

УДК 665.753(045)
UDC 665.753(045)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ

Антропченко А.К., Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Яковлева А.В., Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Бойченко С.В., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна

THE COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF ECOLOGICAL RISKS IN THE USE OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE FUELS

Antropchenko A.K., National aviation university, Kyiv, Ukraine
Iakovlieva A.V., National aviation university, Kyiv, Ukraine
Khrutba V.A., Doctor of Sciences, National transport university, Kyiv, Ukraine
Boichenko S.V., Doctor of Sciences, National aviation university, Kyiv, Ukraine

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Антропченко А.К., Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Яковлева А.В., Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Хрутьба В. А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Бойченко С.В., доктор технических наук, Национальный авиационный университет, Киев,
Украина

Вступ

З кожним роком розвиток авіації набирає нових обертів, змінюються технології виробництва літальних апаратів (ЛА), збільшується швидкість та висота польотів, покращується економічність, масові характеристики та надійність силових установок. Такий стрімкий розвиток привертає увагу до авіаційних палив та паливно-мастильних матеріалів, адже саме вони забезпечують надійність, тривалість і економічність польотів [1].

Розширення авіапарку та збільшення кількості виконаних польотів зумовлює зростання об'єму споживання авіаційних палив. Разом з тим, розвиток авіаційної галузі викликає збільшення антропогенного навантаження на довкілля.

На сьогодні все більшого поширення набувають альтернативні палива. Окрім розрахункової дешевизни у порівнянні з викопними вуглеводнями, біопалива також вписується в поточні тенденції, що стосуються охорони навколишнього середовища. За визначенням біопаливо виготовляється з природної відновлюваної сировини, саме тому його застосування чинить менше антропогенне навантаження на екологічну ситуацію на планеті [2,3].

Саме турбота про навколишнє середовище стала причиною низки серйозних рішень в галузі виробництва та використання авіаційних палив. Авіаційні біопалива вносять нові перспективи у розвиток авіації. Однак непотрібно забувати, що його вивчення та дослідження сьогодні перебувають лише на початкових стадіях.

Досвід використання альтернативних палив в авіації ще недостатній і потенційно вони можуть становити певні ризики як на експлуатаційні властивості техніки так і на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Актуальність дослідження екологічних ризиків не викликає сумнівів, адже аналіз ризику є частиною системного підходу до прийняття політичних рішень, процедур і практичних заходів у вирішенні завдань попередження або зменшення небезпеки для життя людини, захворювань або шкоди навколишньому середовищу, званого в нашій країні забезпеченням промислової безпеки, а за кордоном – управлінням ризиком. При цьому аналіз ризику або ризик-аналіз визначається як

систематичне використання наявної інформації для виявлення небезпек і оцінки ризику для окремих осіб або груп населення, майна або навколишнього середовища.

Методологія аналізу ризику впливу шкідливих факторів навколишнього середовища на здоров'я населення є новим, відносно молодим, у всьому світі міждисциплінарним науковим напрямом, який інтенсивно розвивається. Принципові положення цієї методології, що полягають, зокрема, у виділенні в єдиний процес прийняття рішень з оцінки ризику та управління ним, сформульовані в США на початку 80-х років [4].

Одним з методів оцінки екологічного ризику є оцінка неонкологічного ризику для здоров'я населення. Цей метод дозволяє оцінити вплив на населення речовин, що не є канцерогенними. У результаті дає можливість отримати кількісну оцінку впливу забруднюючих речовин у вигляді ризиків, що цей вплив становить на населення. У зв'язку з цим, для вирішення завдань даної роботи було обрано даний метод, тому що, ми вважаємо, що він дає можливість найкращим чином оцінити вплив на людину викидів, що утворюються під час використання традиційного та альтернативного авіаційного палива.

На меті стоїть оцінка неонкологічного ризику для здоров'я населення від емісії традиційних та альтернативних палив для палив для повітряно-реактивних (ПРД) ЛА [5].

Неонкологічні ризики стосуються системних порушень стану здоров'я, які не належать до ракових захворювань. Оскільки спектр патогенних впливів та викликаних ним наслідків є дуже широким, при аналізі неканцерогенних ризиків важливими є кілька аспектів: важкість наслідків для стану здоров'я; кількість людей, що потрапляють під вплив негативних факторів; час настання токсичного ефекту.

Методика оцінки неонкологічного ризику поєднує кількісні та якісні методи: математичні розрахунки та експертні відносні оцінки [4].

Отримані дані індивідуального ризику будуть оцінені по шкалі представлений у таблиці 1. [6]

Таблиця 1 – Шкала оцінки неканцерогенного ризику

Рівень небезпеки	Індивідуальний ризик	
	Шкала	Умовне позначення
Мінімальний	< 0,1	
Допустимий	0,1 – 1,0	
Помірний	1 – 5	
Високий	5 – 10	
Дуже високий	> 10	

Так, індивідуальний неонкологічний ризик для одного токсиканта $RI_{нк}^i$ визначається зі співвідношення отриманої та допустимої дози:

$$RI_{нк}^i = \frac{ОД}{ДД} \cdot k_b \quad (1)$$

де ОД – отримана доза токсиканта, ДД – допустима доза токсиканта, k_b – коефіцієнт, який приймає значення 2,4; 1,3; 1; 0,86 відповідно для речовин 1; 2; 3; 4 класу небезпеки; при фактичній концентрації менше ГДК незалежно від класу небезпеки $k_b=1$.

Під поняттям індивідуального ризику розуміють ймовірність ураження окремої особи протягом певного періоду часу в результаті впливу досліджуваних чинників небезпеки при реалізації несприятливої випадкової події з урахуванням ймовірності її перебування в зоні ураження.

Індивідуальний ризик – ймовірність загибелі людини, що знаходиться в даному регіоні, від можливих джерел небезпеки об'єкта підвищеної небезпеки протягом року з урахуванням ймовірності її перебування в зоні ураження.

В даній роботі було розраховано ризики при використанні традиційного нафтового палива для ПРД та палива з біокомпонентом МЕЖК та ЕЕЖК. Основними викидами, що забруднюють атмосферу, у відпрацьованих газах авіаційних двигунів є оксид вуглецю (CO), незгорілі вуглеводні (CnHm), оксиди азоту (NO, NO₂), диоксид сірки (SO₂) та сажа (SN). Саме для цих речовин були проведені наступні розрахунки.

На рисунках 1-6 зображена порівняльна характеристика індивідуального ризику для людини від викидів кожної з речовин у порівнянні з паливом ТС-1, паливом з біокомпонентом МЕЖК та паливом з біокомпонентом ЕЕЖК.

Викиди у навколишнє середовище оксиду вуглецю (CO) утворюють помірний ризик на людину, з рисунку 1 видно що ризик більший при використанні традиційного палива, і менший при використанні палива з біокомпонентом. Так як, CO найбільше впливає на серцево-судинну систему, то якщо використовувати біопаливо кількість таких захворювань зменшиться.

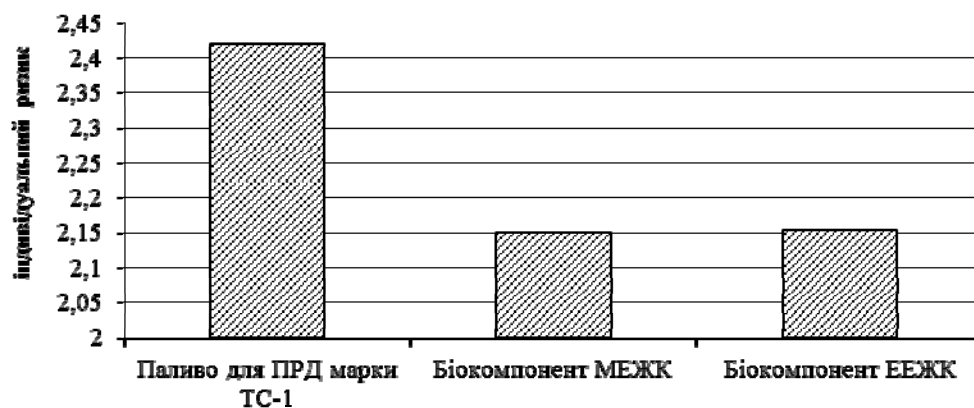


Рисунок – 1. Індивідуальний ризик від забруднення CO

Викиди у довкілля діоксиду азоту (NO₂) спричиняють дуже високий ризик для людини. І спостерігається, що у емісії палив з додатками біокомпоненту ризик захворювань більший ніж у традиційному паливі. Така тенденція утворилася тому що, викиди NO₂ у паливі з біокомпонентом будуть більші ніж у традиційному паливі.



Рисунок – 2. Індивідуальний ризик від забруднення NO₂

Індивідуальний ризик захворювання людини від викидів NO під час згоряння традиційного палива ТС-1 – допустимий, під час використання палива з біокомпонентом МЕЖК/ЕЕЖК – помірний.

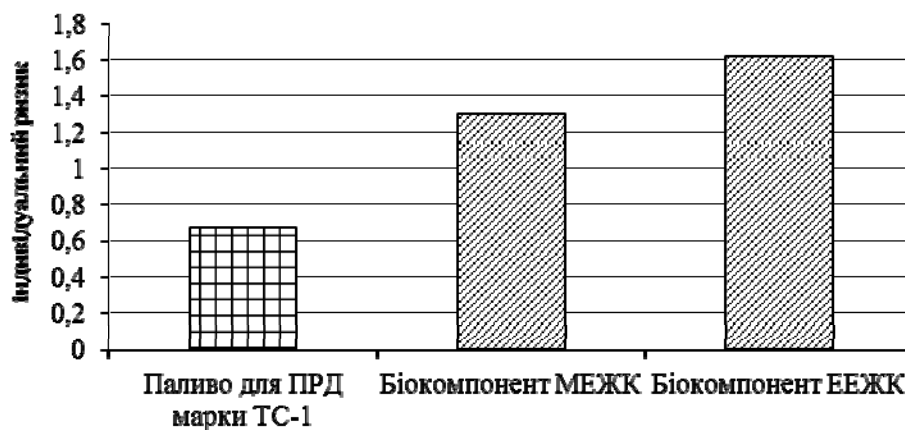
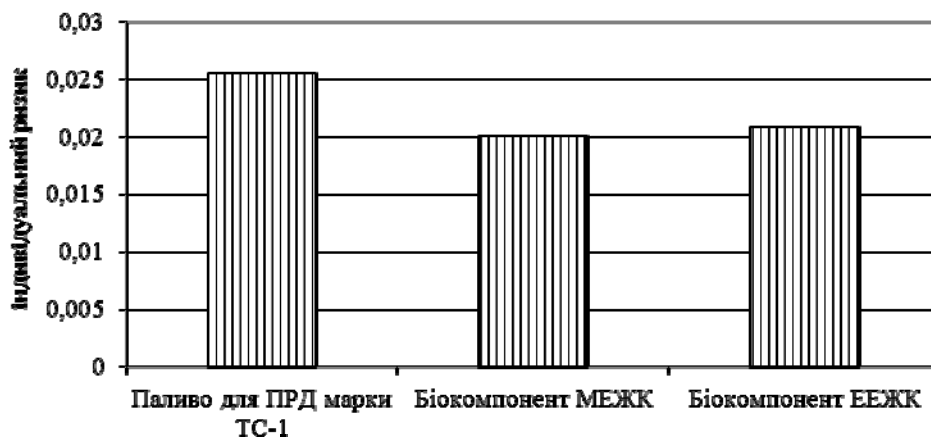
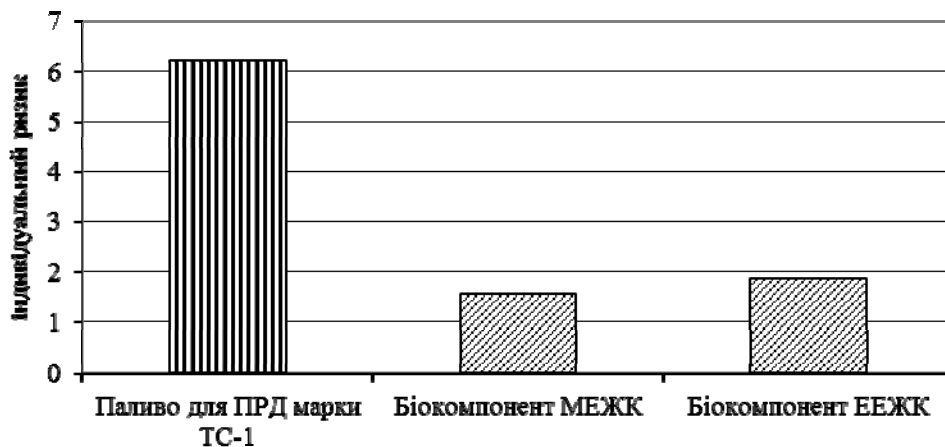


Рисунок – 3. Індивідуальний ризик від забруднення NO

Забруднення навколишнього середовища C_nH_m спричиняє мінімальний індивідуальний ризик. Ці речовини дуже небезпечні для людини, тому їх викиди дуже нормуються. Хоча і при згорянні традиційного палива ТС-1 індивідуальний ризик мінімальний, але при використанні палива з біокомпонентом ризик ще менший.

Рисунок – 4. Індивідуальний ризик від забруднення C_nH_m

Забруднення довкілля діоксином сірки (SO_2) під час згорання традиційного палива утворює високий індивідуальний неонкологічний ризик, що у разі більше ніж при згорянні альтернативного палива для ПРД. Адже індивідуальний ризик при згорянні біопалива – помірний.

Рисунок – 5. Індивідуальний ризик від забруднення SO_2

Індивідуальний ризик захворювання людей від забруднення сажею (SN) – допустимий та мінімальний. При використанні біопалива ризик менший ніж при використанні традиційного палива.

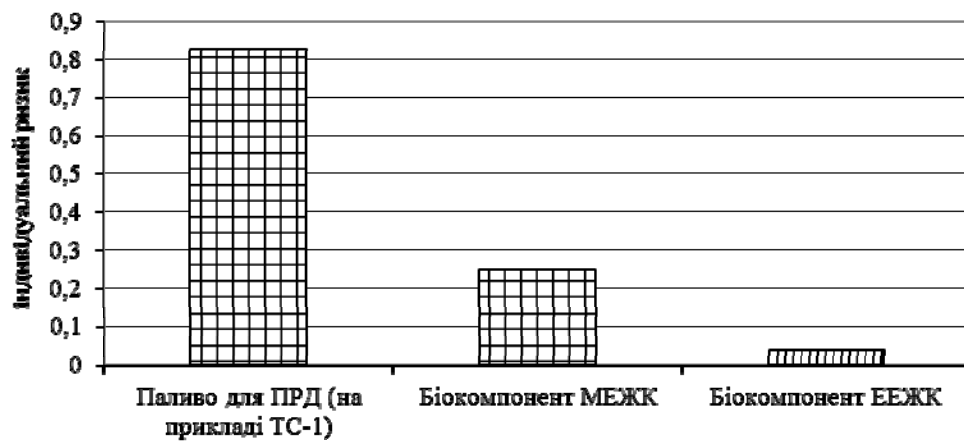


Рисунок – 6. Індивідуальний ризик від забруднення SN

У таблиці 2 представлені результати розрахунків індивідуального ризику від емісії шкідливих речовин у процесі згоряння традиційного і альтернативного палив для ПРД ЛА.

Таблиця 2 – Індивідуальний неонкологічний ризик захворювання людей

Вид палива	індивідуальний ризик					
	CO	NO ₂	NO	C _n H _m	SO ₂	SN
Паливо для ПРД марки ТС-1)	2,421	90,89	0,673	0,0255	6,215	0,829
Біокомпонент МЕЖК	2,151	99,676	1,299	0,02	1,559	0,249
Біокомпонент ЕЕЖК	2,155	100,21	1,616	0,021	1,852	0,021

Таким чином, за результатами розрахунків було встановлено, що індивідуальний ризик за показниками CO, C_nH_m, SO₂ та SN є нижчим для біопалива, а ризик за показниками NO та NO₂ є нижчим для традиційного нафтового палива.

Розрахунок колективного неонкологічного ризику.

Колективний ризик – це ризик прояву небезпеки того чи іншого виду для колективу, групи людей, для певної соціальної чи професійної групи людей.

На даному етапі ми розглядатимемо групу людей, а саме співробітників аеропорту, які безпосередньо знаходяться у щоденному контакті з викидами відпрацьованих газів ПРД і піддаються ризику впливу цих викидів на здоров'я.

Для прикладу, було розглянуто аеропорт «Бориспіль», у якому на 2015 рік кількість працівників становила 4 422 людини.

Розрахунок колективного неонкологічного ризику для працівників аеропорту від забруднюючих речовин, які утворюються у результаті використання традиційного та альтернативного палива проводиться виходячи з обрахованого індивідуального ризику та другого важливого аспекту – кількості ураженого населення NP . Колективний неканцерогенний ризик (кількість токсичних ефектів) $RI_{нк}^n$ визначається як:

$$RI_{нк}^n = \frac{RI_{нк}^i \cdot NP}{70} \quad (2)$$

де 70 – середня статистична вага дорослої людини.

На рисунку 7 зображено колективний ризик для працівників аеропорту від поглинання шкідливих речовин (CO, NO, CH, SO₂, SN).

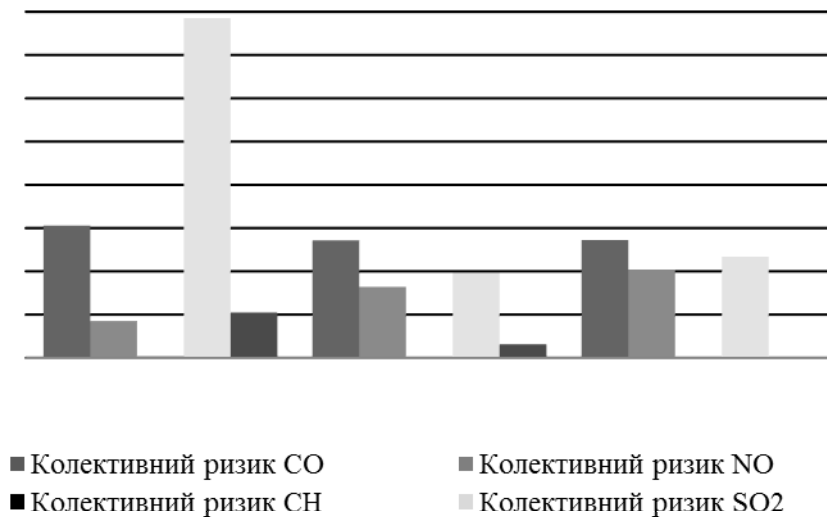


Рисунок – 7. Колективний ризик для працівників аеропорту

Спостерігається, що колективний ризик буде менший від використання альтернативного палива (палива з біокомпонентом МЕЖК/ЕЕЖК), ніж від використання традиційного палива марки ТС-1.

Розрахунок часу настання негативних змін у здоров'ї людини.

У законі України «Про зону надзвичайної екологічної ситуації», (13 липня 2000 року) закріплено поняття негативних змін у навколишньому середовищі – втрати, виснаження чи знищення окремих природних комплексів і ресурсів, унаслідок надмірного забруднення навколишнього середовища, руйнівного впливу стихійних сил, природних та інших факторів, що обмежують чи виключають можливість життєдіяльності людини і здійснення господарської діяльності в цих умовах [70].

Час настання потенційного токсичного ефекту TE можна визначити розрахунковим методом, ґрунтуючись на припущенні про наявність логарифмічної залежності між надходженням в організм токсину та його реакцією:

$$\lg(TE) = \lg(NE) - \lg\left(\frac{OD}{DD}\right) \quad (3)$$

де NE – час гарантованої відсутності ефектів (25 років, виходячи з визначення допустимих концентрацій, прийнятого в Україні) [60].

Для нашого дослідження час настання негативних змін у здоров'ї населення під час інгаляції повітря з домішками традиційного та альтернативного палива представлено на рис. 8.

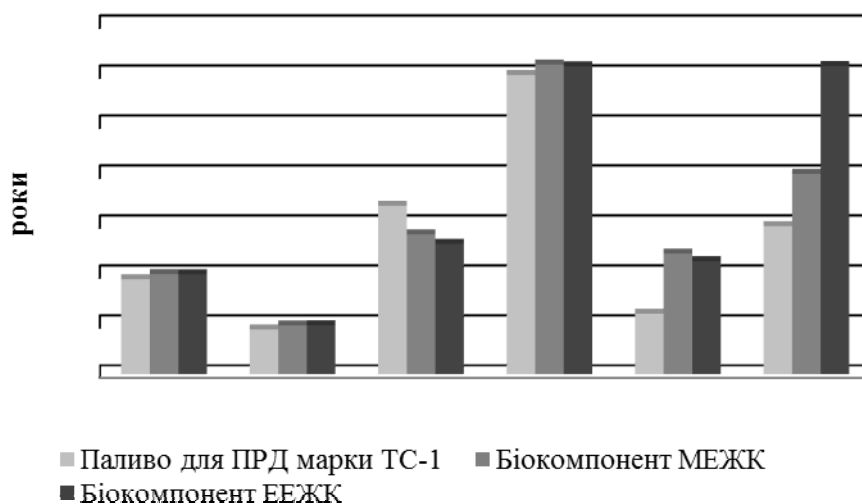


Рисунок – 8. Час за які настануть зміни у здоров'ї населення

З розрахунків видно, що при використанні палива з біокомпонентом ЕЕЖК/МЕЖК є найбільше часу до моменту утворення негативних змін в організмі людини, на яку впливають негативні речовини. І цей час для деяких речовин становить до 3-х років.

А від традиційного палива ТС-1, під час інгаляції шкідливих речовин, негативний ефект буде спостерігатися швидше.

Звичайно, розрахункове значення часу настання токсичного ефекту є дуже приблизним, оскільки в кожному окремому випадку залежить від багатьох факторів: стану здоров'я, віку, способу життя та інших особливостей реципієнтів.

Висновок

Розрахований індивідуальний неонкологічний ризик впливу на здоров'я людини традиційного палива ТС-1 та палива з біокомпонентом МЕЖК/ЕЕЖК. Отримані дані свідчать про наявний ризик для здоров'я населення. Традиційне паливо небезпечне своїми речовинами такими як CO, NO₂ та SO₂. Неонкологічний ризик впливу таких речовин на організм людини може призвести до серцево-судинних захворювань, захворювань дихальних шляхів. Альтернативне паливо (паливо з біокомпонентом МЕЖК/ЕЕЖК) в свою чергу має трохи менший ризик для здоров'я людини, але теж забруднює довкілля такими речовинами як CO та SO₂, хоча в меншій мірі, як традиційне паливо. У той же час забруднює компонентами NO₂ та NO, трохи в більшій мірі ніж традиційне паливо. Такий результат виник тому, що якщо певні негативні компоненти зменшуються у альтернативному паливі, то інші негативні компоненти збільшуються.

Керуючись ризиками було прогнозовано час через який наставатимуть зміни у здоров'ї населення, яке підлягає впливу емісії шкідливих речовин з різними видами палива. Тут можна сказати, що якщо використовувати паливо з біокомпонентом, то час настання негативних змін у організмі людини настане пізніше.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Boychenko S. V. Fuel and Lubricants. – Kyiv, NAU, 2003. – 88 p.
2. Бойченко С. В. Моніторинг використання палива для транспортних засобів // Проблеми загальної енергетики. – 2001. – № 5. – С.49–51.
3. Бойченко С. В., Матвеева О. Л. Мониторинг антропологической деятельности в сфере использования нефтяных источников энергии // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 5. – С. 54–57.
4. Инструктивный материал по экологической оценке предлагаемых эксплуатационных изменений в сфере организации воздушного движения / ИКАО / 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
5. Стандарт оценки основных авиационных рисков / Сырьевые отрасли промышленности. – 2015, - 153 с
6. Большаков А. М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А. М. Большаков, В. Н. Крутько, Е. В. Пуцилло. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
7. Андреева Т.В. Снижение уровня экологического риска как фактор обеспечения экологической безопасности / Т.В. Андреева - М.: Изд-во МГУ. – 2003. – 314 с.
8. Сараєва І.М. Системне моделювання процесу ідентифікації підприємницьких ризиків: монографія / І.М. Сараєва. — Одеса: Фенікс, 2008. – 147с.
9. Задерієнко С.І. Світові тенденції використання альтернативного палива в авіації / С.І. Задерієнко // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – №2 – С33-35.
10. Бойченко С. В. Хімотологічна модель системи нафтопродуктозабезпечення // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 2. – С. 31–35.
11. S. Boychenko, J. Kobylansky, S. Lutyj. Ecological aspect of use of hydrocarbon fuels // Ecological chemistry and engineering. – 2004. – Т. 11. – Nr S 1. – P. 9–13.
12. Яковлева А.В., Бойченко С.В., Вовк О.А. Влияние качества авиационных топлив на безопасность полета и окружающую среду // Наука та інновації, НАН України. – К. – 2013. № 4. – Том 9, № 4, с. 25 – 30.
13. Anna Iakovlieva, Sergii Boichenko, Angela Gay. Cause-Effect Analysis of the Modern State of Jet Fuels // Chemistry and Chemical Technology. – 2014. – Vol. 8. – № 1. – P. 107–116.

REFERENCES

1. Boychenko S. V. Fuel and Lubricants. – Kyiv, NAU, 2003. – 88 p.
2. Boichenko S. V. Monitoring of fuel of transport means use // Problem of general energy. – 2001. – № 5. – P. 49–51.
3. Boichenko S. V., Matvieieva O. L. Monitoring of antropoecological activity in the sphere of oil energy sources use // Ecotechnologies and resource saving. – 1999. – № 5. – P. 54–57.
4. Instructive material on ecological estimation of proposed exploitation changes in sphere of air traffic organization / ICAO / 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
5. The standard for the main aviation risks assessment / Feedstock branches of industry. – 2015. – 153 p.
6. Bolshakov A. M. Estimation and management of risks of environmental impact on human health / A. M. Bolshakov, V. N. Krutko, E. V. Putsillo. – M.: Editorial URSS, 1999. – 256 p.
7. Andrieieva T. V. Decreasing of ecological risk level as a factor of environmental safety provision / T. V. Andrieieva - M.: MGU publishing. – 2003. – 314 p.
8. Saraieieva I. M. System modeling of the process of company risks identification: monograph / I.M. Saraieieva. — Odessa: Fenix, 2008. – 147 p.
9. Zaderienko S. I. World tendencies in use of alternative fuels in aviation / S. I. Zaderienko // Systems of powering and military technics. – 2008. – № 2 – P. 33 – 35.
10. Boychenko S. V. Chemmotological model of oilproducts supply system // Ecotechnologies and resource saving. – 2003. – № 2. – P. 31–35.
11. S. Boychenko, J. Kobylansky, S. Lutyj. Ecological aspect of use of hydrocarbon fuels // Ecological chemistry and engineering. – 2004. – T. 11. – Nr S 1. – P. 9–13.
12. Iakovlieva A.V., Boichenko S. V., Vovk O. A. The impact of jet fuel quality on flight safety and natural environment // Science and innovation, NAS of Ukraine. – 2013. № 4. – Vol. 9, № 4, p. 25 – 30.
13. Anna Iakovlieva, Sergii Boichenko, Angela Gay. Cause-Effect Analysis of the Modern State of Jet Fuels // Chemistry and Chemical Technology. – 2014. – Vol. 8. – № 1. – P. 107–116.

РЕФЕРАТ

Антропченко А.К. Порівняльна характеристика екологічних ризиків під час використання традиційних та альтернативних палив / А.К. Антропченко, А.В. Яковлєва, В.О. Хрутьба, С.В. Бойченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

Дана стаття присвячена аналізу ризиків, які виникають для здоров'я населення при інгаляції повітря з емісією традиційного палива та альтернативного палива для паливо-реактивних двигунів, а також розробленню порівняльної характеристики зазначених ризиків. Розкрито актуальність даної теми, перспективи оцінювання та прогнозування ризиків. Актуальність статті визначається недостатністю досвіду використання альтернативних палив в авіації та необхідністю оцінювання потенційних ризиків, що вони можуть становити у процесі експлуатації техніки для навколишнього середовища та здоров'я населення. Адже на сьогоднішній день вирішення завдань попередження або зменшення небезпеки для життя людини, захворювань або шкоди навколишньому середовищу є одним з першочергових завдань у забезпеченні національної безпеки держави. Розглянуто методика оцінювання ризиків для здоров'я населення. Для оцінювання ризиків для здоров'я населення при використанні традиційних та альтернативних палив було визначено неонкологічні ризики для здоров'я населення від емісії відпрацьованих газів повітряно-реактивних двигунів. Неонкологічні ризики стосуються системних порушень стану здоров'я, які не належать до ракових захворювань. Методика оцінки неонкологічного ризику поєднує кількісні та якісні методи: математичні розрахунки та експертні відносні оцінки. У статті запропоновано оцінювання розрахованих індивідуальних ризиків за розробленою шкалою. Крім того було проведено розрахунок часу настання негативних змін у організмі людини під дією викидів від традиційного палива та біопалива для ПРД.

У статті детально представлено розрахунок неонкологічного індивідуального та колективного ризику для населення від традиційного нафтового палива та альтернативного палива відповідно до кожної забруднюючої речовини. Всі розрахунки представлені графічно та у таблицях. Зроблені висновки про ризики які існують при використанні традиційного та альтернативного палива для ПРД дають підстави стверджувати, що використання авіаційних біопалив знижує ризики настання негативних наслідків для здоров'я населення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РИЗИК, АВІАЦІЯ, ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, БІОПАЛИВО, ТРАДИЦІЙНЕ ПАЛИВО, НЕОНКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО

ABSTRACT

Antropchenko A.K., Iakovlieva A.V., Khrutba V.A., Boichenko S.V. The comparative characteristic of ecological risks in the use of traditional and alternative fuels. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the analysis and assessment of risks to health from inhalation of air emissions of traditional fuels and alternative fuels, fuel for jet engines. It reveals the relevance of this topic, the prospects for assessing and forecasting risk. The relevance of the article is determined by the lack of experience in use of alternative aviation fuels and the necessity in estimation of potential risks, which may happen during exploitation of techniques for environment and human health. The reason for this is that nowadays solving the tasks of preventing and minimization of dangers to human health, diseases of natural environment is one of the prior tasks for providing national safety of the state. The methodology of risk assessment for public health was considered. Non-carcinogenic risks for human health during emissions of exhaust gases from jet engines were identified in order to estimate human health risks in a result of the use of alternative and traditional jet fuels. Non-carcinogenic risks are related to systematic disturbances of health and are not included into the group of cancer diseases. The methodology of non-carcinogenic risks estimation includes qualitative and quantitative methods: mathematical calculations and experts relative estimations. It was proposed in the article to estimate calculated individual risks according to the developed scale. In addition, the time of appearance of negative changes in the human body under the influence of emissions from conventional fuels and biofuels for the jet engines was calculated.

The article details noncollege calculation of individual and collective risk for the population from traditional petroleum fuels and alternative fuels for each pollutant. All calculations are presented graphically and in tables. The conclusions about the risks, which exist during use of alternative and traditional jet fuels give us ground to state that the use of aviation biofuels reduces risks of negative consequences to human health.

KEYWORDS: RISK, AVIATION, ENVIRONMENTAL RISK, BIOFUEL, TRADITIONAL FUELS, NON-CARCINOGENIC RISK, ALTERNATIVE FUELS

РЕФЕРАТ

Антропченко А.К. Сравнительная характеристика экологических рисков при использовании традиционных и альтернативных топлив / А.К. Антропченко, А.В. Яковлева, В.А. Хрутьба, С.В. Бойченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

Данная статья посвящена анализу и оценке рисков, возникающих для здоровья населения при ингаляции воздуха с эмиссией традиционного топлива и альтернативного топлива для топливо-реактивных двигателей. Раскрыта актуальность данной темы, перспективы оценки и прогнозирования рисков. Актуальность статьи определяется недостаточностью опыта использования альтернативных топлив в авиации и необходимостью оценивания потенциальных рисков, которые они могут представлять в процессе эксплуатации техники для окружающей среды и здоровья населения. Так как на сегодняшний день решение задач предупреждения либо минимизации опасности для жизни человека, заболеваний либо вреда окружающей среде является одной из первоочередных задач в обеспечении национальной безопасности государства. Рассмотрено методику оценивания рисков для здоровья населения. Для оценивания рисков для здоровья населения при использовании традиционных и альтернативных топлив было определено неонкологические риски для здоровья населения от эмиссии отработанных газов воздушно-реактивных двигателей. Неонкологические риски относятся к системным пнарушениям состояния здоровья, которые не являются раковыми заболеваниями. Методика оценки неонкологического риска объединяет количественные и качественные методы: математические расчеты и экспертные относительные оценки. В статье предложено оценивание рассчитанных индивидуальных рисков по разработанной шкале. Кроме того был проведен расчет времени наступления негативных изменений в организме человека под действием выбросов от традиционного топлива и биотоплива для ВРД.

В статье подробно представлен расчет неонкологічного індивідуального і колективного ризику для населення від традиційного нафтяного палива і альтернативного палива згідно

каждого загрязняющего вещества. Все расчеты представлены графически и в таблицах. Сделаны выводы о рисках которые существуют при использовании традиционного и альтернативного топлива для ВРД. Сделанные выводы о рисках, которые существуют при использовании традиционного и альтернативного топлива для ВРД дают основания утверждать, что использование авиационных биотоплив снижает риски наступления негативных последствий для здоровья населения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РИСК, АВИАЦИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, БИОТОПЛИВО, ТРАДИЦИОННОЕ ТОПЛИВО, НЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО

АВТОРИ:

Антропченко А.К., Національний авіаційний університет, e-mail: alina.antropchenko@gmail.com, Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Яковлева А.В. асистент, Національний авіаційний університет, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, Національний авіаційний університет, e-mail: chemmotology@ukr.net Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Хрутьба Вікторія Олександрівна – доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, e-mail: hrutba@mail.ru, Україна, Київ, Суворова 1, к. 313.

AUTHORS:

Antropchenko A.K., National Aviation University, e-mail: alina.antropchenko@gmail.com, Ukraine, 03680, Kyiv, Kosmonavta Komarova ave.1

Iakovlieva A.V., assistant, National Aviation University, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Ukraine, 03680, Kyiv, Kosmonavta Komarova ave.1

Boichenko S.V., Doctor of Sciences, Professor, head of the ecology department, National Aviation University, e-mail: chemmotology@ukr.net, Ukraine, 03680, Kyiv, Kosmonavta Komarova ave.1

Khrutba Victoria Aleksandrovna – Dr. Sc, docent, head of chair of ecology and life safety of National transport University, e-mail: hrutba@mail.ru Ukraine, Kyiv, Suvorov 1, K. 313. Phone: (044) 280-81-77

АВТОРЫ:

Антропченко А.К., студентка, Национальный авиационный университет, e-mail: alina.antropchenko@gmail.com Украина, 03680, Киев, просп. Комарова, 1.

Яковлева А.В., ассистент, Национальный авиационный университет, e-mail: pinchuk_anya@ukr.net, Украина, 03680, Киев, просп. Комарова, 1.

Бойченко С.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры экологии Национальный авиационный университет, e-mail: chemmotology@ukr.net Украина, 03680, Киев, просп. Комарова, 1.

Хрутьба Виктория Александровна – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности Национального транспортного университета, e-mail: hrutba@mail.ru Украина, Киев, Суворова 1, к. 313.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О. І., доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового Інституту екологічної безпеки, Національного авіаційного університету, Київ, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets O. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational-research Institute for Environmental Safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University Professor of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113

UDC 629.113

SYSTEM STEROWANIA GENERATORA GAZU WODOROTLENOWEGO (HHO)

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

JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЕВОВМІСНОГО ГАЗУ (HHO)

БАЛАБЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ЯВОРСКИ Артур, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

КУШЕВСКИ Хуберт, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

УСТШИЦКИ Адам, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CONTROL SYSTEM FOR OXYHYDROGEN GAS GENERATOR (HHO)

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

JAWORSKI Arthur, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

KUSZEWSKI Hubert, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

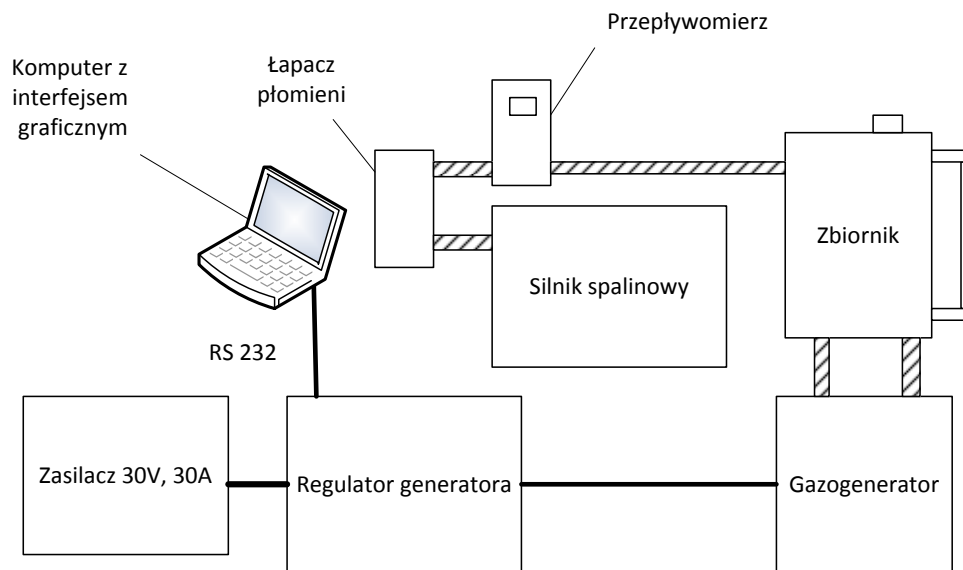
WSTĘP

Poszukiwanie paliw zastępczych do zasilania silników spalinowych oraz dążenie do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń w spalinach do środowiska związane jest ze wzrostem zainteresowania wodorem, jako nośnikiem energii w transporcie. Od lat podejmowane są także próby wykorzystania gazu wodorotlenowego (HHO) wytwarzanego w procesie elektrolizy wody [1,3,5,8,10]. Wyniki badań publikowane w literaturze ukazują korzyści związane z zastosowaniem gazu wodorotlenowego do wspomaganie zasilania silników napędzanych olejem napędowym (ON) lub benzyną. Możliwe jest dzięki temu zmniejszenie zużycia paliwa przez silnik oraz obniżenie emisji toksycznych składników spalin HC, CO, NO_x i cząstek stałych [1,3,4,6,7,9,10].

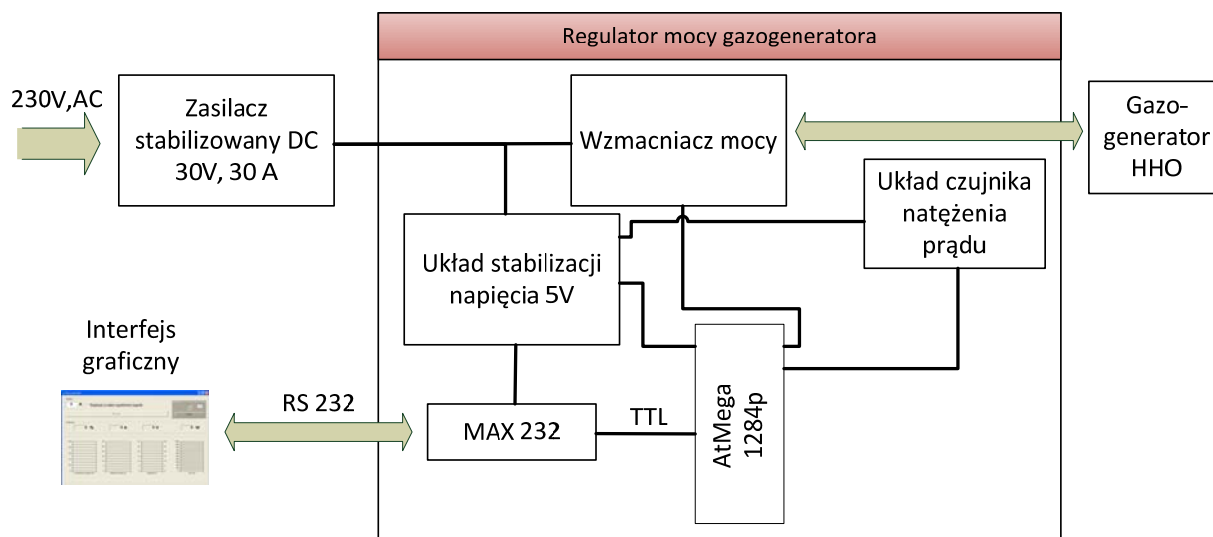
Zdania odnośnie korzyści wynikających z zastosowania tych układów są jednakże podzielone. W związku z powyższym, również w Katedrze Silników Spalinowych i Transportu (KSSiT) prowadzone są prace związane ze wspomaganie zasilania gazem wodorotlenowym silników spalinowych. W dotychczasowych badaniach wstępnych [2] generator zasilany był prądem stałym z zasilacza stabilizowanego i nie rejestrowano wydatku gazu wodorotlenowego. Realizacja dalszych badań wymagała opracowania sterownika i wprowadzenia układu pomiarowego wydatku gazu wodorotlenowego, których opis zamieszczono w niniejszym artykule.

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ZASILANIA WSPOMAGANEGO GAZEM HHO

Schemat blokowy opracowanego układu zasilania silnika gazem HHO ilustruje rys. 1, natomiast schemat regulatora został przedstawiony na rys. 2. Regulator jest zasilany z zasilacza sieciowego o stabilizowanym i regulowanym napięciu w zakresie od 0 do 32 V. Zasilacz pozwala na zasilanie generatora prądem stałym o natężeniu do 30 A. Moc generatora jest regulowana przez wzmacniacz mocy, który został wykonany na tranzystorze unipolarnym HEXFET. Tranzystor jest sterowany sygnałem z mikrokontrolera AtMega 1284p. Mikrokontroler jest połączony z komputerem za pomocą kondycjonera sygnału (RS 232 – TTL) MAX232. Bezstykowy czujnik natężenia prądu (ACS715) mierzy na bieżąco prąd w obwodzie generatora. Ponieważ chwilowa wartość natężenia prądu ciągle się zmienia, konieczne jest uśrednienie wyników w czasie dłuższym niż czas odpowiadający częstotliwości sygnału TTL. Uzyskano to dzięki zastosowaniu kondensatora o odpowiedniej pojemności. Układy AtMega 1284p, MAX 232 i ACS715 zasilane są z wbudowanego do układu stabilizatora napięcia LM7805. Płyta drukowana układu została przedstawiona na rys. 3.



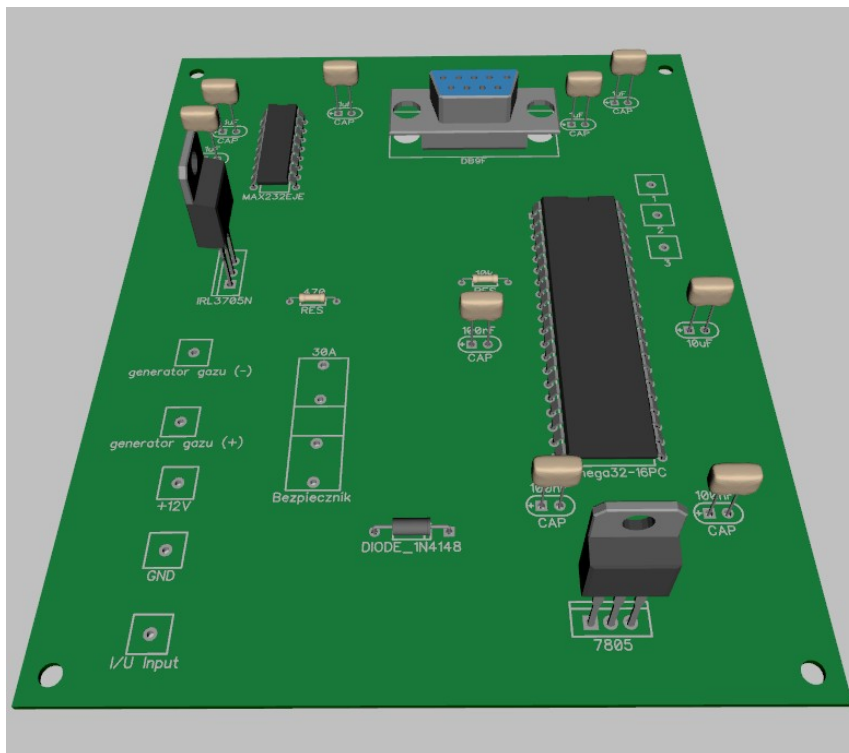
Rys. 1. Schemat blokowy układu zasilania silnika gazem HHO



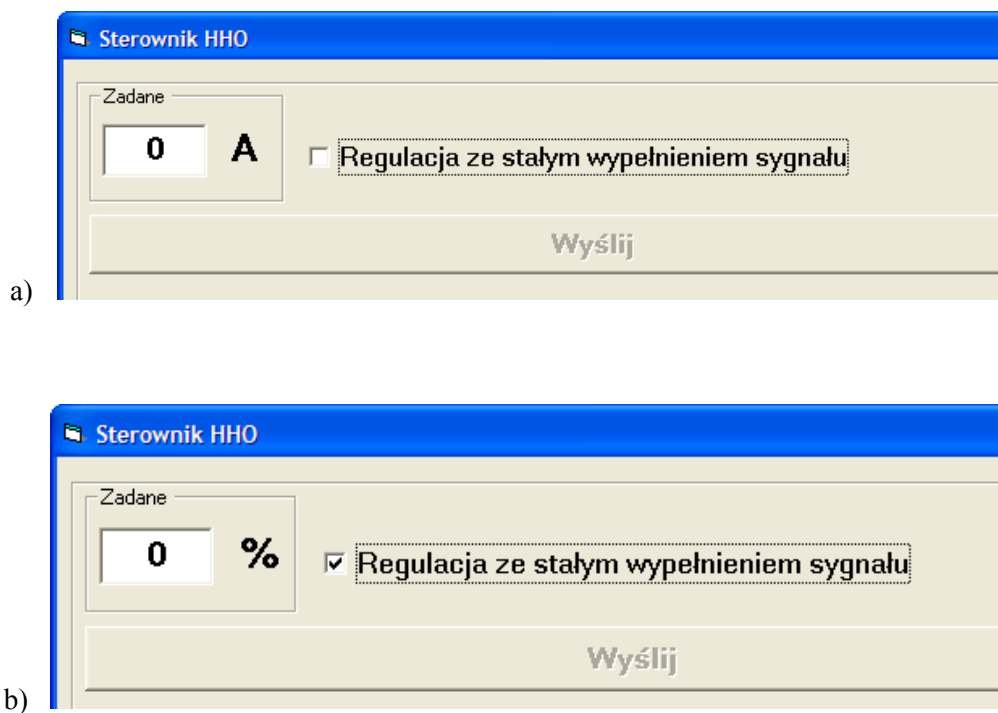
Rys. 2. Schemat regulatora

Interfejs graficzny regulatora pozwala na ustawienie wypełnienia sygnału PWM w sposób względny w [%] (rys. 4a) i przesłanie przez port RS komputera informacji do regulatora. Natężenie prądu płynącego w obwodzie zasilania generatora gazu zależy wówczas od przewodności elektrolitu. W oknie interfejsu na bieżąco jest także przedstawiane wypełnienie sygnału PWM, natężenie prądu płynącego w obwodzie generatora gazu, napięcie zasilania regulatora i moc prądu pobieranego przez generator. Parametry te przedstawione są również na wykresach słupkowych. Jeżeli opcja „Regulacja ze stałym wypełnieniem” nie jest zaznaczona (rys. 4b), to następuje automatyczna zmiana wypełnienia PWM na podstawie natężenia prądu w obwodzie zasilania generatora. Natężenie prądu jest mierzone przez bezstykowy czujnik ACS715. Filtr czujnika został dobrany w taki sposób, aby umożliwił pomiar średniej wartości prądu w obwodzie zasilania generatora gazu. Wyboru portu komputera dokonuje się w okienku Port COM. Połączenie komputera z regulatorem jest sygnalizowane miganiem zielonej kontrolki obok numeru portu.

Regulator steruje mocą generatora HHO poprzez zmianę wypełnienia sygnału zasilającego generator (PWM, rys. 5). Częstotliwość sygnału PWM jest stała przy sterowaniu ze stałą wartością wypełnienia sygnału, jak również przy regulacji ze stałą wartością natężenia prądu w obwodzie generatora.

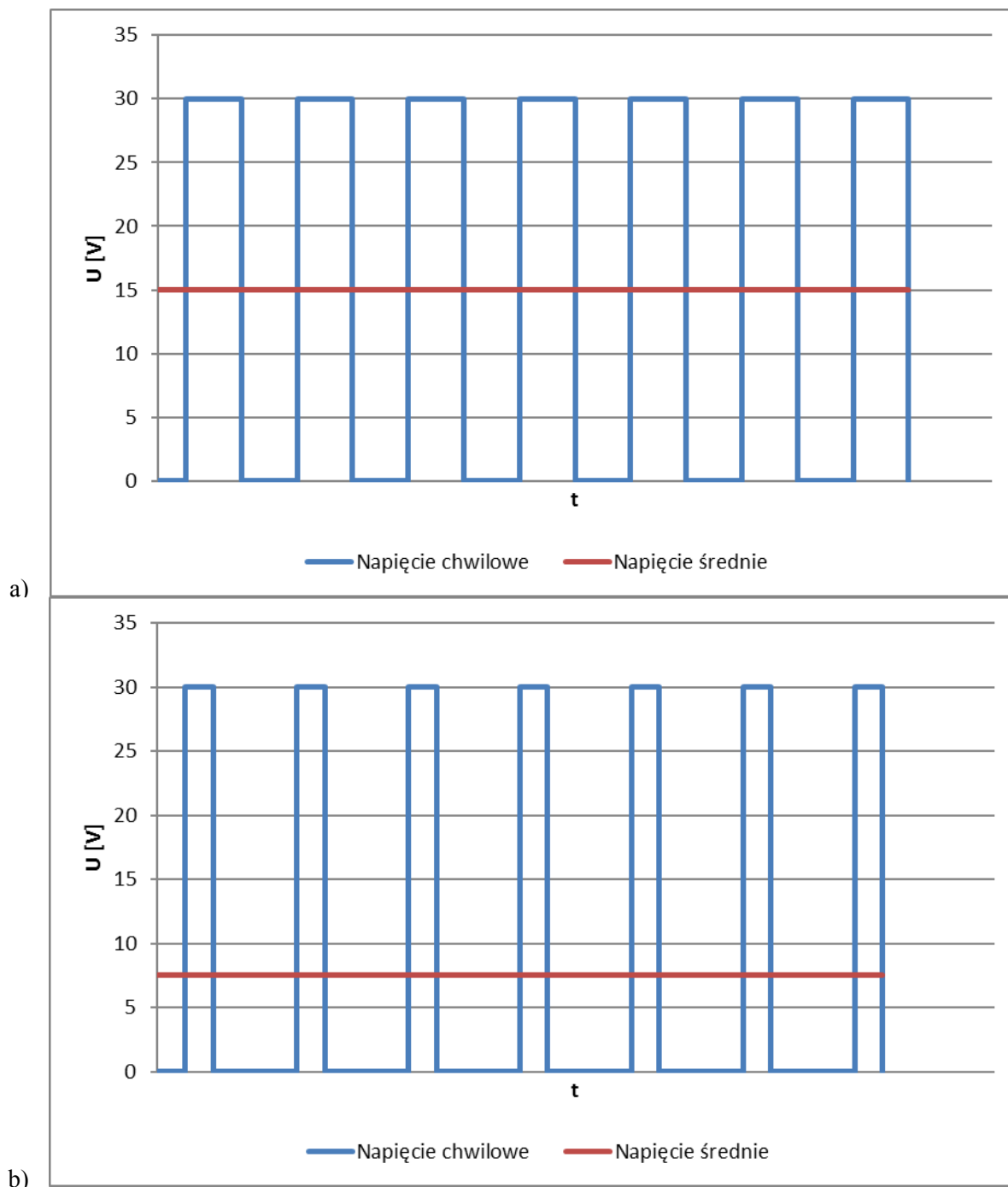


Rys. 3. Płytką drukowaną generatora



Rys. 4. Widok panelu sterowania regulatora generatora gazu HHO:

a – regulacja ze stałym wypełnieniem sygnału PWM, b – regulacja w pętli sprzężenia zwrotnego

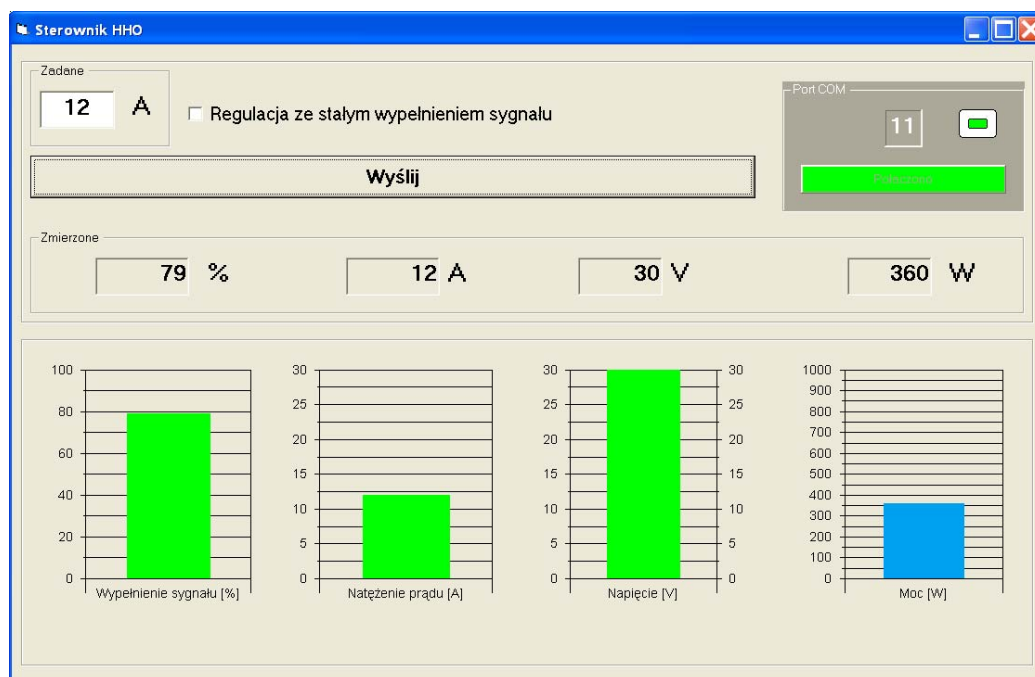


Rys. 5. Napięcie prądu zasilającego generator: a - wypełnienie 50%, b – wypełnienie 25%

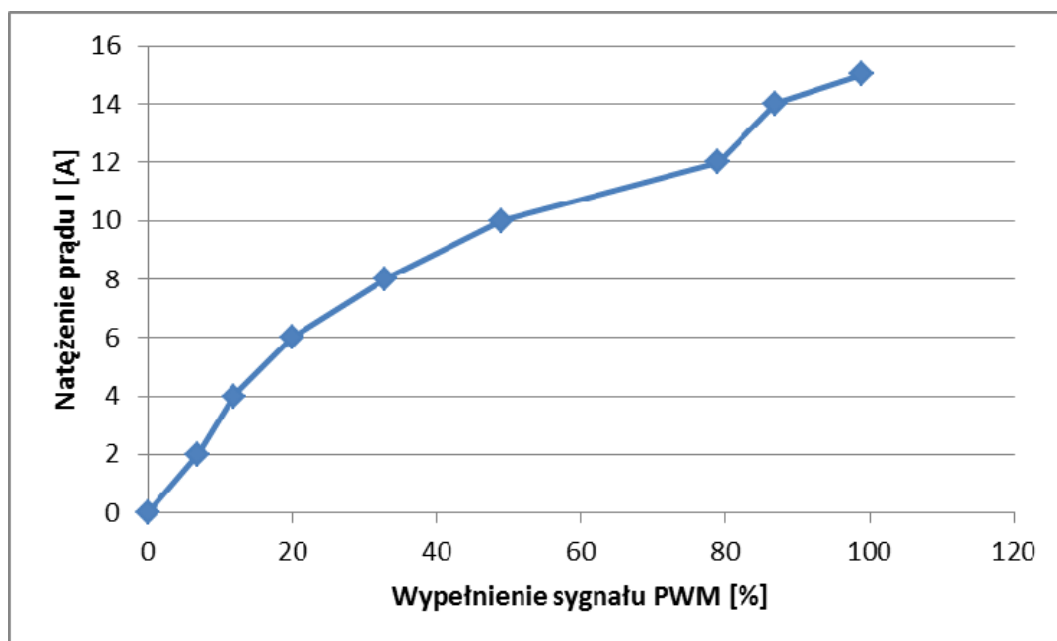
Widok interfejsu graficznego regulatora generatora gazu (podczas prowadzenia badań) został przedstawiony na rys. 6. Do pomiaru natężenia przepływu gazu wytwarzanego przez generator zastosowano przepływomierz masowy M+W Instruments D-6300. Układ generatora napełniony był wodnym roztworem wodorotlenku potasu KOH o stężeniu 1%. Wartość napięcia zasilania regulatora była stała i wynosiła 30 V. Wyniki badań wydatku gazu wodorotlenowego przy różnych parametrach zasilania generatora przedstawiono w tabeli 1 oraz na rys. 8. Natomiast rys. 7 przedstawia wartości wypełnienia sygnału PWM dla ustalonych wartości prądu zasilającego generator HHO.

Tabela 1. Wyniki badań wydatku gazu z generatora HHO zasilanego opracowanym sterownikiem

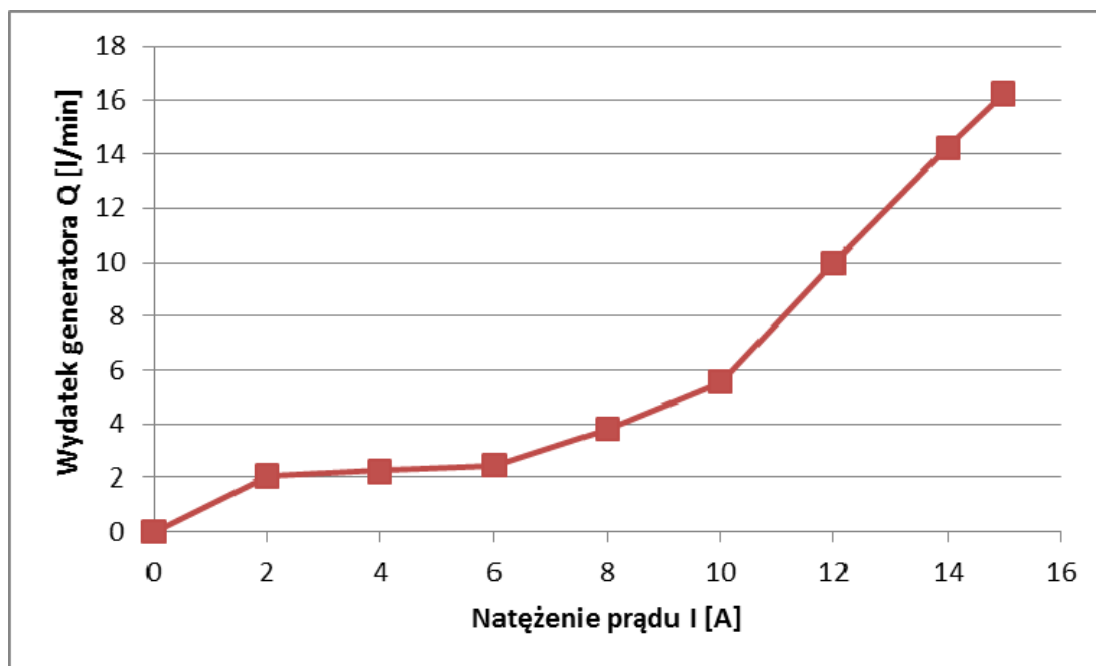
Natężenie prądu I [A]	Wypełnienie sygnału W [%]	Wydatek gazu z generatora Q[l/min]
0	0	0
2	7	2,06
4	12	2,25
6	20	2,45
8	33	3,8
10	49	5,56
12	79	10
14	87	14,24
15	99	16,24



Rys. 6. Interfejs graficzny regulatora w czasie pracy



Rys. 7. Zależność wypełnienia sygnału PWM w funkcji natężenia prądu zasilającego generator



Rys. 8. Wydatek generatora wodorotlenowego w funkcji natężenia prądu zasilającego generator HHO

PODSUMOWANIE

Opracowany regulator pozwala na precyzyjną regulację wydatku gazu wytwarzanego przez generator. Umożliwia sterowanie przy zachowaniu stałej wartości natężenia prądu lub przy stałej wartości wypełnienia sygnału PWM zasilającego generator. Uwzględniając te wielkości, przeprowadzane są badania nad ustaleniem optymalnych z uwagi na moc generatora wartości, przy których jego sprawność będzie najwyższa. Jest to związane również ze stężeniem wodorotlenku potasu w elektrolicie.

Po wstępnych badaniach gazogeneratora z regulatorem, planowane jest wykonanie sterownika współpracującego z przepływomierzem, celem zapewnienia stałego wydatku gazu w zależności od punktu pracy silnika. Dotychczasowe badania realizowane na jednocylindrowym silniku wysokoprężnym SB3.1 zasilanym w systemie CR (Common Rail), wykazały nieznaczny wpływ dodatku gazu wodorotlenowego na parametry użytkowe silnika. Było to związane ze zbyt małym wydatkiem generatora i niewielkim udziałem gazu HHO doprowadzanego do silnika (maksymalny wydatek gazu wynosił bowiem 5,5 l/min). Dalsze badania będą prowadzone dla zasilania ze wspomaganiem gazu wodorotlenowego także silnika o ZI zasilanego benzyną.

LITERATURA

- [1] Al-Rousan A. A.: Reduction of fuel consumption in gasoline engines. by introducing HHO gas into intake manifold. International Journal of Hydrogen Energy 35 (2010), 12930-12935.
- [2] Balawender K., Jaworski A., Kuszewski H., Ustrzycki A.: Badania wpływu dodatku HHO na wybrane parametry użytkowe silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym. Monografia seria TRANSPORT, Nr 6, Rzeszów 2015.
- [3] Chaiwongsa P., Pornsuwancharoen N., Yupapin: P.P.: Effective hydrogen generator testing for on-site small engine. Physics Procedia 2, 93–100, 2009.
- [4] Dülger Z., Özçelik K.R.: Fuel economy improvement by on board electrolytic hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy 25. 895-897, 2000.
- [5] Göllei A.: Measuring and optimisation of HHO dry cell for energy efficiency. ACTA TEHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering Tome VII, 2014.

- [6] Moraisa A.M., Mendes Justino M. A., Valente O. S., Morais Hanriot S., Ricardo Sodre J.: Hydrogen impacts on performance and CO₂ emissions from a diesel power generator. *International Journal of Hydrogen Energy* 38. 6857-6864, 2013.
- [7] Musmar S. A., Al-Rousan A.A.: Effect of HHO gas on combustion emissions in gasoline engines. *Fuel* 90, 3066–3070, 2011.
- [8] Skrzyniowski A.: Gaz Browna-HHO jako dodatek do paliw zasilających silniki spalinowe. Wydawnictwo politechniki Krakowskiej, Mechanika 5-M/2012.
- [9] Vino A. J., Ramanlal V. S., Madhusudhan Y.: Performance Analysis of Petrol - HHO Engine. *Middle-East Journal of Scientific Research* 12 (12): 1737-1740, 2012.
- [10] Yilmaz A. C., Uludamar E., Aydin K.: Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines. *International Journal of Hydrogen Energy* 35 (2010) 11366-11372.

STRESZCZENIE

BALAWENDER Krzysztof. System sterowania generatora gazu wodorotlenowego (HHO) / BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Artur, KUSZEWSKI Hubert, USTRZYCKI Adam // *Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu*. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Poszukiwanie paliw zastępczych do zasilania silników spalinowych obejmuje m.in. wspomaganie zasilania silników gazem wodorotlenowym (HHO). W Katedrze Silników Spalinowych i Transportu prowadzone również są prace związane z badaniami wpływu zasilania ze wspomaganiem gazem wodorotlenowym silników spalinowych o zapłonie samoczynnym oraz o zapłonie iskrowym. W niniejszym artykule przedstawiono charakterystykę sterownika opracowanego do regulacji parametrów prądu zasilającego generator wodorotlenowy oraz zamieszczono przykładowe wyniki pomiarów wydatku gazu dla różnych nastaw regulatora.

РЕФЕРАТ

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф. Система управління генератора водневовмісного газу (HHO) / БАЛЯВЕНДЕР Кшиштоф, ЯВОРСКИ Артур, КУШЕВСКИ Губерт, УСТШИЦКИ Адам // *Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”*. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

Пошук альтернативних видів палива для живлення двигунів внутрішнього згоряння пов’язано з системами живлення двигунів водневовмісним газом (HHO). На кафедрі двигунів внутрішнього згоряння і транспорту також проводяться праці, пов’язані з дослідженням впливу живлення двигуна з іскровим запалюванням водневовмісним газом. У даній статті представлені характеристики регулятора, розробленого для управління параметрами генератора водневовмісного газу і наводяться приклади результатів вимірювань витрати газу для різних налаштувань регулятора.

ABSTRACT

BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Arthur, KUSZEWSKI Hubert, USTRZYCKI Adam. Control system for oxyhydrogen gas generator (HHO). *Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”*. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2016. - Issue 2 (35).

The search for alternative fuels for internal combustion engines is connected with power supplying systems with oxyhydrogen gas (HHO). At the Department of Internal Combustion Engines and Transport of Rzeszow University of Technology the research related to the impact of HHO gas on parameters of diesel and SI engines are realized. This article presents the characteristics of the controller, that was developed for controlling of the current supply parameters of the HHO generator. The measurements results of gas flow for different controller settings is presented.

AUTORZY:

BALAWENDER Krzysztof, 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

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 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

АВТОРИ:

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

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

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

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

AUTHORS:

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

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

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

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 665.753(045)

UDC 665.753(045)

АНТИДЕТОНАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ І СПОСОБИ ЇХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

ANTIKNOCK RATING OF AVIATION GASOLINE AND WAYS OF PROVIDING

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

АНТИДЕТОНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВИАЦИОННЫХ БЕНЗИНОВ И СПОСОБЫ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

Вступ

Сьогодні основним джерелом отримання авіаційних бензинів залишається нафта. Вона представляє собою дуже складні, не схожі між собою за своїми властивостями і неоднорідні за хімічним складом речовини. Тому бензини є сумішами різних органічних речовин, що складаються в основному з молекул з п'ятьма, шістьма, сімома і вісьмома атомами вуглецю, які хімічно з'єднані або, як кажуть, насичені атомами водню. Кожне з цих з'єднань має індивідуальні властивості, що визначають якість палива.

При приготуванні авіаційних бензинів велику увагу приділяють процесу змішування різних вуглеводневих потоків з метою отримання високооктанових товарних палив, які відповідають вимогам відповідного стандарту. При приготуванні бензинів увага акцентується на поліпшенні основної експлуатаційної властивості палива, а саме детонаційної стійкості, чисельним еквівалентом якої є октанове число.

Аналіз літературних даних

Вивчення зв'язку між структурою вуглеводнів та їх антидетонаційними властивостями розпочалося з 1921 р. і триває до сьогодні. Накопичені знання дозволяють виявити наступні закономірності:

- зі збільшенням числа вуглецевих атомів в ланцюгу нормальних парафінових вуглеводнів їх детонаційна стійкість погіршується. При переході від нормальної до ізомерної структури вуглеводнів детонаційна стійкість покращується. Однак зі збільшенням числа вуглецевих атомів в прямому ланцюзі молекул ізопарафінових вуглеводнів його антидетонаційні властивості погіршуються. Збільшення ступеня розгалуженості молекули, компактне і симетричне розташування металічних груп і наближення їх до центру молекули сприяє підвищенню детонаційної стійкості ізопарафінових вуглеводнів.

- детонаційна стійкість олефінів зростає зі зменшенням довжини ланцюга, збільшенням ступеня розгалуженості і підвищенням компактності молекули. Кращі антидетонаційні властивості мають ті олефіни, у яких подвійний зв'язок розташовується ближче до центру вуглецевого ланцюжка.

- детонаційна стійкість ароматичних вуглеводнів покращується зі зменшення довжини бічного ланцюга і підвищенням його розгалуженості. До такого ж ефекту призводить поява в бічних ланцюгах подвійних зв'язків і симетричне розташування алкільних груп [1].

Ненасичені вуглеводні мають найбільшу чутливість до режиму роботи двигуна, а парафінові - найменшу. Підвищення температурного режиму двигуна викликає зниження детонаційної стійкості майже всіх вуглеводнів. Однак найменш чутливими до зміни температури є парафінові вуглеводні.

Вплив зміни швидкості обертання колінчастого валу на детонаційну стійкість вуглеводнів залежить від температурного режиму двигуна, класу вуглеводнів і їх детонаційної стійкості. При збільшенні числа обертів детонаційна стійкість низько октанових парафінів підвищується, а низько

октанових нафтенів і олефінів знижується. При підвищенні температури вплив зміни швидкості обертання колінчастого валу зменшується.

Високооктанові моноолефінові вуглеводні володіють дуже високою чутливістю. Вона знижується зі зменшенням октанових чисел і стає негативною. Дієни володіють зворотною залежністю чутливості від детонаційної стійкості.

Дещо менше, ніж у олефінів, чутливість ароматичних вуглеводнів. Оскільки в авіаційних бензинах використовується обмежена група ароматичних вуглеводнів, можна вважати їх чутливість приблизно постійною.

Нафтові вуглеводні мають високу чутливість. Збільшення довжини бічного ланцюга викликає незначне її зниження. Розгалуження бічного ланцюга мало впливає на її значення.

Антидетонаційні властивості авіаційних бензинів та їх компонентів практично повністю обумовлюються кількістю і будовою вуглеводнів [2].

Сучасні авіаційні бензини готують шляхом компаундування компонентів бензинових фракцій прямої перегонки, каталітичного крекінгу та риформінгу (базові бензини) з високооктановими компонентами та присадками. До високооктанових компонентів належать: індивідуальні вуглеводні ізобудови (ізопентан, ізооктан). Продукти алкілювання ізобутану і бензолу ненасиченими вуглеводнями (алкілбензини та алкілбензоли).

