреб та їх експорту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВІАЦІЙНЕ ПАЛИВО, АЛЬТЕРНАТИВНІ АВІЦІЙНІ ПАЛИВА, БІОПАЛИВА, РОСЛИННІ ОЛІЇ, СОЯ, РІПАК, СОНЯШНИК, БІОКОМПОНЕНТ

РЕФЕРАТ

А.В. Яковлева. Перспективы производства и внедрения альтернативных авиационных топлив в Украине и Польше / Яковлева А.В., Вовк О.А., Бойченко С.В. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье обсуждается современное состояние гражданской авиации. Принимая во внимание исчерпывающиеся запасы нефтяных ресурсов, используемых для производства реактивных топлив, а также ухудшение экологической ситуации, в данной работе рассматриваются тенденции к переходу на альтернативные виды топлива. Сегодня применение альтернативных источников энергии в разных сферах человеческой деятельности приобретает все большую и большую популярность во всем мире. В статье обсуждаются возможности замещения автомобильных и авиационных топлив, получаемых из традиционной нефти биотопливами, производимыми из растительного сырья Особое внимание уделяется постоянному развитию современной гражданской авиации и ухудшению состояния окружающей среды в результате ее деятельности. Сегодня современная авиация является источником выбросов около 2% от общего мирового объема CO_2. Кроме CO_2 отработанные газы самолетов содержат ряд других компонентов, таких как SO_x, NO_x, CO, CH_4, сажи и других. Как результат, экологические требования к качеству топлива для воздушно-реактивных двигателей были значительно усилены, а к 2050 году должно быть достигнуто сокращение выбросов CO_2 на 60%. В статье представлена общая характеристика мировой биотопливной промышленности В статье приведены данные, что сегодня доля биотоплива по сравнению с топливами нефтяного происхождения в США составляет 6 – 7%, Бразилии – 15%, Китае – 2,5%, странах ЕС до 5 – 6%. Особое внимание уделяется вопросу раскрытия потенциала Украины и Польши в сфере разработки, производства и применения альтернативных видов реактивного топлива. Наиболее типичными масличными культурами для этих стран являются подсолнечник, рапс, соя, рыжик и в определенной степени кукуруза. Рассматривается статистика и динамика производства каждой из указанных культур. Основываясь на комплексном анализе благоприятных природно-климатических условий, наличия сырьевой базы и относительно дешевых трудовых ресурсов, показано, что Украина и Польша на равне с другими странами имеют значительный ресурсный потенциал для производства

авиационных биотоплив. В статье представлены общее описание технологии производства биотоплива для воздушно-реактивных двигателей и краткий обзор их основных физико-химических свойств. Обсуждаются преимущества производства и применения биотоплива полученных из растительных масел по сравнению с традиционными авиационными топливами нефтяного происхождения. Один из наиболее значимых факторов, способствующих развитию биотопливной отрасли в Польше является государственная поддержка и Европейские программы по внедрению биотоплив. Обратная ситуация с отсутствующей или почти отсутствующей государственной поддержкой наблюдается сейчас в Украине. Будучи одной из ведущих стран мира по объемам выращивания рапса и подсолнечника, Украина является одним из главных экспортеров рапса в страны ЕС. В то же время украинские производители масел пытаются поддерживать отрасль и выращивать новые культуры для производства биотоплива, такие как рыжик, соя и некоторые другие. В общем, Украина и Польша сегодня имеют все возможности для производства авиационных биотоплив в объеме, достаточном для удовлетворения собственных нужд и для их экспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВИАЦИОННОЕ ТОПЛИВО, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ТОПЛИВА, БИОТОПЛИВА, РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАСЛА, СОЯ, РАПС, ПОДСОЛНЕЧНИК, БИОКОМПОНЕНТ

АВТОРИ:

Яковлєва А.В., асистент, Національний авіаційний університет, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Україна, 03058, Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

Вовк О.О., доктор технічних наук, доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», e-mail: o.a.vovk@mail.ru, Україна, 03056, Київ, вул. Борщагівська, 115.

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Жешувська політехніка ім. І. Лукашевича, e-mail: chemmotology@ukr.net, Польща, 35-959, Жешув, вул. Повстанців Варшави, 8.

АВТОРЫ:

Яковлева А.В., асистент, Национальный авиационный университет, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Украина,03058, Киев, просп. Космонавта Комарова, 1.

Вовк О.А., доктор технических наук, доцент, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», e-mail: o.a.vovk@mail.ru, Украина, 03056,Киев, ул. Борщаговская, 115.

Бойченко С.В., доктор технических наук, профессор, Жешувская политехника им. И. Лукашевича, e-mail: chemmotology@ukr.net, Польша, 35-959, Жешув, ул. Повстанцев Варшавы, 8.

AUTHORS:

Iakovlieva A.V., assistant, National aviation university, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Ukraine, 03058, Kyiv, Kosmonavta Komavora ave. 1.

Vovk O.O., Dr. Sc., associated professor, National technical university of Ukraine «Kyiv polytechnic institute», e-mail: o.a.vovk@mail.ru, Ukraine, 03056, Kyiv, Borshchagovska str. 115.

Boichenko S.V., Dr. Sc., professor, Politechnika,Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, e-mail: chemmotology@ukr.net, Poland, 35-959, Rzeszów, Powstancow Warszawy str. 8.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, директор Інституту екологічної безпеки, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна

REVIEWERS:

Zaporozhets Olexander I. Dr. Sciences, professor, director of the Institute of Ecological safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Posviatenko Eduard K., Dr.Sc., professor of the department of Production, Repair and Material Science, National transport university, Kyiv, Ukraine.