Бензини прямої перегонки сірчистих нафт мають октанові числа в межах 40-50. Лише з окремих «добірних» нафт можна отримати бензини прямої перегонки з октановим числом близько 70.

Октанові числа бензинів термічного крекінгу знаходяться в межах 64-70 і залежать від якості сировини і температурного режиму крекінгу.

Бензини термічного риформінгу мають більш високі октанові числа, ніж бензини термічного крекінгу. Однак підвищення октанового числа призводить до погіршення ряду інших експлуатаційних властивостей

Крім перерахованих вище «базових» бензинів для приготування товарних палив використовують ряд інших високооктанових компонентів.

З використанням довідкової та наукової літератури було створено базу даних [3] по октанових числах. Значення октанових чисел по дослідницькому (ОЧЕМ) і моторного методам (ОЧММ) вуглеводнів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Сукупна база даних по октановим числам [3]

Алкани	ОЧЕМ	ОЧММ	Циклоалкани	ОЧЕМ	ОЧММ
Пропан	105,7	100	Циклопентан	100	84
Н-бутан	93,6	90,1	Циклогексан	83,0	77,2
Н-пентан	61,7	61,9	Метилциклопентан	91,3	80
Н-гексан	24,8	26	Метилциклогексан	74,8	71,1
Н-гептан	0	0	Етилциклопентан	67,2	61,2
Н-бутан	102	97,6	Диметилциклопентани (центр)	107,8*	103,2*
Н-пентан	92,3	90,3	Диметилциклопентани (крайн.)	92*	84*
Монометилпентани	73,9	74	Етилциклогексан	46,5	40,8
2,2-диметилбутан	91,8	93,4	Диметилциклогексани (центр)	80,9	78,6
2,3-диметилбутан	105,8	94,3	Диметилциклогексани (крайн.)	69	64
2-метилгексан	42,4	46,4	Триметилциклопентани	122,6*	105,5*
3-метилгексан	52	55	Н-пропілциклопентан	31,2	28,1
3-етилпентан	65	69,3	С ₈ нафцени	55	50
2,4-диметилпентан	83,1	83,8	Н-пропілциклогексан	17,8	14
2,3-диметилпентан	91,1	88,5	Ізопропілциклогексан	62,8	61,1
2,2-диметилпентан	92,8	95,6	Ізобутилциклопентан	33,4	28,2
3,3-диметилпентан	80,8	86,6	С ₉₊ нафцени	35	30
2,2,3-триметилбутан	112,1	101,1	Триметилциклогексани	81,3	82,6
2-метилгептан	21,7	23,8	Ароматика		
3-метилгептан	26,8	35	Бензол	113,0	111,6
4-метилгептан	26,7	39	Толуол	115,7	102,1

Продовження таблиці 1

3-етилгексан	33,5	52,4	О-ксилол	115	111
2,5-диметилгексан	55,5	55,7	П-ксилол	115	111
2,4-диметилгексан	65,2	69,9	М-ксилол	115	111
2,3-диметилгексан	71,3	78,9	Етилбензол	106	97,9
3,4-диметилгексан	76,3	81,7	Н-пропілбензол	105,1	98,7
2,2-диметилгексан	72,5	77,4	Ізопропілбензол	110	99,3
3,3-диметилгексан	75,5	83,4	1-метил-3-етилбензол	109	100
3-етил-2метилпентан	87,3	88,1	Ароматика C ₉	110	101
3-етил-3метилпентан	80	88,7	Ароматика C ₁₀	109	98
2,3,4-триметилпентан	102,7	95,9	Ароматика C ₁₁	105	94
2,2,4-триметилпентан	100	100	Ароматика C ₁₂	102	90
2,2,3-триметилпентан	109,6	99,9	Олефіни		
2,3,3-триметилпентан	106,1	99,4	Н-бутен	98,7	82,1
2,2,3,3-тетрабутан	137	117	Н-пентен	90	77,2
Монометилоктани	15	22,3	І-пентен	103	82
Диметилгептани (центр)	64	64	Циклопентен	93,3	69,7
Диметилгептани (крайн)	41	41	Н-гексен	90	80
Триметилгексан	100	93	І-гексен	100	83
Тетраметилпентан	116	116	C ₆ циклоалкени	95	80
Монометилнонан	10	10	C ₇ алкени	90	78
Триметилгептан	95	87	C ₈ алкени	90	77

Для приготування товарних бензинів використовують низько киплячі вуглеводні, виділені з продуктів прямої перегонки або вторинних процесів, а також ті, що не вступили в реакції при процесах алкілювання або полімеризації (відпрацьовані бутан-бутиленова, пентан-аміленова фракції і т. д.).

Всі інші високооктанові компоненти бензинів отримують за допомогою трьох основних реакцій:

- полімеризацією олефінових вуглеводнів (полімербензин);
- алкілюванням олефінових і ізопарафінових або ароматичних вуглеводнів (алкілат, алкілбензол),
- ізомеризацією вуглеводнів, що містять п'ять або шість атомів вуглецю (ізомеризат).

Співвідношення компонентів в авіаційних бензинах визначається вимогами до їх якості і можливостями нафтопереробного заводу.

При змішуванні різних компонентів бензинів слід враховувати, що детонаційна стійкість суміші не є адитивною властивістю. Октанове число компонента в ній може відрізнятися від октанового числа цього компонента в чистому вигляді. Кожен компонент має свою змішувальну характеристику або, як прийнято називати, октанове число змішання. [2] Оскільки октанового числа отриманої суміші не завжди достатньо для сучасної техніки до товарних бензинів окрім базових компонентів також вводяться октанопідвищуючі присадки.

На сьогоднішній день існує величезна кількість різноманітних присадок для підвищення октанового числа бензину. У загальному можна розділити октанові присадки на шкідливі і умовно рекомендовані:

1. Тетраетилсвинець підвищує потужність, знижує рівень шуму роботи двигуна і кількість диму з вихлопної труби, а також пригнічує детонацію в двигуні. Але при цьому «етил» є найсильнішим канцерогеном для людини. Потрапляючи через дихальні шляхи він здатний викликати сильне отруєння, інвалідність і смерть.

2. Нафталін також здатний підвищити октанове число на 3-4 одиниці, але при тривалому використанні він кристалізується і забиває всю систему подачі палива. При згорянні нафталін залишає велику кількість нагару, збільшуючи обсяг шкідливих вихлопів.

3. При додаванні марганцю можна збільшити октанове число на 3-6 одиниць. Однак при його використанні свічки і нейтралізатори приходять в непридатність, а з труби починає виходити дим сизого кольору.

4. Використання бензолу і толуолу призводить до підвищення октанового числа до 10%. Ці речовини є дуже сильними розчинниками, тому активне їх використання призводить до якнайшвидшої корозії паливної системи, а також до знищення всіх еластичних деталей і прокладок двигуна.

5. Ферроцен здатний збільшити октанове число на 5 одиниць, але при його використанні на свічках запалювання з'являється червоний нагар, що знижує ресурс мотора.

6. Метилтретбутиловий ефір (МТБЕ) у правильних пропорціях корисний для двигуна, але при збільшенні його концентрації зростає кількість оксидів азоту і знижується потужність, а також він сприяє швидкій корозії паливної системи і роз'їданню ущільнювачів в ній.

7. Монометиланіліни в кількості до 1,3% корисний для двигуна так, як знижує детонацію. Якщо ж концентрацію збільшити, то при згорянні палива на клапанах утворюється нагар, що веде до погіршення їх роботи.

8. Метилбутиловий ефір (ацетон), в малих дозах ніяк не шкодить автомобілю, але при надлишку значно знижує октанове число і сприяє утворенню шкідливих речовин [4].

9. Сьогодні один з напрямів розширення виробництва високооктанових неетиллованих бензинів – застосування кисневмісних компонентів (оксигенатів) – спиртів. Додавання оксигенатів підвищує детонаційну стійкість, особливо легких фракцій, повноту згорання бензину, знижує витрату палива і зменшує токсичність вихлопних газів. Рекомендована концентрація оксигенатів в бензинах становить 3-15% [5] і вибирається з таким розрахунком, щоб вміст кисню в паливі не перевищувало 2,7%. Встановлено, що така кількість оксигенатів, незважаючи на їх більш низьку в порівнянні з бензином теплотворну здатність, не чинять негативного впливу на потужнісні характеристики двигуна. Дані по октановим числам оксигенатів наведено нижче.

Таблиця 2 – Октанові числа оксигенатів [3]

Оксигенати	ОЧЕМ	ОЧММ
Метанол	111	94
Етанол	108	92,9
Ізопропанол	122	98
Ізобутанол	105	92
Третбутанол	109	94
Метил-трет-бутиловий ефір	115,2	97,2
Метил-трет-аміловий ефір	115	98
Диізопропіловий ефір	110	100

Використання суміші присадок дозволяє або просумувати антидетонаційні ефекти (0), або використати синергізм дії (+) присадок різних типів (взаємне посилення ефективності). У деяких випадках, однак, спостерігається несумісність (-) присадок: сумарний Антидетонаційна ефект виявляється менше очікуваного (табл. 3) [5].

Таблиця 3 – Використання суміші присадок

	Свинець	Залізо	Марганець	Аміни	Оксигенати
Свинець	х	-	-	+	+
Залізо	-	х	-	+	-
Марганець	-	-	х	+	0
Аміни	+	+	+	х	+
Оксигенати	+	-	0	+	х

Концентрації майже всіх антидетонаторів в товарних бензинах з різних причин обмежені, і, отже, обмежений максимальний приріст ОЧ. Крім того, залежність підвищення ОЧ від концентрації антидетонатора нелінійна, і для кожної присадки є максимальна концентрація, збільшувати яку недоцільно (таб. 4).

Таблиця 4 – Концентрації антидетонаторів в бензинах

Тип добавки або присадки	Обмеження концентрації	Причина обмеження	Макс.приріст ОЧ
Оксигенати	15%	Відносно низька теплота згоряння і висока агресивність по відношенню до гум	4-6
Свинець-вмісні	0,17 г Pb/л	Високий рівень токсичності та нагароутворення в камері згорання	8
Марганець-вмісні	50 мг Mn/л	Підвищене зношування і нагароутворення на свічках запалювання і в камері згорання	5-6
Залізо-вмісні	38 мг Fe/л		3-4
Ароматичні аміни	1-1,3%	Окислення деталей двигуна і паливної системи. Збільшення зносу деталей циліндро-поршневої групи	6

На базі вищевказаних антидетонаторів створюються присадки в різних концентраціях і композиціях, які виробляються на підставі ТУ і допускаються до застосування Міжвідомчою комісією після проведення відповідних випробувань.

Висновки

В даний час основними марками авіаційних бензинів, що використовуються в світі, є Avgas 80, Avgas 100LL і Avgas 100, які відповідають вимогам ASTM D 910 та Def Stan 91-90 Issue 3. Вітчизняна нафтопереробна промисловість до останнього часу виробляла авіаційні бензини марок: Б-95/130, Б-91/115, Б-92. Для забезпечення необхідних антидетонаційних властивостей, перераховані вище бензини, у своєму складі містять тетраетилсвинець, який на сьогодні заборонено використовувати, у зв'язку з його високою токсичністю.

Однак останнім часом ми спостерігаємо збільшення попиту на високооктановий авіаційний бензин, заборона на етилований, вигідність і доступність модифікації, постійно розширює асортимент бензинів і їх виробників.

В світі споживання високооктанових товарних бензинів сьогодні досягло 1 млрд. тонн в рік. Тому виробництво бензинів, що відповідають сучасним екологічним та експлуатаційним вимогам, є однією з основних задач сучасної хімічної технології.

Оскільки до складу бензинів входить велика кількість вуглеводнів різної будови, досягнення бажаних антидетонаційних характеристик ускладнюється. Більш того, значною трудністю при розрахунку процесу компаундування є те, що детонаційна стійкість не є адитивною властивістю. Тобто сума октановим чисел окремих компонентів, що входять до складу бензину значно відрізняється від результуючого октанового числа змішання потоку. Ця різниця може бути дуже істотною і досягати 20 одиниць.

Тому для створення нових екологічних палив потрібно проводити низку експериментальних досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Д. Петров О бензине / Петров Д. // Авиация общего назначения. – Харьков: ООО «Научно-технический центр авиации общего назначения», 2004. — Вип. 5. Режим доступа: <http://www.aviajournal.com/arhiv/2004/05/02.html>
2. Антидетонационные свойства бензинов и их компонентов: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://additive.spb.ru/antidet-copm.html>.
3. Разработка базы данных по октановым числам для математической модели процесса компаундирования товарных бензинов / Смышляева Ю.А., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В., Зыонг Ч.Т., Фан Ф. // Известия Томского политехнического университета, 2011. — Т. 318. № 3.
4. Присадки для повышения октанового числа бензина: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://propisadki.ru/stati-o-prisadkakh/prisadki-dlya-povysheniya-oktanovogo-chisla-benzina>.
5. Данилов А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: Справ. изд. / А.М. Данилов. – М.: Химия, 2000. – 232 с.: ил.
6. Октановое число смешения ароматических углеводородов в товарных бензинах. / А.Ф. Ахметов, А.Р. Гайсина, А.В. Ганцев, Д.В. Ганцев // Нефтегазовое дело. – Уфа: УГНТУ, 2011. — № 9 (3).

REFERENCES

1. D. Petrov About gasolines / Petrov D. // General aviation. – Kharkov: ООО «Nauchno-tekhnicheskyi tsentr avyatsyy obshchego naznacheniya», 2004. — Vyp. 5. Access mode: <http://www.aviajournal.com/arhiv/2004/05/02.html>
2. Antiknock properties of gasoline and components: [Electronic resource]. – Access mode: <http://additive.spb.ru/antidet-copm.html>.
3. Development of data base on the octane number of a mathematical model of the process of compounding of commercial gasoline / Smyshliaeva Iu.A., Yvanchyna E.D., Kravtsov A.V., Zuonh Ch.T., Fan F. // Yzvestiya Tomskoho polytekhnicheskoho unyversyteta, 2011. — T. 318. № 3.
4. Additives to improve the octane number of gasoline: [Electronic resource]. – Access mode: <http://propisadki.ru/stati-o-prisadkakh/prisadki-dlya-povysheniya-oktanovogo-chisla-benzina>.
5. Danylov A.M. Application of additives in fuels for vehicles: Sprav. izd. / A.M. Danylov. – M.: Khymyia, 2000. – 232 s.: yl.
6. The octane number of blending aromatic hydrocarbons in commercial gasoline. / A.F. Akhmetov, A.R. Haisyna, A.V. Hantsev, D.V. Hantsev // Neftekhimicheskoe delo. – Ufa: UHNTU, 2011. — № 9 (3).

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Антидетонаційні властивості авіаційних бензинів і способи їх забезпечення / Бойченко С.В., Кондакова О.Г. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. — Вип. 2 (35).

В даній статті розглянуто вплив компонентного складу авіаційних бензинів на їх антидетонаційні властивості. Проаналізовано зв'язок між структурою вуглеводнів та їх антидетонаційними властивостями. Розглянуто зміну октанових чисел окремих бензинових фракцій прямої перегонки, термічного крекінгу та риформінгу (базові бензини). Співвідношення даних компонентів в авіаційних бензинах визначається вимогами до їх якості і можливостями нафтопереробного заводу.

При приготуванні товарних бензинів слід пам'ятати, що детонаційна стійкість отриманої суміші не є адитивною властивістю. Октанове число компонента в ній може відрізнятися від октанового числа цього компонента в чистому вигляді. Кожен компонент має своє октанове число змішання. Саме тому до товарних бензинів додають октанопідвищуючі присадки.

Сьогодні один з напрямів розширення виробництва високооктанових неетилованих бензинів – застосування кисневмісних компонентів (оксигенатів) – спиртів. Додавання оксигенатів підвищує детонаційну стійкість, особливо легких фракцій, повноту згоряння бензину, знижує витрату палива і зменшує токсичність вихлопних газів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Авіаційний бензин, антидетонаційні властивості, октанове число, вуглеводні, компаундування, присадки

ABSTRACT

Boichenko S.V., Kondakova O.G., Antiknock rating of aviation gasoline and ways of providing. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In this article considers the impact of component aviation gasoline and its antiknock properties. Analyzed the connection between the structure of hydrocarbons and their anti-knock properties. Consider changing the octane number gasoline fractions of individual direct distillation, thermal cracking and reforming. Value for these components in aviation gasoline is determined by the requirements of the quality and possibilities refinery.

At preparation the gasoline product, remember that detonation stability of the mixture is not additive property. The octane number of the component it may differ from the octane number of the component in pure form. Each component has its octane blending. For this reason product gasoline added additive.

Today, one of the directions to expand production high octane unleaded gasoline - the use of oxygen-containing components – alcohols. Adding oxygenates improves detonation stability especially light fractions, complete combustion of gasoline, reduces fuel consumption and reduces the toxicity of exhaust gases.

KEY WORDS: AVIATION GASOLINE, ANTIKNOCK RATING, OCTANE NUMBER, HYDROCARBONS, COMPOUNDING, ADDITIVES

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Антидетонационные свойства авиационных бензинов и способы их обеспечения / Бойченко С.В., Кондакова А.Г. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. — Вып. 2 (35).

В данной статье рассмотрено влияние компонентного состава авиационных бензинов и их антидетонационные свойства. Проанализирована связь между структурой углеводородов и их антидетонационными свойствами. Рассмотрено изменение октановых чисел отдельных бензиновых фракций прямой перегонки, термического крекинга и риформинга (базовые бензины). Соотношение данных компонентов в авиационных бензинах определяется требованиями к их качеству и возможностями нефтеперерабатывающего завода.

При приготовлении товарных бензинов следует помнить, что детонационная стойкость полученной смеси не является аддитивным свойством. Октановое число компонента в ней может отличаться от октанового числа этого компонента в чистом виде. Каждый компонент имеет свое октановое число смешения. Именно поэтому к товарным бензинам добавляют октаноповышающих присадки.

Сегодня одним из направлений расширения производства высокооктановых неэтилированных бензин является применение кислородсодержащих компонентов (оксигенатив) - спиртов. Добавление оксигенатов повышает детонационную стойкость, особенно легких фракций, полноту сгорания бензина, снижает расход топлива и уменьшает токсичность выхлопных газов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВИАЦИОННЫЙ БЕНЗИН, АНТИДЕТОНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО, УГЛЕВОДОРОДЫ, КОМПАУНДИРОВАНИЕ, ПРИСАДКИ

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.

Кондакова 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.

Кондакова 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.

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Черняк Л. М., кандидат технічних наук, доцент кафедри екології, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Chernyak L.M. Ph.D in Technical Science, Associate Professor of Department of Ecology, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.22
UDC 656.22

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM KOLEJOWYM ERTMS

BLACHA Justyna, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ РУХОМ ERTMS

БЛЯХА Юстина, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CHARACTERISTICS OF RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM ERTMS

BLACHA Justyna, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Systemy ETCS oraz GSM-R wspólnie tworzą ERTMS (European Rail Traffic Management System), czyli technologię gwarantującą bezpieczeństwo i sprawny ruch pociągów. Jest to udoskonalenie przestarzałych już systemów kontroli, które przede wszystkim pozwalają automatycznie kontrolować np. dopuszczalną prędkość pociągów.

W celu wprowadzenia tego typu systemu wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej uchwaliły Narodowe Plany Wdrażania ERTMS. Oparte one zostały o wspólne zasady, które miały zapewnić interoperacyjność systemów zarządzania ruchem kolejowym. Wprowadzenie strategii, których celem było wdrożenie ERTMS niejako wymusiło uzgodnienie niezbędnych umów i wytycznych, które składać się powinny na ostateczny kształt planu wprowadzenia nowych form zarządzania ruchem kolejowym. Przede wszystkim miały one za zadanie zintegrować i zunifikować normy prawne, tak aby zapewniony został jak najwyższy stopień interoperacyjności połączeń kolejowych na terenie krajów Unii Europejskiej. W Polsce działania te są kierowane zgodnie z Narodowym Planem Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym. Zgodnie z tym zarządzeniem rozplanowano wprowadzanie ERTMS/ETCS na liniach kolejowych o łącznej długości 5000 km. Dodatkowo na liniach o długości 15000 km ma zostać wdrożony system ERTMS / GSM-R.

Do chwili obecnej w ramach planu wdrożenia systemu łączności GSM-R na linii E-30, wybudowano dwie centrale telefoniczne, które mają zapewnić niezbędną obsługę łączności mobilnej w ramach wprowadzanego systemu ERTMS.

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU ERTMS

Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS) określany jest jako nowoczesny system sterowania i zarządzania ruchem kolejowym. Jest on jednym z kierunków dążenia Unii Europejskiej do powstania ujednolicenia europejskiego systemu transportu kolejowego [4]. Jego celem nie jest utworzenie takiej samej struktury kolei na terenie całej Europy, a raczej doprowadzenie do istnienia wielu zarządców infrastruktury, oferujących wielu przewoźnikom kolejowym realizację przewozów interoperacyjnym taborem przy wykorzystaniu interoperacyjnej drogi kolejowej. Można powiedzieć, że jest to szeroko rozumiana zgodność [1]:

- sterowania – jako systemów bezpiecznej kontroli jazdy pociągu, czujności maszynistów oraz radiołączności pociągowej,
- zasilania – w tym sieci trakcyjnej, pokładowych liczników energii,
- infrastruktury – takiej jak perony, tory kolejowe, konstrukcje inżynieryjne,
- zasad prowadzenia ruchu – rozumianej jako przepisy ruchowe, sygnał końca pociągu, kompetencje personelu itp.,
- taboru - np. naciski na oś, parametry wytrzymałości.

Praktycznie można więc powiedzieć, że tabor interoperacyjny ma możliwość poruszać się po interoperacyjnej infrastrukturze kolejowej, a także może przemieszczać się pomiędzy sieciami kolejowymi poszczególnych państw (zarządców infrastruktury) bez konieczności [2]:

- wymiany lokomotyw na granicach,
- zatrzymywania się na granicach państw,
- zmiany maszynistów na granicach,
- wykonywania przez maszynistów jakichkolwiek czynności specyficznych dla danej infrastruktury.

System ETCS pozwala zapewnić stosunkowo wysoki poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego. W dużej mierze zapewnić to ma sposób przekazywania informacji do kabiny maszynisty odczytanych z urządzeń, które są instalowane na liniach kolejowych. W Polsce zakłada się wprowadzenie 2 poziomu ETCS przy jednoczesnym zastosowaniu systemu GSM-R. Zarówno ECTS jak i GSM-R przygotowywane są do realizowania swoich funkcji dla pociągów konwencjonalnych kursujących z prędkością 200 km/h, a także pociągów dużych prędkości. W Polsce inwestycje te realizowane są przez konsorcjum firm Bombardier Transportation Sweden AB oraz Bombardier Transportation Polska.

Urządzenia wykorzystywane w systemie ERTMS

System ERTMS opiera się w dużej mierze na wykorzystaniu specjalnie dla niego opracowanych urządzeń. Wśród nich wyróżnić można [6]:

- balisa (inaczej eurobalisa) – jeden z elementów urządzeń umieszczonych przy torze w ramach systemu ERTMS/ETCS, instalowany jest on w osi toru jako tzw. grupa balis, które mają składać się od jednej do ośmiu sztuk urządzeń; zadaniem balis jest przysyłanie punktowo do urządzeń pokładowych danych w postaci telegramów zgodnych z wymaganiami odpowiednich specyfikacji,
- balisa TSR (inaczej eurobalisa TSR) – urządzenie systemu ERTMS, które należy do grupy balis typu TSR,
- balisa nieprzełączalna – jej zadaniem jest wysyłanie stałych komunikatów do urządzeń pokładowych; informacje te dotyczą bieżącej pozycji taboru, ograniczeń jego prędkości na danej trasie, początku oraz końca odcinka objętego systemem ERTMS/ETCS,
- balisa przełączalna – urządzenie typu balisa, którego zadaniem jest wysyłanie komunikatów w zależności od wskazań sygnalizatorów, które znajdują się przy torze i określają sytuację ruchową,
- grupa balis TSR – grupa urządzeń przytorowych, które są zainstalowane w torze; ich celem jest przekazywanie ostrzeżeń do odpowiednio wyposażonego taboru; mogą to być informacje odnoszące się do ograniczeń prędkości jazdy; są to urządzenia instalowane czasowo, np. na czas obowiązywania grupa balis jest instalowana na okres zadanego ograniczenia prędkości,
- koder dla balisy przełączalnej – urządzenie, których zadaniem jest odkodowanie stanów urządzeń sterowania ruchem przy wykorzystaniu wskazań sygnalizatorów, które znajdują się przy torach,
- pulpit RBC – panel operatorski, służy on do bezpośredniej obsługi centrum sterowania radiowego,
- RBC – Centrum Sterowania Radiowego – jest to scentralizowana jednostka, która zabezpiecza sterowanie pociągów,
- TSR – tymczasowe ograniczenie prędkości.

Zadania i funkcje systemu ERTMS

Wśród zadań ECTS należy wyróżnić [6]:

- dokładne wyznaczenie granic zezwolenia na jazdę, które podane są w oparciu o dane napływające z nastawnic i blokad przez urządzenia przytorowe do mechanizmów sygnalizacji kabinowej,
- dokładna kontrola prowadzenia pojazdów,
- ujednolicenie krajowych rozwiązań łączności „tor – pojazd” a także przekazywania komunikatów do maszynistów, przy wykorzystaniu jednorodnych mechanizmów przytorowych oraz sygnalizacji kabinowej,
- zwiększenie prędkości przejazdu pociągów oraz poprawienie przepustowości linii kolejowych przez zastosowanie precyzyjnego przekazywania danych o zezwoleniu na jazdę, sygnalizacji kabinowej oraz bezpiecznej kontroli jazdy taboru.

Do funkcji modułu GSM-R zaliczyć należy [2]:

- zapewnienie cyfrowej łączności pomiędzy dyspozytorem oraz maszynistą przez wykorzystanie połączenia głosowego od dwóch różnych abonentów, a także połączenia konferencyjne, bez konieczności wykonywania zdalnego przełączania kanałów,

- realizowanie funkcjonalnych, najczęściej uzależnionych od lokalizacji adresowania, komunikatów głosowych, wraz z możliwością szybkiego wysłania sygnału alarmowego,
- zapewnienie cyfrowej transmisji danych,
- ujednolicenie ogólnokrajowych rozwiązań łączności głosowej i transmisji danych.

ERTMS W POLSCE

Dla Polski jako datę rozpoczęcia etapu wdrażania systemu ERTMS można przyjąć 6 marca 2006 r. W dniu tym Rząd Polski przyjął Narodowy Plan Wdrażania ERTMS. W lipcu 2009 r. uzgodniono ostatecznie, że spółka PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. będzie odpowiadać za całość wprowadzania ERTMS. Na dzień dzisiejszy w przedsiębiorstwie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. prowadzone są dwa główne zadania inwestycyjne, które bezpośrednio dotyczą zagadnień zabudowy systemu ETCS [6]:

- projekt i zabudowa systemu ETCS poziom 1 na odcinku linii kolejowej E65 (CMK) Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie,
- modernizacja linii kolejowej E30, etap II; pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna – w części ETCS poziom 2.

Nowoczesny system zarządzania ruchem kolejowym ERTMS/ETCS poziomu 2, jako pierwszy wdrażany jest na linii kolejowej E30 na odcinku Legnica – Węgliniec – Bielawa Dolna. Zainstalowane zostaną głównie urządzenia systemu sterowania pociągami oraz systemu cyfrowej radiołączności kolejowej - GSM-R.

Mając na uwadze zarówno wymierne korzyści ekonomiczne, takie jak ograniczenia zużycia energii, jak i korzyści, których wymiar ekonomiczny jest bardzo trudny do określenia, np.: dostosowanie sterowania do standardu europejskiego, czy wzrost bezpieczeństwa, przeprowadzono analizy porównawcze koszty/korzyści dla sześciu możliwych konfiguracji systemu ERTMS [3]:

- poziom 1 ERTMS bez uaktualnienia,
- poziom 1 ERTMS z uaktualnianiem za pomocą dodatkowych balis,
- poziom 1 ERTMS z uaktualnianiem przez europętlę (kabel promieniujący),
- poziom 1 ERTMS z uaktualnianiem przez STM do systemu KHP,
- poziom 2 ERTMS,
- poziom 2 i poziom 1 ERTMS jako gorąca rezerwa.

Nie planuje się wprowadzenia poziomu 3 na tej linii, ponieważ ogranicza on prowadzenie ruchu mieszanego dla pociągów nie wyposażonych w urządzenia tego poziomu.



Rys. 1. Linie kolejowe w Polsce, które docelowo będą obsługiwane przez ERTMS [6]

Trasa kolejowa E – 20 to linia dwutorowa, która stanowi część III europejskiego korytarza transportowego łączącego Berlin/Drezno - Wrocław - Lwów - Kijów. Jest to ważne połączenie tranzytowe na kierunku wschód – zachód. Łączy ono kraje zachodniej i środkowo-wschodniej Europy. Ponadto zapewnia integrację najważniejszych regionów gospodarczych południowej Polski: Zagłębia Wałbrzyskiego, Zagłębia Śląsko-Dąbrowskiego oraz duże ośrodki miejskie: Wrocław, Opole, Katowice, Kraków. W ramach inwestycji wzdłuż linii kolejowej E30 znajdzie się 16 obiektów radiokomunikacyjnych systemu GSM-R [3].

Obiekty systemu GSM-R na linii E30 mają składać się z wieży oraz kontenera z urządzeniami, które będą umożliwiać komunikację głosową oraz przesyłanie określonych danych pomiędzy centrum sterowania ruchem a pociągami. Dodatkowo cały odcinek zostanie wyposażony w ok. 1400 urządzeń przytorowych - eurobalis. W czerwcu 2014 r. przeprowadzono pierwsze testy systemu ERTMS na tej linii. Osiem pojazdów torowych zostało już wyposażonych w oprzyrządowanie pokładowe, dzięki którym możliwe jest odbieranie informacji i przetwarzanie danych napływających z czujników przytorowych określonych dla poziomu 2 systemu ERTMS [5].

Instalacja ERTMS jest wspierana przez systemem GSM-R na który został ogłoszony oddzielny przetarg na zaprojektowanie, wybudowanie, wyposażenie, uruchomienie oraz skonfigurowanie funkcjonalne i przetestowanie infrastruktury ERTMS/GSM-R dla potrzeb radiołączności kolejowej i systemu ERTMS/ETCS poziomu 2. Kontrakt o wartości brutto 11 mln euro podpisała firma Kapsch CarrierCom [6].

Projekt ten zakłada powstanie zcentralizowanej części systemu. W jej skład ma wejść dwie jednostki: podstawowa w Warszawie i rezerwowa w Poznaniu. Mają one zapewnić odpowiednią obsługę połączeń głosowych, transmisji danych (GPRS) oraz wiadomości SMS. System scentralizowany został tak zaprojektowany, aby możliwa była obsługa sieci GSM-R na terenie całego kraju. Lokalnym elementem systemu ma być system radiowy, w skład którego ma wejść sterownik stacji bazowej. Miejscem jego instalacji ma być Wrocław oraz kilkanaście stacji bazowych na odcinku 84 km.

PODSUMOWANIE

Wdrożenie Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce na celu ma spełnienie wymagań prawa krajowego i europejskiego odnośnie interoperacyjności transportu kolejowego. Dodatkowo system ten znacząco przyczyni się do zwiększenia komfortu i bezpieczeństwa podróżowania. Europejski System Sterowania Pociągami (ETCS), jako podsystem ERTMS, zapewni realizację sygnalizacji kabinowej i ciągłą kontrolę pracy maszynisty. Natomiast Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej GSM-R stworzy i polepszy warunki komunikacji głosowej oraz transmisji danych „tor – pojazd”. Na bazie odpowiednich dyrektyw systemy kolejowe krajów członkowskich Unii Europejskiej narzucają na siebie dopełnienie obowiązku zapewnienia ich interoperacyjności [1]. W głównej mierze dotyczy to nowopowstających linii kolejowych ale także tych, które objęte są planami modernizacji dla ruchu konwencjonalnego.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa Rady 96/48/WE z dnia 23 lipca 1996r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości.
- [2] Lewiński A., Toruń A., Perzyński T.: Tendencje rozwojowe systemów srk w ciągu ostatnich lat. Problemy Kolejnictwa, zeszyt 153/2011.
- [3] Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce, Warszawa 2008.
- [4] Norma PN-EN 50129:2007 Zastosowania kolejowe. Systemy łączności, przetwarzania danych i sterowania ruchem. Elektroniczne systemy sygnalizacji związane z bezpieczeństwem.
- [5] Program budowy i uruchomienia przewozów Kolejami Dużych Prędkości w Polsce Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2008.
- [6] Strony internetowe dotyczące opisywanej tematyki.

STRESZCZENIE

BLACHA Justyna. Charakterystyka systemu zarządzania ruchem kolejowm ERTMS / BLACHA Justyna // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Artykuł przedstawia zagadnienie systemu zarządzania ruchem kolejowym ERTMS. Opisuje jego ogólną charakterystykę w której nadmienione zostały kwestie urządzeń stosowanych w tym systemie, jego zadań oraz funkcji. Ostatnia część pracy ukazuje funkcjonowanie tego systemu w Polsce.

РЕФЕРАТ

БЛЯХА Юстина. Характеристики системи управління залізничним рухом ERTMS / БЛЯХА Юстина МОНДЗЕЛЬ Максиміліан // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлено питання системи управління залізничним рухом ERTMS. Описано загальні характеристики обладнання, що використовуються в системі для реалізації завдань і функцій. Остання частина роботи показує роботу цієї системи в Польщі.

ABSTRACT

BLACHA Justyna, MADZIEL Maksymilian. Characteristics of rail traffic management system ERTMS. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2016. - Issue 2 (35).

The article presents the issue of rail traffic management system ERTMS. It describes the general characteristics of which were hinted at issues of equipment used in the system tasks and functions. The last part of the work shows the operation of this system in Poland.

AUTORZY:

BLACHA Justyna, Politechniki Rzeszowskiej, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

БЛЯХА Юстина, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

BLACHA Justyna, 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 К., доктор хабілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Жешув, Польща.

Вайганг Г. О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

LEJDA K., Prof. DSc, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Weigang G. O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Assistant Professor of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 331.1:331.44

UDC 331.1:331.44

МОТИВАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Бондар Н.М., доктор економічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Текучова Н.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MOTIVATION FOR PERSONNEL TRUCKING COMPANIES

Bondar N.M., Doctor of Sciences (Economics), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Tekuchova N.M., National Transport University, Kiev, Ukraine

МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Бондарь Н.Н., доктор экономических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Текучова Н.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Аналіз практики господарювання засвідчує, що мотивація ефективної праці робітників займає одне з ключових місць у системі внутрішньофірмового управління. Вона доповнює адміністративне управління, що полягає в розробці і виконанні планових завдань, посадових та інших інструкцій, методичних положень і вказівок, наказів, розпоряджень і являє собою непряме, опосередковане управління через інтереси робітників з використанням специфічних форм і методів забезпечення їх матеріальної і моральної зацікавленості щодо праці, у досягненні високих її результатів [1, с.181].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв’язання даної проблеми і на які спираються автори, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Проблема мотивації досліджена в працях багатьох вчених, зокрема: А. Новікової, Г. Дмитренко, К. Ковальської, О. Попрозмана, Дж. К. Грейсона, Г. Десслера, А. Маслоу, Е. Мейо, Ф. Герцберга, Л. Страут та ін. Однак, незважаючи на велику кількість наукових робіт з питань мотивації, єдиного розуміння її сутності серед науковців немає.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є огляд наукових концепцій категорії «мотивація» та сучасних мотиваційних моделей вітчизняної та зарубіжної практики, систематизація видів та методів мотивації персоналу.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для мотивації трудової діяльності на підприємстві слід намагатися: забезпечити створення в робочому колективі клімату взаємодовіри, поваги і підтримки; дати кожному цікаву роботу, яка спонукає до розвитку його знань і вмінь; установити чіткі цілі і завдання, а також обґрунтовані норми виробітку; оцінити внесок у результати діяльності фірми за регулярним зворотним зв’язком; створити можливості для розвитку співробітників і розкриття їхнього потенціалу; надати всім однакові можливості при прийомі на роботу та просуванні у службовій діяльності, виходячи зі здібностей співробітників, результативності їхньої праці, набутого досвіду; дати співробітникам такі приклади поведінки, які спонукали б їх до єднання, щирості, чесності [2].

Проаналізувавши наукову літературу виявлено, що по сьогоднішній день не існує єдиного визначення поняття «мотивація». Так, Р. Гріфін та В. Яцура трактують мотивацію як сукупність чинників, які зумовлюють поведінку людей [3]. Колот А.М. вважає, що мотивація – це сукупність внутрішніх і зовнішніх рушійних сил, які спонукають людину до діяльності, визначають поведінку, форми діяльності, надають цій діяльності спрямованості, орієнтованої на досягнення особистих цілей і цілей організації [4].

М. Мескон, М. Альберт та Ф. Хедоурі визначають мотивацію як процес спонукання себе й інших до діяльності для досягнення особистих цілей і цілей організації [5].

Наявність різних думок свідчить про те, що незважаючи на значний внесок цих вчених і певний ступінь опрацьованості теми, гострота і актуальність проблеми вимагають подальшого поглибленого аналізу, переосмислення традиційних концепцій та розробки сучасних методик формування та реалізації мотиваційних моделей для кожного окремого підприємства.

Сучасна практика зарубіжних та деяких українських підприємств свідчить про тенденцію до суттєвих змін в системі мотивації персоналу. Для працівників, перш за все працюючої молоді, характерні інші ціннісні орієнтації спонукальних мотивів до трудової діяльності. При цьому на перший план висуваються самореалізація і саморозвиток (нематеріальна мотивація) [6].

Фактором мотивації, насамперед, виступає система стимулювання праці. Висока роль індивідуальних заходів матеріального і морального стимулювання до високопродуктивної праці: встановлення рівня грошової винагороди, тарифних ставок, доплат, премій, підвищення професійного розряду, доручення складних і відповідальних завдань, відрядження на навчання за рахунок підприємства [7].

Варто також запропонувати наступні методи нематеріальної мотивації персоналу:

- постановка перед працівниками чітко сформульованих і досяжних цілей;
- систематичний аналіз успішно досягнутих працівниками цілей;
- залучення працівників до різних програм навчання та підвищення кваліфікації;
- створення максимально прозорої системи оцінки і оплати їх праці;
- делегування працівникам управлінських повноважень;
- підвищення персональної відповідальності кожного працівника з наданням права вибору методів вирішення поставлених задач;
- публічне визнання успіхів працівників в роботі, підтвердження їх цінності для підприємства різними доступними для керівництва способами;
- увага безпосереднього керівництва до думки працівників;
- створення атмосфери відкритого суперництва з регулярним підведенням підсумків змагання;
- наділення працівників владними повноваженнями при проведенні невиробничих заходів.

Впродовж останніх років спостерігається тенденція застосування закордонного досвіду щодо мотивування працівників, оскільки дана система мотивації є дієвою та приносить довгоочікуваний результат [8].

Закордонна мотивація передбачає дотримання принципів:

- свободи діяльності менеджерів;
- створення сприятливих перспектив;
- використання тарифної системи оплати праці;
- погодинної форми оплати праці.

Одним із сучасних нетрадиційних підходів до побудови системи матеріального стимулювання, який усе більше поширюється в зарубіжній практиці, є застосування моделей компенсаційної системи оплати праці, розрахованої на тривалу кар’єру працівника. Це пов’язане з намаганням роботодавця виконати одночасно такі завдання: урухомити економічні важелі посилення контролю за діяльністю працівників; знизити витрати на здійснення контрольних функцій; сприяти формуванню стабільного трудового колективу; зменшити витрати на навчання нових працівників через зниження плинності кадрів; підвищити мотиваційний потенціал оплати праці працівників, що становлять кадрове «ядро» організації.

Мотивація повинна бути постійним пріоритетом та частиною культури підприємства, яка базується на емоційних та внутрішніх потребах працівників, а не керівника. За загальними спостереженнями, середньостатистичний працівник віддає власне роботі не більше 50% свого часу. Тому оволодіння майстерністю мотивації здатне подвоїти ваші шанси на успіх та перемогу над середньостатистичним конкурентом.

Отже, найбільш важливими сучасними методами мотивації персоналу є наступні:

1. Формування чітких та прозорих критеріїв оцінки персоналу;
2. Аналіз реальних потреб працівників;

3. Створення диференційованої системи винагород;
4. Визнання заслуг підлеглих: персональна похвала, публічне визнання заслуг (на нараді, зборах), почесна грамота;
5. Надання «відгулів» за наднормову працю;
6. Поліпшення умов праці працівника;
7. Надання премії, цінних подарунків;
8. Надання (розширення) соціальний пакет;
9. Надання можливості для кар'єрного зростання або переведення у більш престижний підрозділ;
10. Розширення повноважень працівників, надання можливості участі у прийнятті рішень [8, с.179].

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Таким чином, мотивація виступає одним із основних чинників, які безпосередньо впливають на рівень та обсяг виробництва, результативність роботи, конкурентоспроможність підприємства на ринку, тому необхідно приділяти значну увагу вибору методів мотивації персоналу на підприємстві, та спостереженню за їх реалізацією.

Хоча в економічній літературі подані різні визначення поняття «мотивація», всі вони вказують на її важливість у діяльності підприємства.

Було систематизовано чинники підвищення мотивації працівників, підкреслено важливість застосування елементів як матеріальних, так і моральних заохочень до праці, наведено найбільш важливі методи мотивації персоналу.

Отже, мотивація працівників на сьогоднішній день є надзвичайно важливою складовою ефективності функціонування підприємства, тому обираючи систему мотивації слід неодмінно враховувати потреби та інтереси працівників. Необхідно застосовувати методи мотивації у комплексі та розглядати працівників не як засоби досягнення цілей підприємства, а як головну цінність організації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Співак. В.В. Мотивація як засіб ефективного менеджменту персоналу підприємств / В. В. Співак // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2010. – №6, Т.2. – С. 178-181.
2. Варданин И. Новые тенденции к мотивации персонала / И.Варданин //Управление персоналом. – 2005. – № 9. – С. 93–95.
3. Грифін Р., Яцура В. Основи менеджменту: Підручник/ Наук ред. В. Яцура, Д. Олесевич. – Львів: БаК, 2001. - 624 с.
4. Колот А.М. Мотивація персоналу : підручник / А. М. Колот. –К.: КНЕУ, 2002. – 345 с.
5. Мескон М. Основи менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури ; пер. с англ. –М.: Дело, 1998.–799 с.
6. Клименко М.П. Мотивація управлінського персоналу в реалізації загальної стратегії підприємства/ М.П. Клименко, О.О. Філатова // Сталій розвиток економіки – 2011 - №5 – с. 81 – 85.
7. Хміль Ф.І. Основи менеджменту: підручник. / Ф.І. Хміль. – К.: Академвидав, 2003. – 608 с.
8. Маркіна І. А. Менеджмент підприємства. Навчальний посібник / І.А.Маркіна. – К.: НМЦ «Укоопосвіта», 2000.- 268 с.

REFERENCES

1. Spivak. V.V. Motyvatsiia yak zasib efektyvnoho menedzhmentu personalu pidpriemstv [Inducement as a tool of effective employee management in a company]. Khmelnytsk, natsionalnyi universytet, Ekonomichni nauky Publ., 2010. No 6. V. 2 P. 178-181.
2. Vardanyin Y. Novie tendentsyy k motyvatsyyu personala [New tendencies of employee incentive]. 2005. No 9. P. 93–95.
3. Hryfin R., Yatsura V. Osnovy menedzhmentu [Principles of Management]. Lviv, BaK Publ., 2001. 624 p.
4. Kolot A.M. Motyvatsiia personalu [Employee incentive]. Kyiv., KNEU Publ., 2002. 345 p.

5. Meskon M. Osnovi menedzhmenta [Principles of Management]. Moscow, Delo Publ., 1998. 799 p.
6. Klymenko M.P. Motyvatsiia upravlianskoho personalu v realizatsii zahalnoi stratehii pidpriemstva [Executive staff incentive in implementation of general strategy of the company]. 2011. No 5. P. 81 – 85.
7. Khmil F.I. Osnovy menedzhmentu: pidruchnyk. [Principles of Management]. Kyiv, Akademvydav Publ., 2003. 608 p.
8. Markina I. A. Menedzhment pidpriemstva. [Enterprise Manamegent]. Kyiv, NMTs «Ukoopsvita» Publ., 2000. 268 p.

РЕФЕРАТ

Бондар Н.М. Мотивація персоналу на автотранспортному підприємстві / Н.М. Бондар, Н.М. Текучова // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. — Вип. 2 (35).

У статті розкрито сутність поняття «мотивація», проаналізовано погляди вчених стосовно необхідності мотивації персоналу. Розглянуто необхідність впровадження різних мотиваційних заходів на підприємстві для підвищення рівня його ефективності. Запропоновано найбільш сучасні та дієві методи мотивації на підприємстві.

Об'єкт дослідження – процес управління мотивацією на підприємстві.

Мета роботи – дослідження поняття «мотивація» та необхідності її впровадження, виявлення найбільш дієвих методів мотивації на підприємстві.

Метод дослідження – монографічний.

Для ефективної діяльності будь-якого підприємства, незалежно від виду діяльності, ключового значення набуває впровадження системи мотивації, яка буде комбінувати у собі як матеріальні, так і нематеріальні засоби мотивації. Правильно побудована системи дозволить підприємству забезпечити конкурентоспроможність на ринку та покращити результативність роботи в цілому.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОТВАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ, МЕТОДИ МОТИВАЦІЇ, МАТЕРІАЛЬНЕ СТИМУЛЮВАННЯ, НЕМАТЕРІАЛЬНЕ СТИМУЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Bondar, N.M. Motivation for personnel trucking companies / N.M. Bondar, N.M. Tekuchova // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article explains the meaning of the term "incentive", gives analyses on outlooks of scientists on the necessity of employee incentive. There was explained the need of different incentive programs implementation for enhancing the effectiveness of the company. There were advised the most modern and effective incentive programs for the company.

The object of study - the process of inceptive management of the company.

Purpose – analysis of the term "incentive" and the necessity of its implementation, evaluation of the most effective incentive programs for the company.

The method of research - monographic.

For effective functioning of any company, regardless its type of activity, implementation of incentive program, which combines material and moral incentive, takes key value. Correctly built program allows the company to establish competitiveness on the market and improve the effectiveness of work altogether.

KEYWORDS: EMPLOYEE INCENTIVE, INCENTIVE PROGRAMS, MATERIAL INCENTIVE, MORAL INCENTIVE.

РЕФЕРАТ

Бондарь Н.М. Мотивация персонала на автотранспортном предприятии / Н.М. Бондар, Н.М. Текучова // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. — Вып. 2 (35).

В статье раскрыта суть понятия «мотивация», проанализированы взгляды ученых на необходимость мотивации персонала. Рассмотрена необходимость внедрения разных мотивационных мероприятий на предприятии для повышения его эффективности. Предложены наиболее современные и действенные методы мотивации на предприятии.

Объект исследования - процесс управления мотивацией на предприятии.

Цель работы – исследования понятия «мотивация» и необходимости ее внедрения, выявление наиболее действенных методов мотивации на предприятии.

Метод исследования - монографический.

Для эффективной деятельности любого предприятия, независимо от вида деятельности, ключевое значение приобретает внедрение системы мотивации, которая будет комбинировать в себе как материальные, так и нематериальные средства мотивации. Правильно построенная система позволит предприятию обеспечить конкурентоспособность на рынке и улучшить результативность работы в целом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА, МЕТОДЫ МОТИВАЦИИ, МАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ, НЕМАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ.

АВТОРИ:

Бондар Наталія Миколаївна, доктор економічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри менеджменту, e-mail: Ruta2000@ukr.net, тел. +380667192340, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.240.

Текучова Наталія Михайлівна, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: natalia.tekucheva@hotmail.com, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.240.

AUTHORS:

Bondar Nataliia N., Doctor of Economic Sciences, assistant professor department of management, National Transport University. e-mail: Ruta2000@ukr.net, tel. +380667192340, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 240.

Tekuchova Natalia M., National Transport University. e-mail: natalia.tekucheva@hotmail.com, tel. +380933492468, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 240.

АВТОРЫ:

Бондарь Наталия Николаевна, доктор экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Национальный транспортный университет, e-mail: Ruta2000@ukr.net, тел. +380667192340, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 240.

Текучова Наталия Михайловна, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, e-mail: natalia.tekucheva@hotmail.com, тел. +380933492468, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 240.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Бідняк М. Н., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри менеджменту, Київ, Україна.

Малиш Н. А., доктор наук з державного управління, професор кафедри управління національним господарством та економічної політики, Національна академія державного управління при Президентові України, Київ, Україна

REVIEWERS:

Bednyak M. N., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, Head of the Department of Management, Kiev, Ukraine.

Malych N. A., D.Sc. in Public Administration, National Academy for Public Administration under the President of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Бедняк М. Н., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой менеджмента, Киев, Украина.

Малыш Н. А., доктор наук по государственному управлению, профессор кафедры управления национальным хозяйством и экономической политики, Национальная академия государственного управления при Президенте Украины, Киев, Украина.

УДК 621.74
UDC 621.74

TRWAŁOŚĆ POWŁOK LAKIERNICZYCH NA ELEMENTACH KONSTRUKCJI
NARAŻONYCH NA KOROZJĘ

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

ДОВГОВІЧНІСТЬ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ НА ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ,
ЯКІ ПІДДАЮТЬСЯ КОРОЗІЇ

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

THE DURABILITY OF THE LACQUER COATINGS IN THE STRUCTURES EXPOSED
ON CORROSION

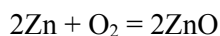
CIECINSKA Barbara, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Korozja w konstrukcjach metalowych. Rozwój przemysłu maszynowego, hutnictwa i energetyki oraz przemysłu chemicznego wywołuje określone zjawiska w otoczeniu. Stale wzrasta produkcja metalowych i niemetalowych materiałów konstrukcyjnych – pojawiają się też materiały nowe, których skład i sposób przetwarzania jest poznawany. Procesy te dotyczą także lotnictwa, gdzie notuje się intensyfikację ruchu lotniczego pasażerskiego i towarowego. Co za tym idzie, szybsze są procesy zużywania się elementów obiektów technicznych, ale też wzrasta ilość substancji chemicznych w środowisku, powodujących to właśnie szybsze zużycie. Większość elementów metalowych i niemetalowych jest narażona na zagrożenie korozyjne. Obiekty są eksploatowane w coraz bardziej agresywnych środowiskach, wzrasta poziom skażenia.

Korozja jest procesem niepożądanego niszczenia materiałów przez czynniki natury chemicznej, elektrochemicznej, mikrobiologicznej i mechanicznej. Najczęściej jednak występują w środowisku kombinacje tych czynników, co pogarsza cechy użytkowe i trwałość obiektów. Obok aspektu czysto mechanicznego – utraty właściwości eksploatacyjnych, wymieniany jest w kontekście korozji również aspekt ekonomiczny. Bierze się pod uwagę koszty związane z szybszym zużywaniem się elementów, zabezpieczeniami antykorozyjnymi lub zmianą materiału, z którego wykonuje się części.

Ogólnie korozję można sklasyfikować wg mechanizmów, typów zniszczeń korozyjnych, środowisk oraz zastosowań [1, 3].

Wg **mechanizmów korozji** można wyróżnić proces elektrochemiczny i chemiczny. Mechanizm chemiczny jest obserwowany w suchych gazach, bezwodnych środowiskach organicznych itp. I tak np. utlenianie cynku w podwyższonej temperaturze w powietrzu zachodzi zgodnie z równaniem:



drogą bezpośredniej syntezy tlenku cynku. Na granicy faz metal-gaz tworzy się warstewka produktów utleniania (tlenku cynku). Oddziela ona od siebie reagenty, spowalniając tym samym proces utleniania.

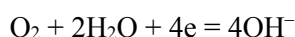
Warstwa tlenków dobrze chroni podłoże przed dalszym utlenianiem, m.in. gdy tlenek jest dobrze związany z podłożem, współczynniki rozszerzalności cieplnej są zbliżone, przewodność elektryczna tlenku jest mała, temperatury topnienia tlenku i metalu są wysokie oraz gdy tlenek ma dobrą plastyczność.

Zgodnie z mechanizmem elektrochemicznym zjawiska korozyjne zachodzą w środowiskach przewodzących prąd elektryczny w wyniku wędrówki jonów. Wówczas na przykład dla cynku można zapisać reakcje w ogniwie:

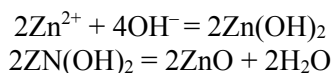
- na granicy faz cynk-roztwór-elektroda cynkowa jako anoda:



- na granicy faz metal-roztwór-powietrze – elektroda tlenowa jako katoda:



- w roztworze:



Utlenianie cynku przedstawionymi sposobami daje ten sam efekt końcowy: zniszczenie cynku i pojawienie się tlenku cynku [8, 9].

Stosuje się wiele sposobów ograniczania lub zapobiegania elektrochemicznemu niszczeniu korozyjnemu metali: właściwe zaprojektowanie konstrukcji i prawidłowy dobór materiału na poszczególne jej elementy (m.in. poprzez unikanie połączeń różnych metali, unikanie szczelin lub miejsc gromadzenia się zanieczyszczeń i elektrolitu, stosowanie właściwych metod montażu), zastosowanie powłok ochronnych oraz ochronę katodową lub anodową. W temperaturze pokojowej najczęstszym problemem jest korozja sucha (elektrochemiczna) i przebiega ona z szybkością znacznie większą niż korozja chemiczna (mokra). Z kolei ze względu na materiał i konieczność obróbki cieplnej, kiedy lokalnymi ogniwami są miejsca różnic lokalnych naprężeń i odkształceń w poszczególnych objętościach materiału, korozji można zapobiegać poprzez zastosowanie wyżarzania odprężającego lub rekrystalizującego. W odlewach ogniwami mogą być niejednorodności struktury (składu chemicznego), wtedy stosuje się wyżarzanie ujednoladniające [2, 10, 11].

Odminnym sposobem postępowania jest zastosowanie inhibitorów korozji lub powłok ochronnych.

Wg **typów zniszczeń korozyjnych** można wyróżnić korozję lokalną i ogólną (równomierną). Lokalnie występuje korozja wżerowa, międzykrystaliczna, selektywna i naprężeniowa. Praktycznie nie jest możliwe przewidywanie miejsca wystąpienia korozji lokalnej, określenie jej szybkości, a co za tym idzie czasu bezawaryjnej pracy urządzenia. Postęp zniszczeń w przypadku korozji równomiernej określa się przy pomocy wagowej szybkości korozji w gramach ubytku na jednostkę powierzchni w czasie jednej doby oraz liniowej szybkości korozji określaną ubytkiem przekroju poprzecznego w czasie jednego roku. Mając dane na temat metalu oraz środowiska, w którym się znajduje, można określić trwałość korozyjną. Precyzuje ona ile lat będzie ulegał korozji jeden mm materiału w poprzecznym przekroju konstrukcji. Wówczas można przewidzieć nieco większy naddatek uwzględniający postęp korozji z biegiem czasu.

Mówiąc o korozji wg **zastosowań** można mieć na myśli korozję w przemyśle samochodowym, okrętowym, spożywczym, energetyce, lotnictwie, itd.

Z kolei podział korozji wg **środowisk** jest dość często spotykany – wówczas mówi się o korozji atmosferycznej, w wodzie morskiej, w środowiskach organicznych, w ciekłych metalach itp. Często metale stosowane w tym samym środowisku mają ten sam mechanizm korozji, np. korozja atmosferyczna zachodzi wg mechanizmu elektrochemicznego. Korozja w środowiskach suchych gazów zachodzi zaś z przewagą mechanizmu chemicznego.

Korozja atmosferyczna jest najczęściej spotykana. Najbardziej sprzyja jej powstawaniu wilgotny klimat, ale w innych strefach klimatycznych powodują ją znaczne wahania temperatury oraz opady. Jedynie w strefach polarnych, gdzie występują niskie temperatury oraz niewielka ilość opadów, korozja powstępuje wolniej. Na szybkość korozji atmosferycznej mają też wpływ zanieczyszczenia: cząstki stałe – kurz, sadza, pyły – które osiadają na powierzchni i niszczą ją, cząstki ciekłe – para wodna, mgła – które zawierają pewne stężenie gazów i zanieczyszczeń, prowadzących do uszkodzeń powierzchni oraz gazy – dwutlenek siarki, siarczany amonu – o największym destrukcyjnym wpływie.

Korozja ziemna ma charakter elektrochemiczny, jej szybkość zależy od wilgotności gleby i jej zasolenia, a także od wielkości ziaren. Gleba drobnoziarnista ma większą wilgotność i zasolenie niż gleby gruboziarniste. Aby proces korozji zaistniał niezbędny jest tlen i woda. Przy braku tlenu może jednak zachodzić z udziałem bakterii. Z kolei w glebie znajduje się dwutlenek węgla o znacznym stężeniu oraz sole mineralne – chlorki, wodorowęglany, siarczany, azotany, z których bakterie pozyskują energię – wszystko to sprzyja przyspieszeniu korozji. Na korozję wpływ ma także pH gleby – gleby o dużej kwasowości są bardziej korozyjne.

Korozja w gazach suchych – zachodzi w wysokiej temperaturze gazów: CO₂, CO, SO₂, H₂S i gazów spalinowych. Zwłaszcza siarka powoduje przyspieszenie korozji, w różnym jednak stopniu w zależności od metalu, na który wpływa. Jeśli spaliny zawierają siarczany potasu, sodu lub żelaza to temperatura, w której rozpoczyna się proces korozji wynosi 560 st. C (inne nawet 627 st. C). Z paliw takich jak węgiel brunatny i kamienny powstają popioły zawierające chlorki, np. agresywny chlorek sodu. Z kolei z paliw, jak ropa naftowa czy olej opałowy powstają popioły o dużej zawartości wanadu. Same popioły mogą powodować

korozję miejscową, w wyniku nierównomiernego osadzania się na powierzchni. W gazach zawierających popioły tendencja do korozji jest zauważalna w wysokich temperaturach.

Korozja w wodzie morskiej jest zależna od jej składu chemicznego – składnikami najczęściej powodującymi korozję są rozpuszczone w niej gazy, np. CO₂. Korozyjność w wodzie morskiej jest w głównej mierze zależna od stopnia jej zasolenia. W wodzie morskiej dominują węglany, siarczany i chlorki, jako najbardziej agresywne. Korozja metali pod wpływem jonów chloru przebiega w głąb materiału i ma postać wżerów. Na intensywność korozji mają wpływ także stopień natlenienia wody oraz jej temperatura. Materiały najbardziej korodują w obszarach niedotlenionych. Na korozję morską mają wpływ także organizmy porastające konstrukcję zanurzoną w wodzie [2, 4, 5].

Zabezpieczanie przed korozją powłokami lakierniczymi. Powłoka ochronna to warstwa zastosowana na powierzchni materiału konstrukcyjnego w celu zabezpieczenia go przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz korozją. Klasyfikuje się je ze względu na skład chemiczny, sposób nanoszenia na powierzchnię, trwałość (odporność na uszkodzenia) oraz mechanizm ochronny.

Powłoki malarskie (lakiernicze) są najczęściej stosowanymi zabezpieczeniami przed korozją. Mogą być otrzymywane w procesach elektrochemicznych i chemicznych. Wyróżnia się powłoki jedno- i wielowarstwowe. W powłokach wielowarstwowych pierwsza warstwa, tzw. grunt, jest warstwą podkładową i ma ona bezpośredni kontakt z chronionym materiałem. Kolejne warstwy są warstwami pośrednimi o odpowiednich właściwościach chemicznych, nadających też odpowiedni wygląd. Ostatnią warstwą jest warstwa wierzchnia ochronna dla warstw pośrednich.

Do najczęściej stosowanych materiałów na powłoki malarskie należą: farby, lakiery, emalie. W ich składzie znajdują się pigmenty, spoiwa, rozpuszczalniki, rozcieńczalniki oraz środki pomocnicze. Farby to substancje tworzące powłokę ochronną, w jej skład wchodzi spoiwo, wypełniacze, pigmenty. Istnieje wiele różnych rodzajów farb, m.in.: epoksydowe, alkidowe, chlorowinyłowe, poliuretanowe, itp. Emalie tworzą na powierzchni materiału szklistą powłokę, mają w swoim składzie kredę, glinę. Nakładanie powłoki emalierskiej wymaga nałożenia emalii i następnie umieszczenia przedmiotu w piecu w celu wypalenia powłoki. Z kolei lakiery to mieszaniny spoiwa i rozpuszczalnika. Najczęściej są wykorzystywane do tworzenia powłoki na powierzchni wcześniej pomalowanej farbą. Lakiery są w większości przezroczyste, nie zniekształcają wyglądu właściwej powłoki, jedynie nadają estetyczny wygląd przedmiotowi (gładkość, połysk) i chronią warstwę właściwą przed uszkodzeniem.

Zabezpieczenie przed korozją jest uzależnione od przygotowania powierzchni przedmiotu. Na jakość pokrycia warstwą ochronną ma wpływ czystość i chropowatość powierzchni. Powierzchnia powinna być oczyszczona z brudu, tłuszczu, smarów, pyłów, nie powinna mieć zadziórów, ostrych krawędzi i pęknięć. Wówczas można zapewnić równomierne pokrycie powierzchni powłoką oraz odpowiednie właściwości [6, 7].

Eksperymentalne określenie trwałości powłoki lakierniczej. W celu określenia trwałości wybranej powłoki lakierniczej przeprowadzono badania eksperymentalne, w których wykorzystano próbki wykonane ze stal konstrukcyjnej AISI4130, stosowanej m.in. w przemyśle lotniczym na elementy konstrukcyjne podwozia. Powierzchnia próbek podczas badań pozostawała w dwóch stanach: walcowanym oraz piaskowanym (wykorzystano elektrokorund A90, ciśnienie robocze piaskarki ok. 3,5 bar przez 8 s.).

W każdym przypadku po wycięciu próbek z arkusza blachy próbki umyto w acetonie w myjce ultradźwiękowej i suszono w powietrzu w temperaturze otoczenia.

Przed nałożeniem powłoki zmierzono chropowatość powierzchni próbek oraz zbadano przydatność przygotowanych powierzchni poprzez określenie zwilżalności. W tym celu wykonano pomiary kąta zwilżania goniometrem z wykorzystaniem dwóch cieczy pomiarowych (wody i diiodometanu).

Ze względu na fakt, że jakość zabezpieczenia powierzchni przedmiotu na wypadek korozji zależy od grubości powłoki, wykonano także pomiary grubości powłok przy użyciu czujnika Dualscope®MP40 [12].

Do zbadania przydatności i odporności wykonanych powłok przygotowano roztwór NaCl (0,5 g/cm³) w 3,5 % wag. stężeniu i kwasu octowego, dodanego do pH 3,2-3,5. Roztwór ten, na wzór metody badań przyspieszonych we mgie solnej, pozwala na uzyskanie wyników zbliżonych do tych, jakie uzyskać można w warunkach atmosferycznych. W takim roztworze zanurzono próbki powłok lakierniczych. Przydatność i odporność powłoki na działanie roztworu solnego określono poprzez sprawdzenie przyczepności metodą siatki nacięć. Wykonano serię nacięć, po czym porównano otrzymany wynik ze stosowaną klasyfikacją wg NF EN ISO 2409 (Tab. 1).

Tabela 1. Klasyfikacja przyczepności (wg skali ISO) [13]

Punktacja	Charakterystyka nacięć
0	Krawędzie nacięć są zupełnie gładkie, w żadnym z kwadratów nie występują odpryski
1	W punktach przecięcia linii siatki występują małe odpryski powłoki. Odprysnięta powierzchnia nie jest znacząco większa niż 5% powierzchni siatki
2	Powierzchnia jest odprysnięta wzdłuż krawędzi nacięć i/lub w punktach przecięcia linii siatki. Odprysnięta powierzchnia jest wyraźnie większa niż 5%, ale nie znacząco większa niż 15% powierzchni siatki nacięć.
3	Powłoka jest częściowo lub całkowicie odprysnięta a wzdłuż krawędzi nacięć szerokimi pasmami i/lub niektóre kwadraty są odprysnięte całkowicie lub częściowo. Uszkodzona powierzchnia siatki nacięć stanowi wyraźnie więcej niż 15%, ale nie jest znacząco większa niż 35%.
4	Powłoka odprysnięta wzdłuż krawędzi nacięć szerokimi pasmami i/lub niektóre kwadraty są całkowicie lub częściowo odprysnięte. Uszkodzona powierzchnia siatki nacięć stanowi wyraźnie więcej niż 35% ale nie jest znacząco większa niż 65%.
5	Każde odprysnięcie powłoki, które nie może być sklasyfikowane parametrem siatki nacięć 4.

Wyniki badań eksperymentalnych. W pomiarach chropowatości powierzchni uzyskano wyniki:

- powierzchnia po walcowaniu (rys. 2 a) – $R_a = 0,45 \mu\text{m}$ (średnia z trzech pomiarów)
- powierzchnia po piaskowaniu (rys. 2 b) – $R_a = 2,70 \mu\text{m}$ (średnia z trzech pomiarów)

Swobodna energia powierzchniowa wyznaczona dwoma cieciami (obliczona na podstawie kąta zwilżania 10 kroplami wody i 10 - diiodometanu):

- powierzchnia po walcowaniu – $41,1 \text{ mJ/m}^2$,
- powierzchnia po piaskowaniu – $47,3 \text{ mJ/m}^2$.

Grubość powłoki zmierzono w kilku punktach a wyniki podano w tab. 2 i 3.

Tabela 2. Grubość powłoki na próbkach walcowanych w [μm]

Numer próbki	Numer punktu pomiarowego		
	1	2	3
1	101	91,4	87,7
2	73,5	79,9	57,6
3	99,9	98,8	82,1

Tabela 3. Grubość powłoki na próbkach piaskowanych w [μm]

Numer próbki	Numer punktu pomiarowego		
	1	2	3
1	75,9	69,7	59,0
2	68,8	102	81,1
3	104	106	78,9

Wykonane wybraną farbą powłoki oceniono wzrokowo, a następnie ich przyczepność określono zaraz po nałożeniu i wyschnięciu powłoki oraz na próbkach umieszczonych w kwaśnym roztworze po sześciu i dziesięciu kolejnych dniach.

Przyczepność powłoki oceniono jako:

- bezpośrednio po nałożeniu i wysuszeniu powłoki na próbce walcowanej – 1, piaskowanej – 0
- po sześciu dniach na próbce walcowanej – powłoka odwarstwiona, na piaskowanej – 2
- po kolejnych dziesięciu dniach obie powłoki były zniszczone i odwarstwione co uniemożliwiało wykonanie siatki nacięć.

Wnioski

Z eksperymentu wynika, iż na przyczepność i trwałość zabezpieczeń przed korozją ma wpływ kilka czynników.: stan powierzchni, chropowatość i rodzaj powłoki. Powierzchnie walcowane wykazywały mniejszą odporność na oddziaływanie środowiska korozyjnego niż piaskowane. Ze względu na chropowatość powierzchni – im powierzchnie gładziej, tym mniej trwałe były powłoki. Istotną rolę pełni

właściwy dobór farby ze względu na warunki w jakich ma być eksploatowana powierzchnia. Dobrana farba miała gęstość pozwalającą na nałożenie równomiernej powłoki, bez widocznych wad – pęcherzy, nawarstwień, itp. Części o kształcie podobnym do próbek, z ostrymi krawędziami, narażone są szczególnie na oddziaływanie agresywnych środowisk. W związku z tym w konstrukcji takich elementów należy przewidzieć warunki przyszłej eksploatacji i odpowiednio je zabezpieczyć.

LITERATURA

1. Baszkiewicz J., Kamiński M.: Korozja materiałów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
2. Blicharski M.: Inżynieria powierzchni. WNT, Warszawa 2009
3. Hryniewicz T., Rokosz K.: Podstawy teoretyczne i aspekty praktyczne zjawiska korozji. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2010
4. Burakowski T., Wierzchoń T.: Inżynieria powierzchni metali. WNT, Warszawa 1995
5. Guy A. G.: Wprowadzenie do nauki o materiałach. PWN, Warszawa 1977
6. Hopliński J.: Farby i spoiwa malarskie. Wyd. Ossolineum, Wrocław 1990
7. Hryniewicz T., Skubała W.: Technologia powłok ochronnych. Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 1992
8. Surowska B.: Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002
9. Wiącek Z.: Nauka o korozji i ochronie metali. WNT, Warszawa 1995
10. Wrangler G.: Podstawy korozji i ochrony metali. WNT, Warszawa 1985
11. Walczak M., Bienias J., Sidor-Walczak J.: Badania korozyjne aluminiowych kompozytów zbrojonych sic wykorzystywanych do produkcji tarcz hamulcowych. Autobusy, Nr6/2010
12. Instrukcja obsługi przyrządu DUALSCOPE MP40, Fischer
13. Nóż do badania przyczepności powłok metodą siatki nacięć. ELCOMETER 1542, Instrukcja użytkownika

Badania realizowane w ramach Projektu "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

STRESZCZENIE

CIECINSKA Barbara. Trwałość powłok lakierniczych na elementach konstrukcji narażonych na korozję. / CIECINSKA Barbara // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Oddziaływanie otoczenia na konstrukcje metalowe jest widoczne z uwagi na intensywność współczesnego przemysłu i rosnącą ilość szkodliwych lub chemicznie agresywnych substancji do atmosfery. Równocześnie ze szkodliwym oddziaływaniem zauważalny jest wzrost produkcji elementów metalowych, narażonych na to oddziaływanie. Specjalnego znaczenia nabiera w takiej sytuacji przygotowanie powierzchni wyrobów i zabezpieczanie ich przed narastającą korozją. W pracy przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych, przeprowadzonych w celu ustalenia wpływu symulowanego środowiska korozyjnego na trwałość wybranej powłoki lakierniczej. Ustalono, iż na trwałość powłoki ma wpływ stan powierzchni, na którą jest ona nakładana. Przyczepność powłoki poprawia się z powodu wyboru piaskowania (zamiast walcowania) i wzrostu chropowatości powierzchni. Po piaskowaniu stwierdzono również zmianę właściwości adhezyjnych – poprawie uległy warunki energetyczne powierzchni niezbędne do właściwej adhezji pomiędzy powierzchnią a warstwą lakieru. Jednocześnie zauważono, iż dostępna w handlu powłoka szybko ulega degradacji w kwaśnym środowisku. W skrajnym przypadku istnieje prawdopodobieństwo całkowitego odwarstwienia się powłoki i zniszczenia bariery ochronnej przed korozją.

РЕФЕРАТ

ЧЕЧІНСЬКА Барбара. Довговічність лакофарбового покриття на елементах конструкції, які піддаються корозії / ЧЕЧІНСЬКА Барбара // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

Вплив навколишнього середовища на металеві конструкції видно через інтенсивність розвитку

сучасної промисловості і збільшення кількості викидів шкідливих або хімічно агресивних речовин в атмосферу. Одночасно з шкідливим впливом помітно збільшення виробництва металевих деталей, які піддаються агресивним діям. Особливе значення в цій ситуації приймає підготовка поверхонь виробів і захист їх від корозії. У статті представлено результати експериментів, проведених для визначення впливу модельованого корозійного середовища на довговічність обраного лакофарбового покриття. Встановлено, що довговічність покриття залежить від стану поверхні, на якій воно нанесено. Адгезія покриття покращується за рахунок вибору шліфування (замість прокатаки) і збільшення шорсткості поверхні. Після шліфування також було встановлено зміни адгезійних властивостей - поліпшено енергетичні умови поверхні, необхідні для належної адгезії між поверхнею і шаром лаку. У той же час відзначається, що комерційно доступне покриття швидко розкладається в кислому середовищі. В крайньому випадку є ймовірність повного відшарування покриття і руйнування захисного бар'єру проти корозії.

ABSTRACT

CIECINSKA Barbara. The durability of the lacquer coatings in the structures exposed on corrosion. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The impact of the surroundings on the metallic structures is visible because of intensity of the contemporary industry and rising amount of toxic or chemical aggressive substances to atmosphere. At the same time with the hazardous impact the growth of production of the metallic elements is noticeable. In that situation the surface pretreatment or machining and protecting against corrosion has a special meaning. In the paper the experimental research results are shown. The experiment was conducted in the goal of assessment of impact of simulated corrosive environment on the durability of chosen lacquering coatings. It can be said that on the durability of the coatings has impact the state of the surface on which this coating is putting on. The adhesion of the coatings improves because of the sand blasting (instead of rolling) use and increasing of surface roughness. After sand blasting the adhesive properties were also changed – the surface free energy went up and conditions for coatings putting on were better. At the same time they observed that the lacquer available in trade was not resistant in the acid environment. In the extreme case it was completely ruined and the part had no protection against corrosion.

AUTOR:

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

АВТОР:

ЧЕЧІНСЬКА 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:

CIECINSKA Barbara, 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:

Посвятенко Е. К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Бойченко С. В., доктор технічних наук, професор, Національний Авіаційний Університет, завідувач кафедри екології, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E. K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor, Department of Manufacture, Repair and Materials, Kyiv, Ukraine.

Boichenko S. V. Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Head of the Department of Ecology, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43
UDC 621.43

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПАЛИВНУ
ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА З СИСТЕМОЮ ВПОРСКУВАННЯ
БЕНЗИНУ ТА ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Карев С.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Шуба Є.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

STUDY OF SUPPLEMENTS HYDROGEN-CONTAINING GAS TO THE FUEL EFFICIENCY
AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE ENGINE WITH THE FUEL INJECTION SYSTEM
AND FEEDBACK

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Karev S.V., Ph.D., Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Shuba Y.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА
ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ С
СИСТЕМОЙ ВПРЫСКА БЕНЗИНА И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Гутаревич Ю.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Карев С.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Шуба Е. В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. В процесі експлуатації автомобільних двигунів значне місце займають режими малих навантажень і холостого ходу. В цих режимах погіршуються їх паливна економічність та екологічні показники. Основними причинами цього є погіршення процесу згоряння, зростання відносної кількості залишкових газів, зростання насосних втрат через дроселювання. Одним із шляхів поліпшення показників роботи бензинових двигунів є інтенсифікація процесу згоряння використанням добавок активуючих речовин. Дуже перспективним є використання добавки водневмісного газу отриманого електролізом водного розчину лугу. Цей газ складається з молекул і атомів водню і кисню (H_2/O_2).

Мета досліджень: встановлення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування палива та зворотнім зв'язком в режимі малих навантажень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впливу добавки водневмісного газу H_2/O_2 на паливну економічність та екологічні показники різних типів двигунів досліджували в ряді робіт. В роботі [1] наведено результати досліджень дизеля за роботи з добавкою водневмісного газу H_2/O_2 . В результаті встановлено, що добавка водневмісного газу приводить до покращення паливної економічності і підвищення потужності двигуна. Результати досліджень впливу газу H_2/O_2 на показники бензинових двигунів наведено в роботах [2 - 5]. Наведені результати свідчать про позитивний вплив добавки водневмісного газу на показники роботи двигунів. Зокрема, знижується питома витрата палива, підвищується крутний момент двигуна, зменшуються концентрації продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах.

Виклад основного матеріалу

На кафедрі двигунів і теплотехніки Національного транспортного університету проведено дослідження впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

Об'єктом експериментальних досліджень є двигун 6Ч 9,5/6,98 з системою електронного, розподіленого впорскування бензину фірми Bosch моделі “Motronik ML4.1” та зворотнім зв'язком. У випускній системі двигуна встановлений трикомпонентний каталітичний нейтралізатор фірми

ArvinTefh. Двигун встановлено на гальмівний стенд СГЕУ-100 з електрогальмівною машиною АКБ-92-4 потужністю 100 кВт і максимальною частотою обертання 3000 хв^{-1} . Експериментальна установка обладнана всією необхідною вимірювальною апаратурою, що дозволяє вимірювати витрату палива, витрату повітря, температури охолоджуючої рідини і відпрацьованих газів, розрідження у впускному трубопроводі, частоту обертання колінчастого вала, крутний момент двигуна, кут випередження запалювання. Для визначення екологічних показників двигуна використана газоаналізуюча апаратура. Концентрації оксидів вуглецю і незгорілих вуглеводнів виміряні методом інфрачервоної спектроскопії, оксидів азоту методом хемілюмінесценції. Вимірювання проводилися до і після нейтралізатора, що дозволяє оцінити ефективність його роботи при роботі двигуна з добавкою водневмісного газу. Водневмісний газ отримували за допомогою електролізної установки АТW-1000 (рис. 1), яка працює від зовнішнього джерела живлення.



Рисунок 1 - Електролізер АТW-1000

Технічна характеристика установки наведена в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристика електролізера АТW-1000

Модель	АТW-1000
Виробник	АТW Energy
Живлення	220В, 50 Гц
Максимальна потужність, що використовується, кВт	4,4
Максимальне діюче значення струму, А	20
Робочий тиск газу, атм.	0,4
Максимальний тиск газу, атм.	до 0,8
Максимальна температура полум'я, °С	2600 - 3000
Продуктивність газової суміші, л/хв	от 0 до 16,6
Середня витрати дистильованої води, см ³ /год	225
Час безперервної роботи, годин	8
Максимальна товщина сталі, що зварюється, мм	от 0,1 до 5
Габарити, мм (Д x Ш x В)	695x265x340
Маса, кг (заправлений)	25

Випробування проведені в режимі середньої точки Європейського їздового циклу ($M_k=28,88$ Н м, $n=2000$ хв⁻¹). Показники роботи двигуна досліджували в діапазоні добавок водневмісного газу від 0 до 10 л/хв (від 0 до 8 % від витрати бензину). Результати досліджень впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та енергетичні показники двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком показані на рис. 2.

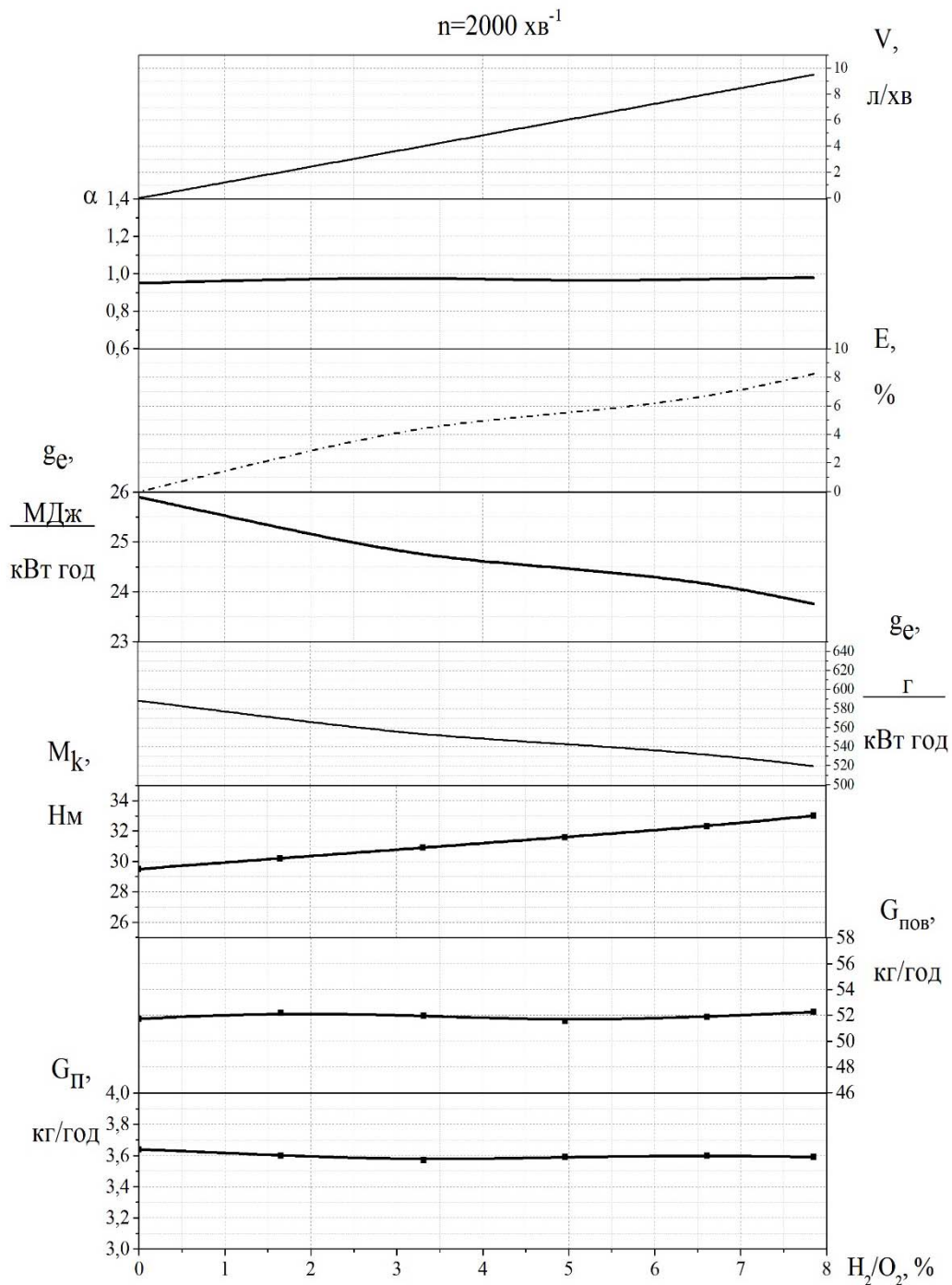


Рисунок 2 – Вплив добавки водневмісного газу на паливну економічність та енергетичні показники двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рисунку 2, у всьому діапазоні добавок водневмісного газу зростає крутний момент двигуна і дещо зменшується годинна витрата бензину. За роботи двигуна з добавкою 7,9 % H_2/O_2 зменшується ефективна питома витрата палива g_e на 11,7 %. З врахуванням витрат електроенергії на проведення електролізу для отримання газу економія палива становить 8,25 %.

Для визначення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком заміряні концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна. Концентрації заміряли як до нейтралізатора так і після нього (рис. 3).

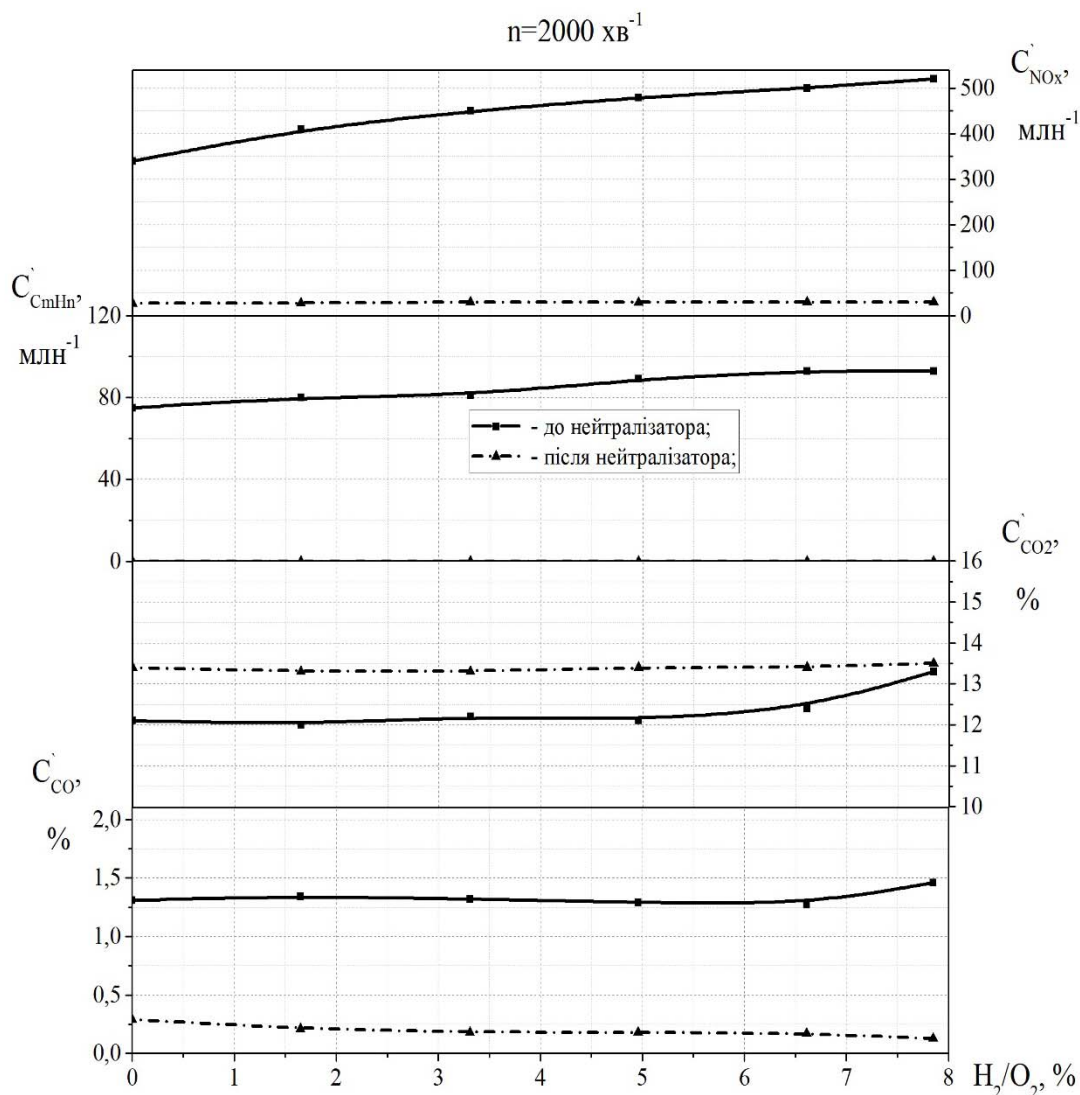


Рисунок 3 – Вплив добавок водневмісного газу на концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рисунку, добавка водневмісного газу практично не впливає на концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового циклу. За рахунок підвищення тиску і температури в циліндрах двигуна внаслідок добавки водневмісного газу дещо зростають концентрації оксидів азоту. Так як у даному двигуні підтримується стехіометричний склад суміші, концентрації усіх заміряних після нейтралізатора компонентів відпрацьованих газів досить низькі.

На рис. 4 показані результати розрахунку ефективності роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора за роботи двигуна з різними за величиною добавками водневмісного газу.

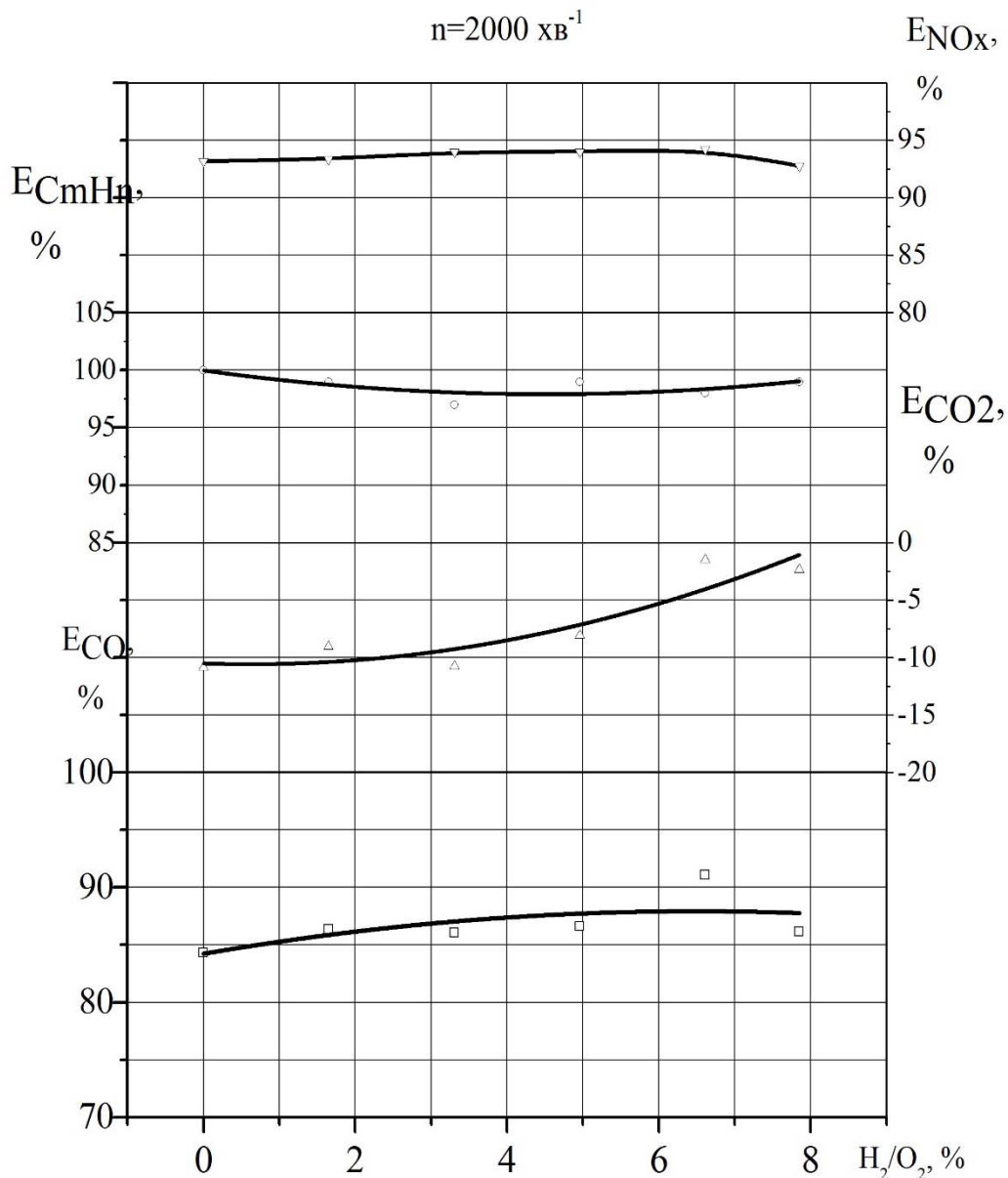


Рисунок 4 – Вплив добавок водневмісного газу на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора двигуна 6Ч 9,5/6,98

Як видно з рис. 4, добавка водневмісного газу не впливає на ефективність нейтралізації трикомпонентного каталітичного нейтралізатора. Це дозволить використовувати добавку водневмісного газу для поліпшення паливної економічності двигунів з системами впорскування бензину та зворотнім зв'язком без погіршення їх екологічних показників.

Висновки. Проведені дослідження впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна 6Ч 9,5/6,98 з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового циклу показали, що добавка водневмісного газу приводить до поліпшення паливної економічності двигуна. За роботи двигуна з добавкою 7,9 % водневмісного газу питома ефективна витрата палива зменшується на 11,7 %. З врахуванням витрат енергії на отримання газу економія становить 8,25 %. На екологічні показники двигуна добавка водневмісного газу практично не впливає. Дещо зростають концентрації оксидів азоту, що спричинене підвищенням температури в циліндрах двигуна. Встановлено, що добавка водневмісного газу не впливає на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

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. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2 Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg
4. Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine / D.V.N. Lakshmi, T.R. Mishra & R. Das, S.S. Mohapatra // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 12, December-2013, pp. 170 – 173
5. Гутаревич Ю.Ф. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для покращення показників двигунів з карбюраторною системою живлення в режимах холостого ходу. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 31, С. 161–165

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. Effect of HHO on Four Stroke Petrol Engine Performance / Daniel M. Madyira, Wayne G. Harding // 1,2 Department of Mechanical Engineering Science, Faculty of Engineering & the Built Environment, University of Johannesburg, Auckland Park 2006, Johannesburg
4. Effects of Brown Gas Performance and Emission in a SI Engine / D.V.N. Lakshmi, T.R. Mishra & R. Das, S.S. Mohapatra // International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 12, December-2013, pp. 170 – 173
5. Hutarevych Yu.F. Vykorystannya dobavky vodnevemisnogo hazu do povitryanoho zaryadu dlya pokrashchennya pokaznykiv dyvyniv z karbyuratornoyu systemoyu zhyvlennya v rezhymakh kholostoho khodu. / Yu.F. Hutarevych, Ye.V. Shuba // Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. – K. : NTU, 2015. – Vyp. 31, S. 161–165

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Дослідження впливу добавки водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники двигуна з системою впорскування бензину та зворотнім зв'язком. / Ю.Ф. Гутаревич, Є.В. Карев, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті розглянуто результати експериментальних досліджень впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування та зворотнім зв'язком в режимі середньої точки Європейського їздового міського циклу.

Об'єкт досліджень – бензиновий двигун 6Ч 9,5/6,98 з системою впорскування та зворотнім зв'язком.

Мета досліджень: встановлення впливу різних за величиною добавок водневмісного газу на паливну економічність та екологічні показники бензинового двигуна з системою впорскування палива та зворотнім зв'язком в режимі малих навантажень.

Методи дослідження – експериментальний.

В результаті досліджень встановлено, що добавка водневмісного газу позитивно впливає на паливо-економічні та енергетичні показники бензинового двигуна в режимі малих навантажень. За роботи двигуна з добавкою водневмісного газу зменшується питома ефективна витрата бензину і

зростає ефективна потужність двигуна. На екологічні показники двигуна добавка водневмісного газу практично не впливає. За рахунок підвищення температури в циліндрах двигуна дещо зростають концентрації оксидів азоту. Встановлено, що добавка водневмісного газу не впливає на ефективність роботи трикомпонентного каталітичного нейтралізатора.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БЕНЗИНОВИЙ ДВИГУН, ВОДНЕВМІСНИЙ ГАЗ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ЕЛЕКТРОЛІЗ.

ABSTRACT

Gutarevich Y.F. Research of influence of additives of hydrogen-containing gas to the fuel efficiency and environmental performance of the engine with the fuel injection system and feedback. / Y.F. Gutarevich, S.V. Karev, Y.V. Shuba // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article describes the results of experimental studies of the effect of different size of hydrogen-containing gas additives in the fuel efficiency and environmental performance of the petrol engine with fuel injection and closed-loop mode, the mid-point of the European urban driving cycle.

The object of research - the gasoline engine 6CH 9.5 / 6.98 with fuel injection and closed-loop system.

Objective: to establish the influence of different sized hydrogen-containing gas additives in the fuel efficiency and environmental performance of the petrol engine with a fuel injection system and feedback in small load conditions.

Research Methods - experimental.

The studies found that the addition of a hydrogen-containing gas has a positive effect on the fuel-efficiency and energy performance of the petrol engine in low load conditions. LMP engine performance with the addition of a hydrogen-containing gas is reduced relative effective gas mileage and increases the effective capacity of the engine. On the environmental performance of the engine additive hydrogen-containing gas has virtually no effect. By increasing the temperature of the cylinder increases several concentrations of nitrogen oxides. It is found that the addition of hydrogen-containing gas does not affect the performance of the three-way catalyst.

KEYWORDS: PETROL ENGINES, HYDROGEN-CONTAINING GAS, THE FUEL EFFICIENCY OF ELECTROLYSIS.

РЕФЕРАТ

Гутаревич Ю.Ф. Исследование влияния добавки водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели двигателя с системой впрыска бензина и обратной связью. / Ю.Ф. Гутаревич, С.В. Карев, Е.В. Шуба // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований влияния различных по величине добавок водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели бензинового двигателя с системой впрыска и обратной связью в режиме средней точки Европейского ездового городского цикла.

Объект исследований - бензиновый двигатель 6Ч 9,5 / 6,98 с системой впрыска и обратной связью.

Цель исследований: установление влияния различных по величине добавок водородсодержащего газа на топливную экономичность и экологические показатели бензинового двигателя с системой впрыска топлива и обратной связью в режиме малых нагрузок.

Методы исследования - экспериментальный.

В результате исследований установлено, что добавка водородсодержащего газа положительно влияет на топливную-экономичность и энергетические показатели бензинового двигателя в режиме малых нагрузок. При работе двигателя с добавкой водородсодержащего газа уменьшается удельный эффективный расход бензина и растет эффективная мощность двигателя. На экологические показатели двигателя добавка водородсодержащего газа практически не влияет. За счет повышения

температуры в цилиндрах двигателя несколько возрастают концентрации оксидов азота. Установлено, что добавка водородсодержащего газа не влияет на эффективность работы трехкомпонентного каталитического нейтрализатора.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕНЗИНОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИЙ ГАЗ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ЭЛЕКТРОЛИЗ.

АВТОРИ:

Гутаревич Юрий Феодосійович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 302.

Карев Станіслав Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Двигуни і теплотехніка», katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а

Шуба Євгеній Васильович, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Двигуни і теплотехніка», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 303а

AUTHORS:

Gutarevich 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.

Karev Stanislav V., Ph.D., assistant professor of "Engines and Heating", katedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, m. Kyiv, str. Suvorov 1, k. 303a

Shuba Y. V., National Transport University, assistant of 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.

Карев Станислав Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Двигатели и теплотехника», katedradvz.ntu@gmail.com, тел. +380442804716, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 303а

Шуба Евгений Васильевич, Национальный транспортный университет, асистент кафедры «Двигатели и теплотехника», e-mail: shuba90@i.ua, тел. +380688147423, 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, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V. P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

Nazarenko I. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.7.025
UDC 656.7.025

SYSTEM BEZPIECZEŃSTWA EDS W TRANSPORCIE BAGAŻU NA LOTNISKACH

CUDAK Agnieszka, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

СИСТЕМА БЕЗПЕКИ EDS ПРИ ТРАСПОРТУВАННІ БАГАЖУ В АЕРОПОРТАХ

ЦУДАК Агнешка, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

EDS SAFETY SYSTEM IN TRANSPORT OF LUGGAGE AT AIRPORTS

CUDAK Agnieszka, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Uwarunkowania polityczne i gospodarcze dzisiejszych czasów generują potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa masowego. Miejsca kumulujące skupiska ludzi ze względu na łatwość dostępu stanowią potencjalny cel ataków terrorystycznych.

Stosowana obecnie polityka transportowa stawia coraz większy nacisk na aspekty bezpieczeństwa wychodząc naprzeciw rosnącym wymaganiom i oczekiwaniom jakościowym dotyczącym przewozu i czynności dodatkowych. W Polsce każdy cywilny port lotniczy ma obowiązek przestrzegania przepisów obejmujących zagadnienia bezpieczeństwa w ruchu lotniczym. Prawne regulacje dotyczące tego zagadnienia zostały zawarte m.in. w Rozporządzeniu Rady Ministrów z 19 czerwca 2007 r., które jednoznacznie określa procedury detekcji materiałów niebezpiecznych poprzez stosowanie w portach lotniczych zintegrowanych systemów BHS i EDS.

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU EDS

EDS (Explosives Detection System) to system kontroli bagażu rejestrowanego. Składa się on z powiązanych ze sobą urządzeń i procedur, które pozwalają zachować pożądany i z góry założony stopień bezpieczeństwa. Jego praktyczne zastosowanie jest zdeterminowane przepisami bezpieczeństwa na lotniskach cywilnych, szczególnie dotyczącymi bagażu i jego zawartości. System EDS można określić również, jako rozszerzenie systemu transportu bagażu BHS (Baggage Handling System) poprzez zastosowanie podziału na strefy bezpieczeństwa oraz wyposażenie w przeglądarki. W systemie BHS rozpoznanie i klasyfikacja bagażu odbywają się na stanowiskach check-in, zaś w systemie EDS monitoring bagażu przeprowadza się podczas całego procesu [1].

System BHS

System obsługi bagażu (BHS) jest to system przenośników zainstalowanych w portach lotniczych, które transportują sprawdzone bagaże od kas biletowych do miejsc, w których można załadować je na pokład samolotu. BHS transportuje również bagaż rejestrowany pochodzący z samolotów do składu bagażu lub do obszaru, w którym może być on ładowany do innego samolotu. Chociaż główną funkcją BHS jest transport bagażu, typowy BHS posiada również inne funkcje związane z zapewnieniem bezpośredniego dotarcia bagażu do właściwej lokalizacji na lotnisku. Oprócz sortowania bagażu BHS może również pełnić następujące funkcje [8]:

- śledzenie bagażu,
- równoważenie obciążenia (równomierne rozprowadzenie objętości bagażu na systemie przenośników),
- liczenie bagażu,
- wykrywanie zatorów bagażu na taśmociągu,
- przekierowanie bagażu poprzez użycie przełącznika.

Praca w systemie BHS jest ściśle kontrolowana podczas całego procesu transportu.

Klasyfikacja bagażu w systemie EDS

Uwzględniając wszystkie regulacje, przepisy i rozporządzenia uzasadniające konieczność przeprowadzania detekcji na lotniskach, można usystematyzować i wyróżnić kategorie bagażu, jaki pasażerowie zabierają na pokład samolotu:

- bagaż kabinowy, będący bagażem podręcznym wnoszonym przez właściciela na pokład samolotu; jego sprawdzenie ma miejsce na stanowiskach kontroli bezpieczeństwa,
- bagaż rejestrowany, którego odprawa ma miejsce na stanowiskach check-in.

Zanim bagaż rejestrowany znajdzie się na pokładzie samolotu, muszą być wykonane podstawowe czynności bezpieczeństwa obejmujące:

- sprawdzenie, czy należy do pasażera posiadającego ważny bilet,
- oznakowanie kodem kreskowym wskazującym cel podróży i utożsamiającym bagaż z pasażerem,
- zważenie w celu odpowiedniego umiejscowienia w luku bagażowym,
- sprawdzenie, czy wewnątrz nie znajdują się materiały wybuchowe, łatwopalne i toksyczne.

Wymaga się, aby zawartości bagażu nie stanowiły przedmioty, o których mowa w dokumentach Komisji Europejskiej. Jeśli jednak zostaną one odnalezione i zidentyfikowane w systemie BHS, bagaż taki nie może zostać przewieziony na pokład samolotu. Detekcja przedmiotów odbywa się na podstawie rozpoznania następujących cech [2]:

- łatwopalność,
- wybuchowość,
- substancje niebezpieczne, chemiczne czy toksyczne.

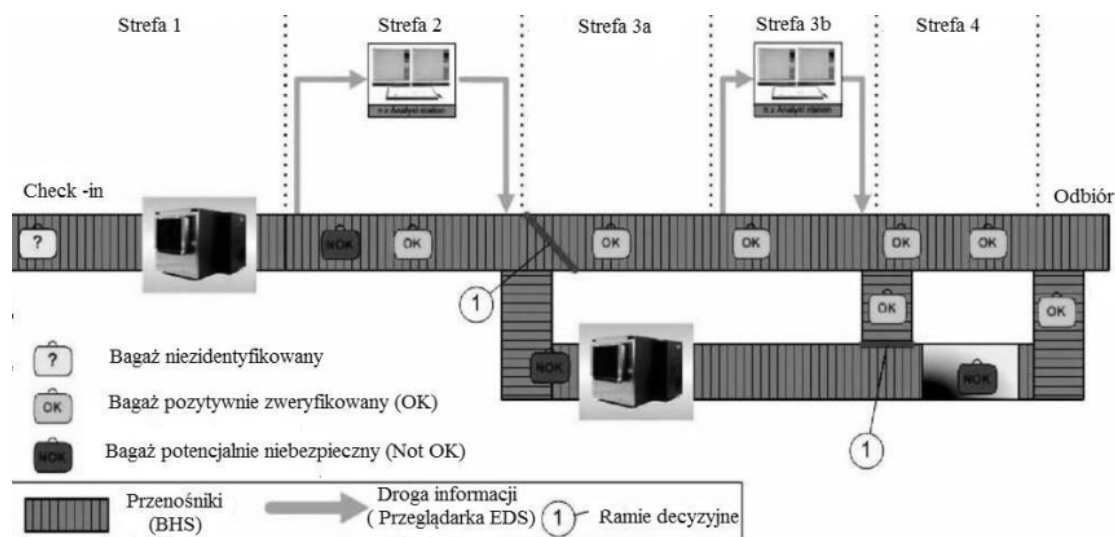
Dane te są konieczne do określenia klasyfikacji bagażu w systemie EDS.

Proces kontroli bagażu przebiega wg następujących procedur:

- system BHS transportuje bagaż do strefy kontrolnej,
- zawartość bagażu podlega prześwietleniu i wizualizacji,
- odpowiednio przygotowani operatorzy (funkcjonariusze Służby Granicznej) weryfikują zawartość,
- w przypadku podejrzenia niebezpiecznej zawartości bagażu wykonywana jest kontrola manualna,
- w momencie wykrycia materiału niebezpiecznego dokonuje się jego neutralizacji.

PRZEBIEG KONTROLI BAGAŻU

System EDS dokonuje selekcji bagażu, przydzielając go do określonych grup, które warunkują podjęcie odpowiednich procedur kontrolnych. W pierwszej kolejności zlokalizowany może zostać bagaż, który nie podlegał kontroli a co za tym idzie, posiada status niezidentyfikowanego. W takim przypadku podlega on pierwszemu stopniowi kontroli. Rezultatem tej operacji jest nadanie przez przeglądarki rentgenowskie odpowiednich priorytetów dla bagażu: czerwonego, który w trybie automatycznym klasyfikuje go jako bagaż potencjalnie niebezpieczny lub zielonego, oznaczającego status „bezpieczny”. Po wykonanej na poziomie pierwszym diagnostyce bagaż może zostać skierowany do strefy drugiej. Tam z kolei, w zależności od decyzji operatora, może zostać wysłany do ponownej kontroli, bądź bezpośrednio do załadunku na samolot.



Rys. 1. Schemat systemu EDS [8]

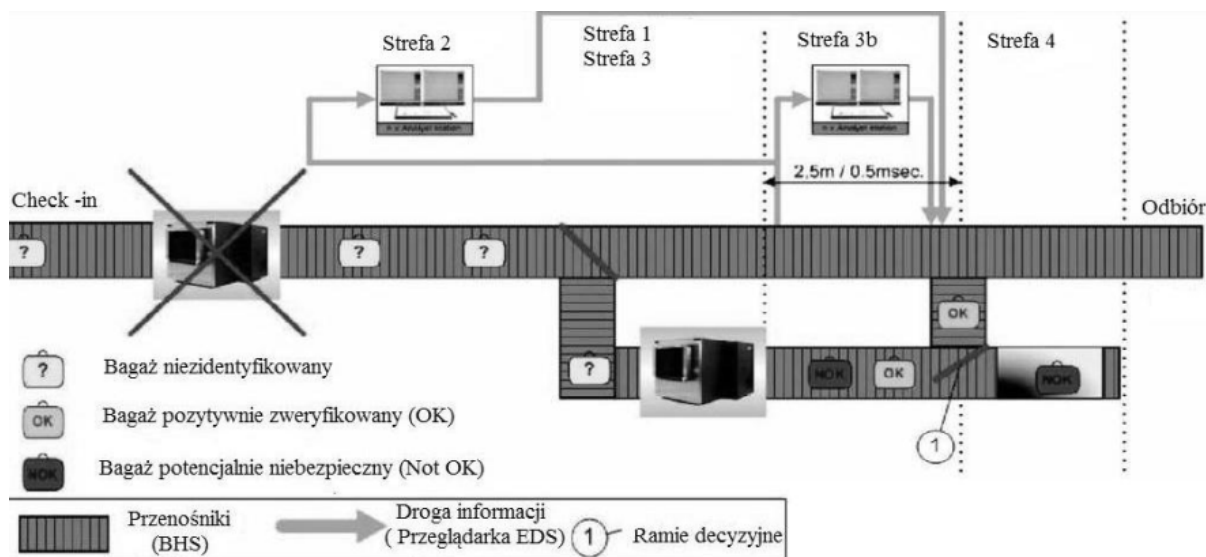
W niektórych przypadkach pojawia się konieczność ponownej kontroli bagażu i weryfikacja jego zawartości. Wówczas jest on kierowany na poziom trzeci, gdzie detekcja bagażu całkowicie wyklucza automatyczną weryfikację, która w całości zostaje zastąpiona pracą operatora, który bezpośrednio podczas manualnej kontroli nadaje określony priorytet. Dopiero po tych czynnościach, bezpieczny bagaż zostaje przekazany do strefy załadunkowej. Podczas opuszczania trzeciej strefy, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach kolejną kontrolę manualną. Dopiero na tym etapie, gdy bagaż uzyskuje priorytet niebezpieczny, podlega neutralizacji w specjalnie do tego celu wydzielonej strefie czwartej.

Poziomy systemu EDS

W celu zapewnienia bezpieczeństwa bagażu rejestrowanego, stosowane rozwiązania muszą zapewnić jego całkowitą kontrolę obejmującą detekcję materiałów radioaktywnych i wybuchowych. System powinien być wielopoziomowy i skonfigurowany w następujący sposób [7]:

- poziom I - urządzenie EDS pracujące w trybie automatycznym, co pozwala na wykrycie bezpośredniego zagrożenia lub jego braku, który oznacza przesłanie bagażu do sortera,
- poziom II – połączenie stacji roboczych z urządzeniami poziomu I z wykorzystaniem sieci, która gwarantuje przesyłanie kolejnych obrazów bagażu, wymagającego dalszej kontroli na wolną stację roboczą,
- poziom III – praca w systemie nieautomatycznym urządzeń EDS, konieczna jest obecność operatora i możliwość korzystania ze stacji kontroli. Podczas projektowania należy uwzględnić odpowiedni czas, jaki potrzebuje operator, aby podjąć decyzję o dalszym postępowaniu z bagażem,
- poziom IV – wyodrębniona część taśmociągu w oddzielnym pomieszczeniu umożliwiającym przeprowadzenie kontroli bagażu w obecności jego właściciela, przy wykorzystaniu obrazów zarejestrowanych na poprzednich poziomach,
- poziom V – zapewniający wyposażenie stanowiska w specjalne urządzenia umożliwiające neutralizację bagażu zagrożonego.

Dopuszcza się stosowanie skróconych procedur EDS, co wynika głównie ze stosowania zróżnicowanych procedur bezpieczeństwa na lotniskach cywilnych (rys.2). Zależy to przede wszystkim od rangi portu lotniczego.



Rys. 2. Schemat uproszczonej procedury EDS [8]

Technologia transportu i kontroli bagażu rejestrowanego

Bagaż pasażerów odlatujących podczas transportu ze stanowisk check-in jest identyfikowany i sprawdzany pod kątem wystąpienia niebezpieczeństwa na 5 poziomach kontroli, gdzie następnie trafia do sortowni. Tam z kolei jest automatycznie przydzielany do odpowiednich zrzutni. Pracą całego systemu

kieruje automatyczny system kontroli PLC. Bagaż o nienormatywnych wymiarach jest obsługiwany oddzielnie, a jego kontrolą zajmuje się pracownik sortowni.

Każde stanowisko check-in składa się z dwuczęściowego taśmociągu - wagowego i odsyłającego. Najpierw właściciel bagażu umieszcza go na taśmociągu wagowym, gdzie dokonuje się pomiar, którego wynik ukazuje się na wyświetlaczu. Następnie operator uruchamia taśmociąg, by przesunąć bagaż, a komputer generuje kod, który zostaje umieszczony na danym bagażu.

Niezbędną czynnością jest wyposażenie ciągów bagażowych w odpowiednie urządzenia, m.in. bramki radiometryczne, które pozwalają na identyfikację i usunięcie bagażu skażonego. Systemy odpowiedzialne za monitoring promieniowania jądrowego muszą zapewniać:

- wykrycie promieniowania jądrowego zarówno elektromagnetycznego jak i korpuskularnego oraz automatyczne uruchomienie alarmu wskazującego przekroczenie pewnego niebezpiecznego poziomu promieniowania,
- możliwość zmiany poziomu alarmowego w zależności od zmian poziomu tła,
- pomiar dawki indywidualnej na stanowiskach kontroli bezpieczeństwa,
- rejestrację oraz archiwizację wszystkich przekroczeń stanów ostrzegawczych, jakie miały miejsce w bagażu rejestrowanym.

Na wstępie wprowadzany do systemu bagaż oznacza się jako podejrzany. Dlatego przed odlotem pasażerów zostaje on prześwietlony urządzeniem skringowym. W celu ustawiania bagażu w kolejce i tworzenia odpowiednich przerw stosuje się taśmociągi, które są zlokalizowane przed tym urządzeniem. Jeśli zasygnalizuje ono możliwość wystąpienia materiałów niebezpiecznych w bagażu, operator uzyskuje na monitorze podgląd i ma ok 20 sekund, aby podjąć decyzje dotyczące dalszego postępowania. Jeśli stwierdzi, że bagaż jest bezpieczny, kieruje go na sorter, natomiast w przypadku braku decyzji lub podejrzenia niebezpieczeństwa – kieruje go na poziom 3. Po wykonaniu dalszych czynności kontrolnych, bagaż bezpieczny zostaje skierowany na sorter, a podejrzany - na taśmociąg do ręcznego sprawdzenia. Po sprawdzeniu bagaż ten, jeśli jest bezpieczny, zostanie z powrotem wprowadzony do systemu.

W systemie odlotów sprawdzenie i rejestracja bagażu dokonywana jest przed sorterem i polega na identyfikacji kodu kreskowego odczytanego z bagażu przez ATR (Automatic Tag Reader). Urządzenia te odczytują 10-cyfrowy kod IATA i przekazują informacje do systemu, który dalej przesyła je do komputera sortującego. Bagaż przez cały czas podlega śledzeniu. Komputer sortujący śledzi bazę kodów IATA lub lotów w poszukiwaniu danego kodu i precyzuje w ten sposób numer lotu i dedykowany do niego numer zrzutni. Informacja ta przesyłana jest do systemu, który łączy zrzutnię z konkretnym bagażem. Zdarza się, że bagaż z różnych powodów nie jest odczytany automatycznie, wówczas przekazany zostaje na ostatni zrzut, gdzie operator wykorzystując skaner ręczny za pomocą którego odczytuje kod kreskowy i osobiście przenosi go w wyznaczone miejsce.

STEROWANIE I KOMUNIKACJA W SYSTEMIE EDS

Poziom konsolidacji systemów BHS i EDS oraz rozbudowana sieć tras i ogniw detekcji wymuszają wysoki ustalony rygor pracy. Aspekt systemowy musi być uzupełniony procesowym podejściem wg ściśle określonych etapów pracy oraz z uwzględnieniem wszystkich możliwych rozwiązań i tras alternatywnych. Wymaga to opracowania zbiorczego planu procesów oraz narzędzi zarządzania i kierowania procesowego. Sprostanie tym kryteriom determinuje stosowanie dedykowanych systemów automatycznych, które odpowiedzialne są za sterowanie procesami. Często systemy te posiadają funkcje decyzyjne, jednak ze względu na wysokie standardy bezpieczeństwa założone w EDS, w uzasadnionych przypadkach oczekuje on na decyzję operatora. Uzyskanie automatycznego sterowania przenośnikami wymaga wykorzystania licznych rozwiązań, które w istocie sprowadzają się do dostarczenia informacji do układu sterownika PLC realizującego działania określone w systemach BHS i EDS. Zastosowanie sterowników tego typu umożliwia tworzenie struktur modułowych z jednostką nadrzędną zarządzającą sterownikami PLC. Możliwe jest projektowanie i realizacja koncepcji sieci informatycznej z ulokowaniem sterowników w różnych miejscach systemu transportowego. Wyodrębnione w nim sekcje są sterowane przez oddzielne sterowniki. Kontroler modułowy pełni nadzór nad wszystkimi sterownikami wykorzystując sieć informatyczną [1].

Aktualnie w polskich lotniczych portach cywilnych najczęściej stosowany jest taki sposób kodowania bagażu. Istnieją jednak bardziej nowoczesne i zaawansowane rozwiązania. Jednym z nich jest metoda „baggage screening”, która jako nośniki informacji wykorzystuje mikrochipy. Identyfikator z mikrochipem wyposażony jest w anteny, które wysyłają sygnał do centralnego PLC. Wysyłany sygnał zawiera wiele informacji, które pozwalają na precyzyjne określenie lokalizacji bagażu i prędkości z jaką się porusza. Niewątpliwie największą zaletą tego typu rozwiązania jest możliwość identyfikacji niebezpiecznych przedmiotów lub substancji znajdujących się na trasie systemu transportowego. Tak jak w poprzednim rozwiązaniu, istnieje możliwość wystąpienia materiału niezidentyfikowanego, co w takim wypadku powoduje skierowanie bagażu automatycznie do przeznaczonego specjalnie miejsca w systemie, gdzie jego zawartość jest określana przez operatora.

W celu ulepszenia komunikacji między operatorem a systemem EDS, często jest on wyposażony w urządzenia do lokalnej wizualizacji. Przykładem może być narzędzie Quickpanel wyposażone w ekran dotykowy, które w połączeniu ze sterownikami PLC umożliwia wyposażenie EDS w stację kontrolno-pomiarową SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Jej nadrzędnym zadaniem jest nadzorowanie przebiegu procesu technologicznego lub transportowego. Odbywa się to poprzez zbieranie aktualnych danych, ich wizualizację, sterowanie procesem, alarmowanie oraz archiwizację danych. SCADA to system komputerowy, który pełni nadrzędną funkcję w stosunku do sterowników PLC i innych urządzeń. Wszystkie dane trafiające do sterowników PLC są przekazywane do systemu komputerowego, który przetwarza je do celów komunikacji z użytkownikiem. Przez zastosowanie modułu SCADA operator uzyskuje kontrolę i możliwość sterowania każdym z zastosowanych przenośników. Wystąpienie awarii sygnalizowane jest automatycznie poprzez wskazanie na monitorze komputera miejsca i opisu uszkodzenia.

Nowoczesne systemy EDS wyposażone w stacje SCADA, wykorzystują komunikację poprzez moduły sieci internetowej. Połączenie ich z siecią zewnętrzną za pomocą Internetu pozwala na zdalne sterowanie procesami transportowymi w czasie rzeczywistym.

PODSUMOWANIE

Coraz wyższy poziom zagrożenia, jaki obserwuje się na cywilnych portach lotniczych stwarza konieczność przestrzegania wymogów prawnych odnośnie omawianego problemu, a także wdrażania nowoczesnych systemów bezpieczeństwa. Zastosowany na halach odpraw system BHS jest miejscem, gdzie nie ma możliwości kontaktu pasażera z niebezpiecznym bagażem, stąd też został on zintegrowany z zaawansowanym systemem EDS. Konieczność integracji wymusza stosowanie skomplikowanych rozwiązań technicznych. Przeprowadzenie niezbędnych procedur wiąże się, co prawda ze stratami czasu podczas transportu bagażu, jednak niewątpliwie dostarcza pasażerom pewności wyższego standardu bezpieczeństwa.

Wzajemna współpraca systemów BHS i EDS obejmująca swym zasięgiem zagadnienia techniczne i organizacyjne oraz zakres stosowanych procedur sprawiają, że systemy te muszą być wyposażone w nowoczesne układy automatyczne. Możliwość programowania urządzeń w znacznym stopniu ułatwia realizację zadań sterowania przepływami, monitorowania bagażu, a nawet generowania decyzji. Czasy realizacji przepływu bagażu i kontroli jego zawartości, jak również kodowanie i identyfikacja bez wątpienia świadczą o wysokiej jakości i stopniu zaawansowania systemów BHS i EDS.

LITERATURA

- [1] Januszkiewicz W.: Transport i spedycja lotnicza. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985.
- [2] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K.: Transport. PWN, Warszawa 2002.
- [3] Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K.: Transport – aktualne problemy integracji z UE. PWN, Warszawa 2008.
- [4] Folder reklamowy Firmy „BEUMER”: Oferta sprzedażowa na rok 2007.
- [5] Folder reklamowy Firmy VanDerLander: Equipment. Oferta sprzedażowa na rok 2007.
- [6] www.airport.wroclaw.pl
- [7] www.bip.airport.lodz.pl
- [8] www.polsl.pl

STRESZCZENIE

CUDAK Agnieszka. System bezpieczeństwa eds w transporcie bagażu na lotniskach / CUDAK Agnieszka // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Rygorystyczne normy bezpieczeństwa oraz zapisy prawne powodują, że każdy port lotniska cywilnego musi stosować się do procedur EDS. W niniejszej pracy przedstawiono ogólną charakterystykę systemu EDS, w której zawarto przebieg kontroli bagażu, sterowanie, jak również komunikację w jego obrębie.

РЕФЕРАТ

ЦУДАК Агнешка. Система безпеки EDS при транспортуванні багажу в аеропортах / ЦУДАК Агнешка // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

Норми безпеки і правові положення встановлюють, що кожен підрозділ цивільного аеропорту повинен дотримуватися процедур EDS. У даній статті представлено загальні характеристики системи EDS і описано хід перевірки багажу, контролю і комунікації всередині нього.

ABSTRACT

CUDAK Agnieszka. EDS safety system in transport of luggage at airports. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

Stringent safety standards and legal provisions cause each port civil airport must adhere to the procedures EDS. This paper presents the general characteristics of the EDS system and describes the course of the baggage check, control, and communication within it.

AUTORZY:

CUDAK Agnieszka, Politechniki Rzeszowskiej, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

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

AUTHOR:

CUDAK Agnieszka, 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:

Запорожець О. І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Цюман М. П., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, Київ, Україна

REVIEWERS:

Zapozhets O. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Director of Institute for Environmental Safety, Department of Life Safety, Kyiv, Ukraine.

Tsiuman M. P., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Motors and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.891
UDK 621.891

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МАЩЕННЯ ОЛИВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕРТЯ ЗА УМОВ ЧАСТИХ ПУСКІВ ТА ЗУПИНОК

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
Туриця Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Міланенко А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,

Україна

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE LUBRICATION OIL IN THE STUDY OF THE COEFFICIENT OF FRICTION IN TERMS OF FREQUENT STARTS AND STOPS

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

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЗКИ МАСЕЛ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧАСТЫХ ПУСКОВ И ОСТАНОВОК

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 А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,

Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При експлуатації двигунів внутрішнього згоряння та інших механізмів мастильні властивості оливи особливо велике значення мають в період пуску, прогріву і виходу на режимну роботу, при змінних, циклічних навантаженнях, перевантаженнях, у тому випадку, коли діють високі питомі тиски і у всіх інших випадках, коли не забезпечується гідродинамічний режим мащення [1]. Процес припрацювання поверхонь деталей визначається такими факторами: характером і швидкістю відносного руху поверхонь тертя; величинами і характером робочих навантажень, які діють на сполучення; геометричними параметрами сполучень; тепловим режимом роботи; компонентами мастильного середовища та його фізико-механічними властивостями; величиною коефіцієнта тертя [2]. Численними дослідженнями встановлено, що величини коефіцієнтів тертя, отримані навіть на машинах одного типу, в ідентичних умовах суттєво відрізняються, незважаючи на високу точність сучасної вимірювальної апаратури [3]. Враховуючи, що результати практично всіх досліджень коефіцієнта тертя і остаточний вибір мастильних матеріалів апробуються на машинах тертя, питання підвищення достовірності результатів фрикційних випробовувань є актуальним.

Постановка проблеми. У реальних умовах експлуатації, при реалізації граничного мащення має місце металевий контакт робочих поверхонь по вершинах окремих мікронерівностей, що суттєво впливає на величину коефіцієнта тертя, який в міру збільшення своєї величини здатний призвести до інтенсивного зношування поверхонь тертя та виходу з ладу триботехнічних систем. Тому питання дослідження антифрикційних властивостей оливи є актуальним.

Метою роботи являлось проведення порівняльного аналізу антифрикційних властивостей таких досліджуваних мастильних матеріалів як ПРОТЕК СМТ-8 (експериментальний зразок) та МТ-8п (стандартизована олива). Дослідження проводилися на установці СМЦ - 2 в режимі пуск

(4,5с) - зупинка (3с) при безперервній роботі машини впродовж 4 годин, в експерименті 1750 циклів (N). В якості зразків використовувались циліндричні ролики ($d = 50$ мм), виготовлені зі сталі 40X. Максимальне контактне навантаження становило 550 МПа.

Результати досліджень.

Коефіцієнт тертя поверхонь, покритих адсорбованими плівками, зменшується із збільшенням довжини аліфатичних молекул внаслідок підвищення когезійної взаємодії. Ефективність зниження сили тертя парами адсорбованих молекул з однаковою довжиною ланцюга зменшується в ряду: жирні кислоти, ефіри жирних кислот, спирти, вуглеводні. Антифрикційні властивості у ненасичених жирних кислот виражені менш яскраво, ніж у насичених. Враховуючи теоретичні та практичні напрацювання в області досліджень антифрикційних властивостей мастильних матеріалів та для можливості подальшого проведення досліджень було експериментально встановлено оптимальну концентрацію модифікатору тертя шляхом компаундування з нейтральною оливою I-40A. Результати співвідношення відсоткового вмісту модифікатору в оливі та його вплив на антифрикційні властивості при напрацюванні (тривалість експлуатації) представлені на рис. 1.

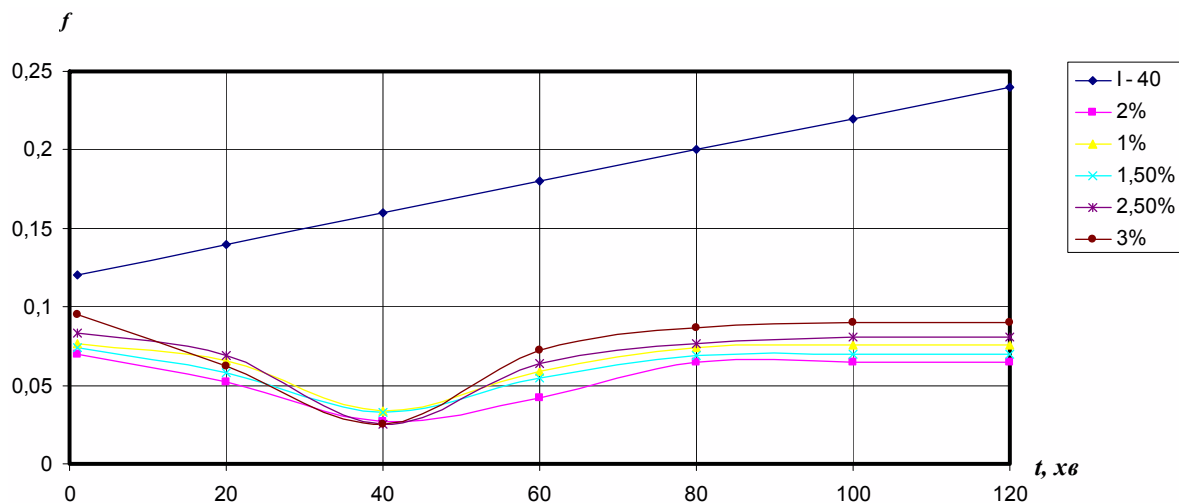


Рисунок 1 – Визначення кількісного вмісту наномодифікатора в експериментальній оливі (на основі фосфідно-сірковмісного аддукту)

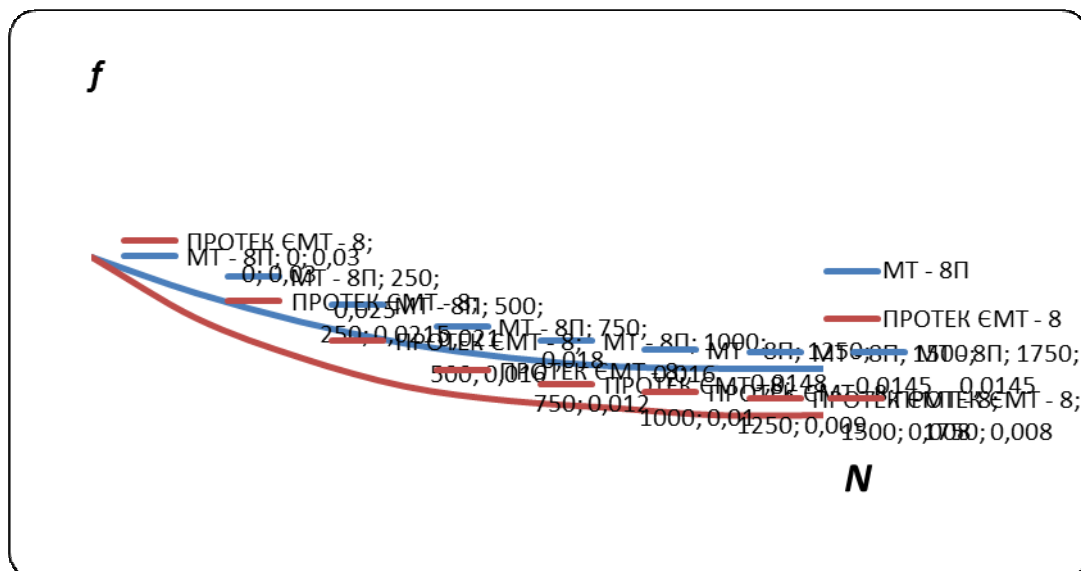


Рисунок 2 – Дослідження антифрикційних властивостей оливи ПРОТЕК ЄМТ-8 та МТ-8п

За результатами експериментальних досліджень було встановлено найефективніший кількісний вміст в концентрації 2% фосфідно-сірковмісного аддукту, що свідчить про найкращі можливості з позицій антифрикційних та протизношувальних властивостей при застосуванні в поєднанні з базовою оливою, тому створюється наукове обґрунтування щодо подальшого його використання в експериментальних дослідженнях. Таким чином, враховуючи отримані результати

був створений дослідний зразок мастильного матеріалу ПРОТЕК ЄМТ-8, який використовувався в нашій роботі для дослідження антифрикційних властивостей експериментальної оливи ПРОТЕК ЄМТ-8 та стандартизованої оливи МТ-8п.

При проведенні порівняльного аналізу антифрикційних властивостей олив ПРОТЕК ЄМТ-8 та МТ-8п на зразках зі сталі 40Х при контактному навантаженні 550 МПа встановлені наступні закономірності – сталі значення коефіцієнтів тертя були зафіксовані для обох досліджуваних мастильних матеріалів майже одночасно (при $N = 1050 \dots 1110$ циклів), більш ефективно зниження коефіцієнту тертя в контакті характерне для оливи ПРОТЕК ЄМТ-8, що пояснюється її попередньою модифікацією обраним наномодифікатором, при цьому коефіцієнт тертя зменшується в середньому на 18% - 33% відповідно (рис. 2).

Висновки. Таким чином, розглянуті нами відмінності антифрикційних властивостей олив ПРОТЕК ЄМТ-8 та МТ-8п на зразках зі сталі 40Х при контактному навантаженні 550 МПа дають підстави стверджувати про можливість та необхідність здійснювати оцінку ефективності вмісту наномодифікатора з урахуванням отриманих значень коефіцієнту тертя при проектуванні вузлів та агрегатів сучасних триботехнічних систем і особливо для систем, які працюють в циклічних умовах роботи (часті пуски та зупинки).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Синельников А.Ф. Автомобильные масла, топлива и технические жидкости краткий справочник / А.Ф. Синельников, В.И. Балабанов. – Изд-во За Рулем, 2007. – 160 с.
2. Польський Е.А. Разработка модели трибологической системы контактирования деталей пар трения / Е.В. Польский, С.В. Сорокин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2006. – С. 80-82.
3. Даровской Г.В. Совершенствование методики определения коэффициентов трения антифрикционных пар на машинах трения типа «АМСЛЕР».: Автореф. дис. канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2012. 20с.
4. Качиньски Р. Эффективность пар трения технического назначения: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.04: Белосток, 2004, 303 с.
5. Основы трибологии (износ, трение, смазка) / под. ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 663 с.
6. Мышкин Н.К. Трение, смазка, износ. Физические основы и инженерные приложения трибологии / Мышкин Н.К., Петроковец М.И. – М.: Физмат. – 2007. – 370с.

REFERENCES

1. Sinelnikov AF Car oil, fuel and technical fluid quick reference / AF. Sinelnikov, V.I. Balabanov. – Publishing House of driving, 2007. - 160 p.
2. Polsky EA Development of a model system of tribological contact details of friction pairs / E.V. Polish, S.V. Sorokin // Herald Bryansk State Technical University. - 2006. - P. 80-82.
3. Darovskoy G.V. Improving the methodology for determining the friction coefficient of anti-friction pairs on friction machines such as "Amsler".: Author. Dis. cand. tehn. Sciences. Rostov-on-Don, 2012. 20p.
4. Kaczynski N. Efficacy of pairs of friction and technical purposes: Dis. ... Dr. tehn. Sciences: 05.02.04: Białystok 2004, 303 p.
5. Fundamentals of tribology (wear, friction, lubrication) / under. Ed. AV Chichinadze. – M.: Engineering, 2001. - 663 p.
6. Myshkin N.K. Friction, lubrication, wear. The physical basis and engineering applications of tribology / Myshkin N.K., Petrokovets M.I. - M.: Physics and Mathematics. - 2007 – 370 p..

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Оцінка ефективності мащення оливи при дослідженні коефіцієнту тертя за умов частих пусків та зупинок/ М.Ф.Дмитриченко, О.М. Білякович, А.М.Савчук, Ю.О.Туриця, О.А.Міланенко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. — Вип. 2 (35).

В статті представлені результати експериментальних досліджень коефіцієнту тертя оливи ПРОТЕК ЄМТ-8 та МТ-8п в залежності від кількісного вмісту модифікаторів тертя в мастильному матеріалі.

Об'єкт дослідження – зміни коефіцієнту тертя в триботехнічному контакті.

Метою роботи являлось проведення порівняльного аналізу антифрикційних властивостей досліджуваних мастильних матеріалів.

Метод дослідження – експериментальне визначення ефективності модифікаторів тертя та їх кількісний вміст в оливі.

При проведенні порівняльного аналізу антифрикційних властивостей олив ПРОТЕК ЄМТ-8 та МТ-8п на зразках зі сталі 40Х при контактному навантаженні 550 МПа встановлені наступні закономірності – сталі значення коефіцієнтів тертя були зафіксовані для обох досліджуваних мастильних матеріалів майже одночасно (при $N = 1050 \dots 1110$ циклів), більш ефективне зниження коефіцієнту тертя в контакті характерне для оливи ПРОТЕК ЄМТ-8, що пояснюється її попередньою модифікацією обраним наномодифікатором, при цьому коефіцієнт тертя зменшується, в середньому, на 18% - 33% відповідно

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОЛИВА, КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ, МОДИФІКАТОРИ ТЕРТЯ

ABSTRACT

Dmitrichenko N.F. Evaluating the effectiveness of the lubrication oil in the study of the coefficient of friction in terms of frequent starts and stops / N.F.Dmitrichenko, O.N.Bilyakovich, A.N.Savchuk, Y.A.Turitsya, A.A.Milanenko // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the results of experimental studies friction oils Protek EMT-8 and MT-8p based on quantitative content of friction modifiers in lubricants.

The object of study - the kinetics of changes in the coefficient of friction in the tribological contact.

The aim of the work was to establish the effectiveness of the lubricant, forming patterns negidrodinamichnoi component of the lubricating film thickness in contact.

Method of research - experimental determination negidrodinamichnoi component of the lubricating layer thickness and the calculation method of the study of the friction coefficient.

When carrying out a comparative analysis of anti-friction properties of oils Protek EMT-8, and MT-8p on steel samples of 40X at a contact load of 550 MPa installed following laws - steel friction coefficient values were recorded for both the investigated lubricants almost simultaneously (with $N = 1050 \dots 1110$ cycles), more efficient reduction of friction coefficient in the contact characteristic Protek oil EMT-8, due to its previous modification selected nanomodifiers, wherein the coefficient of friction is reduced on average by 18% – 33% respectively.

KEYWORDS: OIL, THE COEFFICIENT OF FRICTION, FRICTION MODIFIERS

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Оценка эффективности смазки масел при исследовании коэффициента трения в условиях частых пусков и остановок / Н.Ф.Дмитриченко, О.Н. Билякович, А.Н.Савчук, Ю.А.Турица, А.А.Миланенко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. — Вып. 2 (35).

В статье представлены результаты экспериментальных исследований коэффициента трения масел ПРОТЕК ЕМТ-8 и МТ-8п в зависимости от количественного содержания модификаторов трения в масляном материале.

Объект исследования – кинетика изменения коэффициента трения в триботехническом контакте.

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа антифрикционных свойств исследуемых смазочных материалов.

Метод исследования – экспериментальное определение эффективности модификаторов трения и их количественное содержание в масле.

При проведении сравнительного анализа антифрикционных свойств масел ПРОТЕК ЕМТ-8 и МТ-8п на образцах из стали 40Х при контактном нагрузке 550 МПа установлены следующие закономірності – стали значения коэффициентов трения были зафиксированы для обеих исследуемых смазочных материалов почти одновременно (при $N = 1050 \dots 1110$ циклов), более эффективное снижение коэффициента трения в контакте характерно для масла ПРОТЕК ЕМТ-8, объясняется ее предыдущей модификацией избранным наномодификатором, при этом коэффициент трения уменьшается, в среднем, на 18% - 33% соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МАСЛО, КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ, МОДИФИКАТОРЫ ТРЕНИЯ

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, 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.11.

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.11.

Міланенко Олександр Анатолійович, кандидат технічних наук, 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.11.

AUTHOR:

Dmytrychenko Nikolay 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, 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. 11.

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. 11.

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. 11.

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.

Білякович Олег Николаевич, кандидат технических наук, профессор, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологій аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Киев, 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.11.

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.11.

Міланенко 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.11.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Тамаргазін О. А., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, завідувач кафедри технологій аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Saxno V. P. Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

Tamargazin O. A., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Professor Department of Technologies of Airports, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113
UDC 629.113

ANALIZA KOSZTÓW ZAOPATRZENIA PRZEDSIĘBIORSTWA TRANSPORTOWEGO W CZĘŚCI ZAMIENNE

GIL Mateusz, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska.
LUBAS Janusz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska.

АНАЛІЗ ВИТРАТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПЧАСТИНАМИ ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

ГІЛ Матеуш, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЮБАС Януш, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ANALYSIS OF THE PROCUREMENT COSTS OF SPARE PARTS IN TRANSPORT COMPANY

GIL Mateusz, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LUBAS Janusz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

Wprowadzenie

Zwiększająca się liczba pojazdów samochodowych w przedsiębiorstwach transportowych jest procesem generowanym przez wzrost gospodarczy kraju i zwiększone zapotrzebowanie na usługi transportowe. Eksploatacja pojazdów wymaga wykonywania wielu prac naprawczych i obsługowych, do realizacji których potrzebne są odpowiednie części zamienne do wymiany zużytych bądź uszkodzonych. Eksploatacja pojazdów wymaga informacji o kosztach części i materiałów eksploatacyjnych, gdyż wielkość tych kosztów wpływa na funkcjonowanie przedsiębiorstwa transportowego i optymalizację kosztów działalności. Firmy transportowe muszą z tego powodu prowadzić odpowiednią politykę zakupową, ponieważ największe koszty są pochłaniane przez zapasy towarowe przedsiębiorstwa. Z tego powodu aktualnie coraz większe znaczenie ma kontrola i planowanie całego procesu zaopatrzeniowego i znajomość zapotrzebowania na części zamienne i ich koszty zakupu [1, 2, 3, 4].

Optymalizacja kosztów przedsiębiorstwa jest istotnym procesem dla prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Proces ten pozwala firmie na pozostaniu na rynku oraz być konkurencyjnym pod względem cenowym jak i usługowym wobec innych firm. Ponadto optymalizacja kosztów jest ważna w działalności gospodarczej, która pozwala na ocenę poszczególnych obszarów przedsiębiorstwa, a w dalszym ciągu wprowadzeniu działań ułatwiających zmniejszenie kosztów wydawanych przez przedsiębiorstwo na zapasy i zakupy części zamiennych.

Opis badań

Celem pracy była optymalizacja kosztów zaopatrzenia przedsiębiorstwa transportowego w części zamienne na podstawie firmy świadczącej usługi pocztowe InPost. Zakres pracy obejmował obsługę techniczną pojazdów samochodowych, określenie rodzaju części i materiałów szybkozyskujących się i analizę rynku zaopatrzenia w części zamienne i ich kosztów.

Firma InPost jest największym niezależnym operatorem pocztowym w Polsce. Spółka ta należy do Kapitałowej Grupy Integer S.A., która istnieje na rynku już od 2006 roku i jest drugą co do wielkości grupą pocztową w Polsce. Integer prowadzi usług również w innych państwach jak: Wielka Brytania, Rosja, Estonia, Cypr, Arabia Saudyjska, Chile, Australia, Irlandia, Litwa, Łotwa, Słowacja, Ukraina i Czechy [8]. W skład grupy Integer.pl wchodzi następujące spółki:

- poczta InPost,
- niezależny operator finansowo – ubezpieczeniowy InPost Finance,
- InPost Paczkomaty,
- usługi logistyczne – transportowe InLogistyka [8].

InPost świadczy tradycyjne jak i niestandardowe usługi pocztowe dla klientów indywidualnych, biznesowych oraz instytucji sektora publicznego, dysponuje własnym zapleczem logistycznym – technicznym umożliwiającym ogólnopolską działalność.

Tabela 1. Liczba przesyłek pocztowych dostarczonych przez InPost w latach 2011 - 2015 [8]

Rok	Ilość dostarczonych przesyłek pocztowych [szt.]
2011	124 719 257
2012	106 730 352
2013	146 284 334
2014	288 832 807
2015	356 103 156

Dynamiczny rozwój Grupy Kapitałowej Integer S.A. w działalności pocztowej pokazuje liczba dostarczonych przesyłek. Ilość dostarczanych paczek w latach 2011, 2012 i 2013 była na zbliżonym poziomie i wynosiła około 150 000 000 przesyłek w roku (Tabela 1) [8]. Natomiast w latach 2014 i 2015 nastąpił gwałtowny wzrost dostarczanych przesyłek i w 2014 roku wzrost przesyłek wyniósł około 90 % (co było spowodowane zastosowaniem paczko matów), a w roku 2015 przekroczył 350 mln przesyłek.

Zintegrowany system obsługi InPostu obejmuje:

- 8300 punktów obsługi klienta,
- 1300 paczkomatów InPost z terminalami umożliwiającymi płatność kartą,
- 10 000 doręczycieli pracujących w oparciu o system GPS,
- system śledzenia przesyłek we wszystkich opcjach dostawy,
- darmowy zwrot towarów za pomocą serwisu szybkie zwroty.pl,
- oferta dostaw połączona z platformą Allegro oraz usługi dla e – sprzedawców,
- next day delivery, czyli 98 % paczek trafia do paczkomatów następnego dnia po nadaniu,
- usługi pocztowe na rzecz 3000 klientów biznesowych i administracji publicznej,
- usługi finansowe w oparciu i zezwolenie KNF [8].

Tabor pojazdów w oddziałach firmy InPost jest bardzo zróżnicowany pod względem typu i marki stosowanych pojazdów samochodowych. W oddziale w Tarnobrzegu, w którym przeprowadzono analizę, stosuje się różne typy pojazdów, ale najliczniej stosowanymi pojazdami i dla celów analizy zostały wytypowane: Ford Transit, Mercedes Sprinter i Citroen Jumper.

Wyniki analizy kosztów części zamiennych stosowanych w przedsiębiorstwie InPost

W przedsiębiorstwie InPost w oddziale w Tarnobrzegu wymianie głównie podlegają następujące elementy eksploatowanych pojazdów samochodowych: filtry oleju, paliwa i powietrza, przeguby napędowe, klocki i tarcze hamulcowe, ogumienie letnie i zimowe, paski klinowe i paski rozrządu, wycieraczki, żarówki (Tabela 2).

Tabela 2. Roczne zapotrzebowanie przedsiębiorstwa w części zamienne dla pojazdu

Typ pojazdu Nazwa części	Citroen Jumper	Mercedes Sprinter	Ford Transit
Filtry oleju	11	11	11
Filtry paliwa	3	3	3
Filtry powietrza	6	6	6
Przeguby napędowe	6	6	6
Klocki hamulcowe	16	16	16
Tarcze hamulcowe	8	8	8
Ogumienie [komplet (4 szt.)]	Letnie: 1	Letnie: 1	Letnie: 1
	Zimowe: 1	Zimowe: 1	Zimowe: 1
Paski klinowe	3	3	3
Paski rozrządu	2	2	2
Wycieraczki	4	4	4
Żarówki [komplet]	1	1	1

Filtry oleju wymieniane są z każdą wymianą oleju co 10 000 kilometrów. Filtry paliwa wymienia się zgodnie z zaleceniami producenta dla Forda Transita i Citroena Jumpera jest to co 40 000 kilometrów, zaś dla Mercedesa Sprintera jest to 45 000 kilometrów. Filtry powietrza wymieniane są co 20 000 kilometrów. Przeguby napędowe wymieniane są co cztery miesiące w każdym z samochodów. Klocki hamulcowe wymieniane są co 30 000 kilometrów, natomiast tarcze hamulcowe co 60 000 kilometrów. Ogumienie wymieniane jest sezonowo na letnie i zimowe oraz stosowane jest wielokrotnie przez kilka lat. Wycieraczki wymieniane są co sześć miesięcy. Paski klinowe zmieniane są co 50 000 kilometrów, a paski rozrządu co 100 000 kilometrów [5, 6, 7]. Wymiana żarówek dla pojazdów odbywa się w zależności od zapotrzebowania. Wszystkie ilości części zamiennych są wyliczone dla rocznego przebiegu pojazdów wynoszącego 102 650 kilometrów.

Do porównania kosztów wymienianych części zamiennych została przeprowadzona analiza kosztów części w wersji droższej zalecanej przez producenta (Tabela 3) i w wersji tańszej obejmującej dostępne na rynku zamienniki (Tabela 4). Ceny części zamiennych zostały wyznaczone w oparciu o dostępne produkty w katalogu internetowym firmy Inter Cars [30].

W grupie części zalecanych najczęściej stosowaną marką wśród stosowanych typu filtrów jest firma Mann Filter, w przypadku klocków hamulcowych dominującą firmą produkującą jest firma ATE, wśród producentów wycieraczek jest firma BOSCH, natomiast wśród tarczy hamulcowych zalecane są produkty firmy FERODO.

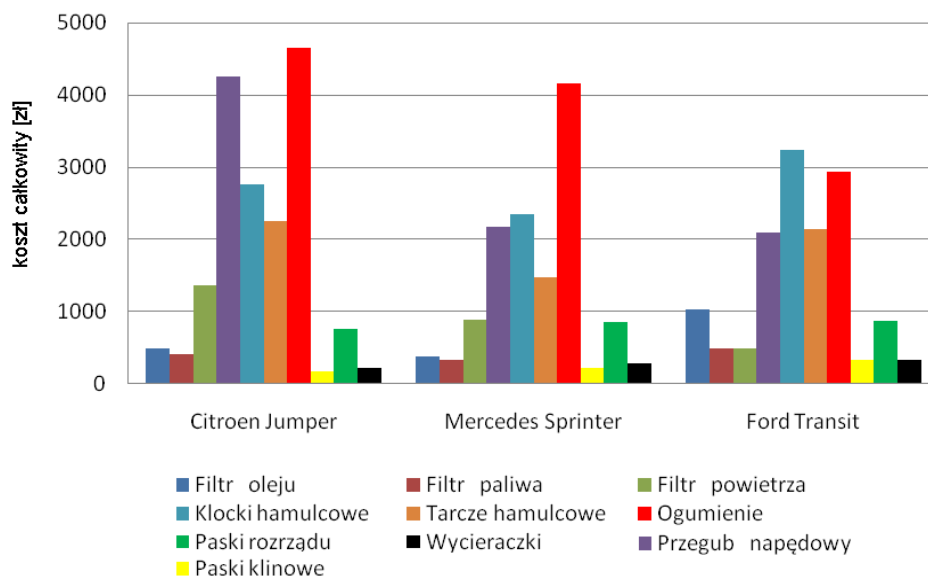
Tabela 3. Ceny części zamiennych (wersja droższa)

Typ pojazdu Nazwa części	Citroen Jumper		Mercedes Sprinter		Ford Transit	
	Producent	Cena [zł]	Producent	Cena [zł]	Producent	Cena [zł]
Filtr oleju	Mann Filter	44,92	Mann Filter	34,86	FILTRON	93,31
Filtr paliwa	Febi Bilstein	136,51	BOSCH	113,28	Mann Filter	166,30
Filtr powietrza	K&N Filters	226,27	Mann Filter	148,42	BOSCH	82,35
Przeguby napędowe	Spidan	708,46	Febi Bilstein	362,80	Febi Bilstein	349,34
Klocki hamulcowe (przód)	ATE	436,74	ATE	350,96	ATE	361,96
Klocki hamulcowe (tył)	ATE	254,19	ATE	238,15	ATE	447,73
Tarcze hamulcowe (przód)	FERODO	603,33	DELPHI	367,06	FERODO	500,34
Tarcze hamulcowe (tył)	FERODO	523,91	DELPHI	370,06	FERODO	574,41
Ogumienie letnie:	Pirelli	501,00	Avon	500,00	Pirelli	335,00
Ogumienie zimowe:	Michelin	660,00	Nokian	539,00	Continental	399,00
Paski klinowe	DAYCO	59,00	Continental Contitech	76,00	Gates	111,00
Paski rozrządu	SWAG	384,89	Febi Bilstein	428,25	SWAG	438,97
Wycieraczki	BOSCH	113,65	BOSCH	143,44	BOSCH	166,05

Tabela 4. Całkowity koszt części zamiennych (wersja droższa)

Typ pojazdu Nazwa części	Citroen Jumper	Mercedes Sprinter	Ford Transit
Filtr oleju	494,12	383,46	1026,41
Filtr paliwa	409,53	339,84	498,90
Filtr powietrza	1357,62	890,52	494,10
Przegub napędowy	4250,76	2176,80	2096,04
Klocki hamulcowe (przód)	1746,96	1403,84	1447,84
Klocki hamulcowe (tył)	1016,76	952,60	1790,92
Tarcza hamulcowa (przód)	1206,66	734,12	1000,68
Tarcza hamulcowa (tył)	1047,82	740,12	1148,82
Ogumienie letnie	2004,00	2000,00	1340,00
Ogumienie zimowe	2640,00	2156,00	1596,00
Pasek klinowy	177,00	228,00	333,00
Pasek rozrządu	769,78	856,50	877,94
Wycieraczki	227,30	286,88	332,10
SUMA KOSZTÓW	17348,31	13148,68	13982,75

Na podstawie zestawienia kosztów wszystkich wymienianych części w wybranych pojazdach można stwierdzić, że najdroższym autem do utrzymania pod względem części zamiennych jest Citroen Jumper, zaś Mercedes Sprinter i Ford Transit są na porównywalnym poziomie kosztów wymiany części. Największe zróżnicowanie pod względem kosztów jest na przegubach napędowych, filtrach oleju i filtrach powietrza, pozostałe elementy charakteryzują zbliżone koszty zakupu. Największe koszty generowane są przez ogumienie (zarówno letnie i zimowe), przeguby napędowe, filtry paliwa, klocki hamulcowe oraz tarcze hamulcowe (Rys. 1). Należy również zwrócić uwagę na wysokie koszty wymiany pasku rozrządu w Citroenie Jumper, a także wysokie koszty wymiany filtra oleju w Fordzie Transit w porównaniu z pozostałymi analizowanymi pojazdami.



Rys. 1. Koszty całkowite części zamiennych (wersja droższa)

Dla wybranych trzech pojazdów została przeprowadzona analiza kosztów również dla grupy części zamiennych, tzw. zamienników, które nie są wykonane z takiej jakości materiałów co elementy oryginalne, ale o wiele atrakcyjniejszej cenie (Tabela 5).

Tabela 5. Ceny części zamienny (wersja tańsza)

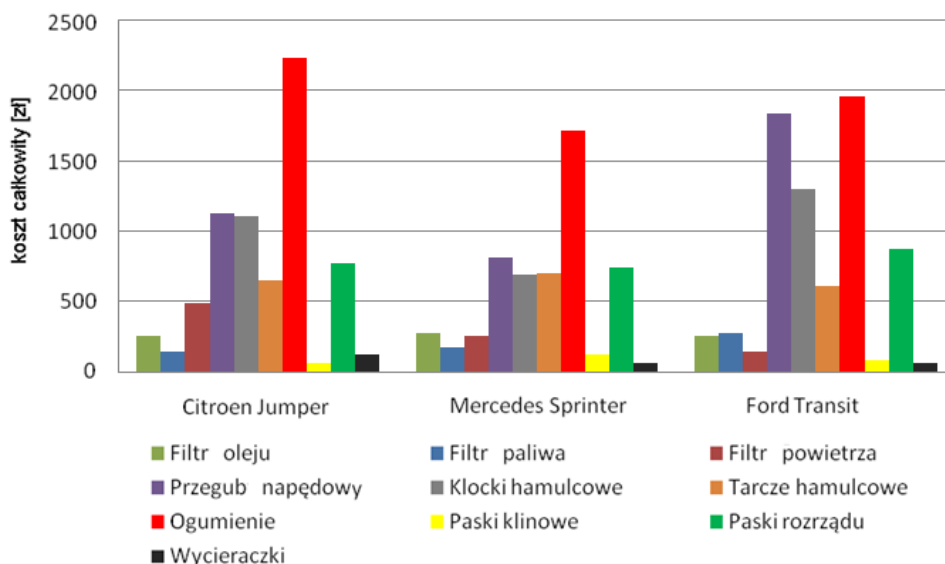
Typ pojazdu Nazwa części	Citroen Jumper		Mercedes Sprinter		Ford Transit	
	Producent	Cena [zł]	Producent	Cena [zł]	Producent	Cena [zł]
Filtr oleju	JC PREMIUM	23,22	JC PREMIUM	24,71	JC PREMIUM	23,22
Filtr paliwa	JC PREMIUM	46,64	JC PREMIUM	59,66	Filtron	92,94
Filtr powietrza	JC PREMIUM	82,20	JC PREMIUM	42,94	JC PREMIUM	24,61
Przegub napędowy	PASCAL	187,75	BTA	135,61	Febi Bilstein	306,60
Klocki hamulcowe (przód)	ABE	168,69	ABE	94,38	ABE	213,74
Klocki hamulcowe (tył)	ABE	108,92	ABE	79,15	ABE	110,68
Tarcze hamulcowe (przód)	ABE	145,57	ATE	201,92	ABE	203,75
Tarcze hamulcowe (tył)	ABE	182,32	ABE	150,56	ABE	103,79
Ogumienie letnie:	Wanli	268,00	Sportiva	203	Tristar	245
Ogumienie zimowe:	Gerutti	291,00	Sportiva	225	Wanli	245
Pasek klinowy	Dayco	22,00	Dayco	41,00	Continental	28,00
Pasek rozrządu	SWAG	384,89	RUVILLE	369,23	Febi Bilstein	435,53
Wycieraczki	VALEO	62,14	BOSCH	33,16	BOSCH	29,92

W tej grupie części zamiennych w przypadku filtrów olejów, paliwa oraz powietrza dominującą firmą jest JC PREMIUM, natomiast klocki hamulcowe i tarcze hamulcowe produkowane są przez markę ABE. Większość wybranych części zamiennych charakteryzuje się zbliżonymi cenami dla analizowanych typów pojazdów samochodowych.

Tabela 6. Całkowity koszt części zamiennych (wersja tańsza)

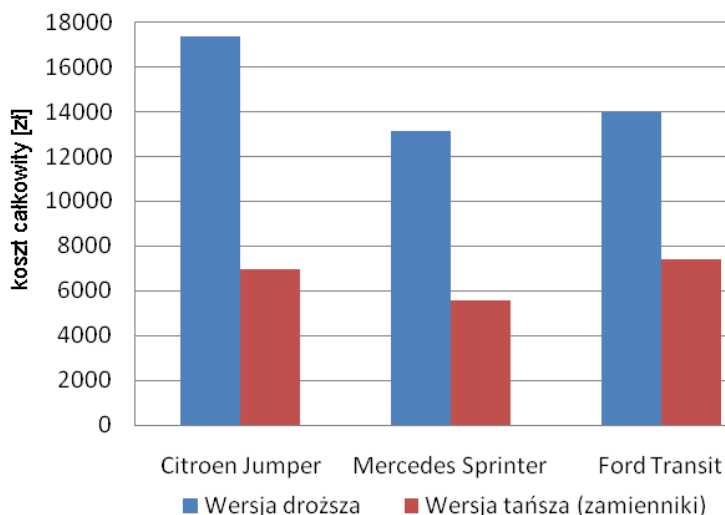
Typ pojazdu Nazwa części	Citroen Jumper	Mercedes Sprinter	Ford Transit
Filtry oleju	255,42	271,81	255,42
Filtry paliwa	139,92	178,98	278,82
Filtry powietrza	493,20	257,64	147,66
Przeguby napędowe	1126,50	813,66	1839,60
Klocki hamulcowe (przód)	674,76	377,52	854,96
Klocki hamulcowe (tył)	435,68	316,60	442,72
Tarcze hamulcowe (przód)	291,14	403,84	407,50
Tarcze hamulcowe (tył)	364,64	301,12	207,58
Ogumienie letnie	1072,00	812,00	980,00
Ogumienie zimowe	1164,00	900,00	980,00
Paski klinowe	66,00	123,00	84,00
Paski rozrządu	769,78	738,46	871,06
Wycieraczki	124,28	66,32	59,84
SUMA KOSZTÓW	6977,32	5560,95	7409,16

Zestawienia kosztów wszystkich wymienianych części (zamienników) w analizowanych pojazdach samochodowych pozwala stwierdzić, że najdroższym autem do utrzymania pod względem części zamiennych jest Ford Transit, zaś najtańszym Mercedes Sprinter. Największe zróżnicowanie w tej grupie części pod względem kosztów jest na przegubach napędowych, filtrach paliwa i klocka hamulcowych, pozostałe elementy charakteryzują zbliżone koszty zakupu (Tabela 6). Największe koszty generowane są przez ogumienie, przeguby napędowe i klocki hamulcowe (Rys. 2). Pozostałe koszty zakupu części zamiennych dla każdego z analizowanych pojazdów są zbliżone cenowo z wyjątkiem Citroena Jumper, gdzie obserwuje się wysoki koszt filtra powietrza.



Rys. 2. Koszty całkowite części zamiennych (wersja tańsza)

Zestawienie kosztów wymaganych przy obsłudze wybranych pojazdów samochodowych Citroen Jumper, Ford Transit i Mercedes Sprinter w firmie InPost wykazało istotne różnice cenowe (Rys. 3). W przypadku całkowitych rocznych kosztów możemy stwierdzić, że w opcji z droższymi częściami zamiennymi najdroższym pojazdem samochodowym jest Citroen Jumper i roczne koszty części wynoszą 17 348, 31 złotych, natomiast dwa kolejne pojazdy Ford Transit i Mercedes Sprinter charakteryzują zbliżone wartości kosztów części zamiennych i wynoszą około 13-14 tys. zł. Różnica kosztów pomiędzy najdroższym pojazdem pod względem wymiany części w rocznej eksploatacji a najtańszym wynosi około 25%. Zestawienie kosztów dla grupy części tańszych wykazało, że koszty części zamiennych są na znacznie niższym poziomie, jednak w tym zestawieniu to Ford Transit generuje najwyższe koszty roczne (około 7,5 tys. zł), a najtańszym pojazdem jest samochód Citroen Jumper (suma kosztów wynosi około 5,5 tys. zł).



Rys. 3. Suma kosztów części zamiennych w obu wersjach cenowych

W tej grupie części zamiennych różnica w rocznej eksploatacji pojazdów wynosi również około 25%. Obliczona różnica dla kosztów wersji droższej i tańszej wykazała, że eksploatacja Mercedesa Sprinter i Citroena Jumper wynosi około 60%, natomiast dla Forda Transit różnica w kosztach wynosi prawie 50 %.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analizy kosztów części zamiennych w przedsiębiorstwie transportowym można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Najwyższe koszty części zamiennych występują podczas eksploatacji pojazdu samochodowego Citroen Jumper, ale zarazem po zastosowaniu tańszych części uzyskuje się znaczne obniżenie kosztów rocznej eksploatacji.
2. Najniższe koszty części zamiennych występują przy eksploatacji pojazdu samochodowego Mercedes sprinter i to obserwuje się przy każdej przyjętej opcji kosztowej części zamiennych.
3. Największe koszty utrzymania analizowanych pojazdów generowane są przez ogumienie, przeguby napędowe, filtry paliwa, klocki hamulcowe oraz tarcze hamulcowe, pozostałe części zamienne generują znacznie niższe koszty przy ich wymianie lub są zbliżone cenowo w analizowanych pojazdach.
4. Zastosowanie części zamiennych z opcji tańszej powoduje istotne obniżenie kosztów wymiany, które mogą się zmniejszyć o ponad 50%.

LITERATURA

1. M. Gidlewski, L. Jemioł, L. Prochowski, S. Tkaczuk, A. Skolarz, Analiza Polskiego Rynku Części Zamiennych do napraw samochodów, Warszawa 2015,
2. Branża motoryzacyjna w Polsce 2014, Liczby. Podsumowania. Analizy, Stowarzyszenie Dystrybutorów i Producentów Części Motoryzacyjnych,
3. Raport Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego dotyczący ilości pojazdów w Polsce w latach 2010 – 2015,
4. Raport Stowarzyszenia Dystrybutorów i Producentów Części Motoryzacyjnych, Warszawa 2014.
5. Instrukcja obsługi Ford Transit 2006, www.fordservicecontent.com.
6. Instrukcja obsługi Mercedes Sprinter 2004, www.mercserwis.pl.
7. Instrukcja obsługi Citroen Jumper 2007, www.service.citroen.com.
8. Przewodnik po usługach InPost 2015, www.InPost.pl.
9. e-Katalog firmy Inter Cars, www.e-katalog.intercars.com.pl.

STRESZCZENIE

GIL Mateusz. Analiza kosztów zaopatrzenia przedsiębiorstwa transportowego w części zamienne / GIL Mateusz, LUBAS Janusz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W pracy przedstawiony analizę kosztów zaopatrzenia w części zamienne stosowanie w pojazdach samochodowych stosowanych w firmie transportowej InPost. Do analizy kosztów części zamiennych wytypowano trzy pojazdy samochodowe Ford Transit, Mercedes Sprinter i Citroen Jumper. Najwyższe koszty firma poniosła na obsługę pojazdu samochodowego Citroen Jumper, a najniższe koszty wystąpiły podczas eksploatacji Mercedesa Sprinter. Istotne koszty w utrzymaniu analizowanych pojazdów generowane są przez ogumienie, przeguby napędowe, filtry paliwa, klocki hamulcowe oraz tarcze hamulcowe. Zastosowanie części zamiennych z opcji tańszej powoduje istotne obniżenie kosztów wymiany, które mogą się zmniejszyć o ponad 50%.

РЕФЕРАТ

ГІЛ Матеуш. Аналіз витрат забезпечення запчастинами транспортного підприємства / ГІЛ Матеуш, ЛЮБАС Януш // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлений аналіз вартості поставки запасних частин для транспортних засобів, які використовуються в транспортній компанії InPost. Для аналізу вартості запасних частин були обрані три автомобілі Ford Transit, Mercedes Sprinter і Citroen Jumper. Найвищі витрати компанії понесені

при обслуговуванні автомобіля Citroen Jumper, найнижчі витрати виникають під час експлуатації Mercedes Sprinter. Значні витрати на підтримку аналізованих транспортних засобів виникають через придбання шин, рухомих з'єднань, паливних фільтрів, гальмівних колодок і гальмівних дисків. Використання запасних частин з погляду на дешевший варіант значно зменшує вартість заміни, яка може бути зменшена більш ніж на 50%.

ABSTRACT

GIL Mateush, LUBAS Janusz. Analysis of the procurement costs of spare parts in transport company. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The following paper presents an analysis of the procurement costs of spare parts applied in vehicles used in the transport company - InPost. For the analysis of the cost of spare parts, three motor vehicles were selected: Ford Transit, Mercedes Sprinter and Citroen Jumper. The company incurred the highest costs to operate a motor vehicle Citroen Jumper, whereas the lowest costs occurred during the operation of the Mercedes Sprinter. Significant maintenance costs of the analyzed vehicles are generated by the tires, driving joints, fuel filters, brake pads and brake discs. The use of spare parts from the cheaper option significantly reduces the cost of replacement, which can be reduced by more than 50%.

AUTORZY:

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

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

АВТОРИ:

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

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

AUTHORS:

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

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Андрусенко С. І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Київ, Україна.

Білякович О. М., кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технологій аеропортів», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Andrusenko S. I., Ph.D in Technical Science, Professor, National Transport University, Professor of Department of Technical Operation of Cars and Car Services, Kyiv, Ukraine.

Bilyakovych O. N., Ph.D in Technical Science, Professor, National Aviation University, Professor of Department of Technologies of Air-ports, Kyiv, Ukraine.

УДК 656.7
UDK 656.7

SAFETY RISK AS A TOOL FOR PUBLIC SAFETY ZONES ASSESSMENT AROUND THE RUNWAYS

Zaporozhets O.I., Doctor of Technical Science, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

РИЗИК ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЗОН ГРОМАДСЬКОЇ БЕЗПЕКИ НАВКОЛО ЗЛІТНО-ПОСАДКОВИХ СМУГ

Запорожець О.І., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна

РИСК КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ ЗОН ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОКРУГ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС

Запорожец А.И., доктор технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Introduction. World Health Organization (WHO) considers that road traffic-related injuries are a major but neglected global public health problem, requiring coordinated efforts to ensure their effective and sustainable prevention [1]. The number of persons killed in road traffic accidents is estimated at over 1 million per year worldwide, while the number injured could rise up to 50 million [1]. Although the number of people impacted by aircraft accidents is several orders of magnitude lower, this number is bound to rise due to the growth of air traffic. As a result, the importance of air traffic safety and its third party risk is bound to rise on the policy agenda. 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 operational measures (e.g. speed limits, and restrictions on drinking for pilots and drivers). Since the last major WHO world report on road traffic safety issued over 40 years ago [2], there has been a major change—a paradigm shift—in the understanding of and practical approaches to traffic injury prevention among traffic safety professionals. One of the main elements of this shift was the realisation that transportation safety is a multi-sectoral and public health issue: all sectors need to be fully engaged in responsibility, action and advocacy for crash injury prevention while traditionally transportation safety has been assumed to be the responsibility of the transport sector [1].

Risk assessment can be defined as “a systematic approach to estimating and comparing the burden of disease and injury” resulting from different hazards. According to [3], the first global estimates of disease and injury burden attributable to a set of hazards were reported in the first global burden of disease study [4, 5]. All the defined risk factors that were assessed were either exposures to the environment (for example, unsafe water), human behaviour (for example, tobacco smoking [6]) or physiological states (for example, hypertension [7]). There was a lack of comparability between the different risk factor assessments in this study due to different degrees of uncertainty in risk factors and non-standard comparison groups.

History of Third Party Accidents

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 [8, 9]. Whilst crashes with significant casualties are infrequent, most aircraft accidents occur on take-off or landing (Figure) and people on the ground near airports run a heightened risk of death or serious injury. Even though only 6% of a flight is spent in the landing or take-off phases, most fatal accidents happen in these two phases. 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 fatalities concern persons outside the aircraft (and not involved in their operation and maintenance), then they are treated as third party fatalities. In this case, the first party is the aviation personnel (who provide the air transportation service) and the second party the passengers (for whom the air transportation is provided). 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.

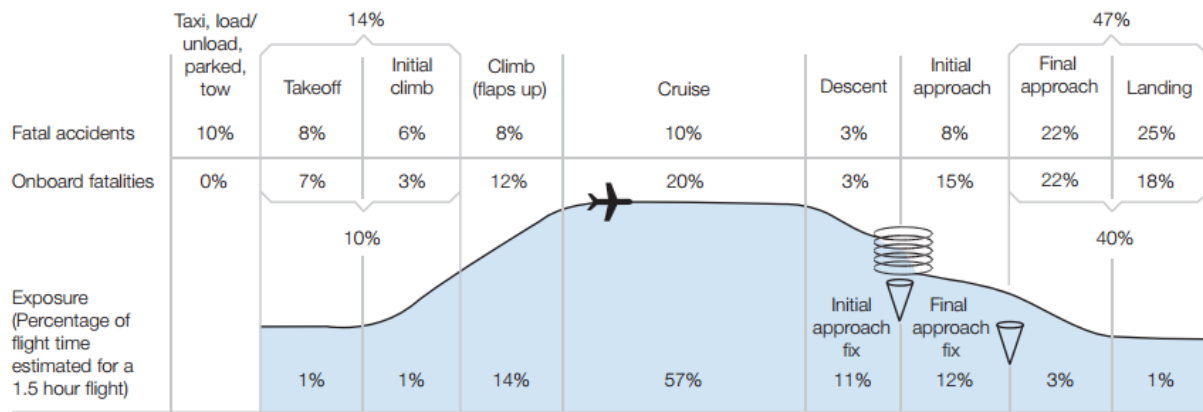


Figure 1. Percentage of fatal accidents by flight phase (worldwide commercial jet fleet, 2004–2013)

[8]

Urgent reviews of TPR around airports should be carried out and strict land use policies developed to reduce the numbers of people at risk, preferably with independent health and safety authorities (legally obliged to provide this kind of protection) taking the leading role. 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 zoning policy with land use restrictions applied to residential and commercial development, and transport links based on rigorous risk assessment, consequence and cost benefit analysis (including societal risk) should underpin the definition of protection zones. In the TPR context, these zones are usually called Public Safety Zones (PSZs). The stated aim of this policy is: “to minimise 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”.

Table 1 gives an indication of events where aviation related objects (aircraft, aircraft parts and ice from aircraft) have hit third parties or their property. In the 10 years reported, there were two injuries as a result of these events, in 1994 and 2000. Both resulted from falling ice and/or debris created by such a fall. The term ‘Falling Aircraft’ below indicates events where a whole aircraft has struck or ended up on third party property, e.g. the Air Algeria B737 on 21 December 1994.

Table 1 Events where aviation has impinged on third parties, 1992–2001

Incident type	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Icefalls	23	25	26	23	33	36	29	34	39	34
Falling Aircraft Parts	17	13	16	10	19	14	17	7	10	5
Falling Aircraft	2	3	3	2	5	4	3	2	6	4

Local risk levels around large airports are of the same order of magnitude as those associated with road traffic. Because an increase in airport capacity usually involves changes to runway and flight route layouts, and air traffic distributions among them, which in turn affect the risk values around the airport, TPR is an important issue in decision making on airport development [9]. Wherever major terminal, runway or other capacity enhancing developments trigger Environmental Impact Assessments (EIAs) [10], mandatory third party risk assessment should also be undertaken as part of the EIA process. The European EIA Directive 85/337/EEC does not specifically require a TPR assessment; however, as it requires the assessment of the direct and indirect effects of a project on human beings, TPR aspects can be taken as implicit. (For amendments of the Directive, see 2011/92/EU and 2014/52/EU.) Although at present of less significance than noise and air quality, it is widely believed that third party risk is moving rapidly up the policy agenda.

The results of this could be increased constraints on airport capacity and obligations on operational stakeholders to act to meet regulatory requirements.

Third party risk deals with risk to an individual on the ground of being killed or injured by an aircraft; these accidents are also called groundling accidents (an aviation accident involving groundlings). The concept of TPR or *external* risk was first analysed in the nuclear and chemical industry since the risk of the release of substantial amounts of radioactive or otherwise toxic substances poses direct a threat to the environment and therefore has to be managed [8, 4]. For the chemical and nuclear industry, the term ‘external’ refers to everything happening outside the nuclear or chemical plant (for example, incidents during the transport of toxic or radioactive materials of the plant or leaks from storage facilities to the environment), whereas ‘internal’ refers to everything inside the plant (any kind of internal accidents or incidents, for example as a consequence of technical failures and/or operator errors). The distinction between external and internal safety is pertinent as there are various additional safety measures, such as secondary containment; these measures can mitigate or even prevent the escalation of internal losses of containment to external. For nuclear reactors, prevention measures such as concrete domes around reactors can prevent negative consequences for third parties in populated areas [11].

The concept of external risk is also relevant in transport systems, such as aviation; nevertheless, there are also notable differences. Contrary to chemical or nuclear plants, aviation systems are not static: the main threats are posed by aircraft flying to and from the airport. Hence aviation risks are also produced outside the airport perimeter. Consequently, in the case of aviation risk containment at the source is not possible as for static facilities [8, 4]. Potential risks of aircraft accidents and their effects should be considered when planning activities involving large groups of people in airport proximity. As an increase in airport capacity usually involves changes to runway and route layouts, and aircraft traffic distributions within them, this in turn affect the risk levels around the airport, making third party risk is an important issue in decision making on airport development.

Systematic assessment of risk has addressed public concerns at Public Inquiries and in EISs and has helped to produce a better informed overall assessment of airport development plans. Hence there are a number of positive aspects that could flow from more attention to third party safety, just as has happened in major hazard industries (e.g. chemical). Public concerns over safety around airports will not go away. Therefore, in order to enable airports to develop long-term plans for the future, these concerns need to be addressed.

Basic Risk Concepts and Their Mathematical Formulation

Generally speaking, *safety* is defined as the property of a system not to cause damage to human health or the environment. However, in practice the safety of a system cannot be taken as a total absence of hazards and the objective is not to eliminate all risks regardless the cost; the aim is to bring the risks to an acceptable level. The concept of safety is complex and difficult to understand in all its dimensions—physical, social and psychological—and, therefore, difficult to manage. Safety has been defined in [9] as “a state in which hazards and conditions leading to physical, psychological or material harm are controlled in order to preserve the health and well-being of individuals and the community. Safety is the result of a complex process where humans interact with their environment, including the physical, social, cultural, technological, political, economic and organisational environments.” Effective safety enhancement requires the use of an integrated approach, taking into account its different facets in a comprehensive framework [1]. Major accident investigations, particularly in nuclear power production, have identified poor safety culture as a causal factor increasing the probability and severity of occurrence of accidents and their consequences [Ошибка! Источник ссылки не найден.4]. A proactive approach that would allow the integration of safety culture at the organizational level is needed in order to prevent undesirable behaviours and practices in safety-related functions even before any accident occurs. The safety culture concept explains how the lack of adequate knowledge and understanding of as well as the (low) priority placed on risk and safety among managers and employees can contribute to disasters.

Risk is assessed by identifying hazards and determining the probability of the consequences that arise from them. The procedure of risk assessment is essentially a probability calculation. The probability might be formulated as the average value of the realization of the event during a given time period. The basic idea of risk assessment is to identify or quantify risks, at least in comparative form (qualitatively) with respect to other risks. Risk assessments can be complex and cover a variety of risks. The relation of risk to hazard may be formally expressed as:

$$\text{Risk} = f(H \times E) = f(H \times D \times t), \quad (1)$$

where f is a function, H is a hazard, E is an exposure, D is a dose and t is time. A risk is here defined as a measure of the probability that harm will occur under defined conditions of exposure to a stressor.

In general, the *danger* is the location of objects and combination of conditions or situations that may result in harm to human health or environment, or in material damage. *Hazard* is the potential of all or any of them to cause damage. *Stressor* (synonymous with the terms ‘agent’ or ‘factor’) is any physical, chemical or biological entity (a phenomenon, object, substance, etc.), which may cause an unacceptable response, usually called *damage*. *Receptor* is an entity that is exposed to the stressor. *Exposure* is the phenomenon of a stressor’s contact with the receptor. The effect is determined by the potential consequence to the receptor, most often in the form of damage caused by a danger that exists at a particular state of the system under consideration. *Vulnerability* is used as a set of conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a receptor (community or an individual) to the impacts of hazards. In other words, vulnerability is an inability to avoid or absorb potential harm in case of exposure to risk. Conceptually, hazard and vulnerability interact producing and amplifying risk as shown in Figure .

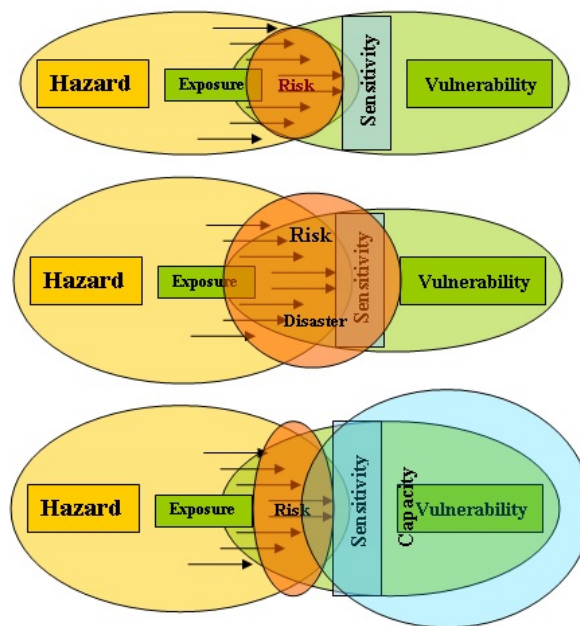


Figure 2. Hazard and vulnerability interference in risk production (source: NAU)

The severity of hazardous events is categorized as follows according to the European Space Agency standards [6, 15, 3]:

Catastrophic hazards

- Loss of life;
- Life threatening or permanently disabling injury;
- Occupational illness;
- Loss of an element of the interfacing manned flight system;
- Loss of launch site facility;
- Long-term detrimental environmental effects.

Critical hazards

- Temporarily disabling (not life threatening injury);
- Temporary occupational illness;
- Loss of, or major damage to flight systems, major flight system elements;
- Loss of, or major damage to ground facilities;
- Loss of, or major damage to public or private property;
- Short-term detrimental environmental effects.

The opposite characteristic to vulnerability and important criteria for risk assessment is the *capacity* of a person or group or society as a whole to anticipate, cope with, resist and recover from the impacts of a hazard [14]. First of all, capacity is defined by the knowledge of persons of possible hazards or threats, their stressors, exposures and vulnerabilities. Secondly, capacity implies the knowledge and skills of persons on

how to protect themselves. It is governmental responsibility to provide these knowledge and skills to citizens and to provide the means for personal and collective protection and prevention. In some cases, the term *capacity* also means the positive managerial capabilities of a receptor (individuals and communities) to confront the threat of disasters, accidents, etc. (e.g. through awareness raising, early warning systems and preparedness planning).

Since different disciplines are working with the concepts of hazard, vulnerability and capacity, all the concepts have broadened and deepened over time. The conceptual formula for risk assessment from Eq. 1 has evolved as follows (exposure and/or dose are omitted here):

Conceptual formula for risk assessment:	Main attributes to risk assessment:
$\text{Risk} = H$	Hazard (H)
$\text{Risk} = H \cdot V$	+ Vulnerability (V)
$\text{Risk} = H \cdot V / C$	+ Capacity (C)
$\text{Risk} = H(V, C) \cdot V(H, C) / C(H, V)$	Complex interactions between all attributes

Risk is generally defined as a combination of the probability of an event and the severity of that event. Two measures of risk are mainly used in TPR analyses: **Individual Risk (IR)** and **Societal Risk (SR)**. In an airport context, individual risk represents the probability that a person permanently residing at a particular location in the airport vicinity is killed as a direct consequence of an aircraft accident. Societal risk is defined as the probability that a given number of people are killed on the ground. While individual risk is location-specific, societal risk applies to an entire area around the airport (Figure). Societal risk only exists when there are people residing near the airport (in an unpopulated area, societal third party risk is equal to zero by definition), whereas location-specific individual risk values can be calculated regardless of the number of inhabitants—it is a characteristic of the source of hazard.

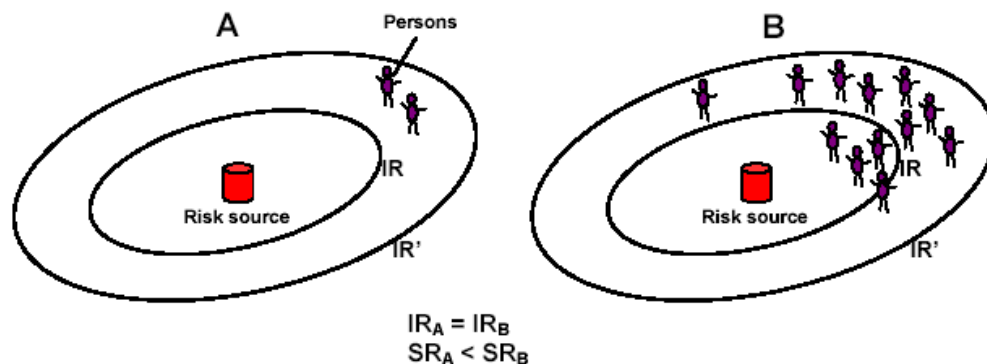


Figure 3. Difference between individual and societal risk

The criteria for acceptable/unacceptable risk levels vary according to the type of risk and country. Generally speaking, risks above 1 in 100,000 per year (1 in 10,000 for workers) are judged ‘unacceptable’. Risk levels of less than 1 in 100 million per year can be considered ‘acceptable’. The risk level of 1 in 1 million per year is often ‘acceptable’. The level associated with ‘unacceptable’ risk can be thought to correspond to roughly 10% of the risk level of various ‘voluntary’ risks such as driving. This level is similar to the higher ‘involuntary’ risks, such as being murdered or hit by a car. These everyday risk figures are merely averages and clearly there might be very significant variations due to different lifestyles. Determination of individual and societal risk is shown schematically in

Table 2.2.

Table 2. Schematic view of individual and societal risk determination

Pdf of initial effects $f_{I_0}(I_0)$	$F_D^*(I_0, x, y)$	Individual risk	Societal risk
Dispersion modelling for exposure assessment $I(I_0, x, y)$			
Dose response function $F_D(I)$			

Two measures of risk are mainly used in TPR analyses: individual risk and societal risk. Individual risk represents the probability that a person residing permanently at a particular location in the airport vicinity is killed as a direct consequence of an aircraft accident. Individual risk is used in TPR contours assessment and in Public Safety Zone definition. While individual risk is location-specific, societal risk applies to an entire area around the airport. Societal risk is defined as the probability that a given number of

people are killed. The F_N -curve represents the cumulative distribution of multiple fatality events and is therefore useful in the representation and assessment of societal risk.

Individual Risk to life has a range of numerical values [Ошибка! Источник ссылки не найден.6]:

- Accidents with a death rate 10^{-6} are not usually noticed by the society; however, accidents with a frequency of 10^{-3} – 10^{-4} are regarded as something to be prevented.
- The permitted level of individual risk, for which regulatory action is taken to reduce public risk, is identified in a range between 10^{-4} – $5 \cdot 10^{-5}$ per year. In some cases, the regulatory effect can be applied at lower values of risk depending on the number of population, which is exposed to a hazard.
- The minimum level of individual risk, which does not require regulatory action to reduce public risk, can be given at 10^{-7} .
- The upper limit of acceptable risk to a third party in the vicinity of a power plant or transport network is around 10^{-4} per year (usually it is predefined legally from how the risk is perceived by society and hence regulatory authorities: it reflects the culture of the society and changes with time as more information becomes available)

The main calculation formula of current TPR models involves three main components: accident probability $P(I)$, accident crash location conditional probability $P(G|I)_{ijk}$ and accident consequence conditional probability $P(T|G)_{ij}$. As a consequence, TPR models rely in general on three main building blocks: accident probability, accident location and accident consequence models. The probability of an aircraft accident in the vicinity of an airport is calculated based on the probability of an accident per aircraft movement and the number of movements (landings and take-offs) per year. Risk dependence on location is represented by accident location models. The distribution of accident locations can be modelled through statistical functions as a function of the distance to arrival and departure routes or to the runway. By bringing together the accident location model and the accident probability, the local probability of an accident can be calculated at each location in the airport vicinity. The dimensions (or simply a given radius) of the impact location area depend on various aircraft and crash-related parameters (aircraft size, quantity of fuel on board, impact angle, etc.) and on the characteristics of the terrain. The influence of these parameters as well as the impact area and the accident consequences are defined by a consequence model. The lethality is in this respect defined as the actual probability of being killed within the impact area.

Conclusion. A number of third party risk models exists and are used for SR assessment for the airports under consideration, for IR calculations in points of risk control or for determining IR contours. The most well-known and used models—and particularly the original European models created by NATS Model (UK and Ireland) and NLR—were analysed and compared.

The EU Directive Seveso III [17] requires the Member States to limit the consequences of major accidents for human health and the environment in their land-use policies; this is done by controlling the siting of new establishments and developments including transport routes, locations of public use and residential areas when these developments may create or increase the risk or consequences of a major accident. In addition, appropriate safety distances should be maintained between major transport routes and residential areas, buildings and areas of public use, as far as possible. Public Safety Zones (PSZ) are defined as areas of land at the ends of runways, within which development is restricted in order to limit the number of people on the ground exposed to a risk of death or injury from an aircraft accident on take-off or landing. PSZs around airports are the particular examples of the Seveso policy requirements in EU Member States.

REFERENCES

1. World Health Organization. World report on road traffic injury prevention. 2004.
2. World Health Organization. Road traffic accidents: epidemiology, control and prevention. Geneva, 1962.
3. Kates RW and Kasperson JX. Comparative risk analysis of technological hazards: a review. Proceedings of the National Academy of Sciences 1983, 80:7027-38.
4. Murray CJL and 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.
5. Murray CJL and 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.

6. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M and Heath CW. Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimates from national vital statistics. *Lancet* 1992, 339:1268-78.
7. Rodgers A, Lawes C and 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 (Supl):S3-S5.
8. Boeing. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations, 1959–2013. 2013.
9. ICAO. Airport Planning Manual, Part. 2. ICAO Doc. 9184. Fourth edition. 2002.
10. EU. Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. 2011.
11. Roelen ALC, Bellamy LJ, Hale AR, Molemaker RJ and van Paassen MM. A causal model for the assessment of third party risk around airports: Feasibility of the development of a causal model for the assessment of third party risk around airports. Main Report. April 2000.
12. Maurice P, Lavoie M, Laflamme L, Svanström L, Romer C and Anderson R. Safety and safety promotion: definitions for operational developments. *Injury Control and Safety Promotion* 2001, 8(4).
13. People's Right to Safety. Montreal Declaration 2002. 6th World Conference on Injury Prevention and Control, Montreal, Canada, 15 May 2002.
14. Zaporozhets O. Safety culture: educational aspects. *Open Europe - Cultural Dialogue across Borders. Vol. 3: Cultural heritage and security of Europe ‘Ours - Yours – Shared’*. University of Opole, Opole, Poland, 2014, p.163-176.
15. Kozine I, Duijm NJ and Lauridsen K. Safety- and risk analysis activities in other areas than the nuclear industry. NKS-21. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark. December 2000.
16. Zaporozhets OI and Khaidar HA. Instruments and procedures for management of aviation safety provision. *Visnyk of the National Aviation University*, No 1, 2001, p. 186-189.
17. EU. Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC. 2012.

РЕФЕРАТ

Запорожець О.І. Ризик як інструмент оцінка зон громадської безпеки навколо злітно-посадкових смуг. О.І.Запорожець // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

В статті виконано узагальнення та порівняння відомостей щодо ризику третьої сторони в околиці аеропорту.

Об'єкт дослідження - зон громадської безпеки навколо злітно-посадкових смуг аеропортів.

Мета роботи - визначення і обґрунтування зон громадської безпеки навколо злітно-посадкових смуг аеропортів.

Метод дослідження - аналіз, узагальнення та порівняння наявних відомостей про зони громадської безпеки навколо злітно-посадкових смуг аеропортів.

Використання оцінки ризику третьої сторони для обґрунтування зон громадської безпеки навколо злітно-посадкових смуг аеропортів..

Результати статті можуть бути впроваджені в процесі експлуатації авіатransпортних систем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АЕРОПОРТИ, РИЗИК ТРЕТЬОЇ СТОРОНИ, ЗОНА ГРОМАДСЬКОЇ БЕЗПЕКИ

ABSTRACT

Zaporozhets O.I. Safety risk as a tool for public safety zones assessment around the runways. *Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection.* – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In the paper the synthesis and comparison of the available information on third party risk in the vicinity of the airports presented.

Object of study - the public safety zones around the airport.

Purpose - to identify and study the prospects for public safety zones in the vicinity of the airports.

Research methods - analysis and comparison of available information on public safety zones in the vicinity of the airport.

The use of third party risk assessment to justify public safety zones around runways of airports.

The results can be incorporated into the operation of aviation vehicles in intelligent transport systems.

KEYWORDS: AIRPORTS, THIRD PARTY RISK, PUBLIC SAFETY ZONE

РЕФЕРАТ

Запорожец А.И. Риск как инструмент оценки зон общественной безопасности вокруг взлетно-посадочных полос / А.И. Запорожец // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье выполнено обобщение и сравнение сведений о риске третьей стороны в окрестности аэропорта.

Объект исследования - зон общественной безопасности вокруг взлетно-посадочных полос аэропортов.

Цель работы - определение и обоснование зон общественной безопасности вокруг взлетно-посадочных полос аэропортов.

Метод исследования - анализ, обобщение и сравнение имеющихся сведений о зонах общественной безопасности вокруг взлетно-посадочных полос аэропортов.

Использование оценки риска третьей стороны для обоснования зон общественной безопасности вокруг взлетно-посадочных полос аэропортов.

Результаты статьи могут быть внедрены в процессе эксплуатации воздушных систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АЭРОПОРТЫ, РИСК ТРЕТЬЕЙ СТОРОНЫ, ЗОНА ОБЩЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

АВТОР:

Запорожець Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, e-mail: zap@nau.edu.ua. тел. +38044-497-33-54, Україна, 03058, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1.

AUTHOR:

Zaporozhets Oleksandr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor National Aviation University, Director of the Institute of Environmental Safety. 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, директор Института экологической безопасности, e-mail: zap@nau.edu.ua. тел. +38044-497-33-54, Украина, 03058, 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, професор 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, Professor of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv. Ukraine.

УДК 629.113
UDC 629.113

PROJEKTOWANIE CZĘŚCI W PROGRAMIE CATIA V5 Z WYKORZYSTANIEM INŻYNIERII ODWROTNEJ

JAKUBOWSKI Mirosław, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ В ПРОГРАМІ CATIA V5 З ВИКОРИСТАННЯМ ЗВОРОТНЬОГО ІНЖИНІРИНГУ

ЯКУБОВСКИ Мирослав, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

PARTS DESIGN WITH CATIA V5 USING THE REVERSE ENGINEERING METHOD

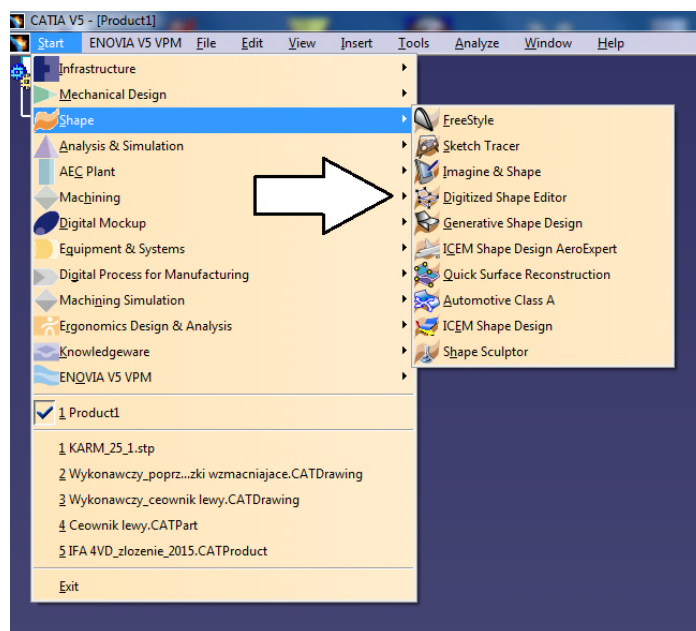
JAKUBOWSKI Mirosław, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Proces projektowania części oraz zespołów maszyn jest obecnie prowadzony z powszechnym użyciem oprogramowania CAx. Oprogramowanie inżynierskie wspomaga konstruktora na wszystkich etapach jego pracy. Od szkiców koncepcyjnych po kontrolę jakości gotowego produktu.

Niejednokrotnie zdarza się, że konstruktor ma za zadanie zaprojektować część w kontekście zespołu nie dysponując jednocześnie żadną dokumentacją, a jedynie fizycznym obiektem. Niemniej zawsze wymagana jest znajomość, z określoną dokładnością, geometrii elementów współpracujących z projektowaną częścią, a tę można pozyskać np. z użyciem skanera 3D. Profesjonalne oprogramowanie CAx umożliwia obróbkę tego rodzaju plików poprzez, specjalizowane do tego typu zadań, moduły.

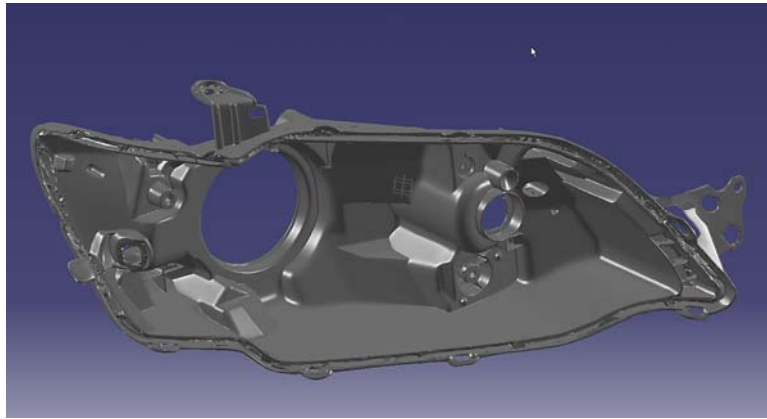
Jednym z najczęściej wykorzystywanych w technice inżynierii odwrotnej formatów plików jest *.stl. Program CATIA V5 również umożliwia import tego typu danych. W tym celu używany jest moduł Digitized Shape Editor z grupy Shape (rys. 1.)



Rys. 1. Widok fragmentu interfejsu programu CATIA V5 R20 z zaznaczonym modulem Digitized Shape Editor

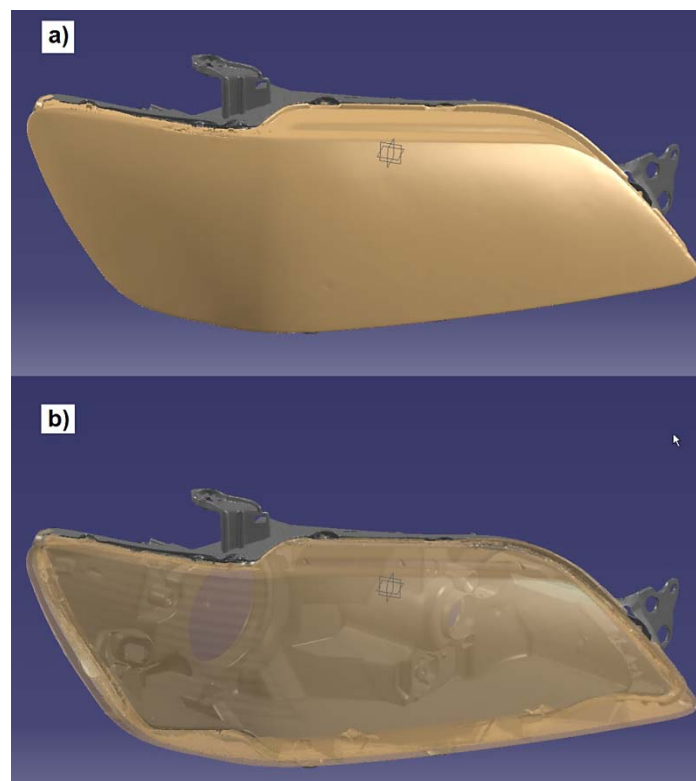
IMPORT SIATKI TRÓJKĄTÓW DO PROGRAMU CATIA V5

Pierwszym etapem pracy w oprogramowaniu CAD, w którym konstruktor ma zamiar zbudować model projektowanej części, jest import pliku (np. stl) do modułu Digitized Shape Editor. W artykule opisywany proces zostanie przedstawiony na przykładzie przedniego reflektora samochodu Mitsubishi Lancer. Zadaniem konstruktora było wyznaczenie geometrii wewnętrznych elementów lampy dla nowych źródeł światła i ich nowego położenia. Na rys. 2 pokazano zaimportowaną siatkę trójkątów obudowy lampy.



Rys. 2. Siatka trójkątów zaimportowana do środowiska programu CATIA V5 w module *Digitized Shape Editor*

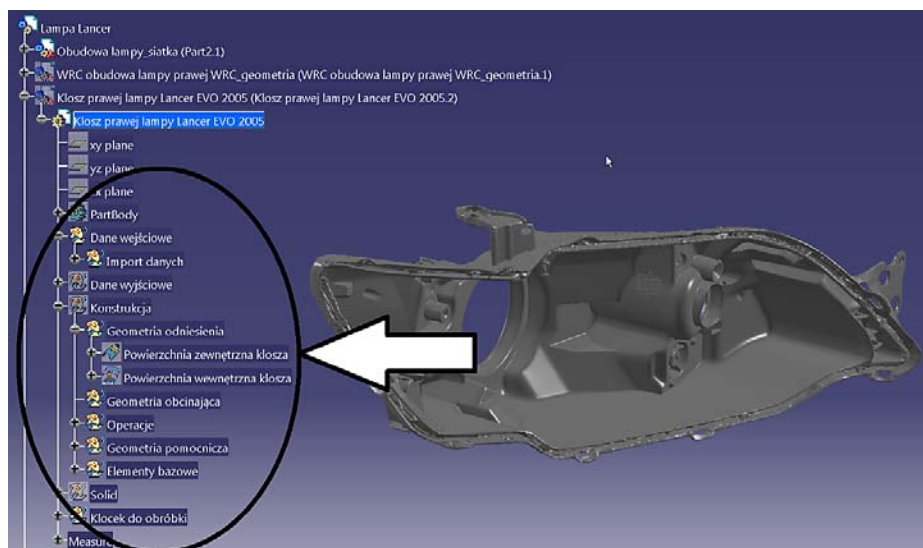
Na rys. 3 został przedstawiony widok siatki trójkątów obudowy lampy oraz klosza.



Rys. 3. Zaimportowana siatka trójkątów lampy z kloszem: a) widok z wyłączoną przezroczystością klosza, b) z ustawioną przezroczystością klosza

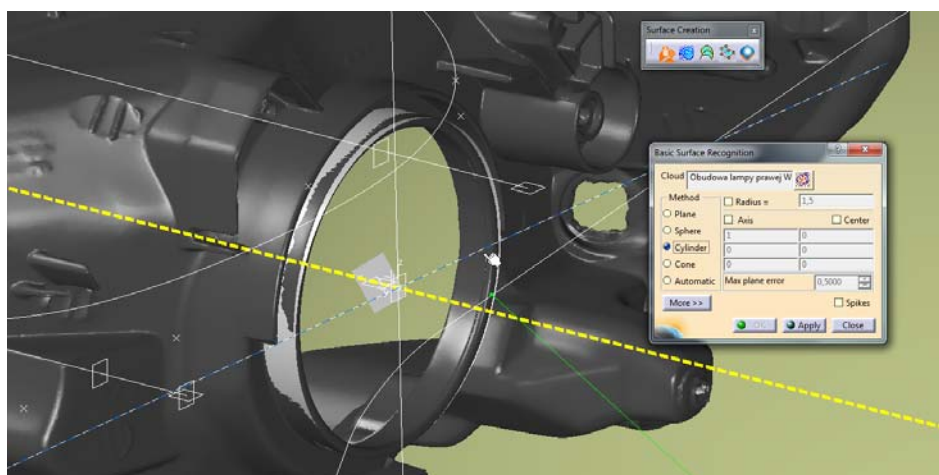
BUDOWA MODELU Z WYKORZYSTANIEM SIATKI TRÓJKĄTÓW ZE SKANU

Mając siatkę trójkątów w środowisku CATIA V5 można przystąpić do generowania pomocniczych elementów geometrycznych takich jak np. punkty, proste, płaszczyzny. Cały proces warto przeprowadzić w sposób usystematyzowany i metodyczny. W tym celu, dla porządku, można wprowadzić do drzewka historii tworzenia modelu „podkatalogi” zawierające elementy wspomnianej geometrii pomocniczej i/lub wykonywane operacje. W omawianym programie dokonuje się tego poleceniem z menu *Insert > Geometrical Set*. W praktyce przemysłowej, w obrębie jednej firmy, stosuje się dość często standaryzowaną strukturę drzewka historii niezależnie od stopnia skomplikowania tworzonego modelu. Daje to pewność, że jeśli projekt trafi do innej osoby, nie będzie musiała tracić czasu na odnalezienie określonego elementu (rys. 4).



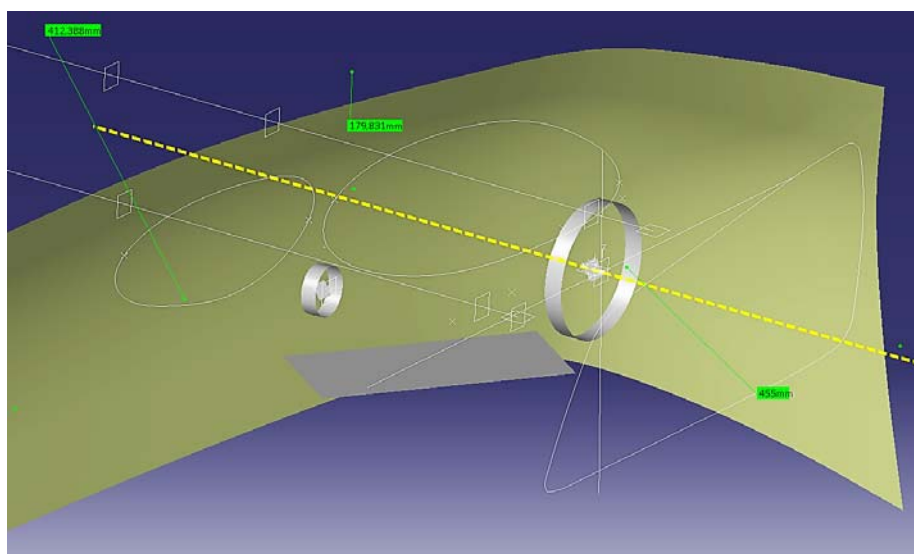
Rys. 4. Przykładowa struktura drzewka historii tworzenia modelu

Po zaplanowaniu i uporządkowaniu struktury drzewka, można przystąpić do tworzenia prymitywów geometrycznych zbudowanych na bazie siatki trójkątów oraz o odpowiednio zdefiniowanej orientacji w przestrzeni. Czynności te wykonuje się w module *Quick Surface Reconstruction* za pomocą polecenia *Basic Surface Reconstruction* (rys. 5)



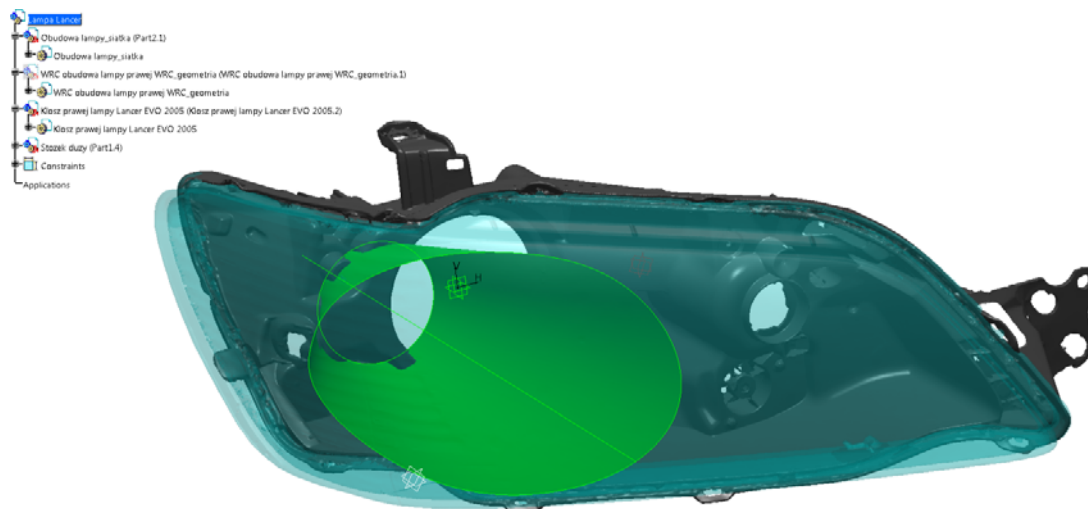
Rys. 4. Widok okna dialogowego polecenia *Basic Surface Reconstruction*

Po utworzeniu elementów pomocniczych stworzonych na bazie siatki trójkątów (rys. 5) przystępuje się do właściwego modelowania docelowych części.



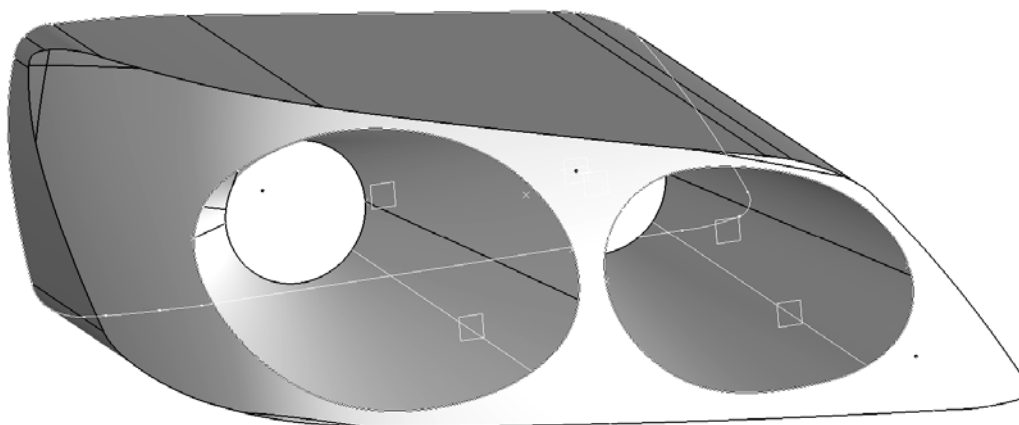
Rys. 5. Widok geometrycznych elementów pomocniczych do modelowania nowej części

Dotychczasowa geometria stanowi swoisty szkielet modelu, a jej elementy są bazą dla wszystkich kolejnych operacji. Na rys. 6 uwidocznił się zamodelowany stożek wkładu do nowej lampy z przesuniętym punktem mocowania oprawki żarówki.



Rys. 6. Stożek wkładu nowej lampy ze zmienionym punktem mocowania oprawki żarówki

Na drodze kolejnych działań powstał model powierzchniowy z wykorzystaniem grupy modułów *Shape* (rys. 7). Stworzona geometria jest modelem formy, za pomocą której zostały wykonane nowe lampy do samochodu będącego repliką Mitsubishi Lancer’a WRC.



Rys. 7. Docelowy model 3D formy nowej lampy

Rys. 8 a) przedstawia formę nowej lampy wyfrezowaną w sklejonych płytach MDF z użyciem frezarki CNC, a rys. 8 b) gotową nową lampę wykonaną z włókna węglowego.



a)



b)

Rys. 8. Nowy kształt lampy: a) forma, b) gotowa lampa z włókna węglowego

PODSUMOWANIE

Program CATIA V5 posiada niezbędne do obróbki skanów 3D moduły, które pozwalają na wykorzystanie chmury punktów lub też siatki trójkątów do konstrukcji nowych części (zespołów). Tego rodzaju narzędzia w programach CAX są ogromnym ułatwieniem dla konstruktorów; znacznie skracają czas powstawania modelu oraz zmniejszają liczbę błędów. Inżynieria odwrotna, oparta na skanerach 3D oraz programach wspomagających projektowanie, stanowi bardzo cenne wsparcie w pracy projektantów i konstruktorów.

LITERATURA

- [1] Jakubowski M., Oprogramowanie inżynierskie w procesie projektowania maszyn i urządzeń, Wisnik nr 20, Narodowy Uniwersytet Transportu, str. 115-122, Kijów 2010.
[2] Łacki-Golc S., Jakubowski J.: Techniki projektowania odwrotnego w wybranych systemach CAX. Instytut Politechniczny PWSZ w Sulechowie.
[3] Węlyczko A.: CATIA V5. Sztuka modelowania powierzchniowego. Helion, Gliwice 2009.

STRESZCZENIE

JAKUBOWSKI Mirosław. Projektowanie części w programie CATIA V5 z wykorzystaniem inżynierii odwrotnej / JAKUBOWSKI Mirosław // Wisnik Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono narzędzia dostępne w programie CATIA V5 R20 służące konstruktorowi w procesie projektowania części z wykorzystaniem inżynierii odwrotnej. Opisano podstawowe polecenia w modułach Digitized Shape Editor i Quick Surface Reconstruction.

РЕФЕРАТ

ЯКУБОВСКИ Мирослав. Проектування деталей в програмі CATIA V5 з використанням зворотного інженірингу / ЯКУБОВСКИ Мирослав // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлені інструменти, доступні в програмі CATIA V5 R20 для дизайнера при проектуванні технологічних деталей з використанням зворотного інжинірингу. Описуються основні команди в модулях Digitized Shape Editor i Quick Surface Reconstruction.

ABSTRACT

JAKUBOWSKI Mirosław. Parts design with CATIA V5 using the reverse engineering method. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the tools in CATIA V5 R20 for the designer in the design process parts using reverse engineering. Describes the basic commands in modules Digitized Shape Editor and Quick Surface Reconstruction.

AUTOR:

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

АВТОР:

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

AUTHOR:

JAKUBOWSKI Mirosław, 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:

Кузьмінець М. П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, завідувач кафедри комп’ютерної, інженерної графіки та дизайну, Київ, Україна

Білякович Олег Миколайович, кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технологій аеропортів», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Kuzminets N. P., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Professor Department of computer, engineering graphics and design, Kyiv, Ukraine.

Bilyakovych O. N., Ph.D in Technical Science, Professor, National Aviation University, Professor of Department of Technologies of Air-ports, Kyiv, Ukraine.

УДК 502.55:004.942
UDK 502.55:004.942

СИСТЕМНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ В ПРОЕКТАХ

Зюзюн В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

SYSTEM MODEL OF ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT IN PROJECTS

Ziuziun V.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ В ПРОЕКТАХ

Зюзюн В.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Наявний стан екологічної безпеки проектного середовища створює ризик досягнення мети проекту. Проблематика екологічних ризиків в аспекті проектної діяльності є питанням недостатньо дослідженим, тому важливо створити дієві механізми, що дозволять управляти цим класом ризиків. Головним етапом в даному процесі, є, на основі методу системного аналізу, створення підходу до побудови моделей, алгоритмів та іншого інструментарію, який би дозволив ефективно ідентифікувати, оцінювати та управляти екологічними ризиками.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Метод системного аналізу для вирішення питань пов'язаних з управлінням проектами у своїх працях застосовували: Бушуєва Н.С. використовувала системний підхід як методологічний напрямок наукового пізнання [1]; Хрутьба В.О. застосовувала системний підхід для розробки моделей управління екологічними проектами [2]; Бек О.В. розглянув системний підхід до дослідження організаційних структур управління проектами, що дає змогу підвищити ефективність та якість їх аналізу [3]. Павлов Ф.І. застосував системний підхід до аналізу ефективності реалізації складних проектів в умовах невизначеності [4]. В своїй праці [5] Чередніченко А.М. на базі системних моделей проектної дії та проектних рішень пропонує проводити аналіз і моделювання проектного ризику за допомогою визначення ступеня досягнення потрібних результатів і реалізації процесу управління відхиленнями в показниках проекту та його ресурсного забезпечення. Є.А. Дружині в своїх дослідженнях визначив значні переваги системного підходу при застосуванні ризик-орієнтованого підходу щодо формування й управління ресурсами проектами та програмами розвитку техніки [6].

Формування цілей статті. Метою роботи є розробка системної моделі управління екологічними ризиками в проектах для зниження антропогенного впливу проектної діяльності на навколишнє природне середовище.

Для досягнення даної мети необхідно виконати наступні задачі:

- проаналізувати можливості застосування елементів системного аналізу для вирішення проблеми управління екологічними ризиками;
- розробити системну модель управління екологічними ризиками в проектах;
- здійснити аналіз підсистем, що входять до системної моделі.

Основний матеріал. Методологічною основою оцінювання та вибору способів управління проектами є системний підхід, який все ширше використовується при проведенні досліджень як на стадії розробки проекту, так і в процесі його впровадження.

Загальна теорія систем вивчає можливі типи і види систем з характерними для них специфічними властивостями. Системний аналіз – це сукупність специфічних методів і засобів, які використовуються для підготовки і обґрунтування рішень до складних проблем, що виникають в практичній і теоретичній діяльності. В центрі методології системного аналізу знаходиться операція кількісного порівняння альтернатив, яка виконується з метою вибору альтернативи, яка підлягає реалізації.

Методи системного аналізу це способи вибору одного варіанта рішення. Вони мають велику точність і, очевидно, є більше обґрунтованими. При цьому не передбачається, що способи вибору рішення, які використовуються, є єдиними або що вони не мають невизначеностей. Навпаки, оскільки планування здійснюється на перспективу, то завжди є принаймні мінімальна невизначеність в оцінці умов, які будуть переважати в майбутньому. Основна увага в системних дослідженнях направлена на виявлення різносторонності зв'язків і відношень, які є як всередині досліджуваного об'єкту, так і в

його взаємовідношеннях із зовнішнім оточенням. Складність і велика кількість елементів, зв'язків і відношень об'єкту як системи обумовлює ієрархічну будову системи – упорядковану послідовність її різних компонентів і рівнів взаємозв'язку між ними

Системні дослідження передбачають наявність дослідника та задач, які він ставить перед системою для досягнення мети, та у відповідності з ними проводить відбір елементів і відношень між ними, які необхідно враховувати при вирішенні поставлених задач. Застосування системних принципів в дослідженні передбачає, в першу чергу, виділення системи із середовища як сукупності елементів, які утворюють цілісність і визначеним способом пов'язані між собою.

Системний підхід до рішення проблем включає наступні етапи:

- пошук можливих варіантів рішення;
- визначення наслідків використання кожного можливого рішення;
- застосування об'єктивних тверджень або критеріїв, які вказують, чи є одне рішення більш кращим, ніж інші.

Положення, які бажано враховувати при системному аналізі:

- процес ухвалення рішення повинен здійснюватися так, щоб використовувані способи вибору рішення можна було оцінити, поліпшити або замінити на інші;
- критерії оцінки, використовувані в процесі ухвалення рішення, повинні бути чітко сформульовані;
- зусилля, витрачені на знаходження зв'язків між причиною і наслідком, можуть бути надалі виправдані кращим розумінням досліджуваної проблеми.

В останні роки методи системного аналізу стали використовуватися для рішення таких проблем суспільства, як забруднення навколишнього середовища.

В основі розробки методів системного аналізу для управління проектами лежить системна модель Воропаєва [7], яка дозволяє структурувати знання, функції, процеси, процедури тощо в області УП, визначати для всіх учасників задачі, знаходити послідовність їх рішення і ефективні технологічні взаємозв'язки.

Загальна системна модель управління екологічними ризиками в проектах містить два блоки А та В (рис. 1). Блок А – реалізує процеси визначення рівня екологічної компетентності в проектах. Блок В – реалізує процеси управління екологічними ризиками проекту.

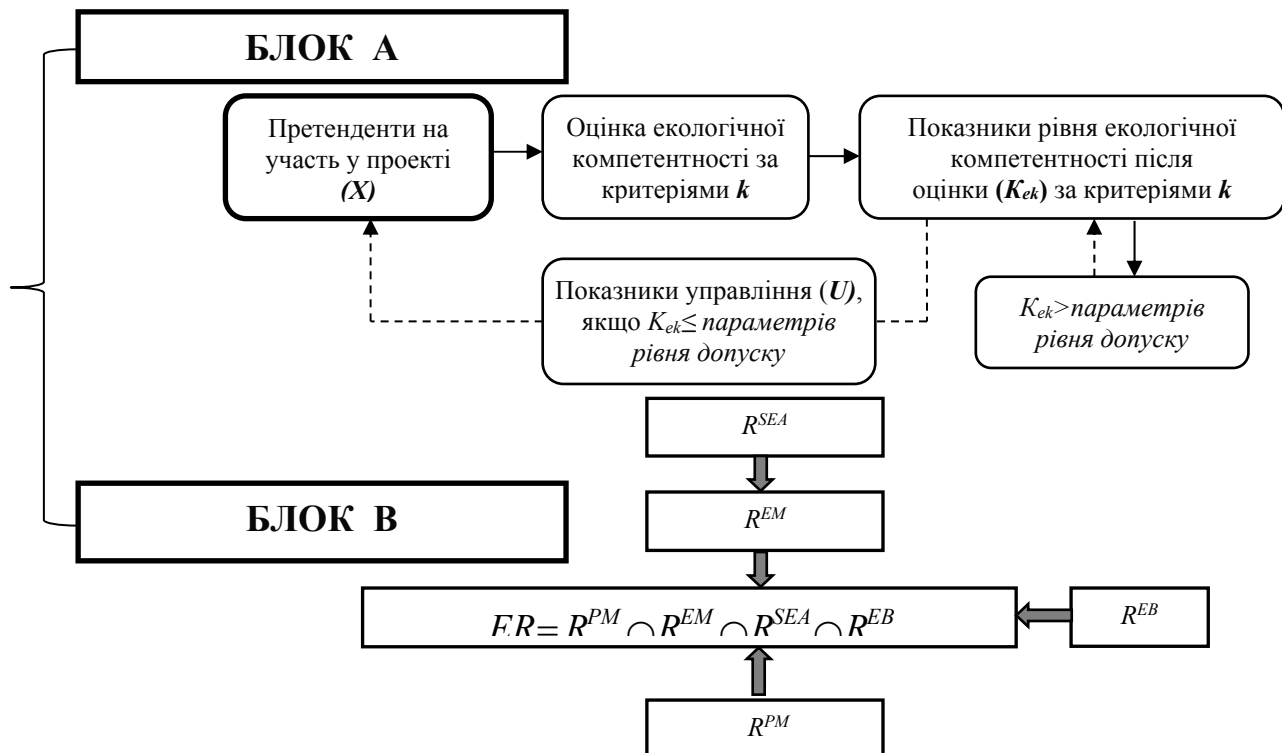


Рисунок 1 – Загальна модель системи управління екологічними ризиками в проектах, де ER – система управління екологічними ризиками в проектах; R^{PM} – підсистема управління ризиками визначеними в теорії управління ризиками РМ; R^{EM} – підсистема інтеграції особливостей екологічного менеджменту в систему управління екологічними ризиками адаптованої до вимог РМ;

R^{EB} – підсистема управління екологічними ризиками визначеними в теорії екологічної безпеки; R^{SEA} – підсистема інтеграції особливостей стратегічного екологічного аналізу в єдину систему управління екологічними ризиками адаптованої до вимог РМ [8].

Опис блоку визначення екологічної компетентності учасників проекту приведено у вигляді системної моделі управління цим процесом (табл. 2.1).

Таблиця 1 – Системна модель визначення екологічної компетентності учасників проекту

Вхідні параметри	$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, де $x_1, x_2, \dots, x_n$ – претенденти на участь у проекті
Вихідні параметри	$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, де y_{1-4} – показники рівня екологічної компетентності після проведення оцінки за критеріями k
Процесні параметри	$K = \{k_1; k_2; k_3; k_4\}$, де – k критерії оцінки: k_1 – екологічні знання; k_2 – екологічні вміння; k_3 – екологічна мотивація; k_4 – практичний досвід екологічної діяльності.
Обмеження	$K_{ek} = \{65 \dots 100\}$, допустові рівні екологічної компетентності
Управляючі параметри	$U = \{u_1, u_2\}$, де u_1 – підвищення рівня екологічної компетентності шляхом застосування освітніх програм, u_2 – заміна учасників проектної команди.

Системна модель управління екологічними ризиками визначається перетином ознак чотирьох підсистем (рис. 1).

$$ER = R^{PM} \cap R^{EM} \cap R^{SEA} \cap R^{EB}, \quad (1)$$

Розглянемо детальніше особливості запропонованих підсистем.

Особливостями підсистеми R^{PM} є використання елементів Стандартів управління проектами та програмами РМВок, ISO 21500:2012, P2M, PRINCE 2.

Особливостями підсистеми R^{EM} є:

- детальний екологічний аналіз зовнішнього оточення та внутрішнього середовища проекту (передпроектний екологічний аналіз (ППЕА));
- формування бази даних про екологічні аспект-ризикові фактори (ЕАРФ) зовнішнього оточення та внутрішнього середовища проекту;
- оцінка суттєвості ЕАРФ та визначення їх за категорію екологічних ризиків проекту;
- застосування елементів екологічного менеджменту для побудови дорожньої карти управління екологічними ризиками.

Структурно-функціональні особливості підсистеми R^{EM} наведені на рис. 2.

Рисунок 2 – Структурно-функціональні особливості підсистеми R^{EM}

Особливості підсистеми R^{SEA} . Дана підсистема є інтегрованою, вона враховує підходи до оцінки екологічності будь-якої діяльності, в тому числі і проектної, застосовуючи міжнародні та вітчизняні підходи. Структурні особливості даної підсистеми відображені на рис. 3 та визначені сукупністю множин підсистеми R^{SEA} .

$$R^{SEA} = A \cap B \cap C, \quad (2)$$

A – процеси та вимоги визначені Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) до оцінки екологічної діяльності; B – процеси та вимоги до проведення ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище), як інструменту стратегічної оцінки впливу проектної діяльності на НПС; C – вимоги та функціональні повноваження державної та громадської екологічної експертизи (ЕЕ), як інструменту стратегічної оцінки впливу проектної діяльності на НПС.

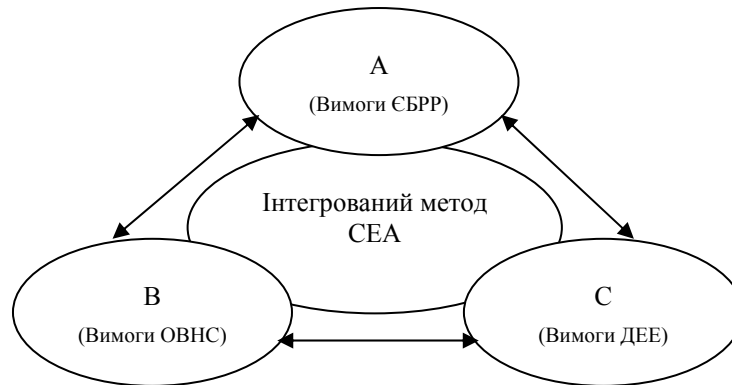


Рисунок 3 – Структурні особливості інтегрованого методу СЕА

Вимоги визначені ЄБРР можуть бути представлені множиною:

$$A = \left\{ \begin{pmatrix} A_1; A_2; A_3 \\ A_1^1 \end{pmatrix} \right\}, \quad (3)$$

де A_1 – врахування екологічних та соціальних впливів та проблем, пов'язаних із запропонованим проектом; A_2 – спроможність та готовність клієнта враховувати та розв'язувати проблеми; A_3 – врахування ролі третіх сторін; A_1^1 – одиниця множини, яка враховує основні стадії екологічної оцінки згідно методики ЄБРР.

Одиниця множини A , а саме A_1 складається із елементів, які є безпосередньо об'єктами прямого та непрямого екологічного впливу проекту, а саме:

$$A_1 = \{a_1; a_2; a_3; a_4; a_5; a_6; a_7; a_8; a_9\}, \quad (4)$$

де a_1 – людина; a_2 – флора; a_3 – фауна; a_4 – повітря; a_5 – водне середовище; a_6 – ґрунти; a_7 – ландшафт; a_8 – клімат; a_9 – матеріальні цінності.

Стадії екологічної оцінки згідно методики ЄБРР можуть бути представлені множиною:

$$A_1^1 = \{a_1^{11}; a_1^{12}; a_1^{13}; a_1^{14}; a_1^{15}; a_1^{16}; a_1^{17}\}, \quad (5)$$

де a_1^{11} – аналіз доцільності проведення екологічної оцінки; a_1^{12} – визначення завдань і планування; a_1^{13} – розробка заходів із зменшення впливів; a_1^{14} – підготовка підсумкового документу; a_1^{15} – оцінка повноти і якості екологічної оцінки; a_1^{16} – прийняття рішення; a_1^{17} – моніторинг і контроль.

Група процесів та вимоги щодо проведення ОВНС, можуть бути представлені множиною:

$$B = \{b_1; b_2; b_3; b_4; b_5; b_6; b_7\}, \quad (6)$$

де b_1 – складання повідомлення про наміри; b_2 – опис основних навколопроектних особливостей НПС; b_3 – аналіз та оцінка реальних альтернатив розвитку запланованої діяльності; b_4 – опис можливих принципових проектних рішень, що відповідають проектним задумам; b_5 – опис та характеристика джерел, видів та об’єктів впливу згідно варіантів проектних рішень; b_6 – експертне оцінювання і прогноз змін НПС; b_7 – пропозиції по заходах із запобігання або зменшення можливих несприятливих впливів.

Функціональні особливості та стадії екологічної оцінки згідно методики ДЕЕ можуть бути представлені множиною:

$$C = \{c_1; c_2; c_3; c_4; c_5; c_6; c_7\}, \quad (7)$$

де c_1 – дослідження ступеню екологічної безпечності запланованої та існуючої діяльності; c_2 – комплексна, науково-обґрунтовано оцінка об’єктів; c_3 – встановлення відповідності законодавчим нормам; c_4 – встановлення відповідності санітарним та будівельним (при необхідності) нормам; c_5 – оцінка впливу на НПС, людину, стан природних ресурсів; c_6 – розробка та обґрунтування комплексу заходів щодо ОНПС та здоров’я людини; c_7 – підготовка обґрунтованих та об’єктивних висновків екологічної експертизи.

Розгорнута модель підсистеми R^{SEA} , має вигляд:

$$R^{SEA} = \left\{ \begin{array}{l} A = \left\{ \begin{array}{l} (A_1; A_2; A_3) \\ (A_1^1) \end{array} \right\} \Rightarrow \\ \Rightarrow A \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A_1 = \{a_1; a_2; a_3; a_4; a_5; a_6; a_7; a_8; a_9\} \\ A_1^1 = \{a_1^{11}; a_1^{12}; a_1^{13}; a_1^{14}; a_1^{15}; a_1^{16}; a_1^{17}\} \end{array} \right\}, \\ \cap \\ B = \{b_1; b_2; b_3; b_4; b_5; b_6; b_7\} \\ \cap \\ C = \{c_1; c_2; c_3; c_4; c_5; c_6; c_7\} \end{array} \right. \quad (8)$$

Особливості підсистеми R^{EB} .

Для детального опису підходу до дослідження екологічних ризиків в підсистемі R^{EB} будемо використовувати метод морфологічного аналізу та сформуємо, з точки зору екологічної безпеки, можливі схеми алгоритмів застосування методів ідентифікації, кількісного та якісного аналізу ризиків, способів реагування на ризики та методів їх контролю.

Отже, перший етап морфологічного аналізу передбачає точне формулювання цілей функціонування підсистеми. Для процесу дослідження екологічних ризиків при розгляді будь-яких проектів такою метою є визначення оптимального поєднання методів оцінки та управління екологічними ризиками для ефективного виконання проекту.

Функціональними елементами системи “дослідження екологічних ризиків” є оцінка ризиків та управління ризиками. Для кожного з функціональних елементів основні морфологічні ознаки, від яких залежить досягнення поставленої мети, показані в табл. 2.

Для функціонального елемента “оцінка ризиків” виділено 4 основних ознаки, а саме: 1 – напрямки оцінки ризиків; 2 – методи оцінки ризику; 3 – методи якісного аналізу; 4 – методи кількісного аналізу.

Функціональний елемент “управління ризиками” характеризується такими морфологічними ознаками: 5 – методи реагування на ризики (управління); 6 – інструменти і методи контролю ризиків.

Для кожної з 6 морфологічних ознак ризиків проекту вибрано основні варіанти їх реалізації

(від 3 до 8). Наприклад, морфологічна ознака “напрямки оцінки ризиків” може реалізовуватися через інженерний метод (варіант 1.1), модельний (варіант 1.2), експертний (варіант 1.3) та соціологічний (варіант 1.4).

Таблиця 2 – Морфологічна матриця дослідження екологічних ризиків

Оцінка ризиків				Управління ризиками	
1. Напрями оцінки ризику	2. Методи оцінки ризику	3. Методи якісного аналізу	4. Методи кількісного аналізу	5. Методи реагування на ризики (управління)	6. Інструменти і методи контролю ризиків
1.1.Інженерний	2.1.Ймовірнісний	3.1.Аналіз доцільності витрат	4.1.Аналіз чутливості	5.1.Передача	6.1.Перегляд
1.2.Модельний	2.2.Вибірковий	3.2.Контрольованих переліків	4.2.Аналіз очікуваної грошової вартості	5.2.Пом’якшення	6.2.Аудит
1.3.Експертний	2.3.Аналітичний	3.3.VAR	4.3.Монте-Карло	5.3.Прийняття	6.3. Аналіз відхилень і трендів
1.4.Соціологічний	2.4.Імітаційний	3.4.Сценаріїв розвитку	4.4.Дерево рішень	5.4.Ухилення	
	2.5.Статистичний	3.5.Експертний	4.5.Моделювання та імітація		
			4.6.Перевірка стійкості		
			4.7.Аналіз ієрархій		
			4.8.Нечітка логіка		

Якщо умовно позначити варіант 1.1 через $x_{1.1}$, варіант 1.2 через $x_{1.2}$ і т.д., тоді матрицю можна представити у вигляді морфологічної множини:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{1.1}, x_{1.2}, x_{1.3}, x_{1.4} \\ x_{2.1}, x_{2.2}, x_{2.3}, x_{2.4}, x_{2.5} \\ x_{3.1}, x_{3.2}, x_{3.3}, x_{3.4}, x_{3.5} \\ x_{4.1}, x_{4.2}, x_{4.3}, x_{4.4}, x_{4.5}, x_{4.6}, x_{4.7}, x_{4.8} \\ x_{5.1}, x_{5.2}, x_{5.3}, x_{5.4} \\ x_{6.1}, x_{6.2}, x_{6.3} \end{array} \right. \quad (9)$$

Оскільки метод оснований на морфології об’єктів, то він дозволяє системно аналізувати різні структури системи управління ризиками. Так, схема планування управління ризиками проекту буде включати такі сполучення виділених ознак:

$$[(x_{1.2}; x_{2.5}; x_{3.5}; x_{4.6}) + (x_{5.3}; x_{6.2})], \quad (10)$$

тобто дослідження екологічних ризиків буде ґрунтуватися на модельному напрямі оцінки ризиків ($x_{1.2}$), статистичному методі оцінки ризику ($x_{2.5}$); для якісної оцінки буде застосовуваний експертний метод ($x_{3.5}$); а для кількісного – метод нечіткої логіки ($x_{4.8}$). Управління та реагування на ризик буде здійснюватися з використанням методу ухилення ($x_{5.3}$); інструментом контролю виступає аудит ($x_{6.2}$).

Висновки. Таким чином, розглянутий підхід дозволяє системно досліджувати усі можливі схеми при плануванні алгоритмів дослідження екологічних ризиків, які витікають із закономірностей будови (морфології), системних зав’язків, закономірностей, тим самим враховуючи всі можливі варіанти, що дозволяє впроваджувати та реалізовувати перспективні рішення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бушуева Н. С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития: монография / Н.С. Бушуева; Укр. асоц. упр. проектами. – К. : Наук. світ, 2007. – 199 с.
2. Хрутьба В.О. Методологічні основи управління екологічними проектами та програмами: дис... д-ра. техн. наук: 05.13.22 / В.О. Хрутьба; Національний транспортний університет – Київ, 2014. – 368 с.
3. Бек О.В. Аналіз і моделювання організаційних структур управління проектами: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / В.О. Бек; Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут” – Харків, 2003. – 20 с.
4. Павлов Ф.І. Оцінка і аналіз ефективності реалізації складних проектів в умовах невизначеності і ризику: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / Ф.І. Павлов; Придніпровська державна академія будівництва та архітектури – Дніпропетровськ, 2006. – 19 с.
5. Чередніченко А.М. Моделі і методи аналізу ризиків проекту на етапах науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.22 / А.М. Чередніченко; Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут” – Харків, 2004. – 19 с.
6. Дружинін Є.А. Методологічні основи ризик-орієнтованого підходу до управління ресурсами проектів і програм розвитку техніки: автореф. дис... д-ра. техн. наук: 05.13.22 / Є.А. Дружинін; Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут” – Харків, 2006. – 34 с.
7. Воропаев В.И. Системное представление управления проектами:[Учебное пособие] / В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова. – М.: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 13 с.
8. Хрутьба В.О. Вибір методики управління ризиками в програмах розвитку транспортних систем / В.О. Хрутьба, В.І. Зюзюн // XII міжнародна конференція "Управління проектами у розвитку суспільства". – К.: КНУБА, 2015. – С. 266-267.

REFERENCES

1. Bushueva N.S. “Models and methods for proactive management program organizational development: monograph”, [“Modeli I metody proaktivnogo upravlenija programmami organizacyonnogo upravlenija: monografija”], / N.S. Bushueva; Ukr. assoc. upr. proektami. – K. : Nauk. svit, 2007. – 199 s. (Rus)
2. Khrutba V.O. “Methodological bases of management of environmental projects and programs”, [“Metodologichni osnovy upravinnja ekologichnymy proektamy i programamy: dys... d-ra. tehn. nauk: 05.13.22”], / V.O. Khrutba; Nacionalnyi transportnyi universytet – Kyiv, 2014. – 368 s. (Ukr)
3. Bek O.V. “Analysis and modeling of organizational structures of project management”, [“Analiz I modeljuvannja organizaciinyh struktur upravlinnja proektamy: avtoref. dys... kand. tehn. nauk: 05.13.22”], / V.O. Bek; Nacionalnyi aerokosmichniy universytet im. M.E. Zhukovskogo “Harkivskiy aviaciinyi institut” – Harkiv, 2003. – 20 c. (Ukr)
4. Pavlov F.I. “Evaluation and analysis of the effectiveness of implementation of complex projects under uncertainty and risk”, [“Ocinka I analis efektyvnosti realizacii skladnuh proektiv v umovah nevyznachenosti ta ryzyku: avtoref. dys... kand. tehn. nauk: 05.13.22”], / F.I. Pavlov; Prydniprovskya derzhavna academia budivnyctva ta arhitektury – Dnipropetrovsk, 2006. – 19 c. (Ukr)
5. Cherednichenko A.M. “Models and methods of risk analysis project at the stage of research and development work”, [“Modeli i metody analisu rusukiv proektu na etapah naukovy-doslidnyh ta doslidno-konstruktorskyh robit: avtoref. dys... kand. tehn. nauk: 05.13.22”], / A.M. Cherednichenko; Nacionalnyi aerokosmichniy universytet im. M.E. Zhukovskogo “Harkivskiy aviaciinyi institut” – Harkiv, 2004. – 19 s. (Ukr)
6. Druzhynin E.A. “Methodological basis of a risk-based approach to resource management projects and programs of technology”, [“Metodologichni osnovy rysyk-orientivanogo pidhodu do upravlinnja resursamy proektiv i program rozvytku techniky: avtoref. dys... d-ra. tehn. nauk: 05.13.22”], / E.A. Druzhynin; Nacionalnyi aerokosmichniy universytet im. M.E. Zhukovskogo “Harkivskiy aviaciinyi institut” – Harkiv, 2006. – 34 s. (Ukr)
7. Vororaev V.I., (2008), “System representation of project management”, [“Sastemnor predstavlenie upravlenija proektami: [Uchebnoe posobie]”] / V.I. Vororaev, G.I. Sekletova. – M.: GOU DPO GASIS, 2008. – 13 s. (Rus)
8. Khrutba V.O. “The choice of methods of risk management programs of transport systems”, [“Vybir metodyky upravlinnja ryzykamy v programah rozvytku transportnyh system”] / V.O. Khrutba, V.I. Ziuziun // XII mizhnarodna konferecija "Upravlinnja proektami u rozvytku suspilstva". – K.: KNUBA, 2015. – С. 266-267. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Зюзюн В.І. Системна модель управління екологічними ризиками в проектах / В.І. Зюзюн // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

В статті запропоновано підхід до створення системної моделі управління екологічними ризиками в проектах.

Об’єкт дослідження – система процесів управління екологічними ризиками в проектах.

Мета роботи – розробка системної моделі управління екологічними ризиками в проектах для зниження антропогенного впливу проектною діяльністю на навколишнє природне середовище.

В сучасних умовах існуючий стан екологічної безпеки проектного середовища створює ризик досягнення мети проекту. Проблематика екологічних ризиків в аспекті проектною діяльності є питанням недостатньо дослідженим, тому важливо створити дієві механізми, що дозволять управляти цим класом ризиків. Головним етапом в даному процесі, є, на основі методу системного аналізу, створення підходу до побудови моделей, алгоритмів та іншого інструментарію, який би дозволив ефективно ідентифікувати, оцінювати та управляти екологічними ризиками.

Побудована системна модель включає підсистему управління ризиками визначеними в теорії управління ризиками РМ; підсистему інтеграції особливостей екологічного менеджменту в систему управління екологічними ризиками адаптованої до вимог РМ; підсистему управління екологічними ризиками визначеними в теорії екологічної безпеки; підсистему інтеграції особливостей стратегічного екологічного аналізу в єдину систему управління екологічними ризиками адаптованої до вимог РМ.

Розглянутий в статті підхід дозволяє системно досліджувати усі можливі схеми при плануванні алгоритмів дослідження екологічних ризиків, які витікають із закономірностей будови (морфології), системних зв’язків, закономірностей, тим самим враховуючи всі можливі варіанти, що дозволяє впроваджувати та реалізовувати перспективні рішення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, СИСТЕМНА МОДЕЛЬ, СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, СТРАТЕГІЧНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ, ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, АСПЕКТ ДІЯЛЬНОСТІ

ABSTRACT

Ziuziun V.I. System model of environmental risk management in projects / V.I. Ziuziun // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In the article creation of systemic models of environmental risk management in projects is proposed.

The object study are system of processes for managing environmental risks in the projects.

The aim of the paper is to develop a systemic model of environmental risk management in projects to reduce the impact of project activities on the environment.

In modern conditions, existing state of environmental safety design of the environment creates a risk for achieving the project objective. The problems of environmental risks in the aspect of project activities is under-researched issue, so it is important to create effective mechanisms that will allow you to manage this category of risks. The main step in this process is based on the method of system analysis, creating approach to building models, algorithms, and other instrumentation that would allow to effectively identify, assess and manage environmental risks.

Built the system model includes a subsystem of risk management, defined in the theory of risk management RM; subsystem integration features of environmental management system environmental risk management adapted to the requirements of the RM; the subsystem of environmental risk management defined in the theory of ecological security; subsystem of integration of strategic environmental analysis in a single system of environmental risk management adapted to the requirements of the RM.

In the article allows to systematically exploring all possible schemes in the planning algorithms, the study of the environmental risks that arise from the structural features (morphology), system connections, and regularities, thereby considering all possible options, allowing you to introduce and implement innovative solutions are considered.

KEY WORDS: PROJECT MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL RISK, ENVIRONMENT, SYSTEM MODEL, SYSTEM APPROACH, ECOLOGICAL SECURITY, STRATEGIC ENVIRONMENTAL ANALYSIS, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ASPECT OF

РЕФЕРАТ

Зюзюн В.И. Системная модель управления экологическими рисками в проектах / В.И. Зюзюн // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. — Вып. 2 (35).

В статье предложен подход к созданию системной модели управления экологическими рисками в проектах.

Объект исследования – система процессов управления экологическими рисками в проектах.

Цель работы – разработка системной модели управления экологическими рисками в проектах для снижения антропогенного воздействия проектной деятельности на окружающую природную среду.

В современных условиях существующее состояние экологической безопасности проектного среды создает риск достижения цели проекта. Проблематика экологических рисков в аспекте проектной деятельности является недостаточно исследованным вопросом, поэтому важно создать действенные механизмы, которые позволят управлять этим классом рисков. Главным этапом в данном процессе, является, на основе метода системного анализа, создание подхода к построению моделей, алгоритмов и другого инструментария, который бы позволил эффективно идентифицировать, оценивать и управлять экологическими рисками.

Построена системная модель включает подсистему управления рисками определенными в теории управления рисками РМ; подсистему интеграции особенностей экологического менеджмента в систему управления экологическими рисками адаптированной к требованиям РМ; подсистему управления экологическими рисками определенными в теории экологической безопасности; подсистему интеграции особенностей стратегического экологического анализа в единую систему управления экологическими рисками адаптированной к требованиям РМ.

Рассматриваемый в статье подход позволяет системно исследовать все возможные схемы при планировании алгоритмов исследования экологических рисков, которые вытекают из закономерностей строения (морфологии), системных связей, закономерностей, тем самым учитывая все возможные варианты, что позволяет внедрять и реализовывать перспективные решения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА, СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ, СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, АСПЕКТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

АВТОР:

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.

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.

АВТОР:

Зюзюн Вадим Ігорович, Національний транспортний університет, асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: vadim1489_@ukr.net, тел. +38044-288-51-00, Україна, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Нікітченко Ю.С., кандидат технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, кафедра екологічного менеджменту та підприємництва, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

Nikitchenko Yu. S., Ph.D., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Department of Environmental Management and Entrepreneurship, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.74
UDC 621.74

ZASTOSOWANIE TECHNIKI MALOWANIA PROSZKOWEGO W PRZEMYŚLE

LATAŁA Dawid, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОРОШКОВОГО ПОКРИТТЯ В ПРОМИСЛОВOSTІ

ЛАТАЛА Давід, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

APPLICATION OF POWDER COATING TECHNIQUE IN INDUSTRY

LATAŁA Dawid, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Popularność malowania proszkowego nieustannie rośnie odnotowując coraz więcej zastosowań w produkcji wyrobów użytkowych. Malowaniu proszkowemu poddaje się elementy, które można elektrostatycznie uziemić. Są to w głównej mierze elementy stalowe, aluminiowe, metale kolorowe oraz niektóre tworzywa sztuczne. Techniki proszkowe znalazły również zastosowanie w branży meblarskiej do malowania płyt MDF, które zawierają odpowiednie dodatki elektroprzewodzące.

Malowanie farbami proszkowymi przewyższa innego rodzaju metody pod względem ekologicznym. W mniejszym stopniu oddziałuje ono na środowisko naturalne, ponieważ nie zawiera substancji rozpuszczalnikowych. Powłoka powstała w wyniku malowania proszkowego charakteryzuje się wysoką jakością pod względem mechanicznym i estetycznym w porównaniu do farb ciekłych.

HISTORIA TECHNIKI MALOWANIA PROSZKOWEGO

Początki malowania proszkowego sięgają lat 40 i 50 XX wieku, kiedy to opracowano metody natryskiwania ogniowego. Następnie zastąpiono tą technologię nanoszeniem fluidyzacyjnym. Polegało to na zanurzaniu elementów metalowych w proszku, który był wzburzonym za pomocą sprężonego powietrza. Aby osiągnąć jednolitą warstwę przedmioty były uprzednio podgrzane, dzięki czemu cząstki farby topione były na powierzchni przedmiotu tworząc zwartą i jednolitą warstwę. Metoda ta była popularna do połowy lat 60. Otrzymywana w ten sposób powłoka lakiernicza charakteryzowała się dużą grubością powłoki (od 150µm do 500µm). Wraz z upływem lat rynek wywierał wpływ na osiągnięcie cieńszych warstw – taką metodą okazało się malowanie elektrostatyczne. Metoda ta nie wymaga podgrzewania przedmiotów malowanych oraz uzyskuje się warstwę od 30µm do 120µm. Do dnia dzisiejszego jest to najbardziej rozpowszechniona i popularna metoda nanoszenia farb proszkowych [2].

Wraz z upływem lat w społeczeństwie wzrastała świadomość ekologii. Zaczęto poszukiwać farb przyjaznych środowisku. Farby proszkowe były idealną alternatywą dla farb tradycyjnych ponieważ nie wykorzystywały szkodliwych rozpuszczalników. Ekologia okazała się bardzo silnym motorem napędowym w owej branży co spowodowało bardzo dużą popularność farb proszkowych w latach 80 i 90-tych.

ISTOTA MALOWANIA PROSZKOWEGO

Malowanie proszkowe jest procesem, w którym drobno zmielone cząstki pigmentów i żywic są elektrostatycznie ładowane i następnie nasyłane na elektrycznie uziemione przedmioty. Nasyłony i naładowany proszek przylega do powierzchni przedmiotu malowanego do czasu gdy zostanie stopiony w powłokę jednorodną. Proces ten przebiega w piecu w wyniku działania podwyższonej temperatury (przeważnie w zakresie temperatur 140-220oC). Czas utwardzania jest zależny od temperatury i wynosi około 20 minut. Grubość powłoki jaką uzyskujemy poprzez malowanie proszkowe jest w zakresie 30-120µm. Powstała powłoka jest odporna na korozję, uszkodzenia mechaniczne, chemikalia oraz wysoką temperaturę. Odporność termiczna wynosi około 100oC.

Farby proszkowe są przede wszystkim ekologiczne. Nie zawierają szkodliwych rozcieńczalników, które emitują szkodliwe lotne substancje organiczne. Aplikacja farb proszkowych nie wymaga skomplikowanych systemów filtracji, wentylacji, utylizacji, bądź odzysku toksycznych odpadów, co jest nieodłącznie związane z technologią farb mokrych (ciekłych). Powietrze używane podczas procesu malowania proszkowego może być zwracane bez filtracji do lakierni. Malowanie proszkowe jest procesem bezpiecznym, który pozwala zaoszczędzić energię oraz wiele innych kosztów w porównaniu do malowania tradycyjnego.

Właściwości użytkowe oraz efekt powłoki lakierniczych zależne są w głównej mierze od rodzaju farby (proszku). Na rynku dostępne jest szeroka gama farb proszkowych. Wyróżniamy trzy podstawowe rodzaje:

- epoksydowe, dające powłokę twardą, odporną na zarysowania, uderzenia oraz na działanie czynników chemicznych. Niestety nie są odporne na działanie czynników atmosferycznych. Główne zastosowanie to malowanie elementów do użytku wewnątrz budynków (narzędzia, artykuły gospodarcze itd.),
- poliestrowo-epoksydowe, dające powłokę odporną na przegrzanie (można nimi lakierować np. elementy grzejne), mogą być stosowane do malowania przedmiotów mających bezpośredni kontakt z żywnością np. sprzętu gospodarstwa domowego,
- poliestrowe, przeznaczone do malowania przedmiotów narażonych na działanie czynników atmosferycznych i promieniowania UV (np. części rowerowe i motocyklowe, stolarka okienna i drzwiowa, elementy fasad budynków itp.).

Rozróżnić można również farby względem rodzaju naniesionej struktury powierzchni. Występują farby gładkie, strukturalne posiadające strukturę pęcherzykową oraz wiele odmian struktur dekoracyjnych imitujących np. farby młotkowe, antyczne, metalizowane. W malowaniu proszkowym farby występują w całym pałecie kolorów. Najbardziej popularną jest paleta RAL i NCS oraz wielu innych specjalistycznych odmianach. Występują one w różnych wykończeniach (połysk, pół-połysk, pół-mat, mat). Istnieją specjalistyczne farby proszkowe imitujące farby fluorescencyjne, luminescencyjne, kameleony (farby zmieniające kolor-odcień w zależności od kąta padania światła) oraz farby, które są odporne na agresywne środki chemiczne zwane – antygraffiti.



Rys. 1 Przykładowe zdjęcia próbek wykonanych metodą malowania proszkowego

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI PRZED PROCESEM MALOWANIA PROSZKOWEGO

Pierwszym i najważniejszym etapem każdego malowania jest właściwe przygotowanie elementów do malowania. Ten etap ma decydujące znaczenie dla prawidłowej jakości powłoki lakierniczej. Dla prawidłowości procesu malowania należy zapewnić odpowiedni proces przygotowania powierzchni, który może składać się z takich procesów technologicznych jak: piaskowanie, śrutowanie, odfuszczenie, przygotowanie poprzez kąpiele chemiczne. Powierzchnia przed malowaniem powinna być wolna od różnego rodzaju zanieczyszczeń, rdzy, pyłów oraz tłuszczu.

Najczęściej spotykaną metodą przygotowywania powierzchni jest metoda kąpeli chemicznych. Przeważnie składa się ona z szeregu komór natryskowych lub wanien, gdzie stosuje się odpowiednie środki myjące, w głównej mierze alkaliczne. Kąpiele oraz natryski mają za zadanie oczyścić, odtłuścić oraz nałożyć odpowiednie powłoki konserwacyjne. Systemy natryskowe pozwalają na odpowiednie przygotowanie powierzchni przedmiotów o szerokiej gamie gabarytów. W zależności od rodzaju materiału, który będzie malowany stosuje się określony proces chemiczny. Na przedmioty wykonane z stali najczęściej stosowane jest fosforowanie żelazowe, jak również fosforowanie cynkowe, które w głównej mierze jest stosowane do podłoży już ocynkowanych. Do podłoży wykonanych z aluminium stosuje się powłoki chromianowe. Większość tych procesów przebiega w temperaturach otoczenia lub lekko wyższych (20-50°C) [1,3].

Obróbka strumieniowo ścierna jest równie popularną metodą przygotowania powierzchni. Proces ten polega na oczyszczeniu powierzchni strumieniem sprężonego powietrza z dodatkiem m. in. śrutu lub piasku kwarcowego. Powietrze sprężone napędza w ruch drobne cząstki ścierniwa w kierunku elementu czyszczonego powodując uderzenia, które mają za zadanie wyczyścić materiał i przygotowywać powierzchnię pod warstwę lakierniczą. Przewagą tej metody jest dokładność oczyszczenia miejscach trudno

dostępnych oraz łatwość czyszczenia zanieczyszczeń nieorganicznych takich jak zendra hutnicza, rdza, różnego rodzaju tlenki, które powstają podczas spawania lub cięcia materiału. Przewagą czyszczenia strumieniowo ściernego jest to, że idealnie nadaje się do usuwania zanieczyszczeń mineralnych i syntetycznych np. starych powłok lakierniczych.

ZASTOSOWANIE MALOWANIA PROSZKOWEGO

Malowanie proszkowe znalazło bardzo szerokie zastosowanie. Jest wykorzystywane do wielu typów części oraz gotowych produktów, wliczając w to meble ogrodowe, sprzęt kempingowy, regały sklepowe i magazynowe oraz meble warsztatowe. Dla malowania proszkowego jednym z największych rynków zbytu jest przemysł gospodarstwa domowego. Termoutwardzalne farby proszkowe pozwalają osiągnąć cienkie i równomierne powłoki, które są odporne na odpryski, obtłuczenia, dlatego mają zastosowanie w sprzęcie AGD. Dobrym przykładem malowania proszkowego w sprzęcie gospodarstwa domowego są: lodówki, zamrażalki, kuchenki, zmywarki, pralki oraz klimatyzatory.

W branży budowlano-architektonicznej malowanie proszkowe znalazło grono zwolenników ze względu na odporność powłoki oraz na możliwość stosowania szerokiej gamy kolorów oraz efektów specjalnych. Wykorzystywane są do malowania profili aluminiowych, z który tworzone są elementy elewacji zewnętrznej i fasady. Również zastosowanie znajduje w malowaniu profili okiennych, z których produkuje się stolarkę okienną, bądź witryny sklepowe. W budownictwie malowanie proszkowe jest wykorzystywane do malowania barier i słupków odgradzających, elementów małej architektury oraz znaków drogowych. Obecnie farby proszkowe są też wykorzystywane do malowania słupów oświetleniowych, gdzie bardzo dobrym przykładem jest firma Elektromontaż Rzeszów S.A., która maluje swoje słupy stalowe i aluminiowe metodą proszkową [5].



Rys.2. Zdjęcia z lakierni proszkowej w firmie Elektromontaż Rzeszów S.A.

Malowanie proszkowe znalazło również szerokie zastosowanie w ogrodnictwie oraz rolnictwie. Wykorzystywane jest do malowania architektury ogrodowej: ławki, stoliki, parasole, huśtawki itp. W rolnictwie stosowane jest najczęściej do malowania różnego rodzaju sprzętu, narzędzi oraz osprzętu ciągników rolniczych np. pług, rozsiewacz, glebogryzarki itp.

Dzięki swoim właściwościom i odporności na uderzenia farby proszkowe stosuje się również do malowania sprzętu treningowego. Najczęściej malowane są różnego rodzaju atlasy, rowerki treningowe bieżnie itd. Producenci rowerów również preferują malowanie proszkowe, dzięki szybkości i powtarzalności oraz właściwościom użytkowych przedmiotu po malowaniu. Malowane są ramy rowerów, ale również osprzęt: kierownice, sztyce, widełki, amortyzatory, obręcze kół.

Ilość zastosowań malowania proszkowego stale rośnie. Oprócz malowania elementów stalowych malowanie proszkowe znajduje zastosowanie w malowaniu elementów z tworzyw sztucznych oraz specjalnych płyt MDF, które zawierają odpowiednie dodatki elektroprzewodzące.

Malowanie proszkowe w branży motoryzacyjnej

Malowanie proszkowe znalazło również zastosowanie w branży motoryzacyjnej. Wykorzystywane jest do malowania m.in. felg stalowych i aluminiowych oraz kołpaków. Malowanie proszkowe w porównaniu do tradycyjnych metod cechuje większa trwałość oraz odporność, która w przypadku malowania felg oraz kołpaków jest wymagana. Elementy te są szczególnie narażone na różnego rodzaju uszkodzenia m.in. mechaniczne oraz działanie warunków atmosferycznych i chemicznych (sól w okresie

zimowym). Warunków tych nie da się uniknąć ani ograniczyć, więc jedynym rozwiązaniem jest zwiększanie wytrzymałości powłok lakierniczych, na co pozwala malowanie proszkowe. Producenci samochodów współpracują z producentami farb proszkowych nad ciągłym rozwojem technologii w celu zwiększania odporności powłok lakierniczych malowanych elementów. W głównej mierze dotyczy to felg, kołpaków, listew ozdobnych, klamek oraz lusterek bocznych. Oprócz tych elementów malowane są elementy zderzaków oraz różnego rodzaju osłon. Ze względu na zwiększoną odporność, malowane są chłodnice, komponenty silnika i poduszek powietrznych, haki holownicze oraz przyczepy.

Niektórzy producenci samochodów stosują malowanie proszkowe do malowania karoserii pojazdów. Koncern BMW stosuje malowanie proszkowe do nanoszenia warstwy transparentnej (bezbabarnej) na wcześniej pomalowane elementy w celu osiągnięcia trwałej powłoki wierzchniej. Zastosowanie tego rozwiązania daje zwiększenie odporności i trwałości powłoki lakierniczej w stopniu wyższym niż w przypadku tradycyjnego malowania. Innym zastosowaniem może być kompleksowe malowanie karoserii. Tego typu rozwiązanie obniża koszty produkcji oraz zwiększa wydajność procesu malowania. Aby uzyskać zamierzoną powłokę w porównaniu do tradycyjnych metod używa się dwukrotnie mniejszej warstwy farby. Dodatkowym plusem malowania proszkowego w branży motoryzacyjnej jest aspekt ekologiczny [4].



Rys.3. Przykłady malowania proszkowego w branży motoryzacyjnej

PODSUMOWANIE

Technologia malowania proszkowego coraz silniej wkracza w branżę malarską, jak i w nasze życie codzienne. Głównie ze względu na wysoką efektywność oraz aspekt ekologiczny związany z eliminacją rozpuszczalników w porównaniu do malowania tradycyjnego. Ekologia jest nierozwieralnie powiązana z innowacyjnością. Nowoczesnością malowania proszkowego jest jego proces aplikacji oraz utwardzania, a także właściwości powłok proszkowych, które charakteryzują się niepowtarzalną trwałością i odpornością na czynniki zewnętrzne.

Metoda ta jest idealną alternatywą dla malowania tradycyjnego. Wiele przedsiębiorstw boryka się z problemem malowania, ponieważ proces ten jest często czasochłonny i dla przedsiębiorstwa staje się tzw. wąskim gardłem. Dodatkowo elementy malowane farbami tradycyjnymi wymagają odpowiedniego pola odkładczego w celu wyschnięcia oraz utwardzenia powłoki lakierniczej. Często ten czas wymaga nawet 72 godzin, co generuje potrzeby odpowiedniego składowania oraz wydłuża cały proces malowania. Idealną alternatywą jest malowanie proszkowe, w którym proces malowania przebiega w bardzo podobnym czasie lecz czas schnięcia jest skrócony od paru minut do maksymalnie godziny w zależności od malowanego elementu. Dzięki czemu relatywny czas procesu zostaje wielokrotnie zmniejszony.

Popularność malowania proszkowego w ostatnich latach rośnie. Wzrost ten generuje rozwój technologii, zarówno w kwestii aplikacji, składu chemicznego proszków czy też materiałów, które w przyszłości będzie można poddawać procesowi malowania proszkowego.

LITERATURA

- [1] M. Nowicka-Nowak, P. Liberski, A. Tatarek Przygotowanie zanurzeniowej powłoki cynkowej przed malowaniem, Farby i Lakiery, Listopad-Grudzień 2013, nr 6, s. 3-9, PL ISSN 1230-3321
- [2] Farby proszkowe –historia (dostęp 4.12.2015 r.) <http://www.rynekfarb.pl/>
- [3] Malowanie farbami proszkowymi od podstaw do dnia dzisiejszego (dostęp 4.12.2015r.) <http://www.tensor.com.pl/>
- [4] Malowanie proszkowe w przemyśle motoryzacyjnym (dostęp 4.12.2015r.) <http://www.lakiernia.suwalki.pl/>

Grzegorz Petka Lakierowanie Słupów Metodą Duplex, „Lakiernictwo Przemysłowe” nr 1(99)/2016 Styczeń-Luty, str. 84-87, ISSN 1508-7514

STRESZCZENIE

LATAŁA Dawid. Zastosowanie techniki malowania proszkowego w przemyśle / LATAŁA Dawid // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przywołano historię techniki malowania proszkowego. Kolejno przedstawiono istotę malowania oraz opisano proces przygotowania powierzchni przed malowaniem tą techniką. Właściwa część artykułu ukazuje możliwości zastosowania malowania proszkowego w różnych gałęziach przemysłu począwszy od branży budowlano-architektonicznej skończywszy na branży motoryzacyjnej.

РЕФЕРАТ

ЛАТАЛА Давід. Застосування технології порошкового покриття в промисловості / ЛАТАЛА Давід // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

В статті представлено історію технології порошкового покриття, розкрито сутність процесу і описано технологію підготовки поверхні для фарбування за допомогою цього методу. Показано можливість використання порошкових покриттів в різних галузях промисловості, зокрема в архітектурно-будівельній та автомобільній галузях.

ABSTRACT

LATALA Dawid. Application of powder coating technique in industry. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article invoked the history of technology powder coating. The next section presents the essence of painting and describes the process of preparing the surface for painting using this technique. The relevant part of the article shows the possibility of using powder coating in a variety of industries ranging from construction- architectural industry, ending with the automotive industry.

AUTORZY:

LATALA Dawid, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Absolwent Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛАТАЛА Давід, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Випускник факультету Машинобудування і Авіації, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

LATALA Dawid, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Graduate of Department of Mechanical Engineering and Aviation, 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.

Бойченко С. В., доктор технічних наук, професор, Національний Авіаційний Університет, завідувач кафедри екології, 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.

Boichenko S.V. Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Head of the Department of Ecology, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113.004
UDC 629.113.004

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТРУКТУР ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Ковальов М.Ф., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сопочко Ю.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

INFORMATION SUPPORT OF PRODUCTION STRUCTURES VEHICLE PARTS RECONSTRUCTION

Levkivskiy O.P., Doctor of technical science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Kovalov M.F., Doctoral candidate of technical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sopotsko Y.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТРУКТУР ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Левковский А.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Ковалев М.Ф., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сопочко Ю.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Проблеми, що мають місце при формуванні виробничих структур відновлення автомобільних деталей, у значній мірі обумовлені застарілими науково-методичними розробками управління проектами відновлення деталей та технології відновлення, застарілою методологією щодо спеціалізації виробничих структур відновлення деталей. Багаторічний досвід свідчить, що існуюча система відновлення деталей є дуже недосконалою через високу трудомісткість та низький рівень якості.

За сучасних економічних умов відновлювальні технології авторемонтного виробництва набувають нового підходу. Теоретичною базою якого є інформатизація ремонтного виробництва [1, 2] та формування гнучких виробничих структур, які дозволяють відновлювати деталі різної номенклатури.

Метою дослідження є визначення напрямків інформаційного забезпечення виробничих процесів авторемонтного виробництва з використанням гнучких систем відновлення деталей різної номенклатури.

Передумови інформаційного забезпечення. В основу інформаційного забезпечення виробничих процесів відновлення автомобільних деталей покладено морфологічний аналіз способів відновлення [3], який ґрунтується на тісному переплетінні технічних, економічних і організаційних показників, причому зміна одних спричиняє зміну інших.

Першим етапом морфологічного аналізу є систематизація і класифікація сучасних способів відновлення деталей. Це необхідно для групування численних технологічних процесів відновлення деталей по загальних ознаках і виявленню цілісної картини існуючих способів відновлення.

При наявності загальної класифікації значно полегшується подальша оцінка способів відновлення за техніко-економічними показниками.

За допомогою економічних показників можливо порівняти різні технічні й організаційні параметри і вибрати найбільш перспективні і оптимальні з них.

Можливі різні класифікації способів відновлення. В даному дослідженні в основу класифікації покладено принцип групування способів по сутності фізичного процесу, що протікає при відновленні.

Наприклад, способи пластичного деформування засновані на здатності деталей змінювати форму і розміри без руйнування шляхом перерозподілу металу під тиском. Способи наплавлення: в середовищі захисного газу, в середовищі водяної пари, під шаром флюсу й інші, поєднуються

процесом плавлення і переносу металу. Електролітичні способи: хромування, залізнення, нікелювання та інші засновані на явищі електролітичного осадження металу і т.д.

У кожній класифікаційній групі (пластичне деформування, електродугове наплавлення, нанесення газотермічних покриттів і т.д.) зосереджуються способи відновлення, що здійснюються в основному з використанням однорідного устаткування, пристосувань, інструмента тощо. У свою чергу, способи можуть мати два або більше різновидів. Сучасне авторемонтне виробництво налічує понад 130 технологій [3] відновлення автомобільних деталей.

Для порівняльної оцінки способів узагальнено статистичний матеріал з літературних джерел та практичного досвіду. Обробка цього матеріалу дозволила установити по різних способах, які фізико-хімічні процеси лежать в основі цього способу, якими законами обумовлені процеси, які параметри необхідно одержати і які фактори визначають той чи інший параметр; переваги і недоліки способу та його застосовність до номенклатури відновлюємих деталей.

Формування гнучких виробничих структур відновлення автомобільних деталей. До найважливіших методів розгляду стратегій інформаційного забезпечення гнучких виробничих структур відновлення деталей належить системний підхід, направлений на комплексне упорядкування елементів виробничих процесів і формування оптимальних взаємозв'язків між ними для реалізації процесів ціледосягнення (надійності відновлених деталей, економічності та екологічності технологічного процесу) з максимальною системною ефективністю [4, 5].

При цьому проведення організаційних процедур по формуванню виробничих структур відновлення деталей дозволяє ставити нові задачі, а постановка цих задач, в свою чергу, вказує напрямки удосконалення або реорганізації виробничих структур і обумовлює вибір необхідних засобів для розробки відповідних моделей та схем системного аналізу.

Процеси, що забезпечують системну ефективність відновлення деталей визначаються складом та структурою цілей які формуються з врахуванням технологічних та організаційних зв'язків з зовнішнім середовищем. Цільовий рівень $Ц_c$, що підлягає розгляду, можна представити у вигляді:

$$Ц_c = Ц_{jk} (H_{jk}, E_{jk}, G_{jk}); j = 1, 2, \dots, J; k = 1, 2, \dots, K, \quad (1)$$

де H_{jk} – локальні цілі, що пов'язані із забезпеченням надійності відновлених деталей;

E_{jk} – локальні цілі, що забезпечують економічність відновлення деталей;

G_{jk} – локальні цілі, що визначають вплив технологічного процесу на довкілля.

Практично усі параметри системних цілей є відображенням виробничо-технологічних процесів, які функціонують при відновленні деталей. Параметри техніко-економічних та екологічних цілей, на якому б рівні вони не розглядались, можуть бути реалізовані тільки шляхом їх втілення у відповідних технологічних процесах. З іншого боку, кожний реально функціонуючий технологічний процес у відповідній мірі впливає на фактичні значення техніко-економічних та екологічних показників виробничої системи відновлення деталей.

Виходячи з цього, проблема забезпечення цілеспрямованості процесів відновлення деталей безпосередньо пов'язана з іншою проблемою – забезпеченням єдності цих процесів на єдиній системно-методичній основі.

Для змістовної постановки задач цілеспрямування та ціледосягнення виробничо-технологічних структур відновлення деталей необхідно виділити технологічні процеси основного і допоміжного виробництва. У даному випадку, технологічні процеси відновлення деталей відносяться до основного виробництва, а технологічні процеси, які забезпечують підготовку деталей до відновлення, відносяться до допоміжного виробництва.

Функціонування технологічних процесів основного та допоміжного виробництва може бути представлено відповідною множиною показників, що їх характеризують, наприклад: продуктивністю технологічного процесу, питомими витратами енергетичних ресурсів, обладнання тощо. З позицій системного аналізу, організаційний рівень виробничого процесу відновлення деталей $П_е$ можна представити у вигляді моделі, що розвивається:

$$П_е = П_е (П_1, П_2, \dots, П_i), \quad (2)$$

де $П_1, П_2, \dots, П_i$ – відповідні показники, що характеризують процеси розвитку та функціонування основного і допоміжного виробництва.

Використання трудових, матеріальних, енергетичних ресурсів, вплив на довкілля в результаті виробничої діяльності, забезпечення показників надійності відновлених деталей характеризують структурний (ресурсний) рівень організації та функціонування технологічних процесів. На цьому рівні формуються взаємозв'язки основного та допоміжного виробництва на основі критеріїв системної ефективності $S_c = S_c(S_H, S_E, S_G)$, які визначаються шляхом мінімізації (максимізації) локальних цілей (структур).

Критерій забезпечення системної ефективності технологічних процесів відновлення деталей формується на основі максимізації рівня надійності відновлених деталей $H_{jk} \rightarrow \max$, мінімізації витрат на відновлення $E_{jk} \rightarrow \min$ та шкідливого впливу технологічного процесу на довкілля $G_{jk} \rightarrow \min$ і може бути представлений за допомогою виразу:

$$S_c = \max H_{jk} \wedge \min E_{jk} \wedge \min G_{jk} \quad (3)$$

На основі оптимальних системних критеріїв формується множина задач, які виступають у вигляді деяких конструктивних рішень, наприклад:

- створення виробничого потенціалу, який забезпечує якісний рівень організації процесів відновлення деталей та використання трудових, матеріальних, енергетичних і фінансових ресурсів ремонтного виробництва;

- розробка і реалізація комплексних цільових програм розвитку виробничо-технологічного потенціалу ремонтних структур, незалежно від форм власності;

- розробка і реалізація економічних і фінансових механізмів, які забезпечили б ефективне функціонування і розвиток ремонтного виробництва.

Вказані проблеми можна вирішити за рахунок: узгоджень інформаційних уявлень про деталі, що підлягають відновленню і технологічні процеси їх відновлення; організації активного обміну узгодженою інформацією про номенклатуру деталей і технологією їх відновлення між діловими партнерами; вичерпного аналізу всіх чинників, що впливають на конкурентоспроможність відновлених деталей в сучасному уявленні. В даному дослідженні всі ці підходи об'єднані в рамках концепції CALS (Continuous Acquisition and Life-Cycle Support — підтримка життєвого циклу виробів).

Висновки. Виходячи із актуальності проблеми формування виробничих структур відновлення деталей, викладений підхід інформаційного забезпечення передбачає прийняття управлінських рішень з максимальним охопленням всіх взаємозв'язків технологічних процесів відновлення деталей та дослідження наслідків тієї чи іншої альтернативи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дмитриченко М. Ф. Формування технологічного потенціалу авторемонтного виробництва / М.Ф.Дмитриченко, О.П.Левківський // Вісник Національного транспортного університету. – Вип. 27. – К.: НТУ, 2013. – С. 3–8.
2. Дудукалов Ю.В. Принципи формування систем інформаційного забезпечення виробничих процесів ремонтних підприємств / Ю.В.Дудукалов, О.С.Полянський //Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2014. Вип. 2 (24) С. 44 - 49
3. Левковець П.Р. Управління проектами виробництва і технічної експлуатації автотранспортних засобів / П.Р.Левковець, О.П.Левківський // Монографія. – К.: НТУ, 2006 – 142 с.
4. Левківський О.П. Оптимізація організаційних форм автосервісних та авторемонтних виробничих структур / О.П.Левківський, О.О.Туриця //Вісник Національного транспортного університету: Науково-технічний збірник. – К.: НТУ. – 2009. – Вип. 19, частина 1. – С. 106 – 108.
5. Левківський О.П. Системні принципи формування гнучких виробничих систем ремонту та технічного обслуговування автотранспортних засобів / О.П.Левківський, О.О.Туриця // Вісн. Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля: Науковий журнал. – Луганськ, 2009. – №11 (141). – С. 27 – 30.

REFERENCES

1. Dmitrichenko M.F. Formuvannya tekhnologichnogo potentsialu avtoremontnogo vyrobnytsva / M. Dmitrichenko, O. Levkivskiy // Visnyk NTU – 2013. – Vol. 27 – P. 3 – 8. (Ukr)
2. Dudukalov Yu.V. Pryntsypy formuvanya system informatsiynogo zabezpechennya vyrobnychikh protsesiv remontnykh pidpryyemstv / Yu. Dudukalov, O. Polyanskyi // Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademii Natsionalnoi gvardii Ukrainy. 2014. Vol. 2 (24) P. 44 – 49 (Ukr)

3. Levkovets P.R. Upravlinnya proektamy vyrobnytstva I tekhnichoi ekspluatatsii avtotransportnykh zasobiv / P. Levkovets, O. Levkivskiy // Monografiya. – K.: NTU, 2006 – 142 p. (Ukr)
4. Levkivskiy O.P. The Optimization of the organizing forms service and repair production structures / O. Levkivskiy, O. Turitcya // Visnyk NTU – 2009. – Vol. 19 – P. 106 – 108. (Ukr)
5. Levkivskiy O.P. System principles of the shaping flexible production systems of the repair and technical maintenance cars / O. Levkivskiy, O. Turitcya // Visn. Skhidnoukr. nats. un-tu im. V.Dalya. – Lugansk, 2009. – №11 (141). – P. 27 – 30. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Левківський О.П. Інформаційне забезпечення виробничих структур відновлення автомобільних деталей. / О.П.Левківський, М.Ф.Ковальов, Ю.О.Сопочко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

На основі проведеного аналізу стану сучасного авторемонтного виробництва обґрунтовані фактори інформаційного забезпечення виробничих структур відновлення автомобільних деталей і формування гнучкого авторемонтного виробництва.

Об’єкт дослідження – авторемонтні виробничі структури.

Мета роботи – визначення напрямків інформаційного забезпечення виробничих процесів авторемонтного виробництва з використанням гнучких систем відновлення деталей різної номенклатури.

Методи дослідження – системне проектування та об’єктно-орієнтоване управління.

Результати статті можуть бути використанні при розробці організаційно-технічної структури авторемонтних підприємств.

Прогнозні припущення щодо подальших досліджень – пошук оптимальної виробничої структури авторемонтного виробництва з максимальним охопленням всіх взаємозв’язків технологічних процесів відновлення деталей та дослідження наслідків тієї чи іншої альтернативи

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ; ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ; АВТОРЕМОНТНІ ПІДПРИЄМСТВА; РЕМОНТ.

ABSTRACT

Levkivskiy O.P. Information support of production structures vehicle parts reconstruction. / O. Levkivskiy, M. Kovalov, Y. Sopotsko // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

Based on the analysis of modern automotive production factors state justified information ensure factors of production structures vehicle parts reconstruction and formation flexible automotive repair production.

The object of study - vehicle repair production structures.

Purpose - to identify areas of production processes information support of automotive manufacturing using flexible system of different nomenclature details.

Research Methods - system design and object-oriented control.

The results of the article can be used in the development of organizational and technical structure of the automobile repair business.

Forward-looking assumptions regarding future research - find the optimal production structure of automotive production with a maximum coverage of all the relationships processes of details and study the consequences of one or the other alternative.

KEYWORDS: INFORMATION TECHNOLOGY; REPAIR PARTS; AUTOMOBILE REPAIR BUSINESSES; REPAIR.

РЕФЕРАТ

Левковский А.П. Информационное обеспечение производственных структур восстановления автомобильных деталей. / А.П. Левковский, М.Ф. Ковалев, Ю.А. Сопочко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

На основе проведенного анализа состояния современного авторемонтного производства обоснованы факторы информационного обеспечения производственных структур восстановления автомобильных деталей и формирование гибкого авторемонтного производства.

Объект исследования – авторемонтные производственные структуры.

Цель работы – определение направлений информационного обеспечения производственных процессов авторемонтного производства с использованием гибких систем восстановления деталей разной номенклатуры.

Методы исследования – системное проектирование и объектно-ориентировано управление.

Результаты статьи могут быть использованы при разработке организационно-технической структуры авторемонтных предприятий.

Прогнозные предположения относительно дальнейших исследований – поиск оптимальной производственной структуры авторемонтного производства с максимальным охватом всех взаимосвязей технологических процессов восстановления деталей и исследование следствий той или другой альтернативы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ; ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ; АВТОРЕМОНТНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ; РЕМОНТ.

АВТОРИ:

Левківський Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: levkovskyy@ukr.net, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 103.

Ковальов Михайло Францевич, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 103.

Сопощко Юрій Олександрович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 102.

AUTHORS:

Levkivskiy Oleksandr Petrovych, Doctor of technical science, professor, National Transport University, Head of the manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: levkovskyy@ukr.net, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 103.

Kovalov Mihaiylo Frantsevich, Doctoral candidate of technical sciences, National Transport University, professor of the manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: material@ntu.edu.ua, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 103.

Sopotsko Yuriy Oleksandrovych, National Transport University, Senior lecturer of manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: material@ntu.edu.ua, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, Suvorov 1, r. 102.

АВТОРЫ:

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.

Ковалев Михаил Францевич, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 103.

Сопощко Юрий Александрович, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 102.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Войтюк В. Д., доктор технічних наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту, Київ, Україна.

Сахно В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Voytuk V. D, Doctor of Technical Science, professor, National University of life and environmental sciences of Ukraine, Head of the technical service and engineering management department, Kyiv, Ukraine.

Sakhno V. P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113
UDC 629.113

PROBLEMY TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE DWUPALIOWEGO SILNIKA
O ZAPŁONIE ISKROWYM ZASILANEGO BENZYNĄ I ETANOLEM

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
KONIECZNY Dariusz, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ БІПАЛИВНОГО ДВИГУНА З ІСКРОВИМ
ЗАПАЛЮВАННЯМ ПРИ ЖИВЛЕННІ БЕНЗИНОМ ТА ЕТАНОЛОМ

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
КОНЄЧНИ Даріуш, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

TECHNICAL AND OPERATING PROBLEMS OF BI-FUEL SPARK-IGNITION ENGINE
FUELED WITH PETROL AND ETHANOL

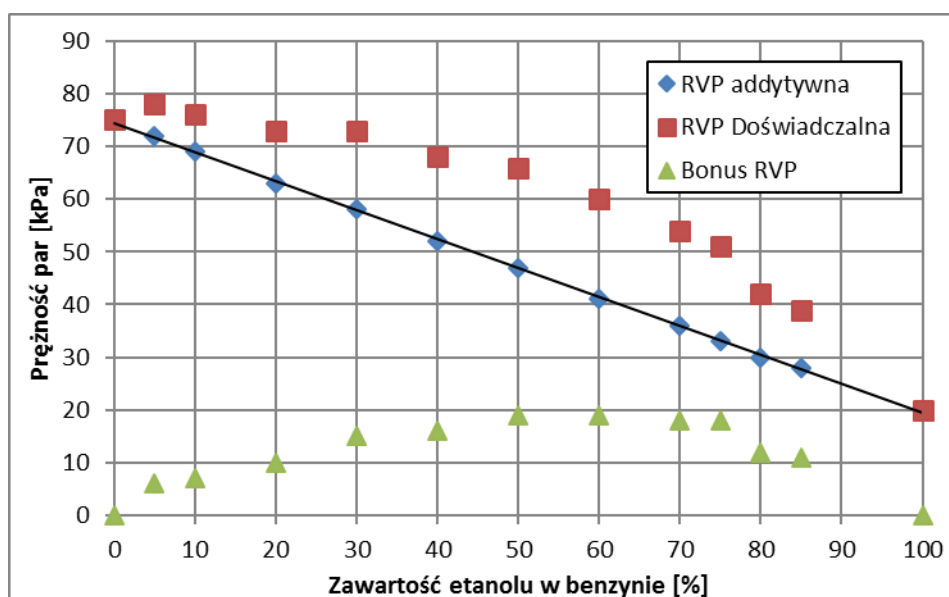
LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
KONIECZNY Dariusz, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Paliwa alternatywne w wyniku rosnących cen ropy naftowej i kurczących się zasobów tego surowca, zyskują coraz większe znaczenie ekologiczne. Jednym z paliw alternatywnych jest etanol który można wykorzystać do zasilania pojazdów w różnych proporcjach. Zastosowanie paliwa z udziałem do 10% etanolu nie wymaga żadnych zmian konstrukcyjnych układu paliwowego. W celu stosowania paliw zawierających więcej niż 20% etanolu, wymagane są zmiany w układzie paliwowym i jednostce sterującej pracą silnika.

PROBLEMY MIESZANIA PALIW BENZYNOWYCH Z ETANOLEM

W Polsce występuje powszechnie paliwo E10 z 10% dodatkiem bioetanolu który stosuje się od 2013 roku zgodnie z normą PN-EN-228-2013 i obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 09.12.2008r. dotyczącego wymagań dla paliw ciekłych. Z badań nad mieszaninami benzyny i etanolu wynika, iż właściwościami fizykochemicznymi najtrudniejszymi do przewidzenia są: prężność par i liczba oktanowa. W trakcie tych badań zostało zaobserwowane występowanie pożądanych jak i negatywnych zmian wyżej wymienionych parametrów mieszaniny benzynowo-etylowej nieaddytywnych do udziałów [1,5].

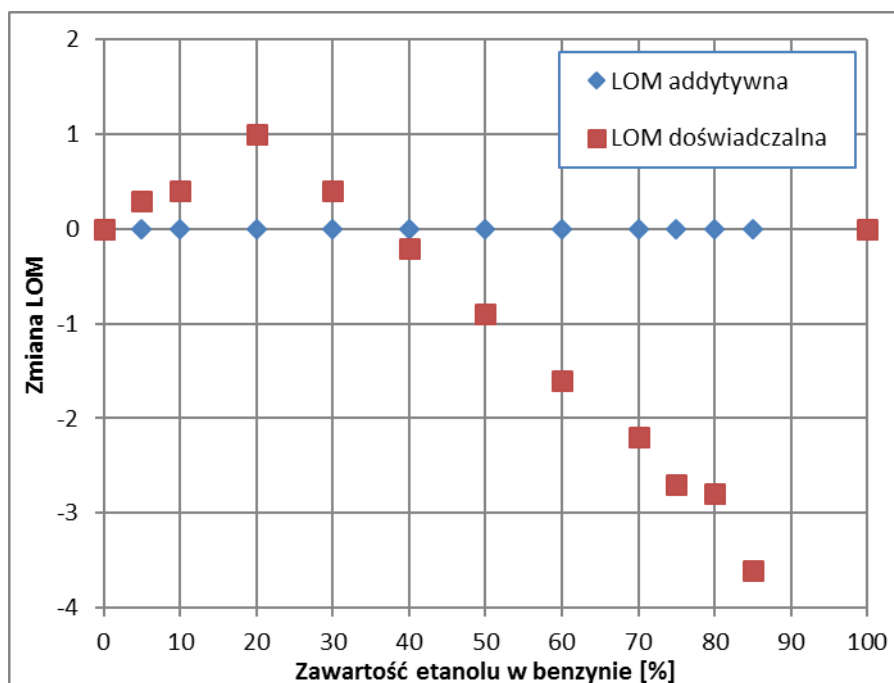


Rys. 1. Zmiana prężności par paliwa w zależności od udziału etanolu w benzynie z ETBE [1]

Jednym z parametrów, które ulegają nieaddytywnej zmianie jest prężność par. Parametr ten decyduje o możliwości uruchomienia silnika i uzyskania jego stabilnej pracy. Ma również wpływ na spełnienie norm emisyjnych. Badania wskazują, że prężność par paliwa E85 jest ściśle powiązana z zawartością etanolu w benzynie silnikowej. Rynkowa analiza danych pokazała, że w odniesieniu do warunków zimowych, niezbędne może być stosowanie systemów ogrzewania lub zastosowanie paliwa o wyższych wartościach prężności par. W przypadku paliw letnich należało uwzględnić nieoczekiwane ryzyko wystąpienia temperatury poniżej 0°C w okresie letnim w niektórych regionach i dostosować prężność par do tych warunków [2].

Etanol jako komponent cechuje się niską wartością prężności par, lecz po dodaniu go w ilości 5% do benzyny silnikowej, następuje nieaddytywny przyrost tego parametru rys. 1. Wyżej opisany efekt charakteryzuje się nieliniowym dodatnim przyrostem prężności par mieszaniny [1].

Kolejnym efektem trudnym do przewidzenia jest zmiana liczby oktanowej. Liczba oktanowa jest jednym z najważniejszych parametrów paliw stosowanych do zasilania silników spalinyowych o zapłonie iskrowym. Liczba ta decyduje o odporności paliwa na spalanie stukowe. Im wyższa wartość liczby oktanowej, tym paliwo jest bardziej odporne na ten efekt i można zwiększać kąt wyprzedzenia zapłonu, co skutkuje wzrostem mocy silnika [2]. Zmiana wartości liczby oktanowej ma również charakter nieliniowy przyjmując wartość dodatnią dla mieszaniny z przewagą benzyny i ujemny przy większych udziałach metanolu. Zmiany liczby oktanowej motorowej w mieszaninie etanowo-benzynowej przedstawiono na rys. 2 [1].



Rys.2. Zmiana liczby oktanowej paliwa w zależności od udziału etanolu w benzynie z ETBE [1]

Aby biopaliwo składające się z mieszaniny etylowo-benzynowej mogło być stosowane do zasilania silników samochodowych musi spełnić szereg wymagań jakościowych. Pomimo pozornie prostej technologii produkcji tego paliwa, polegającej na zmieszaniu dwóch komponentów w odpowiednich proporcjach, w praktyce mogą wystąpić znaczne kłopoty z uzyskaniem wymaganej jakości finalnego produktu [1].

Innym problemem stosowania paliw etylowo-benzynowych jest zawartość wody, która doskonale rozpuszcza się w alkoholu etylowym. Niska zawartość wody zabezpiecza paliwo przed ryzykiem wystąpienia problemów z rozdziałem faz oraz zmniejsza skłonność części do korozji. Etanol ma właściwości higroskopijne i wchłania wodę zarówno z systemu dystrybucyjnego, jak i z otaczającego powietrza. Mieszanka etylowo-benzynowa cechuje się ograniczoną rozpuszczalnością wody w zależności od zawartości etanolu i temperatury oraz zawartości związków aromatycznych. W niesprzyjających warunkach nastąpi rozdział faz z utworzeniem dolnej fazy etanolowo-wodnej, zarówno w zbiorniku magazynowym jak i w zbiorniku pojazdu, co może powodować problemy z pracą silników. Wzrost poziomu wody w dystrybucji, może przyczyniać się do rozpuszczania zanieczyszczeń oraz kwaśnych składników, co może zwiększać skłonność do korozji materiałów konstrukcyjnych. Zawartość wody może mieć również wpływ na prężność par paliwa [2].

PROBLEMY TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE ZASILANIA SILNIKA MIESZANINĄ ETYLOWO-BENZYNOWĄ

Mieszanka etanolu z benzyną silnikową może powodować różne problemy techniczne w pracy silnika, ponieważ etanol, w niektórych kluczowych właściwościach, różni się od benzyny silnikowej. Stanowi to wyzwanie w zakresie stosowania go jako paliwa. Z badań doświadczalnych wynika, iż silniki zasilane mieszaniną zawierającą do 20% etanolu nie mają problemów z rozruchem i równomiernością pracy w dodatnich temperaturach otoczenia. Natomiast silniki zasilane paliwem zawierającym 30% etanolu wymagają wzbogacania mieszanki paliwowo-powietrznej. Zmiana ta jest wymuszana dwukrotnie niższą wartością opałową etanolu w porównaniu do benzyny, to wymusza większą ilość mieszanki jaka powinna być dostarczana dla prawidłowej pracy silnika [6].



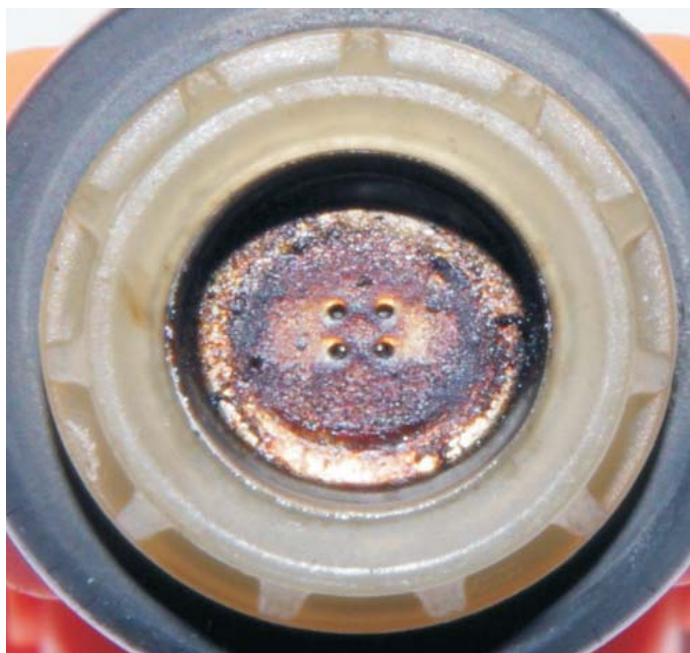
Rys.3. Osady utworzone na zaworze dolotowym [3]

Szczególnie istotne jest tworzenie osadów na zaworach dolotowych (rys. 3), w układzie dolotowym (rys.4), na końcówkach wtryskiwaczy (rys.5) i w komorach spalania (rys. 6). Osady te powodują problemy w postaci zawieszania zaworów, utrudniają rozruch silnika w niskich temperaturach, powodują korozję układu paliwowego oraz prowadzą do zatykania filtra paliwa. Są również przyczyną zwiększonego zużycia paliwa [3].

Etanol cechuje się ciepłem parowania większym niż benzyna. To wyższe ciepło parowania, przy zastosowaniu E85 powoduje lepsze chłodzenie ładunku mieszanki paliwowo-powietrznej, co umożliwia zwiększenie stopnia sprężania z jednocześnie większym kątem wyprzedzenia zapłonu. Zwiększone zapotrzebowanie paliwa na ciepło wraz z większą jego ilością w kanale dolotowym, powoduje bardzo silny efekt chłodzenia, a tym samym zwiększa gradient temperatury w głowicy, który nakładając się na naprężenia mechaniczne, zwiększone ciśnienie spalania i resztkowe naprężenia cieplne, prowadzą do pęknięć w najbardziej obciążonych strefach głowicy silnika [4].



Rys.4. Osady utworzone w układzie dolotowym [3]



Rys.5. Osady utworzone na końcówkach wtryskiwaczy [4]



Rys.6. Osady utworzone w komorze spalania [3]

Ważnym problemem są siarczany zawarte w paliwach etanolowych. Siarczany są zanieczyszczeniami pochodzącymi z procesu fermentacji bioetanolu, ale mogą również pochodzić z pewnych rodzajów inhibitorów korozji stosowanych w E85. Siarczany te rozpuszczają się w etanolu, lecz mogą ulec wytrąceniu podczas mieszania etanolu z benzyną, powodując zatykanie filtra oraz wtryskiwaczy paliwa, jak również do osadzania się na zaworach dolotowych i w komorach spalania [4]. Wiadomo, że w silnikach o zapłonie iskrowym mogą tworzyć się osady przy zastosowaniu pośredniego, jak i bezpośredniego wtrysku paliwa. Osady te powodują zwiększenie zużycia paliwa i wyższą emisję gazów spalinowych a w konsekwencji prowadzą do pogorszenia osiągnięć silnika i właściwości użytkowo- eksploatacyjnych. Dlatego producenci samochodów w Światowej Karcie Paliw (WWFC) zalecają stosowanie detergentowych dodatków do benzyny celem poprawy jej właściwości. Jednak mieszaniny paliw etanolowych tworzą unikalne wyzwania dla dodatków do paliwa. Choć paliwa zawierające duże ilości etanolu spalają się „czysto”, osady mogą się nadal tworzyć w silniku, szczególnie w kanałach dolotowych, na końcówkach wtryskiwaczy i na zaworach dolotowych. Etanol odparowuje w dużo wyższych temperaturach niż benzyna, powoduje to odpowiednio większe chłodzenie układu dolotowego oraz zaworów dolotowych. Uważa się, że temperatura zaworu odgrywa podstawową rolę w tworzeniu osadów na ich powierzchni. Ponadto klasyczne dodatki detergentowe

do benzyny mogą być trudno rozpuszczalne w paliwach zawierających etanol i prowadzić do tworzenia osadów. Także pewne związki chemiczne, które zawierają klasyczne dodatki stwarzają problemy w mieszaninach zawierających jedynie 10% (V/V) etanolu. Badania silnikowe prowadzone w INiG zgodnie z procedurą testową CEC F-20-98 wykazały, że mieszanina 10% (V/V) etanolu w standardowej benzynie wraz z niedostosowanym pakietem dodatków powoduje przyspieszone wytrącania się osadów na zaworach dolotowych (rys. 7) [4].



Rys. 7. Osady utworzone na powierzchni zaworu dolotowego z silnika zasilanego mieszaniną etyloowo-benzynową [3]

Mieszaniny etyloowo-benzynowe, w tym najbardziej popularna E85, która składa się z 70% do 85% etanolu, zawierają niewielkie ilości lub nie zawierają żadnych dodatków detergentowych. Ponadto większość istniejących dodatków do benzyny jest w niewielkim stopniu kompatybilna z E85, a także mogą być one częściowo nierozpuszczalne, wytrącając się z roztworu w formie osadu, lub osadzać na filtrze paliwa powodując jego zatkanie. Zazwyczaj osady koksowe tworzą się na końcówkach wtryskiwaczy paliwa, na zaworach dolotowych i w kanałach dolotowych silników Flexifuel, co zostało potwierdzone w badaniach prowadzonych przez INiG na stanowiskach badawczych silników spalinowych. Te osady mogą przyczyniać się do zawieszania zaworów, zwiększonego zużycia paliwa i emisji gazów spalinowych, a w konsekwencji do pogorszenia osiągnięć i właściwości użytkowo-eksploatacyjnych pojazdu samochodowych. Na rys. 8 przedstawiono osady na zaworze dolotowym w wyniku źle dobranych dodatków detergentowych [4].



Rys.8. Osady na zaworze dolotowym silnika zasilanego paliwem E85 [4]

Obecnie stosowane dodatki do benzyn nie są kompatybilne z E85, więc nie nadają się do stosowania z tym rodzajem paliwa. Również problemy z rozpuszczalnością wykluczają korzystanie z tych dodatków do benzyn w paliwie E85. Niewiele jeszcze wiadomo na temat reakcji pomiędzy różnymi mieszaninami benzyna–etanol i dodatkami w aspekcie ich skłonności do formowania osadów w silnikach FFV. Jednak za pomocą odpowiednio dobranych dodatków oraz ich ilości można ograniczyć ilość osadów, a tym samym poprawić właściwości użytkowo-eksploatacyjne przeciwdziałając wyżej wymienionym problemom [4].

PODSUMOWANIE

Etanol jako paliwo alternatywne jest już stosowany w dwóch wariantach. W pierwszej jest jako dodatek do konwencjonalnego paliwa ropopochodnego w ilości do pierwotnie jako 5 % dodatek a od 2013 roku jego zawartość w paliwie bazowym nie może przekraczać 10%.

Jak wykazują badania, paliwem tym można zasilać silniki bez jakiegokolwiek ingerencji w ich konstrukcję nawet do 20% udziału.

Stosowanie E85, która zawiera od 70% do 85% etanolu wymaga szeregu zmian konstrukcyjnych silnika, niezbędnych do dostosowania paliwa o znacznie innych właściwościach fizyko-chemicznych.

Ważnym aspektem jest higroskopijność alkoholu etylowego, który dzięki tej właściwości może chłonać wodę z powietrza w systemie dystrybucyjnym jak i w zbiorniku paliwa pojazdu

Największymi wyzwaniem z jakimi spotykamy się stosując paliwa etylowe są osady które gromadzą się na końcówkach wtryskiwaczy, kanałach dolotowych oraz na zaworach i w samej komorze spalania. Problemy te można usunąć stosując odpowiednie dodatki detergentowe. Wybór dodatku o niewłaściwym składzie chemicznym może prowadzić do podobnych problemów, jeśli dodatek nie jest całkowicie rozpuszczalny w paliwie.

LITERATURA

[1] Rogowska D.: Problem nieadytywnych efektów mieszania dla parametru „prężność par” w trakcie blendingu biopaliwa E85. Nafta-gaz 2010

[2] Pałuchowska M., Jakóbiec J.: Wybór parametrów jakościowych do specyfikacji technicznej paliwa etanol (E85) stosowanego do zasilania silników samochodów FFV. Zeszyty naukowe instytutu pojazdów 1(87)/2012

[3] Stępień Z.: Multidirectional investigations of high-ethanol fuels on deposit formation in spark ignition engines. Combustion Engines 3/2015

[4] Pałuchowska M.: The prospects for the use of ethanol as a fuel component and its potential in the reduction of exhaust emissions. Combustion Engines 3/2014

[5] Zastempowski M., Kaszkowiak J., Borowski S., Bochat A., Świeca A.: Wpływ zastosowania paliwa z dodatkiem alkoholu na efektywność pracy silników spalinowych. Logistyka 2/2012

[6] Biernat K., Jeziorkowski A.: Problemy zasilania współczesnych silników spalinowych wybranymi biopaliwami. Studia Ecologiae et Bioethicae 6/2008

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Problemy techniczno-eksploatacyjne dwupaliwowego silnika o zapłonie iskrowym zasilanego benzyną i etanolem / LEJDA Kazimierz, BALAWENDER Krzysztof, KONIECZNY Dariusz // Wiśnik Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono najważniejsze problemy związane z uzyskaniem wymaganych parametrów paliwa alternatywnego jakim jest etanol lub mieszanina paliw kopalnych z etanolem. Przedstawiono najistotniejsze problemy z jakimi związane jest zasilanie silnika mieszaninami benzynowo-etylowymi.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Техніко-експлуатаційні проблеми біпаливного двигуна з іскровим запалюванням при живленні бензином та етанолом / ЛЕЙДА Казімеж, БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, КОНЄЧНИ Даріуш // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлені найважливіші проблеми, пов'язані з отриманням необхідних параметрів альтернативних палив, яким є етанол або суміш традиційних палив з етанолом. Охарактеризовано найсуттєвіші питання щодо живлення двигуна бензино-етиловими сумішами.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz, BALAWENDER Krzysztof, KONIECZNY Dariusz. Technical and operating problems of bi-fuel spark-ignition engine fueled with petrol and ethanol. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the most important problems associated with obtaining the required parameters which alternative fuel is ethanol or a mixture of fossil fuels with ethanol. It has been shown the most important problems which is related to the motor power supply mixtures of ethyl gasoline.

AUTORZY:

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

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

KONIECZNY Dariusz, Mgr 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.: +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

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

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

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

Бойченко С.В., доктор технічних наук, професор, Національний Авіаційний Університет, завідувач кафедри екології, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

Boichenko S.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Head of the Department of Ecology, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.06
UDC 629.06

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ АКУМУЛЯТОРІВ
ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Лук'янченко О. Ю., кандидат технічних наук, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Лук'янченко Ю. О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

METHODOLOGICAL ASPECTS OF HEAT ACCUMULATORS' USING
FOR THERMAL PREPARATION OF VEHICLE ENGINES

Lukyanchenko O. Y., Ph.D., Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Lukyanchenko Y. O., postgraduate, National Transport University, Kyiv, Ukraine

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ
ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ АВТОМОБІЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Лукьянченко А.Ю., кандидат технических наук, Черкасский государственный технологический университет, Черкасы, Украина

Лукьянченко Ю.А., аспирант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. На сучасному етапі одним із пріоритетних напрямків розвитку всіх галузей вітчизняної економіки є створення енергоефективних технологій, що дозволяють раціонально витратити енергетичні ресурси. Повною мірою це відноситься і до автомобільного транспорту. У зв'язку із цим найбільш раціональним підходом до вирішення питань енергоефективності, є використання, теплоти відпрацьованих газів, і охолоджувальної рідини двигуна без застосування будь-яких зовнішніх джерел енергії.

Актуальність задачі. Задача теплової підготовки автомобільного двигуна до пуску та подальшого використання для забезпечення транспортного процесу є складною та багатоплановою, дослідження якої, незважаючи на багаторічний досвід, як і раніше актуально. Це пов'язано з тим, що агрегати автомобіля (зокрема двигун) починають функціонувати після тривалої стоянки при температурі, що дорівнює температурі навколишнього середовища, а, відповідно, далекій від оптимальної. При цьому, незважаючи на той факт, що при розробці сучасних автомобільних двигунів використовуються конструкційні матеріали, які підвищують довговічність деталей двигуна, а застосування відповідних експлуатаційних матеріалів дозволяє здійснити надійний запуск навіть в умовах наднизьких температур, відсутність етапу до- або післяпускової теплової підготовки двигуна на початковій стадії використання автомобіля призводить до ряду негативних наслідків, пов'язаних із зниженням потужнісних показників, підвищеною інтенсивністю зношування, погіршенням економічності та екологічної безпеки транспортного засобу.

Аналіз досліджень і публікацій. Вирішенню зазначеної задачі присвячено багато фундаментальних праць як вітчизняних, так і закордонних вчених: Д.П. Великанова, О.С. Денисова, Г.В. Крамаренка, Р.В. Кугеля, Г.С. Лосавіо, Р. Нейдла, Л.Г. Резника, І. В. Грицука, Гутаревича Ю.Ф., Д. С. Адрова, І.О. Вашуркіна, І.О. Косенкова, Ю.А. Кулікова, В.В. Шульгіна тощо. Зокрема досліджувались негативні наслідки від роботи двигуна при неоптимальних температурах, запропоновані та впроваджені різноманітні способи та засоби безгаражного зберігання автомобілів, накопичено багатий досвід в здійсненні процесу післяпускового прогрівання двигуна, розроблені теоретичні засади та конструкції засобів утилізації (акумулювання) теплової енергії, ведуться роботи по впровадженню єдиного системного підходу та інформаційного забезпечення в процесі створення та застосування теплоакумуючих пристроїв. Однак аналіз різних літературних джерел та нормативної документації свідчить про недостатній рівень єдиного термінологічного та методологічного забезпечення в процесах, що пов'язані з тепловою підготовкою двигуна. Наприклад, у літературі широко застосовуються такі терміни, як «підігрів», «прогрів», «розігрів», «обігрів», у які різні автори вкладають різний зміст. Крім того, існує кілька класифікацій технічних пристроїв, що полегшують пуск машин у зимовий період, з використанням тих же термінів. Тому дослідження аспектів теплової підготовки автомобільного двигуна, зокрема з використанням пристроїв

акумулювання теплової енергії, потрібно продовжувати в напрямку розробки єдиної теорії їх застосування.

Метою статті є визначення критеріїв та розробка підходів до створення раціональних систем теплової підготовки двигунів автотранспортних засобів із використанням принципів утилізації теплової енергії.

Результати досліджень. Температура повітря, що навіть у теплий період року суттєво нижча за оптимальну робочу температуру двигуна, негативно впливає на транспортні засоби при його міжзмінному зберіганні (в перервах між використанням за призначенням). Загальний перелік негативних наслідків, що стосуються працездатності та довговічності деталей двигуна; часових, економічних та енергетичних втрат на передпускову підготовку та прогрівання двигуна; екологічні та ергономічні фактори, фактично може бути представлений у вигляді показників, що характеризують якість міжзмінного зберігання рухомого складу автомобільного транспорту (табл. 1) [2].

Таблиця 1 – Окремі показники d_i якості міжзмінного зберігання

i	Позначення	Окремий показник
1	$\alpha(t)$	Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію
2	$\tau(t)$	Час, затрачуваний на підготовку автомобілів до виїзду на лінію
3	$L(t)$	Пускове спрацювання двигунів, виражене еквівалентним пробігом
4	$Q(t)$	Витрати пального на прогрівання двигуна на холостому ходу
5	$V(t)$	Об'єм повітря, забрудненого шкідливими компонентами відпрацьованих газів, приведених до рівня гранично припустимої концентрації
6	$W(t)$	Енергозатрати водіїв на підготовку автомобілів до виїзду
7	ΔT	Відхилення наведеної температури повітря в зоні зберігання від значення, що відповідає комфортним умовам

Відповідно, частина цих негативних явищ породжується безпосередньо низькою температурою повітря (наприклад, підвищене пускове та післяпускове спрацювання), інша ж частина – заходами щодо протидії впливу низької температури (наприклад, підвищене забруднення атмосфери).

Взагалі, аналізуючи існуючі методи запобігання негативному впливу низької температури на агрегати автомобіля на початку його функціонування після тривалої стоянки, можна зробити висновок про те, що поряд із суто технічними, вони повинні вирішувати й соціально-екологічні задачі. Тому, декомпозицію цілей теплової підготовки двигуна, як категорії способів досягнення мети можна представити у наступному вигляді (рис. 1):



Рисунок 1 – Декомпозиція (дерево) цілей теплової підготовки двигуна

Виділення соціально-екологічної складової в дереві цілей теплової підготовки двигуна дозволяє змінити погляди на критерії застосування тих чи інших способів і засобів зазначеного процесу. Тому важливим питанням залишається обґрунтований вибір засобу передпускової теплової підготовки для конкретного двигуна й визначення раціональних умов його використання. Через брак конкретних критеріальних підходів і, відповідно, обґрунтованих рекомендацій, суб'єктивно пропонують і застосовують найрізноманітніші засоби, найчастіше, недостатньо ефективні. Накопичений досвід експлуатації автотранспортних засобів, апіорний і факторний аналіз, а також експертні оцінки вагомості тих чи інших показників, на погіршення яких впливає низький температурний стан автомобільного двигуна призвели до зміщення акцентів в бік забезпечення реалізації технічних цілей і, в першу чергу, зменшення пускових спрацювань автомобільних двигунів.

Такий підхід безумовно важливий, тому що вирішення цих проблем відкриває нові можливості й дозволяє виявити резерви підвищення довговічності двигунів, насамперед, шляхом раціонального використання засобів передпускової теплової підготовки двигуна. Багато авторів розцінюють спрацювання в процесі холостого пуску, прогріву й зупинок двигуна як найважливішу складову всіх експлуатаційних руйнувань, співставляючи, наприклад, зношування під час пуску при температурі -18°C до зношування за 210 км пробігу автомобіля. Інші автори вважають, що спрацювання при пуску й прогріванні двигуна становлять понад 60 % загальних спрацювань за весь час експлуатації автомобіля. Можна брати під сумнів точність таких зіставлень, але вплив холодних пусків і прогрівання двигуна на наступну його довговічність сумнівів не викликає.

Однак сьогодні висуває підвищені вимоги до використання засобів теплової підготовки двигунів у заданих умовах експлуатації, які повинні бути раціональним, у тому числі за ступенем їх впливу на витрати енергії або пального для забезпечення необхідного температурного режиму двигуна, а також на забруднення навколишнього середовища.

Незважаючи на те, що період теплової підготовки двигуна, навіть без застосування додаткових засобів, є найкоротшим в процесі функціонування автомобіля (не більше 3 – 5 хв в теплу пору року, і не більше 15 – 20 хв в холодну), робота двигуна на таких режимах супроводжується набагато більшими викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами (до 8 – 10 разів) в порівнянні з усталеними режимами. Автомобіль з непрогрітим двигуном витрачає пального на 27 % більше, чим з прогрітим, разом з тим викидає більше CO на 86 %, CH – на 40 %, NO_x – на 12 % [1,3,4].

Використання більшості існуючих засобів теплової підготовки двигуна забезпечують тільки часткове вирішення зазначеної проблеми, оскільки є енергозалежним, тобто потребують надходження в тому або іншому вигляді ззовні. Разом з тим, відомо, що 50 – 70 % теплоти, підведеної із паливом у двигун, становлять теплові втрати із відпрацьованими газами й охолоджувальною рідиною. Створення технічної системи, яка утилізує частину цих втрат з метою накопичення енергії й подальшого її використання, що створює передумови підвищення техніко-екологічної безпеки автотранспортних засобів, є одним з найбільш перспективних варіантів реалізації енергоефективних технологій.

Проведені теоретичні дослідження існуючих автономних систем передпускової теплової підготовки дозволяють зробити наступні твердження:

1. Найбільш перспективним напрямком у розробці таких систем є пристрої, що використовують у якості джерела енергії теплові акумулятори, що утилізують вторинні енергоресурси (теплоту відпрацьованих газів, охолоджувальної рідини двигуна).

2. Серед теплових акумуляторів найбільш перспективними для використання на транспортних засобах є ті, у яких накопичення енергії відбувається за рахунок плавлення речовин (використання теплоти фазового переходу). Такі акумулятори отримали назву теплових акумуляторів фазового переходу (ТАФП). Крім того, на їхній основі можлива розробка простих і надійних систем передпускової теплової підготовки, що не вимагають внесення істотних змін у конструкцію машини.

3. Існуючі системи на основі ТАФП, поряд з рядом переваг, мають й істотні недоліки, що вимагають доопрацювань і нових рішень, для обґрунтування яких необхідно проведення теоретичних і експериментальних досліджень.

4. Удосконалювання системи передпускової теплової підготовки з ТАФП необхідно вести по двом напрямках:

- а) удосконалення конструкції ТАФП;
- б) удосконалення систем прийому й віддачі теплової енергії.

Серед відомих систем передпускової теплової підготовки двигуна із ТАФП існують системи з низькотемпературним тепловим акумулятором фазового переходу і високотемпературним тепловим акумулятором фазового переходу.

Під тепловим акумуляванням розуміють фізичні або хімічні процеси, за допомогою яких відбувається накопичення теплоти в тепловому акумуляторі. У загальному випадку акумуляуюче середовище може бути твердим, рідким, газоподібним або двофазним (рідина й газ). Відповідно, теоретично можливі наступні типи ТА: із твердим наповнювачем, газові й фазові. Якщо перші два типи акумуляторів накопичують теплоту тільки завдяки підвищенню температурного рівня акумуляуючого середовища, то у фазових акумуляторах використовується так звана прихована теплота фазового переходу. Інакше кажучи, для фазових ТА енергоємність теплового акумулявання за допомогою використання теплоти фазового переходу визначається зміною не температури, а агрегатного стану акумуляуючого середовища при постійній температурі. При акумуляванні на основі теплоти фазового переходу використовується накопичення прихованої теплоти плавлення, тобто ТАФП працює за рахунок періодично повторюваних процесів плавлення й кристалізації акумуляуючого середовища.

Принципова схема функціонування системи двигун внутрішнього згоряння – тепловий акумулятор фазового переходу в період накопичення теплоти може бути представлена у наступному вигляді (рис. 2)

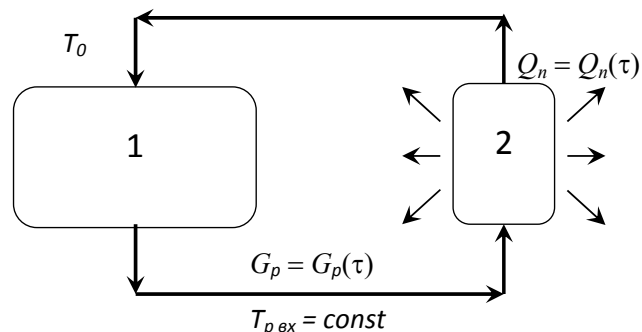


Рисунок 2 – Принципова схема функціонування системи двигун внутрішнього згоряння – тепловий акумулятор фазового переходу в період накопичення теплоти: 1 – двигун внутрішнього згоряння; 2 – тепловий акумулятор фазового переходу

Під час роботи двигуна 1 за температури оточуючого середовища T_0 потік охолоджуючої рідини із змінними за часом масовими витратами $G_p = G_p(\tau)$ і постійною температурою на вході $T_{p\text{ вх}} = \text{const}$ надходить в ТАФП, віддає частину своєї теплоти і з параметрами $G_p = G_p(\tau)$ та $T_{p\text{ вх}} = T_{p\text{ вих}}(\tau)$ знову надходить в двигун ($T_{p\text{ вих}}(\tau)$ – температура охолоджуючої рідини на виході з ТАФП), частина енергії при цьому розсіюється в оточуючому середовищі $Q_n = Q_n(\tau)$. Накопичення в ТАФП теплоти відбувається за рахунок плавлення фазоперехідного теплоакумуляуючого матеріалу, коли по теплообміннику ТАФПа проходить потік охолоджуючої рідини.

Однак, незважаючи на загальні принципи акумулявання теплової енергії, тепла підготовка двигуна може здійснюватися двома основними способами залежно від часу її проведення: міжзмінний підігрівання та передпускове розігрівання. При міжзмінному підігріванні температурний режим двигуна підтримується постійним у період усього часу зберігання машини. Енергія, затрачувана для цих цілей, іде на компенсацію тепловтрат у навколишнє середовище. Перевагою даного способу є більш рівномірне прогрівання, менша теплонапруженість деталей, відсутність додаткових працездат і часу на підготовку машини до виїзду. При розігріванні відбувається нагрівання деталей двигуна й робочих середовищ протягом деякого короткого проміжку часу безпосередньо перед запуском.

З урахуванням розглянутих вище основ акумулявання теплоти та різних способів теплової підготовки двигуна відповідні підходи повинні використовуватись при застосуванні в якості теплоакумуляуючого середовища матеріалів з фазовим переходом. Вибір теплоакумуляуючого матеріалу повинен ґрунтуватись на факторах, які враховують особливості пропонованого теплового акумулятора. Проте є підстави для узагальнення основних вимог до застосованого в ТАФП теплоакумуляуючого матеріалу [5]:

- високі ентальпія плавлення й густина;
- зручна з експлуатаційних умов температура плавлення;
- висока питома теплоємність у твердій і рідкій фазах (якщо використовується й зміна внутрішньої енергії);
- відсутність тенденції до розшарування, температурна стабільність;
- відсутність можливості значного переохолодження при кристалізації;
- незначна зміна об'єму при плавленні, тобто відношення густини рідкої фази до густини твердої фази повинне бути близько до одиниці;
- слабка хімічна активність (це дозволяє використовувати недорогий матеріал для виготовлення металоконструкцій ТАФП);
- безпека, тобто відсутність отруйних парів і небезпечних реакцій з теплообмінним середовищем;
- стабільність фізико-хімічних властивостей у діапазоні робочих температур;
- низька вартість.

На сучасному етапі досліджуються й використовуються в різних галузях безліч теплоакumuлюючих матеріалів з фазовим переходом: парафіни, розчини хлоридів цинку й кальцію, ацетамід, розчин ацетату натрію, гідрат гідрооксиду барію, поліетилен, різні види воску тощо, проте сформульованим вимогам на думку авторів найбільш відповідають речовини на основі ацетату натрію й гідрооксиду барію.

Висновки.

1. Під час вибору методів теплової підготовки автомобільного двигуна до виконання транспортної роботи потрібно враховувати не тільки суто технічні, а й соціально-екологічні цілі.
2. Із усіх відомих способів теплової підготовки двигуна найраціональнішим є утилізація (акumuлювання) теплової енергії.
3. Найбільш оптимальним типом теплового акумулятора для теплової підготовки двигуна є тепловий акумулятор фазового переходу.
4. При виборі теплоакumuлюючих матеріалів (ТАМів) слід керуватися сформульованими вимогами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лосавіо Г. С. Исследование низкотемпературных свойств автомобилей // Исследование технико-эксплуатационных свойств автомобильного подвижного состава/ Г. С. Лосавіо; под ред, Ю. В. Влас-ко – М.: Изд-во НИИАТ, 1977, вып. 1. С. 99-113.
2. Резник Л. Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации / Л. Г. Резник, Г. М. Роалис, С.Т. Марков – М. Транспорт, 1989. — 128 с.
3. Цыплакова Е.Г. Пути снижения экологической опасности автотранспорта при безгаражном хранении / Е.Г. Цыплакова, А. И. Потапов // материалы Юбилейной науч.-техн. конф. студ., аспирант. и сотр. СЗПИ. СПб., 2000. – С. 57–73.
4. Куликов Ю. А. Тепловой акумулятор для передпускового разогрева двигателя автомобиля / Ю. А. Куликов, В. А. Пыхтя // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля – 2011. - № 6 (160). – С. 246 – 251.
5. Бекман Г. Тепловое аккумулялирование энергии: Пер. с англ. / Г. Бекман, П. Гилли - М.: Мир, 1987.-272 с., ил.
6. Грицук І. В. Комплексний комбінований прогрів: системний підхід до формування схем забезпечення оптимального температурного стану транспортного засобу в умовах експлуатації / І. В. Грицук // Вісник НТУ «ХПІ» – Харків, НТУ «ХПІ». –2015. № 10 (1119) с 96-101

REFERENCES

1. Losavio G. S. Investigation of low-temperature properties of the vehicle // Investigation of technical and operational properties of the vehicle / G. S. Losavio; edited by Y. V. Vlas-ko – M.: NIIAT, 1977, Vyp. 1. P. 99—113.
2. Reznik L. G. The effectiveness of vehicle use in different environments / L. G. Reznik, G. M. Roialis, S. T. Markov – M. Transport, 1989. — 128 p.
3. Tsyplakova E. G. Ways to reduce the environmental hazard of vehicles at outdoor storage / E.G. Tsyplakova, A. I. Potapov // materialy Yubilejnoj nauch.-techn. konf. stud., aspir. i sort. SZPI. SPb., 2000. – P. 57–73.

4. Kulikov Y. A. Thermal accumulator for the prestarting warming up of a car engine / Y. A. Kulikov, V. A. Pihtya // Visnyk Schidnoukrayinskogo natsionalnogo universitetu im. Volodymyra Dalya – 2011. - № 6 (160). – P. 246 – 251.

5. Beckmann G. Thermal energy storage: Translate from English. / G. Beckmann, P. Gilli - M.: Mir, 1987.-272 p., il.

6. Gritsuk I. V. Complex combined warming-up: systematic approach to forming schemes to ensure optimal thermal condition of the vehicle in operating conditions / I. V. Gritsuk // Visnyk NTU «KHPI» – Kharkiv, NTU “KHPI”. – 2015. № 10 (1119) p 96-101

РЕФЕРАТ

Лук’яненко О.Ю. Методичні аспекти використання теплових акумуляторів для теплової підготовки автомобільних двигунів / О.Ю. Лук’яненко, Ю.О. Лук’яненко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

В статті представлено аналіз процесу теплової підготовки автомобільного двигуна, розглянуті можливі методи і засоби, що дозволяють забезпечити теплову підготовку без затрат енергії зовнішніх джерел.

Об’єктом дослідження є процес теплової підготовки двигуна автомобіля до використання за призначенням, який характеризується показниками довговічності, тягово-швидкісних властивостей, економічності та екологічності.

Метою статті є визначення критеріїв та розробка підходів до створення раціональних систем теплової підготовки двигунів автотранспортних засобів із використанням принципів утилізації теплової енергії.

Метод дослідження – системний аналіз процесів забезпечення необхідного температурного стану двигуна після тривалої стоянки.

Здійснено декомпозицію цілей теплової підготовки двигуна, виділено соціально-екологічну складову. Запропоновано вирішення задач теплової підготовки шляхом акумуляування теплової енергії з використанням теплових акумуляторів фазового переходу. Сформульовані вимоги до теплоакумуляуючого матеріалу.

Результати досліджень можуть бути використані при створенні систем теплової підготовки двигуна з використанням теплових акумуляторів фазового переходу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНИЙ ДВИГУН, ТЕПЛОВА ПІДГОТОВКА, ТЕПЛОВИЙ АКУМУЛЯТОР, ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИЙ МАТЕРІАЛ

ABSTRACT

Lukyanchenko O. Y. Methodological aspects of heat accumulators’ using for thermal preparation of vehicle engines / O.Y. Lukyanchenko, Lukyanchenko Y.O. // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the analysis of the process of thermal preparation of the engine automobiling, the possible methods and means to ensure Teplova training without the cost of external energy sources.

The object of study is the process of thermal preparation of the engine for the car to use, which is characterized by performance durability, traction and speed properties, economy and ecology.

The aim of the article is determination of criteria and development of approaches to creation of rational systems of thermal preparation of engines of vehicles using the principles of utilization of thermal energy.

Research method – system analysis processes provide the necessary temperature state of the engine after long Parking.

Carried decomposition of thermal preparation of the engine , the selected socio-ecological component. The proposed solution of problems of thermal preparation by storing thermal energy using heat accumulators phase transition. The requirements to the heat storage material.

The research results can be used to create systems of thermal preparation of the engine using heat accumulators phase transition.

KEYWORDS: AUTOMOTIVE ENGINE, THERMAL PREPARATION, THE HEAT ACCUMULATOR, THE HEAT STORAGE MATERIAL

РЕФЕРАТ

Лукьянченко А.Ю. Методические аспекты использования тепловых аккумуляторов для тепловой подготовки автомобильных двигателей / В.Ю. Лукьянченко, Ю.А. Лукьянченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье представлен анализ процесса тепловой подготовки атомобильного двигателя, рассмотрены возможные методы и средства, позволяющие обеспечить тепловую подготовку без затрат энергии внешних источников.

Объектом исследования является процесс тепловой подготовки двигателя автомобиля к использованию по назначению, который характеризуется показателями долговечности, тягово-скоростных свойств, экономичности и экологичности.

Целью статьи является определение критериев и разработка подходов к созданию рациональных систем тепловой подготовки двигателей автотранспортных средств с использованием принципов утилизации тепловой энергии.

Метод исследования – системный анализ процессов обеспечения необходимого температурного состояния двигателя после длительной стоянки.

Осуществлена декомпозиция целей тепловой подготовки двигателя, выделена социально-экологическая составляющая. Предложено решение задач тепловой подготовки путем аккумулирования тепловой энергии с использованием тепловых аккумуляторов фазового перехода. Сформулированы требования к теплоаккумулирующему материалу.

Результаты исследований могут быть использованы при создании систем тепловой подготовки двигателя с использованием тепловых аккумуляторов фазового перехода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ТЕПЛОВАЯ ПОДГОТОВКА, ТЕПЛОВОЙ АККУМУЛЯТОР, ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ

АВТОРИ:

Лук'яненко Олександр Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, доцент кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, e-mail: 111188@ukr.net, тел. +38 0472 33-08-67, Україна, 18006, м. Черкаси, бул. Шевченка, 460

Лук'яненко Юрій Олександрович, Національний транспортний університет, аспірант, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1

AUTHORS:

Lukyanchenko Aleksandr, candidate of technical Sciences, associate Professor, Cherkasy state technological University, associate Professor at the Department of vehicles and technologies of their operation, e-mail: 111188@ukr.net phone: +38 0472 33-08-67, Ukraine, 18006, 18006, m. Cherkasy, blvd. Shevchenko, 460

Lukyanchenko Yury, National Transport University, postgraduate Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

АВТОРЫ:

Лукьянченко Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, Черкасский государственный технологический университет, доцент кафедры автомобилей и технологий их эксплуатации, e-mail: 111188@ukr.net тел. +38 0472 33-08-67, Украина, 18006, м. Черкасы, бул. Шевченко, 460

Лукьянченко Юрий Александрович, Национальный транспортный университет, аспирант, Украина, 01010, г. Киев, вул. Суворова 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Запорожець О. І., доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового Інституту екологічної безпеки, Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

Zaporozhets O. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational-research Institute for Environmental Safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

УДК 65.011
UDC 65.011

WYMAGANIA TECHNICZNO-PRAWNE I EKOLOGICZNE MYJNI SAMOCHODOWYCH

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
ZIELIŃSKA Edyta, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ТЕХНІЧНІ, ПРАВОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО АВТОМІЙОК

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЗЕЛІНСЬКА Едита, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

TECHNICAL, LEGAL AND ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS FOR CAR WASHES

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
ZELINSKA Edyta, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Rosnąca każdego roku ilość rejestrowanych w Polsce pojazdów samochodowych powoduje zwiększone zapotrzebowanie na obiekty zaplecza technicznego motoryzacji. Największą popularnością cieszą się te obiekty motoryzacyjne, które umożliwiają bezpieczną eksploatację pojazdów oraz przedłużają okres ich użytkowania, a więc stacje paliw, stacje diagnostyczne i warsztaty naprawcze [1]. Coraz większy popyt na usługi warsztatowe spowodowany jest głównie tym, że w Polsce rejestrowana jest duża ilość samochodów używanych sprowadzanych z zagranicy, których stan techniczny wymaga różnego rodzaju napraw. Zdarza się także, że stan techniczny takich samochodów kwalifikuje je do wycofania z eksploatacji, czym zajmują się już stacje demontażu pojazdów, których w Polsce jest coraz więcej.

Poza obiektami zaplecza technicznego motoryzacji realizującymi usługi niezbędne do eksploatacji pojazdów, ważną rolę odgrywają również myjnie samochodowe, które służą do mycia różnego rodzaju aut. W Polsce proces mycia pojazdów realizują różnego rodzaju myjnie ręczne oraz automatyczne. Różnią się one od siebie zakresem oferowanych usług, ceną oraz wyposażeniem. Istotny wpływ na rozwój myjni samochodowych w Polsce miały przepisy (o utrzymaniu czystości i porządku w gminach) zakazujące mycia pojazdów na osiedlowych podwórkach a nawet na terenie prywatnej posesji. Rynek myjni rozwija się dynamicznie także dzięki franczyzie, czyli prowadzeniu własnego biznesu pod znanym logo. Franczyza daje możliwość do osiągnięcia zysków i zmniejsza ryzyko niepowodzenia we własnej działalności gospodarczej. Ważnym powodem dynamicznego rozwoju myjni samochodowych w Polsce jest wspomniany wcześniej stały wzrost ilości rejestrowanych pojazdów oraz coraz większa kultura kierowców. Mycie w myjni jest tańsze, prostsze a przede wszystkim bezpieczne dla środowiska, ponieważ detergenty oraz zanieczyszczenia są odpowiednio zbierane i filtrowane a odprowadzanie detergentów do kanalizacji jest niedopuszczalne.

KLASYFIKACJA MYJNI SAMOCHODOWYCH W POLSCE

Myjnie samochodowe są obiektami zaplecza technicznego motoryzacji przeznaczonymi do mycia środków transportu drogowego. Realizowany proces mycia, konstrukcja budynku myjni i jej wyposażenie muszą być dostosowane do gabarytów obsługiwanych pojazdów samochodowych. Zakres usług oferowanych przez myjnie samochodowe w Polsce wciąż ulega rozszerzeniu; oprócz mycia nadwozia i podwozia, tego typu obiekty coraz częściej zajmują się również nabłyszczaniem oraz polerowaniem nadwozia i reflektorów, myciem i suszeniem silnika, woskowaniem w celu ochrony lakieru, odkurzaniem, czyszczeniem i praniem tapicerki, myciem i czyszczeniem felg aluminiowych, czyszczeniem i konserwacją poszycia dachów typu cabrio, naprawą zarysowań oraz drobnych uszkodzeń lakieru, konserwacją uszczeltek, impregnacją opon, przygotowaniem aut do sprzedaży, czy nawet usuwaniem przykrych zapachów z wnętrza pojazdu. Zapotrzebowanie na myjnie w Polsce stale rośnie i chociaż nie ma aktualnych danych dotyczących ich ilości, szacuje się, że co roku przybywa ok. 200 tego typu obiektów najczęściej przy super- i hipermarketach.

Klasyfikacja myjni samochodowych obejmuje dwie podstawowe grupy: myjnie dla samochodów osobowych oraz myjnie dla samochodów ciężarowych i autobusów. Myjnie dla samochodów osobowych można podzielić na ręczne, bezdotykowe, automatyczne tunelowe i portalowe (bramowe), parowe i bezwodne [7]. Myjnie ręczne (rys. 1) mają znacznie większy zakres usług w porównaniu do myjni

automatycznych, oferują mycie zewnętrzne pojazdu oraz woskowanie, sprzątanie wnętrza, mycie silnika, pranie tapicerki samochodowej itp. Mycie pojazdu w ręcznej myjni samochodowej jest dokładniejsze niż w innych myjniach i znacznie bezpieczniejsze dla lakieru. W tego typu myjniach wykorzystuje się dużą gamę kosmetyków samochodowych. Wadą jest większy koszt i czas mycia w porównaniu z innymi rodzajami myjni, mniejsza przepustowość oraz ograniczony dostęp do tego typu myjni, ponieważ możliwość umycia samochodu istnieje tylko w godzinach pracy myjni ręcznej.



Rys. 1. Proces mycia ręcznego [11]

W myjniach bezdotykowych wysokociśnieniowych (rys. 2) proces mycia jest wykonywany przy użyciu jedynie wody pod wysokim ciśnieniem i odpowiednich detergentów. Ważnym wyposażeniem tej myjni jest ruchoma rama z umieszczonymi na niej dyszami ze środkami czyszczącymi, która przesuwa się wzdłuż obsługiwanego pojazdu. Szeroko rozbudowana automatyzacja w tego typu myjniach powoduje, że jej funkcjonowanie właściwie nie wymaga działań personelu. Za rozmieszczenie i intensywność natrysku dysz wysokociśnieniowych odpowiadają czujniki oraz automatycznie sterowane urządzenia wykonawcze, które działają w ściśle określonym programie, dopasowując się do kształtu mytego pojazdu. Istotną zaletą myjni bezdotykowej wysokociśnieniowej jest brak bezpośredniego kontaktu szczotek lub innych elementów myjących z karoserią samochodu, co eliminuje jej uszkodzenie.

W myjniach tunelowych (rys. 3) proces mycia realizowany jest w specjalnie przygotowanym i wyposażonym tunelu. Pojazd w tego typu myjniach jest przeciągany pomiędzy zespołami urządzeń myjących. Podstawowym elementem myjącym jest urządzenie składające się z kilku szczotek pionowych oraz szczotki poziomej. Ważną rolę odgrywają również szczotki spojlerowe, których celem jest oczyszczenie samochodu na wysokości progów oraz szczotki do mycia kół. W takim tunelu istnieje także możliwość zainstalowania stanowiska do mycia podwozi samochodowych. W myjni tunelowej możliwe jest obsłużenie w ciągu godziny od 35 do 100 samochodów.



Rys. 2. Proces mycia w myjni bezdotykowej wysokociśnieniowej [11]



Rys. 3. Proces mycia w myjni tunelowej [11]

W myjni portalowej (rys. 4) proces mycia pojazdu odbywa się przy użyciu przesuwającego się portalu (ramy), która posiada najczęściej trzy myjące szczotki, dysze do rozpraszania środków chemicznych i ochronnego wosku oraz zespół kilku wentylatorów. W tego typu myjniach mogą się znajdować szczotki do mycia kół lub zespół wysokociśnieniowych urządzeń do mycia podwozi z dodatkiem substancji konserwujących. Takie myjnie charakteryzują się dużą wydajnością i niskimi kosztami eksploatacji, mogą również obsługiwać pojazdy przez całą dobę. Systemy i urządzenia zainstalowane na myjni portalowej dopasowują się do gabarytów mytego pojazdu, odpowiednio rozmieszczają szczotki, dopasowują siłę docisku, kolejność oraz prędkość pracy, sterują wypływem wody oraz temperaturą powietrza z dysz, ustalają właściwą dawkę środków czyszczących i konserwujących. Wadą myjni portalowej jest niedokładne mycie spowodowane tym, że szczotki nie są w stanie dotrzeć do wszystkich zagłębień i zakamarków. Przed rozpoczęciem procesu mycia konieczny jest demontaż anten, wycieraczek, bagażników i innych zewnętrznych elementów. Myjnie portalowe osiągają przepustowość od 10 do 25 pojazdów na godzinę.

W myjni parowej (rys. 5) proces usuwania zanieczyszczeń opiera się na czyszczeniu pojazdów suchą parą pod wysokim ciśnieniem. Taki sposób mycia nie generuje ścieków, oszczędza wodę, jest ekologiczny. Wykorzystywana do mycia para o wilgotności ok. 5% i temperaturze $80\div 120^{\circ}\text{C}$ jest natryskiwana pod ciśnieniem rzędu $8\div 10$ barów. Para rozpuszcza zanieczyszczenia i brud z powierzchni samochodu, także w trudno dostępnych zakamarkach i zagłębieniach karoserii pojazdu. Do zalet tego typu myjni należy zaliczyć niskie koszty realizacji inwestycji i jej późniejszej eksploatacji, wysoką jakość mycia, bezpieczeństwo dla lakieru, mobilność, szybkość mycia i bardzo niskie zużycie wody. W takiej myjni nie stosuje się detergentów. Na umycie osobowego samochodu przy zastosowaniu takiej metody wystarcza ok. 15 minut.



Rys.4. Proces mycia w myjni portalowej [11]



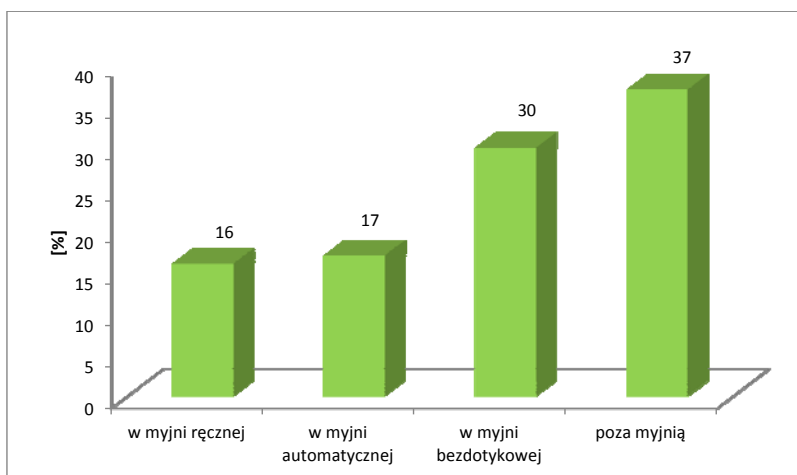
Rys.5. Proces mycia w myjni parowej [11]

Myjnia bezwodna (rys. 6) jest zaawansowaną metodą mycia samochodów. Nie tylko usuwa brud z karoserii, ale przede wszystkim zabezpiecza ją (na dłużej niż klasyczna myjnia) przed wszelkimi zanieczyszczeniami oraz niekorzystnym wpływem środowiska naturalnego i promieniowania UV. W myjni bezwodnej samochód zawsze jest woskowany. Mycie bezwodne pozwala na oszczędność czasu, nie trzeba go tracić na dojazd do myjni stacjonarnej, pojazd można umyć w miejscu jego zaparkowania. Mycie bezwodne jest ekologiczne, ponieważ nie zużywa wody, którą zastąpiono bardziej efektywnymi preparatami na bazie składników naturalnych. Kolejną zaletą tego typu myjni jest fakt, że jest bezpieczna dla karoserii, ponieważ nie stosuje się w niej żadnych agresywnych środków chemicznych i szczotek.

Mimo dużej ilości myjni samochodowych w Polsce o różnorodnym zakresie usług wciąż ok. 37% [11] posiadaczy pojazdów z nich nie korzysta, chociaż istnieje obowiązek mycia aut w obiektach do tego przeznaczonych (rys. 7). Prognozuje się jednak, że sytuacja ta będzie się poprawiała, ponieważ każdego roku otwierane są nowe myjnie, co oznacza, że zainteresowanie na tego rodzaju usługi rośnie, czyli kolejni klienci przekonują się do mycia swoich pojazdów w profesjonalnie wyposażonych i przygotowanych do tego obiektach.



Rys.6. Myjnia bezwodna [11]



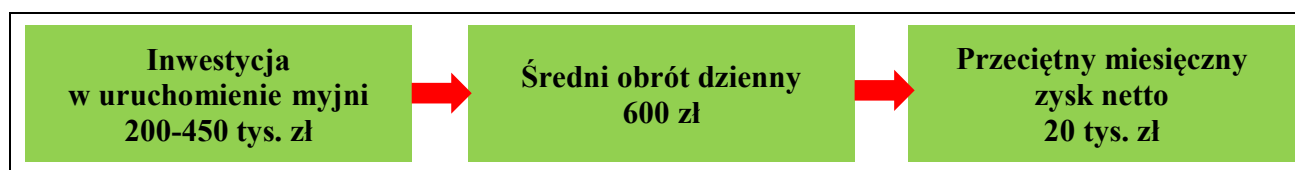
Rys.7. Preferencje Polaków w wyborze sposobu mycia samochodów [11]

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE W ZAKRESIE MYJNI SAMOCHODOWYCH

Myjnie samochodowe powinny być projektowane zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami. Projektowanie tego typu obiektów motoryzacyjnych jest procesem złożonym, zależnym od wielu czynników [2,5]. Istotnym czynnikiem, który ma duży wpływ na powodzenie inwestycji, jest wybór lokalizacji myjni. Dobra lokalizacja myjni to taka, która będzie odpowiadała potencjalnym jej klientom, dlatego warto ustalić szacunkowy popyt na tego typu usługi w rozpatrywanym terenie. Nawet szacunkowo określony popyt na usługi oferowane w myjni samochodowej pozwala prognozować, jak szybko zwrócą się koszty poniesione na zrealizowanie takiej inwestycji. Odpowiednie miejsce pod budowę myjni samochodowej to [8]:

- usytuowanie w sąsiedztwie gęsto zaludnionych miejsc, tj. centrum miasta, bloki mieszkalne, osiedla domków jednorodzinnych itp.,
- usytuowanie w pobliżu głównych ulic miasta, dróg przelotowych, skrzyżowań i rond, obiektów często odwiedzanych przez ludzi,
- widoczność oraz dostępność, czyli łatwy dojazd, wjazd i wyjazd z możliwością dowolnego skrętu.

Wybór lokalizacji jest w dużej mierze uzależniony również od planów zagospodarowania przestrzennego, dlatego w pierwszej kolejności należy sprawdzić w urzędzie gminy, czy na danej działce taką działalność przewidziano, jeżeli tak, można wystąpić o tzw. warunki zabudowy. Niezbędne jest także uzyskanie tzw. decyzji środowiskowej w wydziale ochrony środowiska urzędu miasta czy gminy, uzyskanie pozwolenia wodnoprawnego oraz zezwolenia na wytwarzanie odpadów [9,10]. Przed uruchomieniem myjni samochodowej obiekt musi odebrać straż pożarna. Należy także dysponować odpowiednią ilością środków na start (w przypadku franczyzny min. 20 tys. zł, w przypadku indywidualnych przedsiębiorców od ok. 200 tys. do ok. 1,5 mln. zł w zależności od rodzaju myjni). Orientacyjne koszty i zyski związane z prowadzeniem myjni ręcznej pokazano na rys. 8. O popularności myjni decyduje nie tylko cena, zakres i jakość usług, ale również wspomniana wcześniej dostępność.



Rys.8. Szacunkowe koszty i zyski myjni ręcznej [11]

Każda myjnia, podobnie jak inne obiekty zaplecza technicznego motoryzacji, musi spełniać wymogi konstrukcyjno-budowlane oraz spełniać wiele wytycznych związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa wszystkim osobom korzystającym z jej usług. Myjnie powinny być wyposażone w następujące urządzenia i instalacje [3,4,6]:

- niezbędny sprzęt przeciwpożarowy oraz w odpowiednią liczbę apteczek,
- właściwe oznakowanie (także na urządzeniach stanowiących zagrożenie życia lub zdrowia),
- regulaminy i instrukcje obsługi korzystania z urządzeń,
- odpowiednie oświetlenie oraz odpływ wody,
- szczelne pokrycia dachowe o zwartej konstrukcji z uwzględnieniem minimalnych wysokości,
- odpowiednią wentylację całego obiektu i instalacje (grzewczą, antyoblodzeniową, antyzamarzaniową, elektryczną, kanalizacyjno-deszczową),
- odpowiednie zabezpieczenie instalacji elektrycznej przed czynnikami zewnętrznymi,
- miejsca parkingowe dla oczekujących na usługę pojazdów.

Wymagania w zakresie wyposażenia myjni samochodowych

W myjniach samochodowych ważną rolę odgrywa wyposażenie, które ma zasadniczy wpływ na jakość realizowanych usług. W myjniach samoobsługowych w centralnym położeniu znajduje się kontener mieszczący urządzenia technologiczne (rys. 9). Każde stanowisko posiada własny system pompowy zintegrowany z szeregiem elektrozaworów, które odpowiedzialne są za realizację poszczególnych programów na stanowisko mycia (rys. 10). Do zapewnienia ciepłej wody potrzebny jest ekonomiczny piec, który dostarczy wodę do pomp, a w okresie zimowym nie pozwoli na zamarznięcie płyty stanowiska przeznaczonego do mycia pojazdu. Konstrukcja podajników detergentów zapewnia zawsze stałą ilość proszku w rozpuszczanej wodzie, ponieważ dozowanie środka chemicznego odbywa się tylko w tym momencie, kiedy do mieszalnika podawana jest woda. System filtracji wody składa się z kilkunastu filtrów, które zamontowane są przed kluczowymi urządzeniami myjni i mają na celu ochronę podzespołów przed uszkodzeniem.



Rys.9. Kontener ze stanowiskami mycia [11]

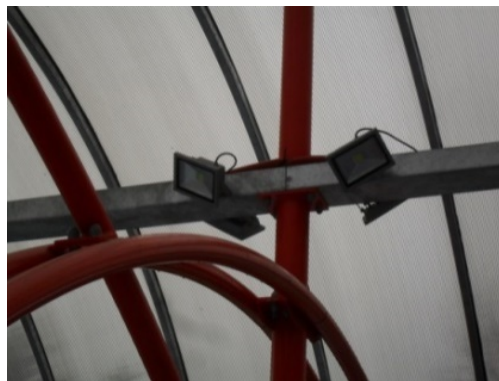


Rys.10. System pompowy myjni [11]

Wśród wielu urządzeń umożliwiających umycie samochodu wymienić należy tzw. lance (rys.11). Mogą być proste, gięte, o różnej długości, także teleskopowe, wykonane ze stali nierdzewnej (Inox) jak i ocynkowane. Mają zastosowanie zarówno w myjniach dla samochodów osobowych oraz ciężarowych i służą do mycia podwozia, nanoszenia piany aktywnej oraz wosku (LS3, LS12, Interpump PROFI 1, PROFI 2). Urządzeniami wykorzystywanymi w myjniach są także dysze strumienia wody. One także, podobnie jak lance, są dostępne w różnych rozmiarach i wariantach, w zależności od funkcji jaką mają spełniać. Występują dysze płaskie z wkładem ceramicznym do myjni szczotkowych, obrotowe o zwiększonym efekcie mycia o 40% w stosunku do pozostałych, dysze ze zmiennym kątem natrysku, a także dysze do czyszczenia parą. W myjniach samochodowych występuje także szeroka gama pistoletów natryskowych i różnego rodzaju szczotki. Pistolety wykorzystywane są w myjniach wysokociśnieniowych zimno- oraz ciepłowodnych. Natomiast szczotki służą głównie do czyszczenia powierzchni lakierowanych. Dobrym rozwiązaniem oświetleniowym dla myjni są świetlówki LED, które zapewniają niewielkie zużycie energii elektrycznej. Montowane na ramie myjni zapewniają dobrą widoczność w każdych warunkach (rys. 12). Dzięki temu myjnia może pracować 24 godziny na dobę.



Rys.11. Lanca [11]



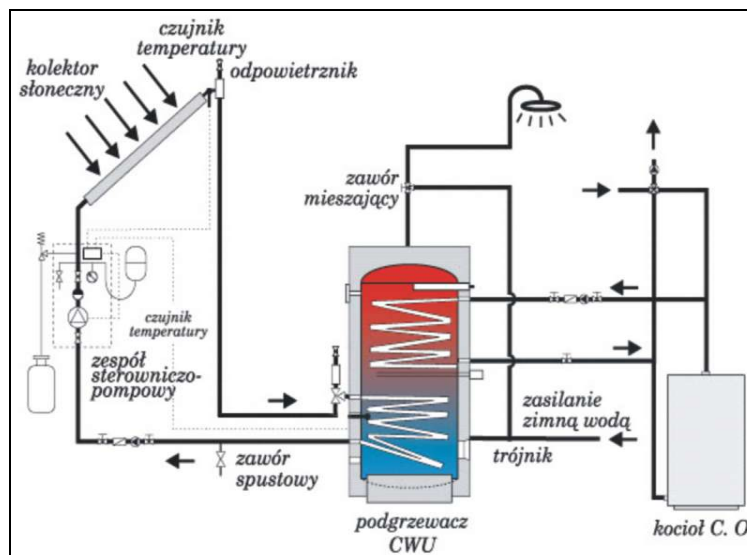
Rys.12. Oświetlenie myjni [11]

Wymagania ekologiczne w zakresie myjni samochodowych

Ważnym czynnikiem, który należy uwzględnić już na etapie projektowania myjni samochodowych, jest ochrona środowiska naturalnego. W celu uzyskania niezbędnej do realizacji myjni decyzji środowiskowej należy złożyć wniosek do wydziału ochrony środowiska urzędu gminy, w którym należy wskazać opis inwestycji, źródła zasilania myjni w energię elektryczną i wodę, system odprowadzania ścieków oraz usytuowanie obiektu względem drogi dojazdowej. Kolejnym krokiem jest wydanie wymaganej decyzji, że budowa i funkcjonowanie myjni samochodowej nie będzie powodowało żadnych ekologicznych zagrożeń oraz nie będzie uciążliwe dla otoczenia. Są to działania niezbędne do tego, aby myjni samochodowe lub inne obiekty motoryzacyjne nie naruszały walorów otaczającego krajobrazu, nie wydzielaly nieprzyjemnych zapachów lub aby nie powodowały nadmiernego hałasu [10].

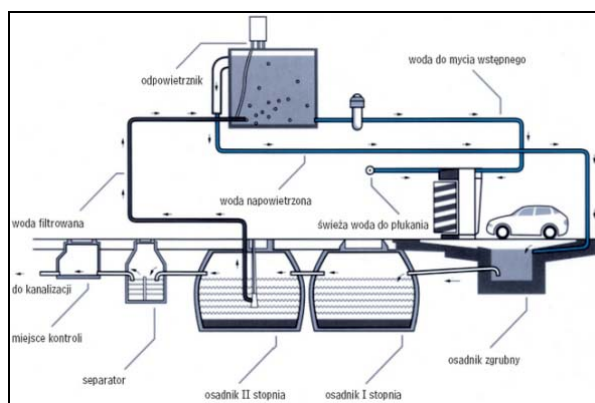
W celu ograniczenia negatywnego wpływu działalności myjni na środowisko należy, tam gdzie jest to możliwe, wykorzystywać systemy zasilane przez źródła energii odnawialnej (słońce, wiatr oraz wodę). Na etapie realizacji inwestycji należy stosować odpowiednio, także pod względem ekologicznym, materiały konstrukcyjne oraz budowlane. W funkcjonowaniu myjni istotny jest także sposób podgrzewania wody, np.

przy użyciu kotła grzewczego. Jego sprawność cieplna powinna być jak najlepsza przy jak najmniejszym zużyciu ilości paliwa. Polecanym systemem jest połączenie klasycznego kotła na paliwo kopalne ze źródłem energii odnawialnej, np. najczęściej stosowanymi kolektorami słonecznymi, które znacznie obniżają koszty poniesione na ogrzewanie i przyczyniają się do ochrony środowiska naturalnego. Celem kolektorów jest wykorzystanie promieni słonecznych do wytworzenia energii cieplnej, która za pośrednictwem zamkniętego obiegu płynu solarnego przesyłana jest do zbiornika z wodą technologiczną (rys.13).



Rys.13. Zastosowanie kolektorów słonecznych w myjni samochodowej [11]

W myjni samochodowej ważnym działaniem ekologicznym jest ograniczanie zużycia wody i środków chemicznych potrzebnych do realizacji procesów mycia. Właściwym posunięciem powinna być budowa przy myjni oczyszczalni ścieków, która zapewni spełnienie norm obowiązujących podczas korzystania z kanalizacji miejskiej bądź przemysłowej (rys.14). Istotne jest zapewnienie separatorów lub zbiorników na ścieki w przypadku braku dostępu do kanalizacji oraz odpowiednie przygotowanie podłoża w celu ochrony przed skażeniem. Na rys. 15 pokazano płytę stanowiska z widocznymi kratkami ściekowymi, które połączone są z odpowiednimi kanałami, dzięki temu zanieczyszczona woda trafia do oczyszczalni ścieków, zapewniając w ten sposób ochronę środowiska.



Rys.14. Częściowo zamknięty obieg wody w myjni samochodowej [11]



Rys.15. Płyta stanowiska z kratkami ściekowymi [11]

PODSUMOWANIE

W Polsce zapotrzebowanie na myjnie samochodowe wzrasta, a największy wpływ na to ma ilość rejestrowanych w kraju pojazdów. W 1989 r. było zarejestrowanych niecałe 5 mln samochodów osobowych, a obecnie ponad 19 mln. Ważny wpływ na wzrost popularności myjni miały również przepisy nakazujące mycie pojazdów samochodowych w obiektach motoryzacyjnych do tego przeznaczonych [7]. Ilość myjni w Polsce stale wzrasta; szacuje się, że obecnie w kraju funkcjonuje ok. 5 tys. różnego typu myjni samochodowych, a rocznie przybywa kolejnych kilkadziesiąt, ponieważ rynek jest wciąż nienasycony.

Argumentów przemawiających za inwestowaniem w tego rodzaju działalność gospodarczą jest wiele, tzn. ciągły wzrost popytu na usługi mycia pojazdów, możliwość poszerzenia wachlarza już oferowanych usług, wysoka marża na usługach mycia, która przekłada się na dobrą zyskowność całego przedsięwzięcia. Ponadto klienci płacą od ręki za usługi, w wielu typach myjni nie ma potrzeby zatrudniania pracowników, więc nie ponosi się kosztów związanych z ich wynagrodzeniami. Inwestycja tego typu, przy sprzyjających okolicznościach, może zwrócić się już po roku od otwarcia. Kolejną zaletą realizacji myjni samochodowej jest fakt, że nie wymaga wielomilionowych nakładów, a na inwestycję można z funduszy europejskich uzyskać dofinansowanie lub można wyposażyć myjnię korzystając z leasingu maszyn i urządzeń. Taka inwestycja przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego, ponieważ woda do mycia w znacznej części jest odzyskiwana i powtórnie wykorzystywana. Myjnia umożliwia również stosowanie innowacyjnych technologii w wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii typu: kolektory słoneczne, pompy ciepła, woda deszczowa, itp.

Prognozuje się, że mimo ewentualnego nasycenia rynku usług realizowanych w myjniach samochodowych w dużych miastach, obiekty tego typu będą powstawać w coraz mniejszych miejscowościach oraz w pobliżu sieci super- i hipermarketów. Powodem takiego zapotrzebowania na myjnię jest także fakt, że profesjonalna myjnia samochodowa w każdej okolicy podnosi kulturę społeczeństwa w utrzymaniu czystości pojazdów, jak również eliminuje mycie aut w przygodnych miejscach. Każdy klient, w zależności od swoich preferencji, może znaleźć coś dla siebie, ponieważ myjnie funkcjonujące w Polsce oferują różnorodny zakres usług, różne ceny i czas trwania procesu mycia.

LITERATURA:

- [1] Abramek K., Uzdowski M.: Podstawy obsługi i napraw. WKiŁ, Warszawa 2009.
- [2] Biedrońska J., Figaszewski J., Kozak K., Lisiak A., Mikoś-Rytel W.: Projektowanie obiektów motoryzacyjnych. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- [3] Chaciński J., Jędrzejewski Z.: Zaplecze techniczne transportu samochodowego. WKiŁ, Warszawa 1982.
- [4] Jazdon A.: Zasady projektowania obiektów obsługowego zaplecza technicznego. Opracowanie wewnętrzne POIG, WIM UTP, Bydgoszcz 2012, CD.
- [5] Towpik K., Gołaszewski A., Kukulski J.: Infrastruktura transportu samochodowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
- [6] Zielińska E., Lejda K.: The proposed methodology for analysis of ecological problems concerning a technical infrastructure of motor transport. TEKA Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, Tom XI, PAN o/Lublin 2011.
- [7] Zielińska E., Lejda K.: Charakterystyka myjni samochodowych i związane z tym wymagania. Monografia, Seria: TRANSPORT N° 5 nt. „Systemy i środki transportu samochodowego”, Rzeszów 2014.
- [8] Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- [9] Ustawy Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (Dz. U. z 2012 r. poz. 145, z późn. zm.)
- [10] Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenie rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko.
- [11] Strony internetowe dotyczące myjni samochodowych.

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Wymagania techniczno-prawne i ekologiczne myjni samochodowych / LEJDA Kazimierz, ZIELIŃSKA Edyta // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono klasyfikację i charakterystykę myjni samochodowych. Wymieniono ich najważniejsze zalety oraz wady. Opisano wymagania techniczne, prawne i ekologiczne związane z funkcjonowaniem myjni samochodowych w Polsce. Scharakteryzowano ponadto, jak kształtowało się na przestrzeni ostatnich lat zapotrzebowanie na usługi oferowane przez myjnie samochodowe. Zaprezentowano także tendencje rozwojowe myjni samochodowych.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Технічні, правові та екологічні вимоги до автомийок / ЛЕЙДА Казімеж, ЗЕЛІНЬСКА Едита // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті подано класифікацію і характеристики автомийок. Наведено найбільш важливі переваги і недоліки. Описуються технічні, правові та екологічні вимоги, пов'язані з експлуатацією автомийок в Польщі. Охарактеризовано особливості попиту на послуги, що пропонуються на автомийках. Представлені тенденції розвитку автомийок.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz, ZELINSKA Edyta. Technical, legal and environmental requirements for car washes. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

This paper provides a classification and profiles of car washes, including their main advantages and drawbacks, and describes the technical, legal and environmental requirements relating to the operation of car washes in Poland. The paper also shows how the demand for services offered by car washes has developed over the past years. In addition, the development trends of car washes are presented.

AUTORZY:

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.

ZIELIŃSKA Edyta, Dr 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.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща.

ЗЕЛІНСЬКА Едита, доктор 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.

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:

Савін Ю. Х., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», Київ, Україна.

Білякович О. М., кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технологій аеропортів», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Savin Yu. F, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Technical operation of cars and car services, Kyiv, Ukraine.

Bilyakovych O. N., Ph.D in Technical Science, Professor, National Aviation University, professor of Department of Technologies of Air-ports, Kyiv, Ukraine.

УДК 338.24.01:656.076.5:502/504
UDK 338.24.01:656.076.5:502/504

ЕКОЛОГО–ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Нікітченко Ю.С., кандидат технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Вайганг Г.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Хрутьба Ю.С., Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Грабовська Т.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF TRANSPORT LOGISTICS

Nikitchenko Y.S., Ph.D., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Waygang G. O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Khrutba Y.S., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Hrabovska T.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Никитченко Ю.С., кандидат технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, Киев, Украина

Вайганг А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Хрутьба Ю.С., Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, Киев, Украина

Грабовская Т.М., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Забруднення довкілля та нераціональне використання природно–ресурсного потенціалу призводять до порушення балансу в природних екосистемах, посилюють екологічну кризу, яка супроводжується кризою соціально–економічної системи на глобальному рівні.

Вплив виробництва та споживання на навколишнє природне середовище зростає. Споживачів дуже складно змусити споживати меншу кількість товарів й послуг, а виробників – застосовувати більш раціональні екологічно безпечні методи експлуатації природних ресурсів та благ. Нагальна необхідність вирішення цих проблемних питань стимулює пошук нових моделей споживання та виробництва, які дозволять послабити чи усунути залежність між економічним розвитком та деградацією навколишнього природного середовища.

Логістика, яка є невід’ємною складовою як процесів виробництва, так і споживання, суттєво впливає на довкілля негативним чином. В значній мірі це пов’язано із використанням транспортних засобів для забезпечення й переміщення матеріальних ресурсів та/чи готової продукції у логістичному ланцюзі. Світовий досвід засвідчує, що мінімізація екологічних впливів в системі транспортної логістики вимагає використання концептуально нових підходів й методів управління логістикою з метою мобілізації резервів для підвищення еколого–економічної ефективності виробництва та забезпечення переходу від кількісного споживання до більш якісного, узгодження економічних, соціальних та екологічних інтересів господарювання. Отже, системні дослідження й обґрунтування необхідності екологоорієнтованого управління транспортною логістикою з метою створення такого середовища, в якому забезпечуються потреби населення, підвищується ефективність виробництв господарства та досягається умова мінімізації негативних наслідків антропогенного втручання в екосистему, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких в яких започатковано розв’язання даної проблеми. **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми,** котрим присвячена стаття.

Теоретичні й практичні аспекти проблеми транспортної логістики, основи розвитку екологоорієнтованого логістичного управління, а також питання функціонування виробничих логістичних систем на екологічних засадах у виробництві досліджено та представлено у роботах багатьох вітчизняних й іноземних дослідників. Серед сучасників найбільш відомі є роботи Є.В. Мішеніна [1], І.І. Коблянської [2], В.П.Матейчика, М.Смешка, В.О. Хрутьби [3] та інші.

Є.В. Мішенін, І.І. Коблянська, Т.В. Устік, І.Є. Ярова [4] розглядають еколого–економічні передумови логістизації виробничих систем у контексті принципів сталого розвитку, екологізації господарювання. На основі аналізу сутності логістичної системи транспортного підприємства та

визначення впливів основних елементів логістичної системи на довкілля, автори В.П.Матейчик, М.Смешек, В.О. Хрутьба визначають основні задачі екологічної логістики та запропоновують алгоритм впровадження основних елементів екологічної логістичної системи для забезпечення сталого розвитку транспорту

Чортюк Ю.В. [5] розглядає екологічну логістику, як підсистему управління матеріальними та супутніми потоками від первинного джерела до кінцевого споживача, що забезпечує мінімізацію екодеструктивного впливу на довкілля.

В роботі І.І. Коблянської [2] визначено аспекти реалізації принципів екологічно орієнтованого логістичного управління на промисловому підприємстві в умовах існуючого інституціонально-регульовального середовища.

При цьому питання підвищення та/чи забезпечення екологічної безпеки при транспортуванні продукції, в тому числі під час утилізації/переробки, вивчені недостатньо, відрізняються фрагментарним характером. Хоча сьогодні, в умовах підвищення вимог й посилення нормативів безпеки особливої значності набуває проблема забезпечення екологічної безпеки при транспортуванні продукції. Це відповідає принципам сталого розвитку, коли економічні, технічні й екологічні аспекти є рівнозначними, без вираженого пріоритету одного над іншим.

З огляду це, постає необхідність оцінки впливу процесів логістики на довкілля, що дозволить розробити сучасну для України модель екологічно безпечної системи екологічного транспортування з позиції еколого-економічної ефективності.

Зважаючи на вищенаведену проблематику, **метою роботи** є запропонувати показники оцінювання еколого-економічної ефективності транспортної логістики підприємства для оптимізації товаро-транспортних потоків.

Для досягнення визначеної мети були поставлені такі задачі:

- визначити місце транспортування в логістичній системі підприємства;
- провести аналіз факторів екологічного, економічного й соціального впливу транспортної логістики;
- визначити структуру повних логістичних витрат та розробити показники еколого-економічної оцінки в системі транспортної логістики підприємства;
- розрахувати еколого-економічну ефективність в системі транспортної логістики підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Транспортування є ключовою комплексною складовою будь-якого процесу виробництва або споживання, суть пов'язана із переміщенням матеріальних ресурсів й готової продукції транспортними засобами у логістичному ланцюзі (рис. 1). Функціональна сфера логістики, яка оптимізує логістичні операції від постачальника до кінцевого споживача, визначається як транспортна логістика. Головним завданням транспортної логістики є управління матеріалопотоками з метою мінімізації економічних й інших втрат всієї логістичної мережі.

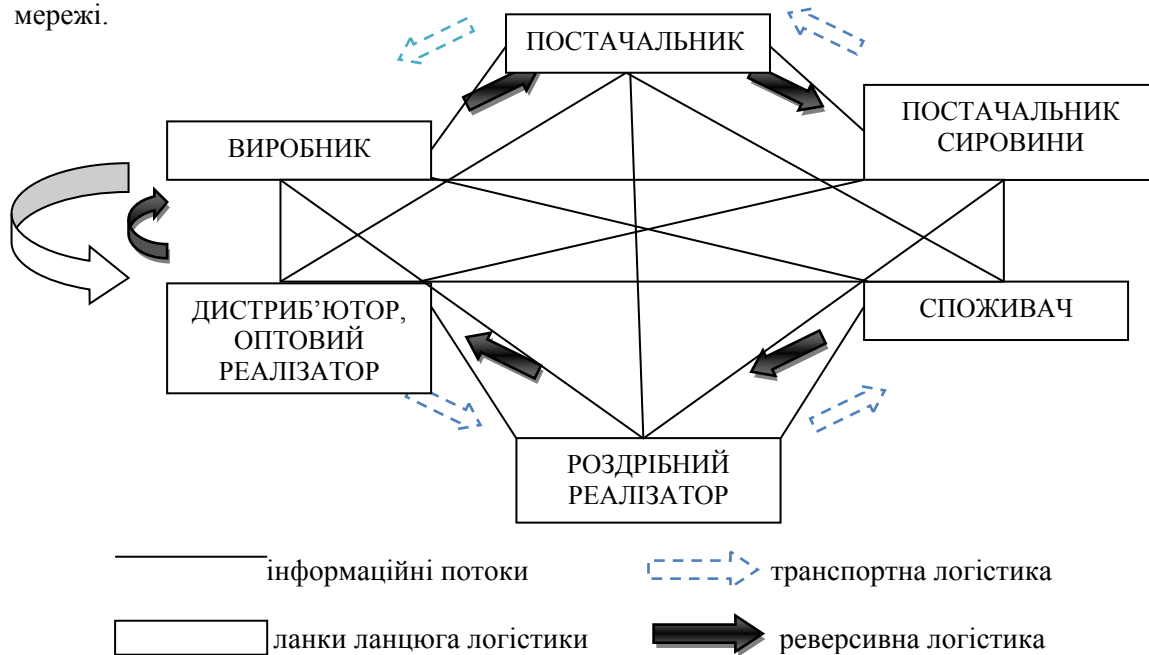


Рис. 1. Транспортування в логістичній системі

Джерело: [6].

В умовах ринкової економіки транспортно–логістичне управління матеріалопотоками на підприємстві має бути економічно результативним. З цією метою підприємства намагаються мінімізувати транспортні витрати при збереженні належної якості послуг. Адже встановлено, що транспортні витрати становлять 50% (а й інколи більше) від загальної суми витрат на логістику.

З іншого боку, світова спільнота активно працює над вирішенням питання мінімізації глобальної деградації навколишнього середовища, серед першопричин виникнення якої значаться такі аспекти господарювання людини як висока питома вага ресурсномістких та енергоємних технологій у виробництві, нехтування протягом тривалого часу об’єктивними законами розвитку та відтворення природно–ресурсного комплексу, низький рівень екологічної свідомості підприємств.

Так як екологічна проблематика сьогодні є необхідною вимогою розвитку й функціонування сучасного промислового підприємства, питання екологічної безпеки й ефективної експлуатації транспортних засобів в логістичних ланцюгах набувають особливо вагомості для розвитку транспортної логістики.

Відомо, що частка транспорту у загальному обсязі викидів шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних і пересувних джерел складає близько 70 %, що перевищує частку будь–якого іншого виду економічної діяльності. Загалом, за даними [7] автомобільними двигунами в Україні щороку спалюється близько 2 млрд т палива. У двигунах внутрішнього згоряння при спалюванні 1 т бензину витрачається близько 15 т повітря, або 2000 л кисню, що в 2,5 рази перевищує його добове споживання людиною. При спалюванні 1000 л палива карбюраторний двигун викидає 200 кг оксиду вуглецю (CO), 25 кг вуглеводнів, 20 кг оксидів нітрогену, 1 кг оксидів сульфуру та 1 кг сажі. Окрім екологічних проблем, не менш значимими є економічні й соціальні аспекти функціонування транспортної системи як елементу логістичної системи підприємства (табл. 1).

Таблиця 1 – Фактори екологічного, економічного й соціального впливу транспортної логістики

Екологічні	Економічні	Соціальні
1. Зміна клімату й парниковий ефект як результат спалювання викопних енергоносіїв. 2. Переважаюче використання невідновлюваних викопних палив. 3. Утворення відходів (шини, відпрацьоване мастило, зношені деталі тощо). 4. Шумове забруднення. 5. Руйнування екосистем та зникнення біорізноманіття.	1. Перевантаження дорожнього руху (затори). 2. Споживання й витрата природних ресурсів та енергоносіїв.	1. Негативний вплив забруднення на здоров’я та безпеку суспільства. 2. Знищення сільсько–господарських культур. 3. Травми і летальні випадки в результаті дорожньо–транспортних пригод. 4. Погіршення якості перевезень. 5. Погіршення транспортної інфраструктури.

Джерело: [8].

При цьому завдання раціонального використання ресурсів, охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічності виробничих процесів, продукції та послуг необхідно розглядати не як ризик чи фінансовий тягар, а у контексті додаткових джерел конкурентних переваг, шансів виходу на нові ринки, формування сприятливого іміджу підприємства.

Все це доводить, що трансформаційні зміни в системі транспортної логістики мають визначати вектор її розвитку еколого–економічними пріоритетами. А модель сталого екологоорієнтованого розвитку логістики слід будувати на системному підході управління протягом всього життєвого циклу з урахуванням економічної й екологічної вартості товару/послуг, включаючи витрати, спрямовані на захист довкілля. Це дозволить одночасно вирішити декілька ключових проблем, а саме: забезпечити потреби виробництва й споживачів; поліпшити якість життя суспільства; підвищити ефективність використання ресурсів; мінімізувати утворення відходів; та поширити практику використання альтернативних видів палива та відновлюваних джерел енергії.

Сьогодні для підприємств доступні різноманітні підходи й методи мінімізації негативного впливу транспортної системи на навколишнє середовище, серед яких найбільш ефективними є використання екологічних транспортних засобів з електричними, газовими, водневими і гібридними двигунами, а також екологічних паливно–мастильних матеріалів; підвищення рівня кваліфікації водіїв, їх навчання з енергоефективності водіння; оптимізація маршрутів транспортування з

урахуванням впливу на навколишнє середовище; збільшення частки залізничних і водних перевезень; реалізація схем мультимодальних перевезень з використанням переважно залізничного та водного транспорту, так як саме ці види транспорту завдають менше шкоди навколишньому середовищу; використання трейлерів з двоярусним причепом, а також навантаження контейнерів на вагони-платформи в два яруси, що дозволяє раціонально використовувати простір рухомого складу і задіяти меншу кількість транспортних засобів; використання екологічно безпечної вантажно-розвантажувальної техніки.

Досвід відомих компаній переконливо доводять високу результативність цих заходів на практиці. Так, компанія Unilever за рахунок мультимодальних перевезень (скорочення автомобільних перевезень і збільшення частки перевезень залізничним і морським транспортом) суттєво знизила рівень викидів парникових газів та зменшила величину транспортних витрат. Японська судноплавна компанія K Line встановила на окремих судах комп'ютерну систему, яка на основі постійного моніторингу погодних і гідрографічних умов оптимізує роботу двигуна, що, в свою чергу, дозволяє зменшити обсяги шкідливих викидів в атмосферу на 1%. Всесвітньовідома компанія експрес-доставки DHL розробила сервісну послугу, в процесі реалізації споживачам пропонується взяти на себе відповідальність за забруднення довкілля. Сервіс GoGreen дозволяє підрахувати обсяги викидів CO₂ при транспортуванні вантажу від моменту його прийняття транспортною компанією і до моменту доставки одержувачу. Споживач добровільно приймає рішення про сплату додаткових коштів за екологічні збитки [8].

Питання врахування повної економічної й екологічної вартості транспортних послуг – складна мультиваріативна проблема, яка передбачає комплексний облік економічних витрат та екологічних витрат в системі транспортної логістики. При такому підході враховуються єдність процесів природокористування та функціональні зв'язки між величиною споживання природних ресурсів і кількістю відходів, які при цьому утворюються та забруднюють довкілля.

Характерною ознакою такого підходу є симбіоз двох рівнозначних векторів управління: виробництво матеріальних цінностей з метою задоволення суспільних потреб й задоволення потреб у безпечному навколишньому середовищі. Мета – пошук невикористаних доступних резервів для підвищення еколого-економічної ефективності. Тобто шляхом вартісного виміру впливу логістичного процесу на довкілля визначається взаємозв'язок між економічною й екологічною складовою процесу, передбачається співвіднесення результату з витратами, з'ясовується їх сутність з позиції еколого-економічної ефективності.

У роботі [5] запропоновано поняття управління повними логістичними витратами, які являють собою виражені у вартісній формі витрати на забезпечення руху матеріального та супутніх потоків між первинним джерелом і споживачем та витрати на компенсацію екодеструктивного впливу цього руху на навколишнє природне середовище (табл. 2).

Таблиця 2 – Структура повних логістичних витрат в системі транспортної логістики

Повні витрати транспортної логістики	
Економічні	Екологічні
1. Вартість пального, яке використовується при транспортуванні товарів. 2. Витрати на оплату праці водіїв. 3. Витрати на утримання транспортних засобів тощо.	<i>1. Екологічні платежі:</i> 1.1. Плата за спожиті природні ресурси. 1.2. Плата за забруднення навколишнього природного середовища. <i>2. Економічний збиток від забруднення довкілля:</i> 2.1. Додаткові витрати, спричинені підвищенням захворюваності населення. 2.2. Втрати підприємства внаслідок зменшення обсягів реалізації через невихід хворих робітників на роботу; втрати сільгосппідприємств внаслідок недовиробництва продукції через забруднення придорожніх земель тощо.

Джерело: [5].

Розрахунок еколого-економічної ефективності процесів в системі транспортної логістики підприємства/регіону з урахуванням повних логістичних еколого-економічних витрат пропонується проводити на основі порівняння таких найбільш значимих аспектів: в економічному контексті – витрати на забезпечення транспортний засіб (ТЗ) паливно-мастильними матеріалами ($E_{ВПММ}$); в екологічному контексті – екологічні збитки від спалювання палива й забруднення атмосфери ($E_З$). Показник відносно еколого-економічної ефективності ($\tilde{E}_{EE}$), який дозволяє співставити величину екологічного збитку ($E_{EЗ}$) на 1 одиницю експлуатаційних витрат ($E_{ЕВ}$) формулою (1):

$$\tilde{E}_{EE} = E_{EЗ} / E_{ЕВ} \quad (1)$$

Кількісне значення показника відносно еколого-економічної ефективності будемо здійснювати для процесів транспортування товарів широкого вжитку (наприклад, хлібобулочних виробів на лотках, молочних виробів інших продовольчих та господарчих товарів тощо). Для транспортування таких матеріальних потоків в Україні використовуються автомобілі-фургони малої і середньої вантажопідйомності, такі як ГАЗ 3302, Renault Mascott, Mercedes Sprinter. Це економічні, практичні й надійні фургони комерційного призначення.

Для визначення показника відносно еколого-економічної ефективності проаналізуємо транспортні засоби з різними видами палива: ГАЗ 3302 (Євро 2) з використанням бензинового палива, ГАЗ 3302 (Євро 2) – зрідженого нафтового газу (ЗНГ), Renault Mascott (Євро 3) – дизельного палива, Mercedes Sprinter (Євро 4) – дизельного палива.

В таблиці 3 приведено витрати на забезпечення ТЗ паливно-мастильними матеріалами.

Таблиця 3 – Економічні витрати при експлуатації ТЗ з використанням різних видів палив

Вид ТЗ	Вид палива	Стандарт	Споживання палива, л/100 км	Пробіг, км/рік	Середня вартість палива, €/л	Річні економічні витрати, €
ГАЗ 3302	Бензин	Євро 2	17,5	50000	0,78 (А-98)	6825
ГАЗ 3302	ЗНГ	Євро 2	20	50000	0,28	2800
Renault Mascott	Дизель	Євро 3	12	50000	0,64	3840
Mercedes Sprinter	Дизель	Євро 4	10,5	50000	0,64	3360

Джерело: розраховано авторами.

Екологічні збитки для зазначених моделей транспортних засобів з урахуванням даних табл. 3 розраховані за типовою методикою [8] (табл. 4).

Таблиця 4 – Екологічні збитки від забруднення довкілля при експлуатації ТЗ з використанням різних видів палив

Назва ТЗ і вид палива	Масовий викид забруднюючі речовини, т				Зведені викиди до СО	Екологічний збиток, €	Річний екологічний збиток, €
	М (СО)	М (СН)	М (NO _x)	М (ТЧ)			
ГАЗ 3302(бензин)	0,027	0,006	0,001	-	0,087	13,37	3 355,87
ГАЗ 3302(ЗНГ)	0,021	0,0045	0,0008	-	0,068	10,33	2 592,83
Renault Mascott	0,0052	0,0048	0,0018	0,0004	0,09	16,29	4 088,79
Mercedes Sprinter	0,0035	0,002	0,0009	0,0002	0,055	8,09	2 030,59

Джерело: розраховано авторами.

Розрахуємо показник відносної еколого–економічної ефективності ($\tilde{E}_{EE}$) експлуатації ТЗ з використанням різних видів палив. Аналіз результатів показує, що найбільші екологічні збитки спричиняє транспортування виробів автомобілем Renault Mascott (4 088,79 €), це на 2058,2 більше ніж при транспортуванні товарів автомобілем Mercedes Sprinter. Із таблиці 5 видно, що найбільш економічно витратним транспортним засобом є ГАЗ 3302 (бензин). Згідно отриманих розрахунків доцільно використовувати для транспортування харчових товарів транспортні засоби моделі Mercedes Sprinter, оскільки сумарні викиди до СО мають найменші значення та розмір еколого–економічного збитку є мінімальним.

Таблиця 5 – Відносна еколого–економічна ефективність ($\tilde{E}_{EE}$) експлуатації ТЗ з використанням різних видів палив

Назва ТЗ і вид палива	Річні економічні витрати, €	Річний екологічний збиток, €	Відносний показник еколого–економічної ефективності
ГАЗ 3302(бензин)	6825	3 355,87	0,49
ГАЗ 3302(ЗНГ)	2800	2 592,83	0,92
Renault Mascott	3840	4 088,79	1,06
Mercedes Sprinter	3360	2 030,59	0,60

Джерело: розраховано авторами.

Побудовані за цим принципом показники еколого–економічної ефективності дають можливість одночасно оцінити результати і витрати діяльності у вартісному та/чи натуральному виразі.

Висновки. Отже, екологоорієнтоване управління транспортною логістикою як інструменту підтримання екологічної безпеки постійно зростає, вона є прикладом суспільно корисного і бізнесового прибуткового симбіозу екології і економіки, який задовольняє умови і збереження навколишнього середовища, і зростання господарської діяльності.

В роботі запропоновано показник відносної еколого–економічної ефективності. Цей показник застосовується для виміру впливу логістичного процесу на довкілля та визначає взаємозв’язок між економічною й екологічною складовою процесу. Розрахунок відносного показника дозволив визначити еколого–економічну ефективність при виборі транспортного засобу під час транспортування товарів харчового та промислового призначення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Еколого–економічні проблеми природокористування у лісовому комплексі (теорія, методологія і практика) [Текст] : автореф. дис... д-ра екон. наук: 08.08.01 / Мішенін Євген Васильович ; НАН України, Рада по вивченню продукт. сил України. - К., 1999. - 37 с.
2. Коблянська І. І. Науково-методичні основи екологічно орієнтованого логістичного управління промисловим виробництвом : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.06 / Коблянська Інна Ігорівна. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 234 с.
3. Хрутьба В.О. Впровадження екологічної логістики як складової сталого розвитку транспорту / В.О.Хрутьба, В.П.Матейчик, М.Смешек // Проблеми транспорту. – вип.8 . – 2011. – С.217 – 224.
4. Екологоорієнтоване логістичне управління виробництвом: монографія / [Є.В. Мішенін, І.І. Коблянська, Т.В. Устік, І.Є. Ярова]; за наук. ред. д.е.н., проф. Є.В. Мішеніна – Суми: ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2013. – 248 с.
5. Чортюк Ю.В. Упровадження логістичних систем як основний напрямок здійснення ресурсозберігаючих трансформацій у транспортному комплексі України / Ю.В.Чортюк // Ресурсозбереження та економічний розвиток України: формування механізмів переходу суб’єктів господарювання України до економічного розвитку на базі ресурсозберігаючих технологій: монографія / за заг. ред. І. М. Сотник. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. — С. 305-324.

6. Логистика: Учебник / А.М. Гаджинский. - 20-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012. - 484 с.
7. Мельник Л. Г. Основи екології. Економіка та управління в природокористуванні / Л. Г. Мельник, М. К. Шапочка. – Суми: ВТД „Університетська книга”, 2005. – 998 с.
8. Хрутьба В.О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі. Монографія. — К.: НТУ, 2013. — 192 с.
9. Екологія автомобільного транспорту / [Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун та ін.]. – Київ: Арістей, 2006. – 292 с.

REFERENCES

1. Ekoloho-ekonomichni problemy pryrodokorystuvannya u lisovomu kompleksi (teoriya, metodolohiya i praktyka) [Tekst] : avtoref. dys... d-ra ekon. nauk: 08.08.01 / Mishenin Yevhen Vasylovych ; NAN Ukrainy, Rada po vyvchennyu produkt. syl Ukrainy. - K., 1999. - 37 s.
2. Koblyans'ka I. I. Naukovo-metodychni osnovy ekolohichno oriyentovanoho lohistychnoho upravlinnya promyslovym vyrobnytstvom : dys. ... kand. ekon. nauk : 08.00.06 / Koblyans'ka Inna Ihorivna. – Sumy : Sums'kyi derzhavnyi universytet, 2011. – 234 s.
3. Khrut'ba V.O. Vprovadzhennya ekolohichnoyi lohistyky yak skladovoyi staloho rozvytku transportu / V.O.Khrut'ba, V.P.Mateychyk, M.Smeshek // Problemy transportu. – vyp.8 . – 2011. – S.217 – 224.
4. Ekolohooriyentovane lohistychno upravlinnya vyrobnytstvom: monohrafiya / [Ye.V. Mishenin, I.I. Koblyans'ka, T.V. Ustik, I.Ye. Yarova]; za nauk. red. d.e.n., prof. Ye.V. Mishenina – Sumy: TOV «Drukars'kyi dim «Papyrus», 2013. – 248 s.
5. Chortok Yu.V. Uprovadzhennya lohistychnykh system yak osnovnyy napryamok zdiysnennya resursozberihayuchykh transformatsiy u transportnomu kompleksi Ukrainy / Yu. V. Chortok // Resursozberizhennya ta ekonomichnyy rozvytok Ukrainy: formuvannya mekhanizmiv perekhodu sub'yektiv hospodaryuvannya Ukrainy do ekonomichnoho rozvytku na bazi resursozberihayuchykh tekhnolohiy: monohrafiya / za zah. red. I. M. Sotnyk. — Sumy: VTD «Universytet-s'ka knyha», 2006. — S. 305-324.
6. Lohistyka: Uchebnyk / A.M. Hadzhynskyy. - 20-e yzd. - M.: Yzdatel'sko-torhovaya korporatsyya «Dashkov y K», 2012. - 484 s.
7. Melnik L. G. Osnovi ekologiyi. Ekonomika ta upravlinnya v prirodokoristuvanni / L. G. Melnik, M. K. Shapochka. – Sumi: VTD „Universitetska kniha”, 2005. – 998 s.
8. Khrutba V. (2013) Fundamentals of projects and programs of waste management in the transport sector: monograph. Kiev: NTU. 192. (Ukr).
9. Ekologiya avtomobilnogo transportu / [Yu. F. Gutarevich, D. V. Zerkalov, A. G. Govorun ta in.]. – Kiyiv: Aristey, 2006. – 292 s. Aristey, 2006. – 292 s.

РЕФЕРАТ

Нікітченко Ю.С. Еколого–економічна ефективність транспортної логістики / Нікітченко Ю.С., Вайганг Г.О., Хрутьба Ю.С., Грабовська Т.М. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

В статті запропоновано відносний показник еколого-економічної оцінки в системі транспортної логістики підприємства, який дозволяє проводити одночасний аналіз екологічної і економічної складової системи транспортної логістики підприємства/регіону.

Об’єкт дослідження - еколого-економічний вплив процесів транспортної логістики.

Мета роботи – розробити показники оцінювання еколого-економічної ефективності транспортної логістики підприємства для оптимізації товаро-транспортних потоків.

Методи дослідження – аналіз, спостереження, узагальнення, порівняння, моделювання, формалізація.

Стрімке збільшення кількості автотранспортних засобів актуалізувало проблему транспортної логістики як одну із основи розвитку екологоорієнтованого логістичного управління. Це відповідає принципам сталого розвитку, коли економічні, технічні й екологічні аспекти є рівнозначними, без

вираженого пріоритету одного над іншим. При цьому питання підвищення та/чи забезпечення екологічної безпеки при транспортуванні продукції, в тому числі під час утилізації/переробки, досліджені фрагментарно.

Встановлено, що неконтрольоване транспортування в логістичній системі підприємства призводить до зниження екологічної безпеки навколишнього природного середовища в результаті підвищення екологічних ризиків забруднення атмосфери. Проведено аналіз факторів екологічного, економічного й соціального впливу транспортної логістики, який засвідчив необхідність трансформаційних змін в системі транспортної логістики, що мають визначати вектор її розвитку еколого–економічними пріоритетами. Визначено структуру повних логістичних витрат та розроблено показники еколого-економічної оцінки в системі транспортної логістики підприємства шляхом вартісного виміру впливу логістики на довкілля. Розраховано еколого-економічну ефективність в системі транспортної логістики підприємства, що дозволяє одночасно оцінити результати і витрати діяльності у вартісному та/чи натуральному виразі.

Результати статті можуть бути впроваджені при розробці сучасної для України моделі еколого-економічно ефективного транспортуванні продукції.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження – розробка ефективної еколого-економічно ефективної системи транспортування продукції.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ЕКОДЕСТРУКТИВНИЙ ВПЛИВ, ВИКИДИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

Nikitchenko Y.S. Ecological and economic efficiency of transport logistics / Nikitchenko Y.S., Waygang G.O., Hrutba Y.S., Hrabovska T.M. // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

A paper proposed a relative indicator for economic and environmental assessment of transport logistics which helps to evaluate simultaneously the economic and environmental aspects of the system of business transport logistics.

Object of the study – environmental and economic impact of the transport logistics processes.

Purpose of the study – to develop indicators for assessment of the transport logistics economic and environmental efficiency to optimize commodity traffic.

The rapid increase of vehicles amount actualizes the problem of transport logistics as one of the foundation for environmentally friendly development of logistics management. This is corresponds to the principals of sustainable development, when economic, technical and environmental aspects are equal, without the express priority of one over the other. At the same time the question of increasing and/or providing of the environmental safety at products transportation, including during recycling/recovery, have been studied in fragments.

It is estimated that non-control transportation within the logistics system of an enterprise leads to decreasing of the environmental safety because of air pollution environmental risks increasing. In the paper the analysis of factors of ecological, economic and social impact of transport logistics has been conducted, which prove a necessity of transformative changes of the transport logistics system with priority of vector of environmental and economic development. The structure of total logistics costs is identified and indicators for environmental and economic evaluation of the system of transport logistics by means of logistics impact assessment on the environment are developed. The environmental and economic efficiency of the transport logistics system is calculated, which helps to evaluate results and costs in physical or money form simultaneously.

The results of this paper can be applied for the development of modern for Ukraine a model of environmental and cost-efficient transport system of products.

Projected assumptions about the object of study - the development of environmental and cost-efficient products transportation systems.

KEY WORDS: VEHICLE, ENVIRONMENTALLY DESTRUCTIVE IMPACT, EMISSIONS, ENVIRONMENTAL SAFETY, ENVIRONMENTAL RISK, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY.

РЕФЕРАТ

Никитченко Ю.С. Эколого–экономическая эффективность транспортной логистики / Никитченко Ю.С., Вайганг А.А., Хрутьба Ю.С., Грабовская Т.М // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье предложен относительный показатель эколого-экономической оценки в системе транспортной логистики предприятия, позволяет проводить одновременный анализ экологической и экономической составляющей системы транспортной логистики предприятия / региона.

Объект исследования - эколого-экономическое влияние процессов транспортной логистики.

Цель работы - разработать показатели оценки эколого-экономической эффективности транспортной логистики предприятия для оптимизации товарно-транспортных потоков.

Методы исследования - анализ, наблюдение, обобщение, сравнение, моделирование, формализация.

Стремительное увеличение количества автотранспортных средств актуализировало проблему транспортной логистики как одну из основы экологоориентированного логистического управления. Это соответствует принципам устойчивого развития, когда экономические, технические и экологические аспекты являются равнозначными, без выраженного приоритета одного над другим. При этом вопрос повышения и / или обеспечения экологической безопасности при транспортировке продукции, в том числе при утилизации / переработки, исследованы фрагментарно.

Установлено, что неконтролируемое транспортировки в логистической системе предприятия приводит к снижению экологической безопасности окружающей среды в результате повышения экологических рисков загрязнения атмосферы. Проведен анализ факторов экологического, экономического и социального влияния транспортной логистики, который показал необходимость трансформационных изменений в системе транспортной логистики, должны определять вектор ее развития эколого-экономическими приоритетами. Определена структура полных логистических затрат и разработаны показатели эколого-экономической оценки в системе транспортной логистики предприятия путем стоимостного измерения влияния логистики на окружающую среду. Рассчитано эколого-экономической эффективности в системе транспортной логистики предприятия, позволяет одновременно оценить результаты и затраты деятельности в стоимостном и / или натуральном выражении.

Результаты статьи могут быть внедрены при разработке современной для Украины модели эколого-экономически эффективного транспортировке продукции.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования - разработка эффективной эколого-экономическую эффективной системы транспортировки продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ЭКОДЕСТРУКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ВЫБРОСЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

АВТОРИ:

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. 38 (044) 280–81–77, Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90а.

Вайганг Ганна Олександрівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: ecannam@mail.ru, тел. +38 (044) 280–81–77, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 312.

Хрутьба Юлія Сергіївна, аспірантка, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, кафедра екологічного менеджменту та підприємництва, e-mail: hrutbaj@gmail.com, тел. +38 (063) 608-15-70, Україна, 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 60.

Грабовська Тетяна Миколаївна, Національний транспортний університет, кафедра екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: yaoptimist9@mail.ru, тел. +38 (044) 280–81–77, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 312.

AUTHORS:

Nikitchenko Yu. S., Ph.D., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Associate Professor of the Department of Environmental Management and Entrepreneurship, e-mail: julia_n_s@ukr.net, tel. +38 (044) 280-81-77, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska Str., 90a.

Waygang G. O., Ph.D., National Transport University, associate professor of the department of ecology and life safety, e-mail: ecannam@mail.ru, tel. +38 (044) 280-81-77, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova Str., 1, of. 312.

Khrutba Yu. S., Taras Shevchenko National University of Kyiv, department of Environmental Management and Entrepreneurship, e-mail: hrutbaj@gmail.com, tel. +38 (063) 608-15-70, Ukraine, 01601, Kyiv, Volodymyrska Str., 60.

Hrabovska T. M., National Transport University, e-mail: yaoptimist9@mail.ru, tel. +38 (044) 280-81-77, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova Str., 1, of. 312.

АВТОРЫ:

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. +38 (044) 280-81-77, Украина, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, 90а.

Вайганг Анна Александровна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: ecannam@mail.ru, тел. +38 (044) 280-81-77, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 312.

Хрутьба Юлия Сергеевна, аспирантка, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, кафедра экологического менеджмента и предпринимательства, e-mail: hrutbaj@gmail.com, тел. +38 (063) 608-15-70, Украина, 01601, г. Киев, ул. Владимирская, 60.

Грабовская Татьяна Николаевна, Национальный транспортный университет, e-mail: yaoptimist9@mail.ru, тел. +38 (044) 280-81-77, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Вільфрід Н., д.е.н., професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

Лук'янова В. В., к.т.н., старший викладач, Національного транспортного університету, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Wilfried N., Doctor of Economics Science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

Lykhanova V. V., Ph.D., Associate Professor of the National Transport University, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Вильфريد Н., д.э.н., профессор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев, Украина.

Лукьянова В. В., к.т.н., старший преподаватель Национального транспортного университета, Киев, Украина.

УДК 656.02

UDK 656.02

RELACJE MIĘDZY TRANSPORTEM A GOSPODARKĄ W PAŃSTWACH
UNII EUROPEJSKIEJ

LITWIN Filip, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

LIS Katarzyna, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

LEW Krzysztof, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ТРАНСПОРТОМ І ЕКОНОМІКОЮ В КРАЇНАХ
ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

ЛІТВІН Філіп, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ЛІС Катажина, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ЛЕВ Кшиштоф, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

RELATIONSHIP BETWEEN TRANSPORT AND ECONOMY
IN EUROPEAN UNION COUNTRIES

LITWIN Filip, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

LIS Katarzyna, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

LEW Krzysztof, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Idea wspólnej polityki transportowej państw Unii Europejskiej wzięła się z potrzeby dobrze rozwiniętej sieci transportowej. Miała ona spowodować rozwój gospodarczy, wpłynąć korzystnie na tworzenie nowych miejsc pracy, jednocześnie skracając czas podróży i zwiększając wygodę. Pierwszym aktem prawnym, który uregulował przepisy transportowe był traktat rzymski z 1957 r. Zapisana w nim została zasada swobodnego przepływu towaru i usług jako gwarancja wolnego rynku. Traktat ten nie zawierał jednak konkretnych wskazań pozostawiając te kwestie do uregulowania państwom członkowskim. Dopiero w 1985 r. po wyroku Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości przeciwko Radzie Unii Europejskiej, która została oskarżona o niespełnienie obowiązku opracowania jednolitej polityki transportowej, wydana została biała księga zawierająca konkretne cele, które miały zostać osiągnięte do roku 1992.

W 1992 r. ratyfikowano traktat z Maastricht, którego najważniejszymi celami w polityce transportowej było ustanowienie sieci transeuropejskich oraz otwarcie rynku na konkurencję. Nowością były także wymogi dotyczące ochrony środowiska. Wszystkie te zasady stały się fundamentem dla późniejszych działań w polityce transportowej Unii Europejskiej.

W 2001 oraz 2006 r. wydano kolejne białe księgi dotyczące polityki transportowej. Zawarto w nich prognozy dotyczące zwiększenia natężenia ruchu oraz jeszcze bardziej zwiększono nacisk na ochronę środowiska i zdrowia ludzkiego. Zauważono istotny problem nierównomiernego rozwoju gałęzi transportu oraz zaproponowano rozbudowę wodnych dróg śródlądowych.

Biała księga z 2011 r. miała na celu zakończenie procesu tworzenia wewnętrznego rynku w sektorze transportu. Zaproponowano w niej:

- zbudowanie zintegrowanych sieci transportowych wykorzystujących różne gałęzie transportu,
- utworzenie węzłów multimodalnych,
- usunięcie utrudnień technicznych, administracyjnych i wydolnościowych dotyczących transportu,
- poprawę infrastruktury,

- położenie nacisku na innowacje,
- zmniejszenie emisji dwutlenku węgla oraz uniezależnienie od ropy naftowej przy jednoczesnym zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju.

CHARAKTERYSTYKA RYNKU TRANSPORTOWEGO UNII EUROPEJSKIEJ

Transport drogowy znacząco dominuje wśród wszystkich rodzajów transportu w Unii Europejskiej. Jest on kluczowy z gospodarczego punktu widzenia, gdyż od kilkudziesięciu lat sektor ten stale rośnie. Od traktatu z Maastricht nastąpił zdecydowany wzrost sektora przewozów międzynarodowych oraz kabotażu. Traktat ten wprowadził udogodnienia dla przewoźników, dzięki którym mogą swobodnie przewozić pasażerów drogami całej Unii Europejskiej, tylko na podstawie licencji wydanej w państwie, w którym mają oni siedzibę. Ujednolicono system poboru opłat tak, aby nie dyskryminował przewoźników z innych państw UE i nakładał większe koszty na przewoźników zanieczyszczających środowisko. Wspólnie uregulowano, także limity maksymalnego czasu prowadzenia pojazdu i nałożono obowiązek posiadania cyfrowych tachografów na kierowców autobusów i samochodów ciężarowych. W kwestiach formalnych ujednolicono format prawa jazdy, dokumentów rejestracyjnych oraz limity dotyczące wymiarów i masy pojazdów.

Sektor kolejowy napotkał zdecydowanie poważniejsze problemy na drodze transformacji. Na dzień dzisiejszy wciąż istnieją państwa, które są właścicielami przedsiębiorstw kolejowych na poziomie centralnym. Wpływa to negatywnie na konkurencyjność i jakość usług. Od drugiej połowy lat 80 kolej zaczęła odnotowywać spadek ilości przewozów względem transportu samochodowego. Dopiero w 2001 r. udało się ustabilizować sytuację na rynku i stopniowo zwiększać liczbę pasażerów i towarów przewożonych koleją. Z geograficznego punktu widzenia istnieje ogromna dysproporcja między Europą północną i zachodnią a południową i wschodnią. Kraje południa i zachodu zdecydowanie dominują jeżeli chodzi o poziom, jakość i wzrost w przewozach kolejowych. Jako remedium przedstawiony został tzw. czwarty pakiet kolejowy, którego celem jest wzrost wydajności i udziału kolei w rynku transportowym, poprawa wizerunku kolei, wzrost konkurencyjności oraz poprawa jakości usług międzynarodowych [1].

Kwestia lotnictwa kształtuje się nieco inaczej. Przed 1992 r. transport lotniczy cechował się bardzo małą konkurencją wewnątrzgałęziową lub jej brakiem. Dzięki liberalnej polityce UE rozwój konkurencji nastąpił dynamicznie, co znacznie wpłynęło na ilość siatek połączeń oraz ceny. Podpisano umowę o otwartym niebie między państwami członkowskimi, dzięki której wszystkie linie lotnicze Unii mogą latać z dowolnego portu Unii do dowolnego miasta UE oraz USA, Kanady, Izraela, krajów bałkańskich, Maroko, Jordanii, Gruzji i Mołdawii. Za cel nadrzędny postawiono scalenie poszczególnych przestrzeni powietrznych państw członkowskich w jedną wspólną. W miejsce dawnych przestrzeni krajowych powstać mają funkcjonalne bloki przestrzeni powietrznej (FAB). Na chwilę obecną uzgodniono ich 9 i swoim obszarem objąć mają 31 państw. Bloki będą miały na celu bardziej efektywne zarządzanie przestrzenią powietrzną, optymalizację tras oraz zacieśnienie współpracy między przewoźnikami.

Kolejnym elementem programu jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej jest program SESAR, czyli „Wspólne przedsięwzięcie w celu opracowania europejskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym nowej generacji. Szacuje się, że program pochłonie łącznie około 51 mld EUR do 2030 roku. Do chwili obecnej wydano około 20 mld EUR na fazę rozwojową. Koszty całego przedsięwzięcia mają zostać podzielone równo między UE, przemysł i EUROCONTROL. Należy nadmienić, że program już teraz okazał się skuteczny, gdyż średni czas opóźnień zmniejszył się z 5,4 minuty na lot w 1991 do niespełna minuty w 2013. Za sukces należy uznać także spadek średniego wydłużenia trasy lotu względem trasy bezpośredniej oraz 3,5 mld EUR oszczędności [5].

Transport morski również ma strategiczne znaczenie dla rynku. Prawie 90% towarów eksportowanych oraz 40% wewnętrznych przewozów towarów odbywa się drogą morską. Największymi problemami transportu morskiego są katastrofy statków, których skutki nie sposób usunąć. Wycieki ropy naftowej trwale zanieczyszczają środowisko, dlatego coraz większy nacisk stawia się na podwyższenie norm dotyczących stanu technicznego statków i bezpieczeństwa. W niedalekiej przyszłości Europa napotka kolejny ważny problem – porty mogą stać się niewydolne. Na chwilę obecną tylko w największych portach

UE dochodzi do obsługi 74% objętości towarów, które są przedmiotem handlu z zagranicą. Liczba ta do 2030 roku ma wzrosnąć o 60%. Z jednej strony jest to ogromne wyzwanie dla portów, gdyż spowoduje to spowolnienie ruchu, zaś z drugiej strony powstaną miejsca pracy. Oprócz zasobów ludzkich kluczowe mogą okazać się inwestycje, wprowadzenie innowacyjnych technologii oraz integracja z miastami i regionami portowymi. Z dróg wodnych korzysta rocznie ponad 400 mln osób [2].

TRANSPORT A GOSPODARKA

Podstawowym podziałem jaki możemy zastosować w kwestii rodzajów powiązań między transportem a gospodarką jest podział na zależność czynną i bierną. W zależności biernej transport reaguje na zmiany gospodarcze nie wykonując żadnych działań, w czynnej natomiast sam wpływa na zachowanie gospodarki. Sytuacja z transportem jest o tyle ciekawa, że potrafi on być zarówno usługodawcą jak i usługobiorcą. W kontekście świadczenia usług, transport umożliwia wymianę usług i dóbr, przewóz surowców, materiałów i półproduktów oraz dostarczenie produktów końcowych. Z tego punktu widzenia transport jest ostatnią fazą procesu produkcyjnego. Z drugiej strony bycie usługobiorcą bierze się z tego, że jest on obsługiwany przez inne działy gospodarki, zgłaszając tym samym popyt.

Ze względu na funkcje transportu względem gospodarki wyróżniamy [3]:

- konsumpcyjną – w odpowiedzi na potrzeby rynkowe wykonywanie usług przewozowych,
- produkcyjną – zaspokajanie potrzeb produkcyjnych przez usługi transportowe, wpływając przy tym na funkcjonowanie rynku i wymianę,
- integracyjną – integrowanie społeczeństwa poprzez świadczenie usług transportowych.

Łatwo zauważyć, że transport jest swego rodzaju spoiwem gospodarki. Rzeczą, która w bardzo istotny sposób koreluje zarówno z transportem, jak i gospodarką jest infrastruktura. Infrastruktura decyduje o atrakcyjności danego regionu dla inwestorów. W dzisiejszych czasach odległość mierzy się w czasie, w jakim można ją przebyć, a nie w kilometrach. Zarówno przewoźnikom, jak i przedsiębiorcom zależy przede wszystkim na czasie - jeżeli wzrastają opóźnienia rosną także koszty składowania. Jak wspomniano wcześniej problemem Europy jest nierównomierny rozwój infrastruktury. Rozwiązaniem tego problemu ma być program Trans-European Network-Transport (TEN-T). Do 2030 r. zakłada on utworzenie jednolitego, europejskiego obszaru transportu, przeniesienie 30% objętości towarów na odległości powyżej 300km z transportu drogowego na transport kolejowy i wodny, skomunikowanie głównych lotnisk z magistralami kolejowymi, trzykrotny wzrost sieci kolei dużych prędkości [4].

WPŁYW TRANSPORTU NA GOSPODARKĘ UNII EUROPEJSKIEJ

Transportowy przemysł europejski generuje 562 mld euro wartości dodanej w cenach bazowych, co stanowiło ok. 4,9% PKB Unii Europejskiej w 2012 r. Produkcja sprzętu transportowego odpowiada za 1,7% PKB. W transporcie zatrudnionych jest około 11 mln osób, co daje 5,1% całkowitego zatrudnienia, z czego 53% pracuje w transporcie lądowym, 3% w wodnym i 4% w powietrznym. W usługach magazynowych i wspierających zatrudnionych jest około 25% oraz pozostałe 16% zajmuje się działalnością pocztową i kurierską.

Należy zauważyć, że zyski gospodarcze jakie generuje transport to nie tylko usługi przewozowe, ale także wszystko co z nim powiązane, włączając transport prywatny. Tylko w 2013 r. gospodarstwa domowe wydały 961 mld euro na transport i rzeczy z nim związane. Kupno pojazdów pochłonęło 248 mld, natomiast 520 mld wyniosły wydatki na koszty eksploatacyjne pojazdu, w tym paliwa, a 192 mld łącznie pasażerowie zapłacili za usługi przewozowe (bilety lotnicze, autobusowe itp.). Statystyczny Europejczyk pokonał w 2015 r. ok. 12600 km.

Wpływ transportu na gospodarkę najlepiej odzwierciedla finalna cena produktu, w której zawarte jest od 10 do 15% kosztów transportu i składowania. Kolejnym przykładem jest wpływ opóźnień spowodowanych przez zatory komunikacyjne, które rocznie kosztują UE, aż 1% PKB. Problemy dużych miast takich jak Londyn czy Berlin są problemami całej Unii. W Londynie 20% osób dojeżdżających do pracy spędza w środkach transportu powyżej dwóch godzin dziennie, co oznacza jeden pełny dzień roboczy na tydzień. W Niemczech 37% osób spędza godzinę dziennie w drodze do pracy i z powrotem.

W kwestii transportu morskiego i lotniczego perspektywy na najbliższe lata wyglądają bardzo obiecująco. Unia Europejska wraz z Europejskim Obszarem Gospodarczym dysponują największą flotą handlową świata. Znalazło w niej zatrudnienie ponad 300 tys. marynarzy, a rocznie do europejskich portów przybywa 80 tys. statków. Jeszcze więcej osób zatrudnia sektor lotniczy – prawie 700 tys., a ponad 3 mln osób jest od niego pośrednio lub bezpośrednio zależnych [5].

PODSUMOWANIE

Z perspektywy czasu można stwierdzić, że opracowanie wspólnej polityki transportowej okazało się sukcesem. Stało się tak głównie dzięki ogromnym nakładom na infrastrukturę w Unii Europejskiej. Słusznie zauważono, że ośrodki przemysłowe nie będą mogły się rozwijać jeżeli nie będą dobrze skomunikowane z resztą świata. Nie bez znaczenia jest tutaj też położenie geograficzne. Idealnie ukazuje to przykład Strykowa, w okolicach którego powstają wielkie centra logistyczne. Stryków leży przy skrzyżowaniu autostrad A1 i A2. Dobre skomunikowanie i atrakcyjność regionu z punktu widzenia strategicznego przyciągnęło inwestorów krajowych i zagranicznych, otwierając przy tym mnóstwo miejsc pracy i napędzając gospodarkę.

Transport może być też wskaźnikiem sytuacji gospodarczej w danym regionie. Jeżeli następuje kryzys, to spada produkcja oraz ilość wykonywanych usług transportowych. Transport jest wrażliwym działem gospodarki rynkowej bardzo podatnym na wahania w innych sektorach gospodarki.

Priorytetami Unii Europejskiej w przyszłości będzie rozwijanie proekologicznych technologii transportowych, ograniczenie emisji CO₂, zmniejszenie udziału transportu drogowego i prywatnego w rynku oraz zrównoważony rozwój. Stworzy to szansę dla ośrodków naukowych. Działania jakie trzeba będzie implementować w dziedzinie transportu wymagać będą współpracy specjalistów z dziedziny mechaniki, biznesu i ekologii. Tworząc warunki rozwoju Unia Europejska może dać szansę rozwoju młodym ludziom, co później przełoży się nie tylko na sam transport, ale i wpływy do budżetu [1].

LITERATURA

1. http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/pl/transport_pl.pdf
2. http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pl/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.6.9.html
3. Tarka D., 2012. Infrastruktura transportowa w wybranych krajach Unii Europejskiej – analiza taksonomiczna
4. <http://drogipubliczne.eu/ten-t>
5. http://ec.europa.eu/transport/strategies/facts-and-figures/all-themes/index_pl.htm

STRESZCZENIE

LITWIN Filip. Relacje między transportem a gospodarką w państwach Unii Europejskiej / LITWIN Filip, LIS Katarzyna, LEW Krzysztof // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono zagadnienie zależności między transportem a gospodarką w Unii Europejskiej. Kolejno opisano zmiany w polityce Unii Europejskiej dotyczące gałęzi transportu, przedstawiono krótką charakterystykę rynku transportowego UE oraz przeanalizowano zależności występujące między transportem a gospodarką Unii.

РЕФЕРАТ

ЛІТВІН Філіп. Зв'язок між транспортом і економікою в країнах Європейського Союзу / ЛІТВІН Філіп, ЛІС Катажина, ЛЕВ Кишиштоф // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У даній статті показано, як транспорт впливає на економіку в країнах-членах ЄС. Описано, як змінилася загальна транспортна політика за останні роки. Представлена коротка характеристика ринку транспортних послуг ЄС. Здійснений аналіз впливу транспорту на економіку ЄС.

ABSTRACT

LITWIN Filip, LIS Katarzyna, LEW Krzysztof. Relationship between transport and economy in European Union countries. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

This article shows how transport affects the economy in the EU member states. The article describes how the common transport policy has changed over the years. The impact of transport on the economy of the EU is analyzed.

AUTORZY:

LITWIN Filip, Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska

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

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

АВТОРИ:

ЛІТВІН Філіп, Жешовська Політехніка, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

ЛІС Катажина, 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

AUTHORS:

LITWIN Filip, Faculty of Management, Rzeszow University of Technology, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

LIS Katarzyna, 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

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 629.113:628.517+504.064
UDK 629.113:628.517+504.064

ОЦІНКА ПАРАМЕТРИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА МІСЬКИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Вайганг Г.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Яновський В.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ASSESSMENT OF PARAMETRIC ENVIRONMENTAL POLLUTION OF ROADSIDE BY CITY TRAFFIC FLOW

Mateichyk V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Weigang G.O., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yanovskyi V.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Вайганг А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Яновский В.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Постановка проблеми. Транспортний шум є одним із головних негативних чинників впливу транспортних потоків на екосистеми та населення міст. Сучасні міста перевантажені кількістю транспортних засобів: транспортні потоки на магістралях мегаполісів досягають 7000 одиниць за годину [1]. Шум, що створюється транспортним потоком розповсюджується не лише на примігистральні смуги, але й поширюється вглиб житлових забудов. Адаптація людини до шуму є обмеженою: він заважає повноцінному відпочинку і продуктивній роботі.

Захист від транспортного шуму прилеглих до автомобільних доріг територій полягає в їхньому функціональному зонуванні з урахуванням допустимих рівнів звуку в денний або нічний час та в застосуванні пасивних і активних заходів зі зниження транспортного шуму [2].

Питання оцінки та прогнозу впливу транспортних потоків на акустичне середовище, розробки на їх основі раціональних заходів по зниженню цього впливу є вкрай актуальними.

Метою роботи є оцінка впливу шуму транспортних потоків та рівня параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками на ділянках автомагістралей м. Києва з найбільшою інтенсивністю руху та розробка заходів щодо зниження впливу транспортного шуму.

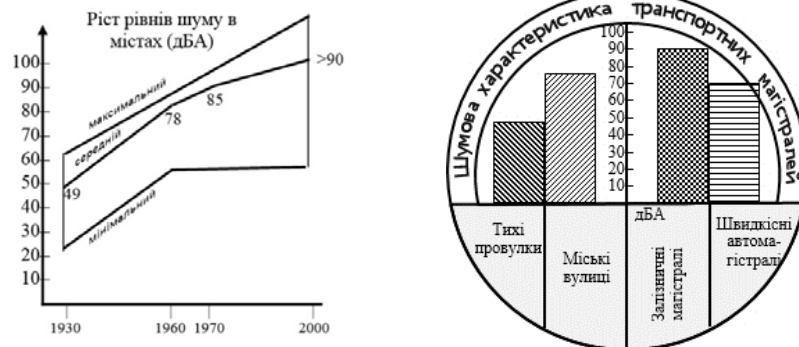
Для досягнення поставленої мети було розглянуто наступні **задачі**:

- аналіз методів та методик оцінки параметричного забруднення транспортними потоками та розрахунку еквівалентного рівня звуку;
- проведення моніторингу параметрів транспортних потоків і рівня шуму, що створюються при експлуатації автомобілів на автодорогах м. Києва;
- проведення експериментального та теоретичного дослідження визначення рівня шуму на ділянках автомобільних доріг м. Києва;
- аналіз рівня акустичного навантаження на дослідних ділянках з використанням сучасних інформаційних технологій;
- розробка практичних рекомендацій щодо зниження рівня параметричного забруднення на автомагістралях м. Києва.

Виклад основного матеріалу дослідження. Транспорт зумовлює низку проблем, що їх умовно можна об'єднати в кілька груп (за основними напрямками взаємодії з довкіллям): 1) транспорт – великий споживач палива; 2) транспорт – джерело забруднення довкілля; 3) транспорт – одне із джерел шуму; 4) транспорт вилучає сільськогосподарські угіддя під шляхи і стаціонарні споруди; 5) транспорт є об'єктом підвищеної небезпеки для людини [3].

Транспортний потік чинить на навколишнє середовище впливи, що спричиняють інгредієнтне та параметричне забруднення. Інгредієнтне забруднення, що, в свою чергу, поділяють на мінеральне і органічне – це якісна або кількісна зміна складу середовища в результаті надходження в нього хімічних сполук [4]. Параметричне забруднення (теплове, шумове, світлове, радіаційне, електромагнітне) проявляється в зміні властивостей (параметрів) середовища, що може негативно впливати на його стан. Автомобіль під час руху викликає шумове, вібраційне та електромагнітне забруднення. Рівень транспортного шуму обумовлюється інтенсивністю, швидкістю і складом транспортного потоку. Крім того, він залежить від типу і якості дорожнього покриття, планувальних рішень території (повздовжній та поперечний профіль вулиць, архітектура забудови, світлофори) та наявності зелених насаджень [5].

Транспортний шум – це перевищення природного рівня шуму, спричиненого роботою двигунів, колесами, гальмами і аеродинамічними особливостями транспортного засобу. Шум від автомобільного транспорту – це найпоширеніший вид несприятливого екологічного впливу на організм людини. Транспортні засоби є джерелами зовнішніх шумів, що досягають величин порядку 79–92 дБ, за нормального рівня в 55–65 дБ (рис.1).



Поширення шуму від транспортних магістралей, дБА

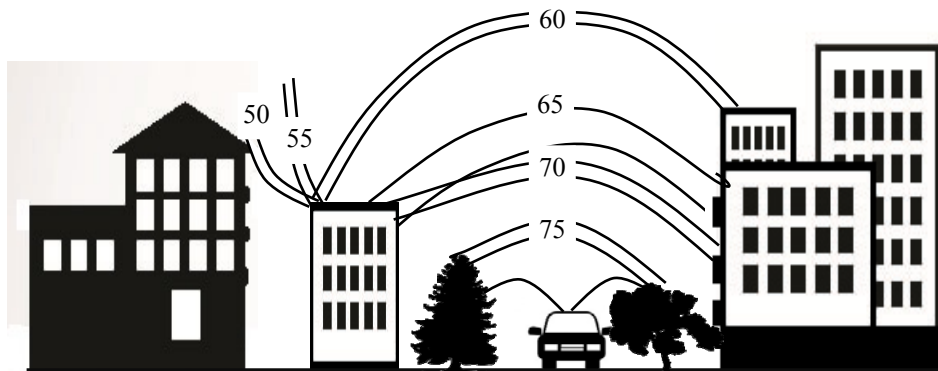


Рисунок 1 – Характер утворення та впливу на придорожнє середовище шумового забруднення

В Україні максимально допустимі рівні шуму регламентуються:

- для житлових приміщень, громадських будівель та території житлової забудови - Санітарними норми допустимого шуму в приміщеннях жилих і громадських будівель та на території житлової забудови № 3077-84 від 03.08.1984 [6];
- для виробничих приміщень - Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [7].

При проектуванні доріг базовими є екологічні вимоги, які враховують критерії зниження шумового навантаження при експлуатації доріг [8].

Для оцінювання параметричного забруднення транспортними потоками використовується ряд методів і методик (рис.2):

- метод визначення шумової характеристики транспортного потоку (ГОСТ 20444-85);
- метод вимірювання шуму на селітебній території (ГОСТ 23337-78);
- метод розрахунку шумової характеристики транспортного потоку;
- метод визначення еквівалентного рівня звуку в розрахункових точках;

- методика оцінювання параметричного забруднення придорожного середовища транспортним потоком, що покладена в основу роботи інформаційно-аналітичної системи [9].



Рисунок 2 – Методи та методики визначення рівня шумового забруднення

Шумовою характеристикою міських транспортних потоків є еквівалентний рівень звуку ($L_{A, \text{екв}}$, дБА), що вимірюється на відстані 7,5 м від осі першої смуги руху протягом 8 годин найбільш шумного періоду денного часу доби [10]. Місце проведення вимірювань вибиралося на ділянках вулиць і доріг зі сталою швидкістю руху транспортних засобів та на відстані не менше 50 м від перехресть, транспортних площ та зупиночних пунктів пасажирського громадського транспорту.

Експериментальне дослідження рівнів звуку на ділянках автомагістралей м. Києва (Московський проспект та проспект Героїв Сталінграду) з інтенсивним рухом проводилося згідно з ГОСТ 20444-85 [10] та з використанням вимірювальних приладів. Враховуючи сумарну кількість відліків та індивідуальний індекс на кожному інтервалі рівнів звуку, було отримано експериментальні значення еквівалентних рівня звуку: 81,4 дБА (Московський проспект) та 80,5 дБА (проспект Героїв Сталінграду).

При вимірюванні шумових характеристик транспортного потоку одночасно визначалися його склад і інтенсивність. Склад і кількість транспортних засобів за окремі часові інтервали вимірювання фіксувалися шляхом безпосереднього підрахунку кількості транспортних засобів різного типу, що проїхали повз точки вимірювання за часовий інтервал вимірювання. Це дозволило розрахувати фактичну інтенсивність руху і фактичний склад транспортного потоку за часовий інтервал спостереження. На досліджуваних ділянках автомагістралей фіксувалася інтенсивність руху транспортного потоку протягом 10 годин. Характеристика складу транспортних потоків представлено на рис. 3.

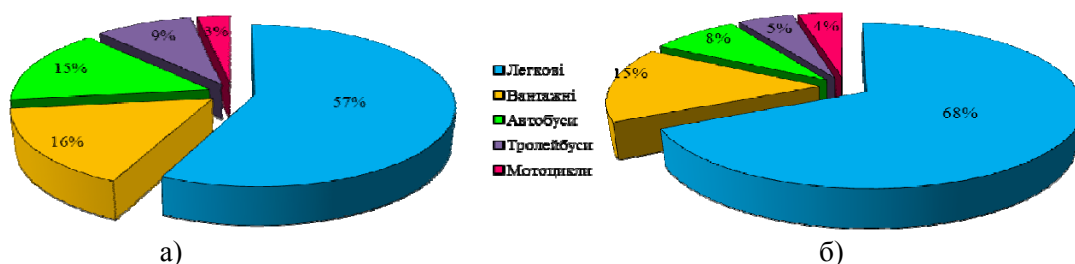


Рисунок 3 – Характеристика складу транспортних потоків:
а) Московський проспект, б) проспект Героїв Сталінграда

Враховуючи максимальну інтенсивність руху на дослідних ділянках, визначалася теоретична шумова характеристика транспортного потоку за формулою [12]:

$$L_{A_{\text{екв}7,5}} = L_{A_{\text{трп}7,5}} + \Delta L_{A_{\text{вант}}} + \Delta L_{A_{\text{шв}}} + \Delta L_{A_y} + \Delta L_{A_{\text{покр}}} + \Delta L_{A_{\text{рс}}} + \Delta L_{A_{\text{пер}}} , \quad (1)$$

де $L_{\text{Атрп7,5}}$ – розрахункове значення еквівалентного рівня звуку транспортного потоку з інтенсивністю руху в обох напрямках N (авт/год), що фіксувався на відстані 7,5 м від осі ближньої смуги руху і на висоті 1,5 м над рівнем проїзної частини, дБА:

$$L_{\text{Атрп7,5}} = 50 + 8,8 \lg N ; \quad (2)$$

$\Delta L_{\text{Авант}}$ – поправка, що враховує вантажні автомобілі(понад 3500 кг) і автобуси в складі транспортного потоку, дБА;

$\Delta L_{\text{Ашв}}$ – поправка, що враховує середню швидкість руху, дБА;

$\Delta L_{\text{Ау}}$ – поправка, що враховує величину поздовжнього ухилу, дБА;

$\Delta L_{\text{Апокр}}$ – поправка, що враховує тип покриття проїзної частини дороги, дБА;

$\Delta L_{\text{Арс}}$ – поправка, що враховує ширину центральної роздільної смуги, дБА;

$\Delta L_{\text{Апер}}$ – поправка, що враховує наявність перетинів автомобільної дороги, дБА.

На базі проведених розрахунків було отримано теоретичний еквівалентний рівень звуку 81,69 (дБА) при максимальній інтенсивності 3992 авт/год на Московському проспекті та 81,5 (дБА) при максимальній інтенсивності 3276 авт/год на проспекті Героїв Сталінграду.

Очікуваний еквівалентний рівень звуку (шуму) $L_{\text{Арт}}$ в розрахункових точках на дослідних ділянках визначався за формулою:

$$L_{\text{АеквРТ}} = L_{\text{Аекв7,5}} - (\Delta L_{\text{Авід}} + \Delta L_{\text{Апов}} + \Delta L_{\text{В/Т}} + \Delta L_{\text{Апог}} + \Delta L_{\text{Азел}} + \Delta L_{\text{Аекр}} + \Delta L_{\text{Аекр.пер}} + \Delta L_{\text{Авідб.заб.}} + \Delta L_{\text{Авідб}} + \Delta L_{\text{А}\theta}) \quad (3)$$

де $L_{\text{Аекв7,5}}$ – шумова характеристика транспортного потоку за еквівалентним рівнем звуку, дБА;

$\Delta L_{\text{Авід}}$ – зниження рівня звуку транспортного потоку залежно від відстані до розрахункової точки, дБА;

$\Delta L_{\text{Апов}}$ – зниження рівня звуку через згасання його в повітрі, дБА;

$\Delta L_{\text{В/Т}}$ – поправка, що враховує вплив турбулентності повітря і вітру, дБА;

$\Delta L_{\text{Апог}}$ – зниження рівня звуку через його поглинання поверхнею території, дБА;

$\Delta L_{\text{Азел}}$ – зниження рівня звуку смугами зелених насаджень, дБА;

$\Delta L_{\text{Аекр}}$ – зниження рівня звуку існуючими шумозахисними спорудами, дБА;

$\Delta L_{\text{Аекр.пер}}$ – зниження рівня звуку існуючими екрануючими перешкодами, дБА;

$\Delta L_{\text{Авідб.заб.}}$ – поправка, що враховує вплив придорожньої забудови, дБА;

$\Delta L_{\text{Авідб}}$ – поправка, що враховує відбиття звуку від огорожуючих конструкцій будівель дБА;

$\Delta L_{\text{А}\theta}$ – поправка, що враховує зниження рівня звуку в результаті обмеження кута видимості (θ) дороги із розрахункової точки дБА.

Розрахункові точки (РТ) для оцінки рівня шуму на прилеглий до автомобільної дороги території визначалися на найближчій до джерела шуму межі захищеної від шуму території на висоті 1,5 м від рівня поверхні. На основі шумових характеристик транспортного потоку очікуваний еквівалентний рівень звуку в розрахункових точках становив: 67,25 дБА (Московський проспект) та 68,5 дБА (проспект Героїв Сталінграду). Відповідно до вимог СН № 3077-84 [6], еквівалентний рівень звуку на території, безпосередньо прилеглий до житлових будинків в час з 7:00 до 23:00 не повинен перевищувати 55+10 дБА. Отже, очікуваний рівень звуку на дослідних ділянках мав незначне перевищення допустимих норм: на 2,25 дБА (Московський проспект) та на 3,5 дБА (проспект Героїв Сталінграду).

Дослідження параметричного забруднення транспортними потоками на ділянках автомагістралей м. Києва, що мають високу інтенсивність руху, здійснювалося з врахуванням складу і структури потоку, дорожніх та кліматичних умов, відповідно до методики оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік – дорога» та з використанням інформаційно-аналітичної системи [9]. Алгоритм методики оцінювання параметричного забруднення транспортними потоками представлено на рис.4.

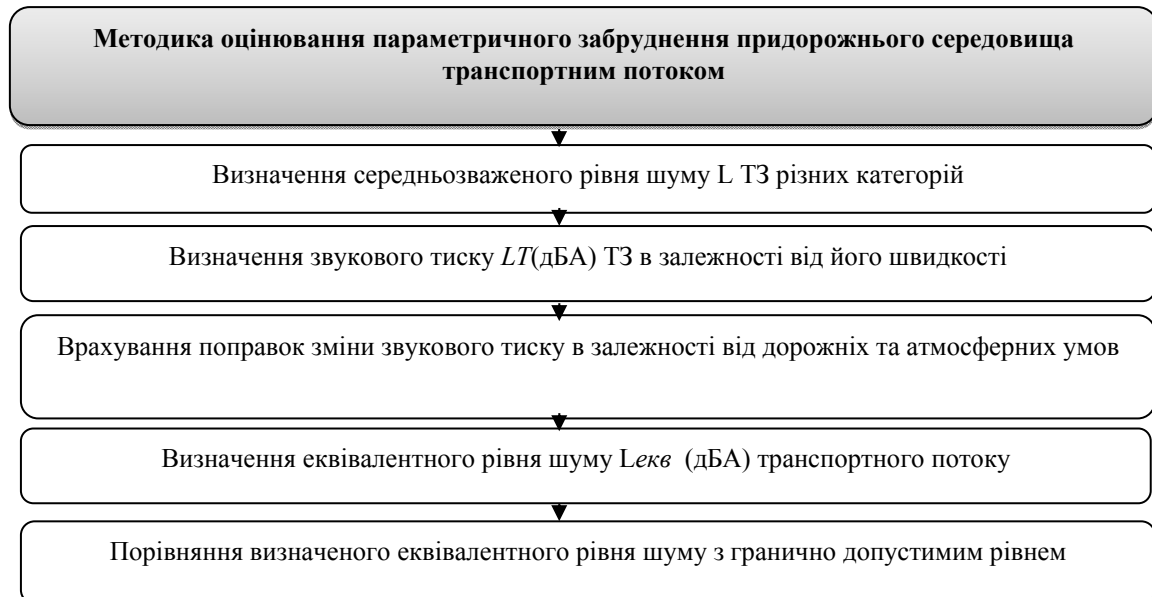


Рисунок 4 – Алгоритм оцінювання параметричного забруднення транспортними потоками [9]

Характеристиками впливу на придорожнє середовище є параметри транспортного потоку, який складається з ТЗ шести категорій k (М1, М2, М3, N1, N2, N3) шести екологічних класів j (ЄВРО-0...ЄВРО-5), що можуть працювати на чотирьох видах палива p (бензин, дизельне пальне, стиснений природний газ, зріджений нафтовий газ). Транспортний потік інтенсивністю I може рухатись з різною постійною швидкістю (V) в заданих атмосферних умовах [14].

На рис. 5 показано залежність зміни еквівалентного рівня шуму протягом дня в залежності від інтенсивності транспортного потоку.

Як видно із залежностей, найбільший еквівалентний рівень шуму характерний для годин з найбільшою інтенсивністю руху транспортних потоків та показує що, зі зменшенням інтенсивності на 1000 авт/год параметричне забруднення зменшується на 1,2-1,6 дБА.

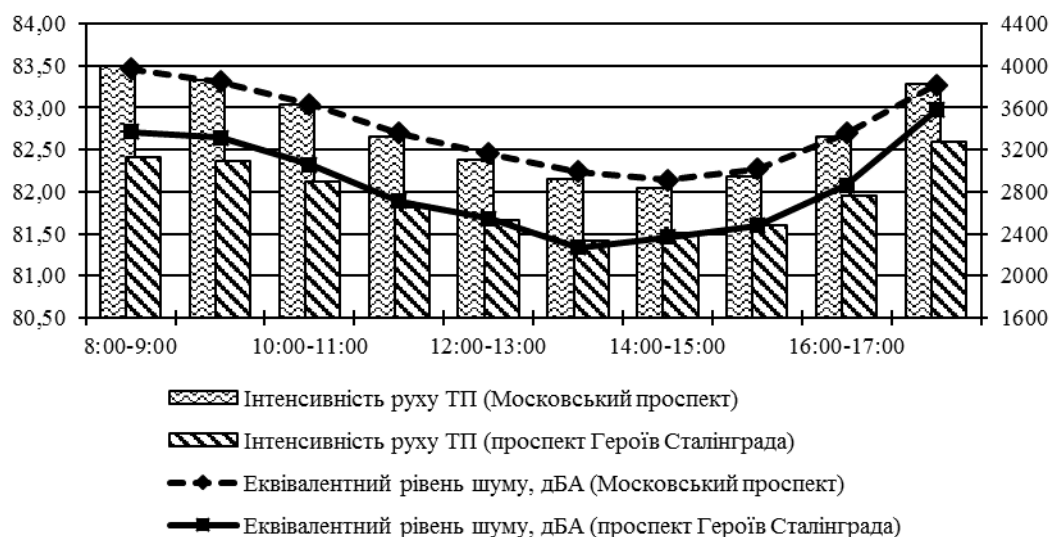


Рисунок 5 – Зміна еквівалентного рівня шуму на досліджуваних ділянках протягом доби

Суттєвий вплив на еквівалентний рівень шуму має швидкість ТП (рис. 6). Як видно з діаграми, зниження швидкості на кожні 10 км/год в діапазоні від 90 до 30 км/год призводить до зменшення еквівалентного рівня шуму на 1,5-1,7 дБА.



Рисунок 6 – Зміна еквівалентного рівня шуму в залежності від швидкості ТП

Обмеження руху вантажних автомобілів в часи найбільшої інтенсивності руху транспортного потоку дозволяє зменшити шумове забруднення на 0,9-1,1 дБА (рис. 7)

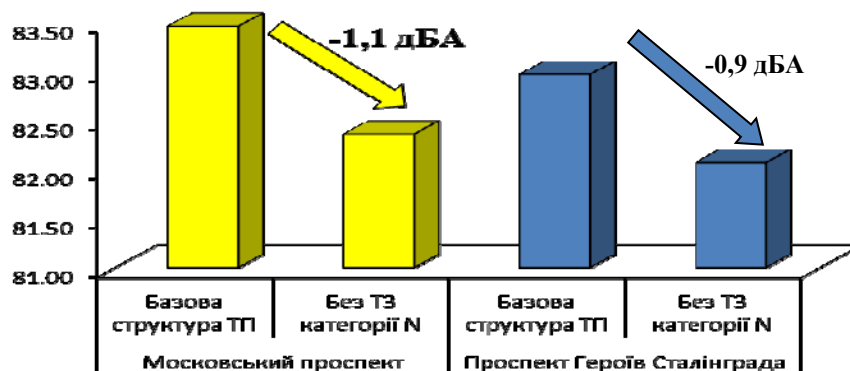


Рисунок 7 – Зміна еквівалентного рівня шуму при обмеженні руху вантажних автомобілів

До містобудівних заходів щодо захисту населення від шуму відносяться: збільшення відстані між джерелом шуму і об'єктом, що захищається; спеціальних шумозахисних смуг озеленення; використання різних прийомів планування, раціонального розміщення мікрорайонів. Крім того, містобудівними заходами є раціональна забудова магістральних вулиць, максимальне озеленення території мікрорайонів і розділових смуг, використання рельєфу місцевості тощо.

У загальному випадку методи зниження транспортного шуму можна класифікувати по наступних трьох напрямках: зменшення шуму в джерелі його виникнення, включаючи вилучення з експлуатації транспортних засобів і зміну маршрутів їх руху; зниження шуму на шляху його розповсюдження; застосування засобів звукового захисту при сприйнятті звуку [11].

Забезпечення на сельбищній території шумового режиму, що відповідає санітарно-гігієнічним нормативам, повинно здійснюватися шляхом застосування містобудівних та архітектурно-планувальних рішень, адміністративно-організаційних заходів (обмеження проїзду вантажного транспорту через житлові райони, обмеження швидкості руху транспортних засобів, впровадження автоматизованих систем керування дорожнім рухом тощо) та застосуванням будівельно-акустичних засобів захисту від шуму (спорудження шумозахисних екранів, забезпечення необхідної звукоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків) [13].

Висновки.

1. На підставі аналізу методів оцінювання параметричного забруднення транспортними потоками придорожнього середовища було проведено дослідження впливу параметрів транспортних потоків автомагістралей м. Києва за наступними критеріями: експериментальний рівень звуку за показниками вимірювальних приладів, теоретичний еквівалентний рівень звуку потоку та очікуваний еквівалентний рівень звуку в розрахункових точках, рівень параметричного забруднення придорожнього середовища транспортним потоком.

2. Проведено дослідження рівня забруднення придорожнього середовища ділянок магістралей з визначенням теоретичного та очікуваного еквівалентних рівнів звуку, які показали незначне перевищення допустимих діючих Санітарних норм.

3. З використанням інформаційно-аналітичної системи досліджено вплив параметрів транспортного потоку на рівень еквівалентного рівня шуму в придорожньому середовищі. Показано, що суттєвого зниження шумового забруднення можна досягнути зменшенням інтенсивності та швидкості руху на дорогах, а також обмеження частки вантажних автомобілів в транспортному потоці. Розроблено рекомендації щодо зниження рівня параметричного забруднення на міських вулицях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дідковський В.С. Основи акустичної екології / В.С. Дідковський, В.Я. Акименко, О.І. Запорожець та ін. – Кіровоград: Імпекс ЛТД, 2001. – 520 с.
2. Шевченко Ю.С. Моделювання шуму автомобільного транспорту в місті / Ю.С. Шевченко // Ма-теріали Х міжнар. наук.-техн. конф. «АВІА-2011», 19-21 квіт. 2011 р.: тези доповіді. – К.: НАУ, 2011. – Т.4. – С. 27.
3. Германова Т.В. Транспортный шум в городе / Т.В. Германова, И.И. Перцева, Л.С. Саитова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 186-188.
4. Желновач Г.М. Комплексный екологічний моніторинг автомобільних доріг України / Г.М. Желновач. - Вестник ХНАДУ. – Харків, 2011. – Вып. 52. – С.15- 18.
5. Васильев А.В. Воздействие шума транспортных потоков на селитебную территорию современного города. // Техногенная и экологическая безопасность, №3 (15) 2004. – С. 59-61.
6. СН 3077-84. № 3077-84 від 03.08.1984 Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. Пособие к МГСН 2.04-97.– Проектирование защиты от транспортного шума и вибраций жилых и общественных зданий.
8. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. МОЗ України, Постанова №37 від 01.12.99.
9. Екологічні вимоги до автомобільних доріг проектування. ГБН В.2.3-218-007:2012 Державне агентство автомобільних доріг України «Укравтодор» Наказ від 06.08.2012 р. № 307.
10. М 218-02070915-694:2011. Методика оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік – дорога». – Введ. 01-01-2011. – К.: Укравтодор, 2011. – 32 с.
11. ГОСТ 20444-85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. –М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. –С. 20.
12. ОДМ 218.2.013-2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам.
13. Development of National Reference Energy Mean Emission Levels for the FHWA Traffic Noise Model (FHWA TNM), Version 1.0, US Department of Transportation, Nov 1995.
14. Матейчик В.П. Інформаційна система моніторингу рівня забруднення придорожнього середовища транспортними потоками /В.П. Матейчик, Г.О. Вайганг, М. Смешек//. Харків: Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, №4, 2013. - С.74-77.

REFERENCES

1. Didkovskiy V.S., Akymenko V.Y., Zaporozhecz O.I. (2001) Osnovy akustichnoyi ekologiyi. - Kirovograd: Impeks LTD.

2. Shevchenko Y.S.(2011) Modelyuvannya shumu avtomobilnogo transportu v misti. – Materialy X mizhnar. nauk.-texn. konf. «AVIA-2011», 19-21.04.2011: tezy dopovidi. – K.: NAU. – T.4.
3. Germanova T.V., Perceva Y.Y., Saytova L.S. (2012) Transportnyj shum v gorode. – Uspexy sovremennogo estestvoznannya. – # 6. 186-188.
4. Zhelnovach G.M. (2011) Kompleksnij ekologichnij monitoring avtomobilnyx dorog Ukrainy - Vestnyk XNADU. – Xarkiv. – # 52.
5. Vasylev A.V. (2004) Vozdejstvie shuma transportnyx potokov na selytebnuyu terrytoryyu sovremennogo goroda. – Texnogennaya y ekologicheskaya bezopasnost, #3 (15). – 59-61.
6. SN 3077-84. # 3077-84, 03.08.1984 Sanytarnye normy dopustymogo shuma v pomeshheniyax zhylyx y obshchestvennyx zdaniy y na terrytoryy zhyloj nastroyky.
7. Posobie k MGSN 2.04-97. – Proektirovanie zashchity ot transportnogo shuma i vibratsiy zhylyh i obshchestvennyx zdaniy.
8. DSN 3.3.6.037-99 Sanitarni normy vyrobnychogo shumu, ultrazvuku ta infrazvuku. MOZ Ukrainy, Postanova #37, 01.12.99.
9. Ekologichni vymogy do avtomobilnyx dorog proektuvannya. GBN V.2.3-218-007:2012 Derzhavne agentstvo avtomobilnyx dorog Ukrainy «Ukravtodor» Nakaz, 06.08.2012, # 307
10. M 218-02070915-694:2011. Metodyka ocinyuvannya ingrediyentnogo i parametrychnogo zabrudnennya prydorozhnogo seredovyssha systemoyu «transportnyj potik – doroga». – Vved. 01-01-2011. – K.: Ukravtodor. – 32 s.
11. GOST 20444-85 Shum. Transportnye potoki. Metody izmereniya shumovoi harakteristiki. – M.: Gosudarstvennyi komitet SSSR po delam stroitel'stva, 1985.
12. ODM 218.2.013-2011 Metodicheskiye rekomendatsyy po zashchite ot transportnogo shuma terrytorij, prylegayushhyx k avtomobyl'nyx dorogam.
13. Development of National Reference Energy Mean Emission Levels for the
14. Mateichyk V.P., Weigang G.O., Smieszek M. (2013) Informatsiyna systema monitoryngu rivnya zabrudnennya prydorozhnogo seredovyssha transportnymi potokami. Harkiv // Avtomobil i elektronika, N4, 2013.-74-77.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Оцінка параметричного забруднення придорожного середовища міськими транспортними потоками /Матейчик В.П., Вайганг Г.О., Яновський В.В. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті досліджено шумові характеристики транспортного потоку та проаналізовано методи їх визначення, досліджено рівень параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками та розроблені заходи для його зниження.

Об’єкт дослідження - є процеси впливу шуму транспортних потоків на придорожнє середовище, а також процеси моніторингу параметричного забруднення з використанням інформаційно-аналітичної системи.

Мета роботи - оцінка впливу шуму транспортних потоків та рівня параметричного забруднення придорожного середовища транспортними потоками на ділянках автомагістралей м. Києва.

На підставі аналізу методів оцінювання параметричного забруднення транспортними потоками придорожного середовища було проведено дослідження впливу параметрів транспортних потоків автомагістралей м. Києва за наступними критеріями: експериментальний рівень звуку за показниками вимірювальних приладів, теоретичний еквівалентний рівень звуку потоку та очікуваний еквівалентний рівень звуку в розрахункових точках, рівень параметричного забруднення придорожного середовища транспортним потоком.

Проведено дослідження рівня забруднення придорожного середовища ділянок міських магістралей з визначенням теоретичного і очікуваного рівнів звуку, досліджено вплив параметрів транспортного потоку на зміну рівня параметричного забруднення.

Розроблено рекомендації щодо зниження рівня параметричного забруднення на міських вулицях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ПАРАМЕТРИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ, ЕКВІВАЛЕНТНИЙ РІВЕНЬ ЗВУКУ, ШУМ, ПРИДОРОЖНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P. Assessment of parametric environmental pollution of roadside by city traffic flow / Mateichyk V.P., Weigang G.O, Yanovskiy V.V. // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In the article are investigated the noise characteristics of traffic flow and analyzed methods of their determination, investigated levels of parametric pollution of roadside environment by traffic flows and developed measures to reduce it.

The objects of study are the processes of influence of traffic noise on the roadside environment and parametric pollution monitoring with the use of information and analytical system.

Purpose is to evaluate the effect of traffic noise and levels of parametric pollution of roadside environment for traffic on city streets with the highest level of traffic.

Based on the analysis of assessment methods of parametric pollution roadside environment by traffic flows was investigated the effect of traffic flow parameters of Kyiv highways with the following criteria: experimental sound level, the theoretical equivalent sound level of traffic flow and the expected equivalent sound level in the reference points, the level of parametric pollution of roadside environment by traffic flows.

The study of pollution of roadside environment of sections of highways with definition of the theoretical and the expected equivalent sound levels is carried out, the effect of traffic flow parameters on the change of parametric pollution level is studied.

Recommendations to reduce of the parametric pollution level in the city streets are given.

KEY WORDS: TRAFFIC FLOW, PARAMETRIC POLLUTION, ECVIVALENT SOUND LEVEL, NOISE, ROADSIDE ENVIRONMENT.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 309.

Вайганг Ганна Олександрівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та БЖД, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312., Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Яновський Василь Васильович, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: V.v.yanovskyi@ua.ru, тел. +38097282-41-12, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Оценка параметрического загрязнения придорожной среды городскими транспортными потоками / Матейчик В.П., Вайганг А.А., Яновский В.В. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье исследованы шумовые характеристики транспортного потока и проанализированы методы их определения, исследован уровень параметрического загрязнения придорожной среды транспортными потоками и разработаны меры по его снижению.

Объект исследования - являются процессы влияния шума транспортных потоков на придорожную среду, а также процессы мониторинга параметрического загрязнения с использованием информационно-аналитической системы.

Цель работы - оценка влияния шума транспортных потоков и уровня параметрического загрязнения придорожной среды транспортными потоками на участках автомагистралей м. Киева.

На основании анализа методов оценки параметрического загрязнения транспортными потоками придорожной среды было проведено исследование влияния параметров транспортных потоков автомагистралей м. Киева по следующим критериям: экспериментальный уровень звука по

показателям измерительных приборов, теоретический эквивалентный уровень звука потока и ожидаемый эквивалентный уровень звука в расчетных точках, уровень параметрического загрязнения придорожного среды транспортным потоком.

Проведено исследование уровня загрязнения придорожного среды участков городских магистралей с определением теоретического и ожидаемого уровней звука, исследовано влияние параметров транспортного потока на изменение уровня параметрического загрязнения.

Разработаны рекомендации по снижению уровня параметрического загрязнения на городских улицах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ УРОВЕНЬ ЗВУКА, ШУМ, ПРИДОРОЖНАЯ СРЕДА.

AUTHOR:

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Professor of department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: wmate@ukr.net, tel. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 309.

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.

Yanovskyi V.V., Ph.D in Technical Science, National Transport University, associated professor of the Department of Vehicles, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, tel. +38097282-41-12, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 309.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 309.

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.

Яновский Василь Васильевич, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, тел. +38097282-41-12, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 309.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець О.І., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zaporozhets A.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Aviation University, Director of Institute for Environmental Safety, Department of Life Safety, Kyiv, Ukraine.

Tsuman M.P., Ph.D in Technical Science, National Transport University, associated professor of the of Department of Engines and Heating Engineering, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Запорожец А.И., доктор технических наук, профессор, Национальный авиационный университет, директор Института экологической безопасности, заведующий кафедры безопасности жизнедеятельности, Киев, Украина.

Цюман М.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, Киев, Украина.

УДК 658.78
UDK 658.78

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH PROCESÓW MAGAZYNOWYCH

MĄDZIEL Maksymilian, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРЕМИХ СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

CHARACTERISTICS OF SELECTED WAREHOUSE PROCESSES

MADZIEL Maksymilian, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

W procesie magazynowym zachodzi szereg czynności związanych z przepływem materiałów, surowców, półfabrykatów i wyrobów gotowych. Następuje fizyczne przemieszczanie towarów od nadawcy do odbiorcy. Działania te obejmują procesy logistyki wewnętrznej przedsiębiorstwa. Każde z nich odbywa się w poszczególnych strefach magazynu. Należą do nich [1]:

- strefa przyjęć,
- strefa składowania,
- strefa kompletacji,
- strefa wydań.

Liczba stref oraz zakres wykonywanych czynności decyduje o złożoności procesu magazynowego. Wyróżniamy dwa rodzaje procesów: prosty i złożony. Prosty przebieg technologicznego procesu magazynowania występuje w magazynach, gdzie przemieszczane są pełne jednostki ładunkowe. Poszczególne czynności przyjmowania, składowania i wydawania odbywają się w takich samych jednostkach, bez naruszenia ich wymiarów, kształtu i sposobu zabezpieczenia. W złożonym procesie magazynowym dostarczane jednostki ładunkowe podlegają rozformowaniu i przepakowaniu w posortowane jednostki. Następnie podczas wydawania z magazynu następuje kompletacja w odpowiedniej ilości z poszczególnych jednostek dostawy i pakowanie w zestawy, zgodnie z zamówieniami odbiorcy.

PRZYJMOWANIE TOWARÓW

Przyjęcie towaru na magazyn to operacja mająca na celu odbiór towaru od nadawcy i pokwitowanie dostawy. Z chwilą przyjęcia towaru odpowiedzialność za niego przejmuje odbiorca. Wyróżniamy dwa rodzaje przyjęć [2]:

- przyjęcie zewnętrzne dostawy,
- przyjęcie wewnętrzne.

Dostawy zewnętrzne obejmują towary zakupione w innym przedsiębiorstwie, zwrócone towary na skutek nieprzyjęcia ich przez odbiorcę lub też pochodzące z przerobu powierzonych materiałów. Przyjęcie zewnętrzne dostawy następuje przez odbiór towaru z zewnętrznego środka transportu za pomocą urządzeń wspomagających, np. wózków przeładunkowych. Operacje przyjęcia zewnętrznego mają na celu przemieszczenie towaru pomiędzy skrzynią pojazdu, a polem odstawczym w magazynie przyjęć. Fizyczny przepływ towarów występuje na placach manewrowych lub w strefach przyjęć wyposażonych w fronty przeładunkowe.

Przyjęcie dostawy może odbywać się na dwa sposoby: scentralizowany i zdecentralizowany. Pierwszy sposób polega na wydzieleniu odrębnego magazynu przyjęć, gdzie wykonuje się prace związane z przyjęciem towaru. Następnie towary kierowane są do magazynów branżowych, gdzie gromadzi się i magazynuje zapasy. Zdecentralizowany sposób magazynowania pozwala na przyjęcie towarów przez magazyny branżowe przedsiębiorstwa. Niezależnie od sposobu przyjęcia, magazyny powinny zostać poinformowane o dostawie przesyłki, co pozwala na wcześniejsze przygotowanie magazynu.

Do czynności procesu magazynowego w strefie przyjęć zewnętrznych należy przede wszystkim

sprawdzenie dokumentacji dostawy. Odbiór towaru odbywa się na podstawie dowodu dostawy, listu przewozowego lub faktury. W przypadku ich braku dostawa nie może zostać zrealizowana. Na podstawie dokumentacji następuje kontrola ilościowa towaru. Ponadto dostarczony towar podlega wizualnej kontroli, w celu wyeliminowania przyjęcia uszkodzonego towaru. W sytuacji, gdy magazynier dostrzeże jakiegokolwiek uszkodzenia – najczęściej opakowań, z uwagi na dostarczanie towarów opakowanych – fakt ten musi zostać odnotowany na dokumencie dostawy. Adnotacja ta jest podstawą złożenia reklamacji w przypadku wykrycia wad po przeprowadzonej kontroli jakościowej.

Przyjęcie wewnętrzne to czynności związane z przyjęciem towaru do magazynu i potwierdzeniem zgodności dostawy w informatycznym systemie operacyjnym. Zadania realizowane przy przyjęciu wewnętrznym to [2]:

- sortowanie,
- identyfikacja,
- weryfikacja zamówienia,
- kontrola ilościowa,
- kontrola jakościowa,
- przygotowanie partii towaru do składowania,
- przekazywanie do strefy składowania.

Czynnością następującą po odbiorze dostawy jest sortowanie dostarczonego towaru. Polega ona na rozdzieleniu towaru na poszczególne grupy towarowe wg rodzaju cech fizycznych. W przypadku przyjmowania towaru główną cechą są wymagane warunki przechowywania. Towary oddziela się, po czym przemieszcza do różnych stref przechowalniczych, zgodnie z wymaganiami. Najczęściej stosowanym kryterium podziału jest podział według dostawcy, odbiorcy lub asortymentu.

Identyfikacja towaru polega na stwierdzeniu zgodności dostawy i jednoznacznym rozpoznaniu towaru. Weryfikacji podlega nie tylko nazwa towaru, ale również kody producenta, data produkcji, termin trwałości, numer serii czy deklarowana ilość. Narzędziem pomocniczym są stosowane kody kreskowe i etykiety logistyczne dostawcy, umieszczane na dostarczanej jednostce ładunkowej. Po zeskanowaniu kodu dane automatycznie zostają przesyłane do systemu informatycznego.

Kolejnym etapem przyjęcia wewnętrznego jest kontrola ilościowa towaru. Obejmuje ona sprawdzanie zgodności ilościowej dostarczonych towarów z dokumentacją dostawy oraz z zamówieniem. Ogranicza się głównie do przeliczenia materiału, zmierzenia, zważenia i porównania parametrów z dokumentami dostawy, najczęściej fakturą.

Kontrola jakościowa weryfikuje jakość otrzymanych towarów. Pierwszym krokiem jest wizualna ocena towaru w celu wyeliminowania uszkodzeń i odrzucenia partii towaru, który następnie podlega reklamacji u dostawcy. W przypadku surowców, półproduktów do produkcji kontroler pobiera próbki, na których dokonuje szczegółowych badań. Ponadto pewne grupy towarowe o szczególnym przeznaczeniu (np. części do silników lotniczych, samochodowych) podlegają kontroli zgodności wyrobu z normami deklarowanymi przez wytwórcę. Dokumentem stwierdzającym zgodność jest certyfikat. Towary te w odróżnieniu od pozostałych podlegają starannej kontroli jakościowej, z uwzględnieniem każdej sztuki materiałowej. Certyfikaty wystawiane oddzielnie dla poszczególnych towarów muszą być zweryfikowane pod względem oryginalności. Towar podlegający kontroli jakościowej do momentu jej zakończenia znajduje się w specjalnie wydzielonych miejscach do tego celu, czasami są to tzw. magazyny przejściowe lub pola odkładcze. Po zakończeniu czynności kontrolnych z wynikiem pozytywnym towar może zostać przyjęty na stan magazynowy. Niczym jednak zostanie przetransportowany do magazynu docelowego należy przygotować go do składowania. Czynności przygotowania do składowania obejmują uformowanie odpowiednich jednostek ładunkowych (np. palet), przeładunku do określonych pojemników i jego oznakowaniu.

Ostatnim etapem przyjęcia wewnętrznego towaru jest jego przekazanie do strefy składowania. Odpowiedzialni za to zadanie są pracownicy dokonujący przyjęcia lub pracownicy obsługujący strefę składowania, często przy zastosowaniu urządzeń transportu wewnętrznego.

SKŁADOWANIE TOWARÓW

Składowanie jest to zbiór czynności polegających na umieszczeniu zapasów w przestrzeni składowej magazynu, w sposób usystematyzowany i odpowiedni do warunków oraz właściwości zapasów.

Składowanie związane jest z główną funkcją magazynu, jaką jest czasowe przechowywanie.

Podstawowe zadania realizowane w strefie składowania to:

- odbiór ze strefy przyjęć – przemieszczenie towaru przez wykwalifikowanych pracowników strefy składowania w przypadku, gdy towar nie został dostarczony przez pracowników dokonujących przyjęcia w pierwszej fazie procesu magazynowania (podział obowiązków jest ustalany indywidualnie w danym przedsiębiorstwie),

- rozmieszczenie w strefie składowania – uzależnione od warunków przechowywania, typu jednostki ładunkowej, technologii składowania i parametrów obrotu towarowego. Warunki przechowywania zależą od rodzaju prowadzonej działalności przedsiębiorstwa, a są nimi najczęściej: wilgotność, temperatura powietrza, ograniczony dostęp do zapasów wynikający ze specjalnych wymagań (np. towary niebezpieczne, chemia) i przepisów BHP. Jednostkami ładunkowymi mogą być palety, kontenery, różnego rodzaju opakowania, tzw. jednostki pakietowe lub niespaletyzowane. Zgodnie z przepisami bezpieczeństwa ładunek umieszczany na palecie powinien mieścić się w jej obrysie zewnętrznym, w celu ograniczenia wystąpienia uszkodzenia towaru,

- przechowywanie towarów,
- przekazanie do strefy kompletacji – ma miejsce w przypadku wydzielenia takiej strefy w magazynie. Zadaniem jest uzupełnienie zapasu w strefie kompletacji.

W magazynie często zachodzi potrzeba zmiany miejsca składowania towaru na inne. Relokacja wewnątrz magazynu jest wynikiem zmiany strategii składowania, zmiany konfiguracji stref składowania, awarią regału, rozbudową, itp. Drugim rodzajem relokacji towarów jest relokacja międzymagazynowa. Wynika z procedur łańcucha logistycznego danego przedsiębiorstwa.

W zależności od parametrów obrotu towarowego zapasy składowane są zgodnie z zasadą FIFO lub LIFO, pozwalając na ekonomiczny rozchód towaru.

Metody rozmieszczenia zapasów w strefie składowania są różne. Poza wymienionymi zasadami FIFO i LIFO wyróżniamy metodę stałych miejsc składowania, która polega na wyznaczeniu stałych miejsc dla poszczególnych pozycji asortymentowych i składowaniu ich obok siebie. Metoda ta daje możliwość przejrzystego i gospodarnego wykorzystania miejsc składowania, szybkiej weryfikacji pożądanego asortymentu oraz szybkiej kompletacji. Wykorzystuje się ją w niskich magazynach, około 4 m, z uwagi na brak wzrokowej kontroli zawartości miejsc regałowych. Wadą tej metody jest stosunkowo niski wskaźnik wykorzystania powierzchni składowania w magazynie. Wynika to z braku możliwości wykorzystania miejsc składowych po wydaniu pozycji asortymentowych, zwłaszcza przy długich terminach dostaw [1].

Drugą metodą rozmieszczenia towarów jest metoda wolnych miejsc. Dostarczany asortyment do magazynu składowany jest w wolnych miejscach regałowych po wydanych wcześniej pozycjach asortymentowych. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego programu komputerowego możliwe jest prowadzenie ewidencji wszystkich wolnych i zajętych miejsc regałowych. Warunkiem jest jednak odpowiedni sposób etykietowania wprowadzonych jednostek ładunkowych i opakowań oraz oznaczenie miejsc składowania. Pozwala to na bieżąco śledzić wolne miejsca składowania i rozmieszczenie asortymentu w magazynie. Zaletą tej metody jest maksymalne wykorzystanie miejsc składowania, kontrola zapasów, a także rzetelne prowadzenie dokumentacji magazynowej.

Metoda rozmieszczenia towaru według częstotliwości wydań ma na celu rozlokowanie pozycji asortymentowych tak, aby zminimalizować odległość przemieszczania przy ich wydawaniu. Znaczenie ma wielkość rotacji pozycji asortymentowych. Względem tej metody asortyment dzieli się na trzy grupy:

- najwyższej częstotliwości wydań,
- średniej częstotliwości,
- niskiej częstotliwości.

Ustalenie wielkości wydań podejmuje się na podstawie dokumentacji magazynowej wydań z poprzedniego okresu. Następnie długość rzędów regałów dzieli się na poszczególne strefy asortymentowe, przydzielając je do tych grup asortymentowych. Zgodnie z tą zasadą asortyment o wysokiej częstotliwości wydań umieszczany będzie w bliskiej odległości czoł regałowych, przez co skrócone zostaną cykle przeładunkowe i odległość przewozu. Asortyment o średnim poziomie wydań w środkowej części regału i ostatni o niskiej częstotliwości na końcu.

Metoda rozmieszczenia na poziomach składowania zakłada umieszczanie najcięższych ładunków w

najniższych miejscach składowania, lżejszych w górnych. Stosowanie tego wymogu zwiększa bezpieczeństwo podczas przeładunku i załadunku zapasów.

Metoda rozmieszczenia wg rodzaju składowanych jednostek ładunkowych występuje w magazynach zmechanizowanych o dużej liczbie pozycji asortymentowych składowanych w wysokich regałach. Polega ona na podzieleniu asortymentu na trzy grupy uwzględniające ich masę i wymiary. Pierwsza grupa to towary ponadgabarytowe, większe od wymiarów palety i masie przekraczającej 10 kg. Składowane są w specjalnych regałach o większych wymiarach, przystosowanych do tych jednostek magazynowych. Do drugiej grupy należą towary mieszczące się na palecie. Umieszczane są w normalnych miejscach składowania, zgodnych z wymiarami palety. Trzecia grupa to wyroby małogabarytowe, przechowywane w opakowaniach o małych wymiarach. Składowane są w regałach uniwersalnych, przystosowanych do magazynowania pojemników.

KOMPLETOWANIE TOWARÓW

Kompletowanie towaru jest czynnością w procesie magazynowym polegającą na pobieraniu poszczególnych pozycji zapasów z urządzeń do składowania i tworzeniu zbioru zapasów wg specyfikacji asortymentowej i ilościowej dla odbiorcy [3]. Proces ten odbywa się w miejscu składowania lub poza tym obszarem. Podstawowym zadaniem procesu kompletacji jest [2]:

- przygotowanie jednostek ładunkowych do kompletacji zapewniając bezpośredni i najszybszy dostęp do pobieranych zapasów – jednostki ładunkowe przy kompletacji nie muszą być identyczne z przyjętymi na magazyn. Przy opakowaniach zbiorczych przygotowanie jednostek ładunkowych polega na ich rozfoliowaniu i umieszczeniu opakowań zbiorczych w kanałach przepływowych,
- kompletowanie zamówień – polega na pobraniu odpowiednich pozycji asortymentowych zgodnie z zamówieniem. Zamówienie to w przypadku przedsiębiorstwa produkcyjnego może pochodzić z obszaru produkcji. W innych przypadkach zgodnie z zamówieniami klienta,
- kontrola ilościowa – zadaniem pracownika jest potwierdzenie kompletności pobranych zapasów zgodnie z zamówieniem/zleceniem pod względem ilości i rodzaju asortymentu,
- pakowanie jednostek transportowych i ich formowanie – polega na zabezpieczeniu towaru przed uszkodzeniami oraz uformowaniu jednostek zgodnych z wymaganiami towaru i klienta, a następnie ich oznakowanie,
- przemieszczenie do strefy wydań – skompletowane i oznakowane jednostki ładunkowe przemieszcza się do strefy wydań.

Liczba skompletowanych zleceń w określonej jednostce czasu określa wydajność kompletacyjną. Wydajność ta uzależniona jest od systemu kompletacji oraz zastosowanych maszyn i urządzeń. System kompletacji w miejscu składowania jest mało wydajny, oparty na kompletowaniu ręcznym przy zastosowaniu wózków ręcznych. Kompletowanie w strefie kompletacji natomiast przeprowadzane jest na większych powierzchniach, umożliwiając dostęp do większej liczby gromadzonych zapasów. Zaletą tego systemu jest możliwość wykonywania zmechanizowanych czynności przeładunkowych poprzez wprowadzenie odpowiednich urządzeń, zwiększając w ten sposób wydajność kompletacji.

Realizacja zleceń w magazynach kompletacyjnych odbywa się w sposób dynamiczny lub statyczny [1]. Dynamiczny sposób polega na realizacji zleceń w sposób ciągły, wg kolejności ich napływania, w systemie jedno po drugim. Umożliwia to natychmiastową realizację zamówień. Poziom wydajności procesu kompletacyjnego jest jednak niski.

Statyczna realizacja zamówień odbywa się poprzez zbieranie zamówień i ich okresową realizację w seriach. W realizacji kompletacji w cyklach biorą udział zestawy asortymentów z zamówieniami seryjnych. Wadą tego systemu jest konieczność oczekiwania na skompletowanie serii zamówień, natomiast zaletą realizacja kompletacji w sposób wielostopniowy.

Proces kompletowania towarów w nowoczesnych przedsiębiorstwach pozwala na generowanie zleceń w systemie informatycznym i kontroli ich realizacji, przy jednoczesnym weryfikowaniu stanów magazynowych.

WYDAWANIE TOWARÓW

Wydawanie towarów jest ostatnim etapem procesu magazynowego. Jego głównym zadaniem jest pobranie odpowiedniej ilości towarów z miejsc składowania zgodnie ze zleceniem odbiorcy. Wyróżniamy dwa rodzaje wydań towarów [2]:

- zewnętrzne,
- wewnętrzne.

Wydanie zewnętrzne jest to fizyczne przekazanie towaru odbiorcy zewnętrznemu przy użyciu środków transportu zewnętrznego. W przedsiębiorstwach o obrocie towarowym wydawanie towaru związane ze sprzedażą odbywa się w odrębnych pomieszczeniach, tzw. magazynach wysyłkowych, do których trafiają towary z magazynów branżowych. W przedsiębiorstwach produkcyjnych wyroby gotowe przekazywane są z obszaru produkcji do magazynu wydań. Pracownicy magazynu zobowiązani są przygotować towar do wydania. Obowiązkiem ich jest pogrupowanie, przepakowanie, zapakowanie towaru tak, aby zaspokoić potrzeby odbiorców. Przygotowane towary do wysyłki w opakowaniach zbiorczych lub jednostkowych powinny być zabezpieczone banderolą, plombą lub innymi etykietami co pozwoli na przekazanie towaru przewoźnikowi bez konieczności sprawdzania i przeliczania sztuk towarów.

Przygotowanie wysyłki towarów dokonywane jest na podstawie zlecenia lub faktury z działu sprzedaży. Na podstawie dokumentacji sprzedaży towar podlega sprawdzeniu pod względem kompletności wydania. Po otrzymaniu pozytywnego wyniku z kontroli następuje załadunek na środki transportu zewnętrznego, przy użyciu urządzeń wspomagających załadunek. Jednostki ładunkowe zostają formowane w grupy wg tras, kierunków i odbiorców. Po zakończeniu załadunku zostają przekazane dokumenty wysyłki.

Towary przy wysyłce zewnętrznej wydawane są bezpośrednio po wyprodukowaniu lub pobierane z magazynu składowego. Wydawanie towarów z magazynu, podobnie jak przyjęcie czy składowanie, może odbywać z zastosowaniem różnych systemów. Do najczęściej praktykowanych należy system wydań według zasady FIFO i LIFO. Pierwsza z nich polega na wydaniu towaru, który jako pierwszy trafił do magazynu. Oznacza to, że towar najdłużej składowany jest najszybciej wydawany. Druga zasada jest odwrotnością FIFO. Zakłada wydanie towaru, który trafił do magazynu jako ostatni. Towary najkrócej magazynowane są najszybciej wydawane.

Wydanie wewnętrzne polega na wydaniu towarów wewnętrznemu odbiorcy w obrębie jednego przedsiębiorstwa. Wydanie odbywa się przy zastosowaniu wewnętrznych środków transportu, np. na linię produkcyjną lub zewnętrznych środków transportu odbiorcy wewnętrznemu, znajdującemu się w innej lokalizacji niż magazyn. Wydawane towary zostają przygotowywane w zestawy asortymentowe zgodnie z harmonogramem dyspozycji materiałowych, w ramach planu wewnątrz zakładu. Następnie w specjalnie wydzielonych miejscach do odbioru towaru przez dział produkcyjny odbywa się układanie ich wg partii dyspozycyjnych. Na każdej partii umieszczana jest wywieszka informująca o nazwie towaru, ilości oraz nazwie wydziału produkcyjnego do którego ma trafić. Na tej podstawie towar zostaje przemieszczony do komórki, która wydała dyspozycję zapotrzebowania.

Podobnie, jak w przypadku wcześniejszych procesów magazynowych, wydawanie towarów może odbywać się przy zastosowaniu informatycznych systemów komputerowych. Wszelkie działania w strefie wydań rejestrowane są w systemie. Począwszy od wydania zlecenia zapotrzebowania, poprzez przemieszczenia, aż do wydania przesyłki.

PODSUMOWANIE

Wykonywanie czynności magazynowych jest niezwykle istotne w aspekcie prawidłowego funkcjonowania całego przedsiębiorstwa.

Zła organizacja magazynu oraz niewłaściwe zarządzanie przepływem materiałów powoduje pojawianie się problemów. Zadaniem przedsiębiorstw jest więc zapobieganie i eliminowanie przyczyn powstawania problemów, dążąc do wysokiej jakości usług i sprawnego funkcjonowania na potrzeby rynku.

LITERATURA

- [1] Dudziński Z., Kizyn M.: Vademecum Gospodarki magazynowej, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2002.
- [2] Niemczyk A.: Zapasy i magazynowanie, Tom II, Magazynowanie, Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007.
- [3] PN-84/N-018000, Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa

STRESZCZENIE

MĄDZIEL Maksymilian. Charakterystyka wybranych procesów magazynowych / MĄDZIEL Maksymilian // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Dobrze zorganizowane procesy magazynowe sprawiają, że przepływ materiałów od dostawców

poprzez system produkcyjny, kończąc na wydawaniu towaru do odbiorcy jest sprawny i szybki. Artykuł przedstawia krótką charakterystykę wybranych czynności magazynowych z wyszczególnieniem procesu przyjmowania, składowania, kompletacji oraz wydań towaru.

РЕФЕРАТ

МОНДЗЕЛЬ Максиміліан. Характеристика окремих складських процесів / МОНДЗЕЛЬ Максиміліан // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

Добре організовані складські процеси роблять потік матеріалів від постачальників через систему виробництва, закінчуючи випуском товарів для одержувача, ефективним і швидким. У статті представлений огляд окремих складських операцій, зокрема процесів прийому, зберігання, збору та випуску товарів.

ABSTRACT

MADZIEL Maksymilian. Characteristics of selected warehouse processes. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

Well-organized warehouse processes make the flow of materials from suppliers through production system, ending with the issuance of the goods to the recipient efficient and fast. The article presents an overview of selected warehouse operations detailing the processes of receiving, storage, picking and release of goods.

AUTOR:

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

АВТОР:

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

AUTHOR:

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:

ЗЕЛІНСЬКА Е., доктор інженер, Жешовська Політехніка, кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

Хрутьба В. О., доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, в.о. завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

ZELINSKA E., PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Khrutba V. A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 658.56:625.7/8
UDC 658.56:625.7/8

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ПРОЕКТАХ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОРІГ

Парасочка А.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Вайганг Г.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

FEATURES OF QUALITY MANAGEMENT IN PROJECTS DURING MAINTENANCE OF ROADS

Parasochka A. P., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Weigang G. O., candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Transport University, Kyiv, Ukraine
Khrutba V. A., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ПРОЕКТАХ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОГ

Парасочка А.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Вайганг Г.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Хрутьба В.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Україна стала на крок ближче до Європи після підписання у червні 2014 р. Угоди про асоціацію з ЄС, ближче з точки зору появи нових можливостей щодо розвитку торговельних відносин, розширення виробничих зв'язків, інтенсифікації науково-технічного співробітництва з європейськими країнами. За цих умов гостро постає питання здатності національної транспортної системи України інтегруватися в європейську транспортну систему, стати її частиною і тим самим забезпечити як національні потреби України у перевезеннях, так і потреби ЄС як її стратегічного партнера. У той же час, дороги України, що побудовані за радянських часів, вичерпали свій ресурс і потребують стовідсоткового відновлення дорожнього покриття відповідно до сучасних навантажень та інтенсивності руху, а мережа доріг очікує на розбудову з урахуванням процесу урбанізації населення, зміни структури виробництва та основних напрямків руху товаропотоків у внутрішній і зовнішній торгівлі [1].

Фінансування дорожньої галузі в Україні відбувається за рахунок національного бюджету, обсяги якого постійно скорочуються та Міжнародного фінансування у вигляді пільгових позик, дотацій і гарантій міжнародних установ (ЄІБ, ЄБРР і т.д.), допомога з боку міжнародних організацій (різних фондів ООН і ЄС) та ін. Реалізація проектів ремонту та експлуатації доріг за рахунок фінансування міжнародними організаціями потребують застосування нових методів управління якістю. Отже, значної актуальності набуває проблема управління якістю проектів, а саме проектів транспортно-дорожньої галузі з ремонту та експлуатації доріг.

Аналіз останніх досліджень та літератури. На різні аспекти питань щодо управління якістю акцентують свою увагу в наукових працях як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Серед вітчизняних дослідників питання управління якістю проаналізовано в публікаціях таких авторів, як: М.І. Шаповал [1], М.І. Момот [2], А.В. Вакуленко [3].

Питання, пов'язані з проблемами розвитку дорожньої галузі України досліджено багатьма науковцями та знайшли відображення у працях таких українських діячів, як Шинкаренко В.Г., Бурмака М.М. [4], Галушко В.О. [5], Ліпський Г.С. [6], в яких розглядаються проблеми розвитку інфраструктури дорожньої галузі та шляхи їх розв'язання. В сфері управління якістю дорожнього господарства більшість наукових робіт присвячено питанням управління якістю в дорожньому будівництві та загальних засадах управління якістю дорожньої галузі [7,8,9]. Дослідження питання управління якістю в проектах ремонту та експлуатації доріг знайшли відображення в працях Аленіча М.Д., Савенка В.Я. [10]. Проведений аналіз показує, що питанню управління якістю в проектах ремонту та експлуатації доріг приділено мало уваги та потребує сучасних методів їх вирішення.

Метою роботи є дослідження залежності поліпшення якості споживчих властивостей дороги під час її експлуатації методами управління якістю в проектах виконання дорожніх робіт.

Матеріали та результати досліджень. Автомобільні дороги потребують постійного нагляду та ремонту з метою підтримання їх у належному стані, безпечності та комфортності умов руху. Ці умови руху визначаються споживчими властивостями автомобільних доріг. Споживчі властивості дороги – сукупність показників, що безпосередньо відображають зацікавленість користувачів дороги в якості послуг, їх вплив на якість автомобільної дороги та довкілля, а саме: безпеку, швидкість, безперервність, комфортність дорожнього руху; пропускну здатність дороги, зокрема спроможність пропускати автомобілі і автопоїзди з дозволеними для руху осьовими навантаженнями, загальною масою і габаритами; екологічний та естетичний стан дороги; рівень обслуговування та інформаційного забезпечення [11].

Протяжність автомобільних доріг загального користування становить 169,6 тис. км з них [12]:

- протяжність доріг державного значення – 52 тис. км;
- протяжність доріг місцевого значення – 117,6 тис. км.

На рис. 1 представлено структуру мережі автомобільних доріг загального користування України.

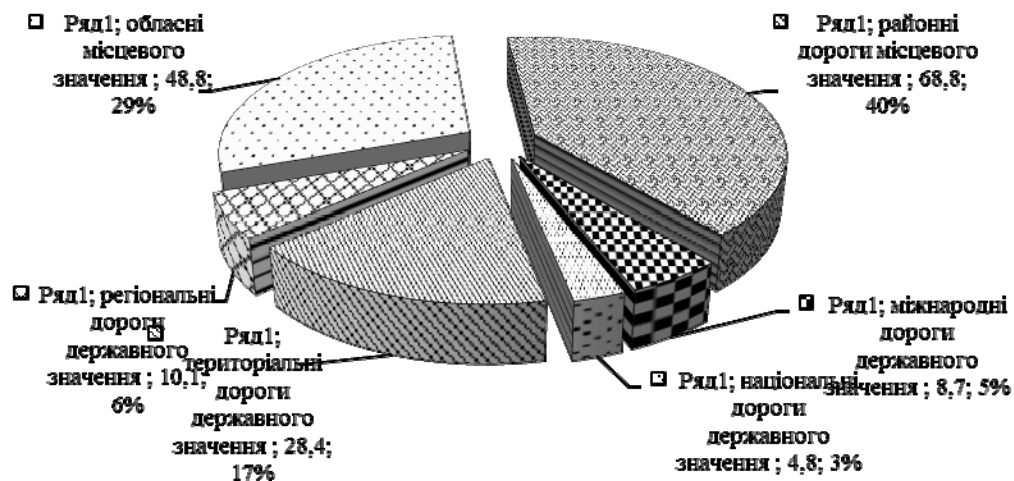


Рис. 1 – Структура мережі автомобільних доріг загального користування України

За даними Укравтодору [13], зі 170 тис. км дорожньої мережі загального користування, понад 150 тис. км потребують капітального та поточного ремонтів або, взагалі, реконструкції. Рисунок 2 ілюструє обсяги ремонтних робіт за період 2010-2015 рр. [12] в порівнянні з обсягом загальних потреб України.

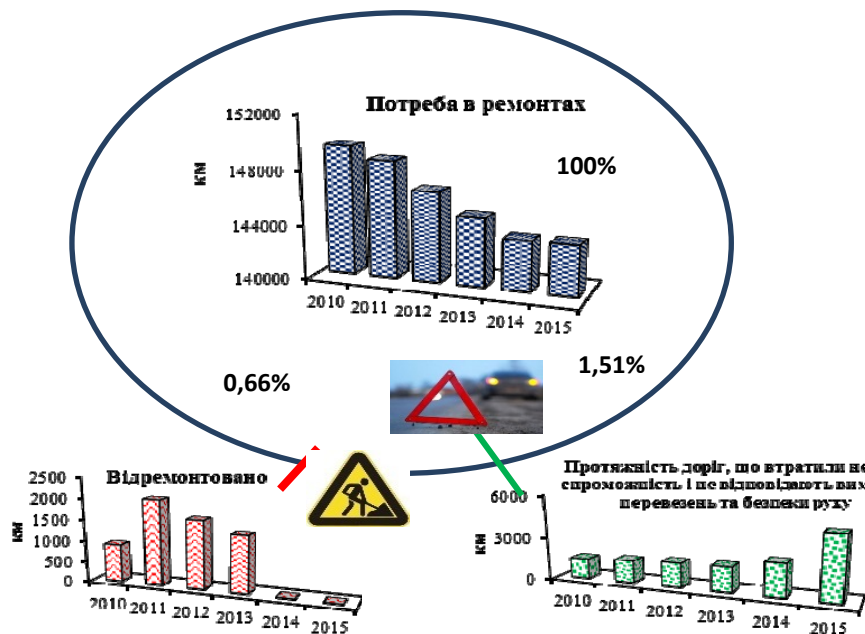


Рис. 2 – Обсяги ремонтних робіт автомобільних доріг загального користування за період 2010-2015 рр.

Індекс якості автомобільних доріг в Україні один з найгірших в світі. За оцінками експертів Світового економічного фонду, які оцінювали якість доріг 148 країн світу, Україна у 2013 році отримала 2,14 бали з 7 можливих і посіла 144 місце, перемістившись в рейтингу вниз одразу на 7 позицій за рік. Стан вітчизняних доріг завдає удару по євроінтеграційним планам України, оскільки українські дороги мають високу зношеність, низьку міцність та значну нерівність дорожнього покриття, а також не відповідають європейським стандартам. Україна не має жодного автобану європейського рівня, за виключенням 16 км траси Київ-Бориспіль [14].

Недофінансування галузі призводить до зношення існуючої дорожньої мережі та лише часткової розбудови нових автомобільних доріг. Транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості транспортних мереж України не відповідає сучасним вимогам за міцністю та рівністю, потребує покращення відповідно до соціально-економічних потреб держави і суспільства. Через недостатнє фінансування порушуються міжремонтні нормативні терміни, унеможливується здійснення технічного переоснащення дорожньої галузі, широке запровадження нових технологій, машин, механізмів, матеріалів і конструкцій [15].

Роботи з експлуатаційного утримання автомобільних доріг і дорожніх споруд включають:

- технічний нагляд за дорогою, дорожніми спорудами та смугою відводу для своєчасного виявлення та усунення дефектів;
- забезпечення роботи елементів дороги і споруд в різні періоди року, утримання їх в експлуатаційному стані згідно з ДСТУ 3587-97 «Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану»;
- зимове утримання згідно з П Г.1- 218-118:2005 «Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг»;
- інженерно-технічні та аварійні роботи.

Проаналізувавши вимоги до якості транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги за допомогою діаграми Ішікави встановлено причинно-наслідкові зв'язки між якісною автомобільною дорогою та факторами, які впливають на її якість (рис. 3). Дослідженні причинно-наслідкові зв'язки на рис. 3 показують, що на якість автомобільної дороги вагомий вплив має неякісне утримання під час її експлуатації. Тому, важливим аспектом в експлуатації автомобільної дороги є управління якістю в процесі виконання дорожніх робіт.



Рис. 3 - Причинно-наслідкові зв'язки між якісною автомобільною дорогою та факторами, які впливають на її якість

Згідно визначення [16] «якість – ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє вимоги».

Термін «якість», стосовно автомобільної дороги, можна визначити як сукупність властивостей транспортних сполучень, що обумовлюють їх придатність задовольняти споживчі властивості в безпечному, економічному і зручному перевезенні вантажів і пасажирів відповідно до народногосподарського значення дороги.

Забезпечення споживчих властивостей автомобільної дороги можливе при якісному експлуатаційному утриманні автомобільних доріг [17] - комплексі заходів щодо технічного нагляду та утримання автомобільних доріг загального користування, які направлені на забезпечення споживчих властивостей транспортних мереж. Для спостереження, збирання, обробки та аналізу інформації, щодо якості робіт на об'єктах дорожнього господарства, Укравтодором ще у 2005 році було розроблено та затверджено Положення про систему моніторингу якості виконання робіт, а у 2008 році – План заходів щодо впровадження системи контролю за якістю та відповідністю європейським вимогам дорожньо-будівельних та ремонтних робіт (Наказ №850 від 24.12.2008) [18]. На державному рівні система контролю за якістю виконання дорожньо-будівельних та ремонтних робіт мало ефективна, що веде до порушень технології проведення дорожньо-будівельних та ремонтних робіт, поширення недоліків експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Система потребує реформування під час реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування [19], яка передбачає забезпечення розвитку мережі автомобільних доріг та поліпшення їх транспортно-експлуатаційного стану.

В процесі реалізації концепції актуальною задачею є підвищення якості транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, за допомогою впровадження процедури управління якістю РМІ в процесі виконання дорожніх робіт.

Застосування сучасних методів проектного управління якістю в процесі виконання дорожніх робіт дозволить вирішити задачу.

Орієнтуючись на час виникнення, всі методи управління якістю поділяються на дві групи:

- класичні методи, розроблені впродовж усього періоду становлення менеджменту якості, що зберегли свою актуальність нині;

- «нові» методи, становлення й розвиток яких відбувалися наприкінці ХХст. і тривають зараз.

Перелік основних класичних і «нових» методів управління якістю наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Характеристика основних методів управління якістю

Методи	Характеристика
1	2
КЛАСИЧНІ	
Методи статистичного управління якістю	Комплекс методів статистичного аналізу, спрямованих на забезпечення стабільності процесів і зменшення їх варіабельності. До складу даної групи методів належать 7 простих інструментів контролю якості та 7 інструментів управління якістю
Цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act)	Концепція постійного циклічного покращання якості процесів завдяки зменшенню варіацій і виключенню причин, які порушують стабільність процесів при виконанні 4х етапів робіт: планування — виконання — перевірка — дії
Концепція статистичного управління якістю (TQC — Total Quality Control)	Системний підхід до управління якістю, в межах якого сфера управління якістю поширюється на всі стадії створення продукту (етапи життєвого циклу) й охоплює усі рівні управлінської ієрархії при реалізації технічних, економічних, організаційних і соціально-психо-логічних заходів, що відображається у відповідних документах системи управління якістю
Концепція постійного покращання якості Дж. Джурана (AQI — Annual Quality Improverment)	Концепція постійного підвищення якості, орієнтована на довгострокові результати завдяки зосередженості на стратегічних рішеннях, в основу якої покладено трилогію Джурана, що визначила основні стадії безперервно здійснюваних робіт з управління якістю: планування якості — контроль якості — покращання якості
Методи Г. Тагуті	Комплекс підходів до управління якістю, спрямованих на реалізацію ідеї підвищення якості при плануванні продукції з урахуванням варіацій і невизначеності

Продовження таблиці 1.

1	2
«НОВІ»	
Концепція постійного покращання Кайзен (KAIZEN)	Системний підхід до покращання якості, орієнтований на здійснення постійних невеликих кроків з підвищення якості, що впроваджуються кожним працівником компанії. Система KAIZEN характеризується такими особливостями: – вимагаються значні зусилля від людей і незначні інвестиції; – весь персонал залучається до системи покращання; – необхідна велика кількість маленьких кроків
Метод структурування функції якості QFD — (Quality Function Deployment)	Систематизований шлях вивчення потреб та побажань споживачів через розгортання функцій і операцій у діяльності компанії із забезпечення якості на кожному етапі життєвого циклу створюваного продукту, який би гарантував отримання кінцевого результату, що відповідає очікуванням споживачів. Головна мета QFD — гарантувати якість з першої стадії створення і розвитку нового продукту
Концепція Будинку якості (Quality House)	Методика забезпечення цінності продукту, що очікує споживач, за мінімальної його вартості. Заснована на використанні комплексу методів та інструментів, орієнтованих на вивчення вимог споживача та перетворення їх у конкретні характеристики продукту
Методологія «шість сигм» (6d)	Стратегічний підхід до вдосконалення бізнесу, в рамках якого проводяться заходи зі знаходження і виключення причин помилок або дефектів у бізнес процесах, через зосередження на тих вихідних параметрах, які є критично важливими для споживача

Будь-який процес управління якістю потрібно здійснювати шляхом реалізації управлінських функцій. Під управлінням якістю дорожніх робіт розуміють [20] визначення, забезпечення і підтримка відповідного рівня якості продукції при її розробці, виробництві, експлуатації або споживанні, здійснюване шляхом систематичного контролю якості і цілеспрямованої дії на умови і чинники, які впливають на якість продукції.

Якість визначається впливом багатьох факторів, тому в процесі управління якістю особливе значення має системний підхід управління. Сутність системного підходу до управління полягає в наступному [21]:

- формулювання цілей та встановлення їхньої ієрархії до початку будь-якої діяльності, пов’язаної з управлінням;
- отримання максимального ефекту, тобто досягнення поставлених цілей шляхом порівняльного аналізу альтернативних шляхів і методів досягнення цілей та здійснення вибору;
- кількісна оцінка цілей та засоби їх досягнення, заснована на всебічній оцінці всіх можливих і планованих результатів діяльності.

Системний підхід передбачає [22]: необхідність управління якістю на всіх рівнях; розподіл процесів управління якістю на всі стадії життєвого циклу; охоплення всіх функцій управління по відношенню до керованого об’єкта.

За характеристикою основних методів управління якістю для покращення якості транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги доцільним є використання новітнього методу управління якістю - концепції постійного покращання Кайзен (KAIZEN). Саме в концепції постійного покращання Кайзен в основі лежить системний підхід управління до підвищення рівня якості. Суть Кайзен дуже проста – вдосконалення. Кайзен концентрує увагу саме на поступове вдосконалення процесів, але це не означає покращання заради тільки більш кращої результуючої якості. Результат важливий, але процес його досягнення також має важливу роль.

Підвищення якості стану автомобільних доріг є комплексним завданням і залежить від багатьох чинників:

- якості нормативних документів;
- якості виконання будівельних робіт;
- якості експлуатації автомобільних доріг;
- якості проведення робіт з утримання автомобільних доріг.

Для комплексної оцінки транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг Некрасовим В.К. була запропонована система з чотирьох груп:

I - використовується для оцінки технічного стану дороги і ступеня її придатності для виконання своїх функцій;

II - для оцінки ступеня безпеки руху на дорозі;

III - для оцінки дороги відносно обслуговування автомобільного транспорту і відповідності тієї категорії, до якої вона відноситься;

IV - для оцінки дороги відносно забезпечення її облаштування для обслуговування автомобільного транспорту.

Вказаний комплекс показників використовується для всебічної оцінки транспортно-експлуатаційного стану, що є підґрунтям розробки заходів щодо їх поліпшення.

В даній системі оцінки не беруть до уваги групу екологічних показників, які відіграють значну роль при забезпеченні екологічної безпеки транспортно-експлуатаційного стану доріг.

Управління якістю має відбуватися на всіх етапах життєвого циклу експлуатації автомобільної дороги, а система управління якістю забезпечувати:

- якість продукту проекту;

- якість виконання процесу, який впливає на результат;

- якість системи управління в організації, яка впливає на процес.

Якісний транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги буде досягнутий тільки в тому випадку, коли якість дорожніх робіт буде забезпечена протягом всього процесу виконання дорожніх робіт.

Висновки. Таким чином, якість автомобільних доріг загального користування України в незадовільному стані та не відповідає сучасним європейським вимогам. Незадовільний стан автомобільних доріг спричинений значною кількістю факторів, якими потрібно управляти. Управління якістю під час виконання дорожніх робіт потрібно здійснювати застосовуючи системний підхід в проектних рішеннях. Тільки в системі можна об'єктивно здійснити оцінку та розробити заходи для поліпшення якості транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги. Створити дороги європейського зразка не можливо без впровадження системи управління якістю під час виконання дорожніх робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шаповал М.І. Менеджмент якості: підр. – 3-є вид. випр. і доп./ М.І. Шаповал. – К.: Знання, КОО, 2007. – 471 с.
2. Момот О.І. Менеджмент якості та елементи системи якості: навч. посіб. / О.І. Момот. – К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 368 с.
3. Вакуленко А.В. Управління якістю: навч. – метод. посіб. Для самот. вивч. дисц. / А.В. Вакуленко. – К.: КНЕУ, 2004. – 167 с.
4. Шинкаренко В.Г, Бурмака М.М. Галузеві особливості розвитку дорожнього господарства / Шинкаренко В.Г, Бурмака М.М. // Економіка транспортного комплексу. – 2011. - №18. – С. 143-153.
5. Галушко В.О. Проблеми та перспективи розвитку дорожньої галузі / В.О. Галушко // Дорожня галузь України. – 2011. – № 2. – С. 12 – 15.
6. Ліпський, Г. Є. Основи організації, планування та управління дорожнім виробництвом [Текст] : підруч. для студ. буд. спец. вищ. навч. закл. / Г. Є. Ліпський, М. М. Лихоступ ; Нац. транспорт. ун-т. - К. : Гранма, 2010. - 399 с.
7. Колонтаєвський О.П. Визначення поняття якості дорожньо-будівельної продукції / О.П. Колонтаєвський // Науково-технічний збірник. – 2010. - №96. – С. 480-484.
8. Садова М.Є. Розробка методичного підходу до прогнозування якості діяльності підприємств / М.Є. Садова // Економічний аналіз. - 2015. – Том 20. – С. 270-276.
9. Лозинська Т.М. Удосконалення системи державного управління дорожнім господарством України / Т.М. Лозинська, В.М. Захаров // Держава та регіони: [серія «Державне управління»]. - 2011.- №2.- С. 122-125
10. Савенко В.Я., Аленіч М.Д. Менеджмент в експлуатації шляхів сполучення. Част. II. Навч. посібник. – К.: НТУ, 2000. – 133 с.
11. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт: ГБН Г.1-218-182:2011. – [Чинний від 2011-12-01] – Київ: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. – 17 с.
12. Дудник Н.М. Аварійність на автомобільних дорогах загального користування в Україні / Доповідь / Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор), 2014 р.

13. Вдосконалення стану дорожньої мережі - необхідна передумова модернізації України [Електронний ресурс]: Урядовий портал – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=247977100.
14. Щодо удосконалення механізмів розвитку дорожньої галузі в контексті реалізації реформи державного управління автомобільними дорогами [Електронний ресурс]: Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1661/>.
15. Левіщенко О.С. Дорожня галузь в економіці України: принципи взаємодоповнення і взаємодії / О.С. Левіщенко // Вісник Національного транспортного університету. – 2014. - № 30 (2). – С. 111-115.
16. Системи управління якістю. Основні положення та словник: ДСТУ ISO 9000-2007. – К. Держстандарт України, 2007. – 29 с. – Національні стандарти України.
17. Класифікація робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування: ВБН Г.1-218-530:2006. Відомчі будівельні норми України. – [Чинний від 2006-10-04] – Київ: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2006. – 17 с.
18. Крижанівський О.Є. Довіряємо, але перевіряєм, або як забезпечити якість дорожньо-будівельних робіт / О.Є. Крижанівський, М.М. Стулій // Дорожня галузь України, № 3, 2010 р. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.dorogy.com.ua/ukrarchive/item/year2010/3-2010.html?field=field5>.
19. Концепція реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування [Електронний ресурс]: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31.03.2015 р. № 432-р. — Режим доступу: <http://www.environ.ie/en/Publications/Environment/Waste/WasteManagement/FileDownload.1481.en.pdf>.
20. Курніков І.П. Управління якістю послуг в автосервісі / І.П. Курніков // Автосервіс. – 1999. - № 6 – С. 8-10.
21. Дідур К.М. Системний підхід до управління підприємством та персоналом підприємства / К.М. Дідур // Ефективна економіка. – 2012. - № 4 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1079>.
22. Чуприна Ю.А. Сучасні методи управління якістю у будівництві / Ю.А. Чуприна // Управління розвитком складних систем. - 2011. - Вип. 7. - С. 135-137 - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Urss_2011_7_28.pdf

REFERENCES

1. Shapoval M.I. Menedzhment yakosti: pidr. – z-ye vyd. vypr. i dop. / M.I. Shapoval. – К.: Znannia, KOO, 2007. – 471 s.
2. Momot O.I. Menedzhment yakosti ta elementy systemy yakosti: navch. posib. / O.I. Momont. – К.: Tsentr navchalnoi literatury, 2007. – 368 s.
3. Vakulenko A.V. Upravlinnia yakosti: navch. – metod. posib. Dlia samost. vyvch. dysts. / A.V. Vakulenko. – К.: KNEU, 2004. – 167 s.
4. Shynkarenko V.H, Burmaka M.M. Haluzevi osoblyvosti rozvytku dorozhnogo hospodarstva / Shynkarenko V.H, Burmaka M.M. // Ekonomika transportnoho kompleksu. – 2011. - №18. – С. 143-153.
5. Halushko V.O. Problemy ta perspektyvy rozvytku dorozhnoi haluzi / V.O. Halushko // Dorozhnia haluz Ukrainy. – 2011. – № 2. – С. 12 – 15.
6. Lipskyi, H. Ye. Osnovy orhanizatsii, planuvannia ta upravlinnia dorozhnim vyrobnytstvom [Tekst]: pidruch. dlia stud. bud. spets. vyshch. navch. zakl. / H. Ye. Lipskyi, M. M. Lykhostup ; Nats. transport. unt. – К. : Hranmna, 2010. - 399 s.
7. Kolontaievskiy O.P. Vyznachennia poniattia yakosti dorozhno-budivelnoi produktsii / O.P. Kolontaievskiy // Naukovo-tekhichniy zbirnyk. – 2010. - №96. – С. 480-484.
8. Sadova M.Ie. Rozrobka metodychnoho pidkhodu do prohnouzuvannia yakosti diialnosti pidpriemstv / M.Ie. Sadova // Ekonomichniy analiz. - 2015. – Tom 20. – С. 270-276.
9. Lozynska T.M. Udoshkonalennia systemy derzhavnoho upravlinnia dorozhnim hospodarstvom Ukrainy / T.M. Lozynska, V.M. Zakharov // Derzhava ta rehiony: [seriia «Derzhavne upravlinnia»]. - 2011.- №2.- С. 122-125
10. Savenko V.Ia., Alenich M.D. Menedzhment v ekspluatatsii shliakhiv spoluchennia. Chast. II. Navch. posibnyk. – К.: NTU, 2000. – 133 s.

11. Remont avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannia. Vydy remontiv ta perelik robot: HBN H.1-218-182:2011. – [Chynnyi vid 2011-12-01] – Kyiv: Derzhavna sluzhba avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor), 2011. – 17 s.
12. Dudnyk N.M. Avariinist na avtomobilnykh dorohakh zahalnoho korystuvannia v Ukraini / Dopovid / Derzhavne ahentstvo avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor), 2014 r.
13. Vdoskonalennia stanu dorozhnoi merezhi - neobkhidna peredumova modernizatsii Ukrainy [Elektronnyi resurs]: Uriadovyi portal – Rezhym dostupu: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=247977100.
14. Shchodo udoskonalennia mekhanizmiv rozvytku dorozhnoi haluzi v konteksti realizatsii reformy derzhavnoho upravlinnia avtomobilnymy dorohamy [Elektronnyi resurs]: Natsionalnyi instytut stratehichnykh doslidzhen pry Prezydentovi Ukrainy – Rezhym dostupu: <http://www.niss.gov.ua/articles/1661/>.
15. Levishchenko O.S. Dorozhnia haluz v ekonomitsi Ukrainy: pryntsyipy vzaiemodopovnnennia i vzaiemodii / O.S. Levishchenko // Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. – 2014. - № 30 (2). – S. 111-115.
16. Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia ta slovnyk: DSTU ISO 9000-2007. – K. Derzhstandart Ukrainy, 2007. – 29 s. – Natsionalni standarty Ukrainy.
17. Klasyfikatsiia robot z ekspluatatsiinoho utrymannia avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannia: VBN H.1-218-530:2006. Vidomchi budivelni normy Ukrainy. – [Chynnyi vid 2006-10-04] – Kyiv: Derzhavna sluzhba avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor), 2006. – 17 s.
18. Kryzhanivskiy O.Ie. Doviriaiemo, ale pereviriaiemo, abo yak zabezpechyty yakist dorozhno-budivelnnykh robot / O.Ie. Kryzhanivskiy, M.M. Stulii // Dorozhnia haluz Ukrainy, № 3, 2010 r. [Elektronnyi resurs]: – Rezhym dostupu: <http://www.dorogy.com.ua/ukrarchive/item/year2010/3-2010.html?field=field5>.
19. Kontseptsiiia reformuvannia systemy derzhavnoho upravlinnia avtomobilnymy dorohamy zahalnoho korystuvannia [Elektronnyi resurs]: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 31.03.2015 r. № 432-r. — Rezhym dostupu: <http://www.environ.ie/en/Publications/Environment/Waste/WasteManagement/FileDownload,1481,en.pdf>.
20. Kurnikov I.P. Upravlinnia yakistiu posluh v avtoservisi / I.P. Kurnikov // Avtoservis. – 1999. - № 6 – S. 8-10.
21. Didur K.M. Systemnyi pidkhyd do upravlinnia pidpriemstvom ta personalom pidpriemstva / K.M. Didur // Efektyvna ekonomika. – 2012. - № 4 [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1079>.
22. Chupryna Yu.A. Suchasni metody upravlinnia yakistiu u budivnytstvi / Yu.A. Chupryna // Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. - 2011. - Vyp. 7. - S. 135-137 - [Elektronnyi resurs] - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Urss_2011_7_28.pdf

РЕФЕРАТ

Парасочка А.П. Особливості управління якістю в проектах під час експлуатації доріг / Парасочка А.П., Вайганг Г.О., Хрутьба В.О. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

В статті проаналізовано сучасний стан автомобільних доріг загального користування України. Визначено показники, які забезпечують якість автомобільної дороги та сформульовано причинно-наслідкові зв'язки між вимогами до якісної автомобільної дороги та факторами, які впливають на її якість. Для забезпечення якості транспортно-експлуатаційного стану дороги запропоновано впровадження процедури управління якістю РМІ в процесі виконання дорожніх робіт.

Об'єкт дослідження – якість автомобільних доріг як критерій споживчих властивостей.

Мета роботи - дослідження залежності поліпшення якості споживчих властивостей дороги під час її експлуатації методами управління якістю в проектах виконання дорожніх робіт.

Переважає більшість автомобільних доріг України має високу зношеність, низьку міцність та значну нерівність дорожнього покриття та не відповідають європейським стандартам. Фінансування за рахунок національного бюджету не дає можливості вирішити дану проблему, так як обсяги його постійно скорочуються. Вирішити дану проблему можливо за рахунок залучення коштів Міжнародного фінансування у вигляді пільгових позик, дотацій і гарантій міжнародних установ (ЄІБ, ЄБРР і т.д.), допомога з боку міжнародних організацій (різних фондів ООН і ЄС) та ін. Реалізація проектів ремонту та експлуатації доріг за рахунок фінансування міжнародними організаціями потребують застосування нових методів управління якістю.

Якість визначається впливом багатьох факторів, тому в процесі управління якістю особливе значення має системний підхід управління. В концепції постійного покращення Кайзен в основі лежить системний підхід управління до підвищення рівня якості, тому доцільним є використання новітнього методу управління якістю Кайзен для покращення якості транспортно-експлуатаційних показників автомобільної дороги.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН, ТЕХНІЧНИЙ РІВЕНЬ, РІВЕНЬ УТРИМАННЯ, ЯКІСТЬ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ, СИСТЕМНИЙ ПІДХІД

ABSTRACT

Parasochka A.P. Features of Quality Management in Projects During Maintenance of Roads / Parasochka A.P., Weigang G. O., Khrutba V. A. // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

This article analyzed a current state of public roads in Ukraine. Parameters that ensure a quality of road are defined and cause-and-effect links between the requirements to qualitative road and factors that affect its quality are formulated. To provide the quality of road transport and operation state, it is offered an implementation of quality management procedure PMI during road works.

Object of the study - quality of roads as a criterion of consumer properties.

Purpose of the study – investigation of dependence of the road consumer properties quality improvement during its operation by means of quality management methods in projects of execution roadworks.

Most of Ukrainian roads have high depreciation, low strength, considerable inequality pavement and do not correspond to the European standards.

Funding through the national budget makes impossible a solving of this problem, as its volume is constantly shorten. Solving of this problem is possible due to involvement of the International financing in the form of concessional loans, grants and guarantees of international institutions (EBRD, EIB, etc), assistance from the side of international organizations (various UN funds and EU funds) and others.

Implementation of roads repair and operation projects by means of funding from international organizations requires to use new methods for management by quality.

Quality is influenced by many factors, so a systematic management approach is particularly important in the process of quality management.

An approach of systemic management of quality improvement is a base of the concept of Kaizen continuous improvements, so it is reasonable to use innovative methods of Kaizen quality management to improve the quality of transport and maintenance indicators.

KEY WORDS: TRANSPORT AND OPERATION CONDITIONS, TECHNICAL LEVEL, LEVEL OF SUPPORT, ROAD QUALITY, QUALITY MANAGEMENT, SYSTEM APPROACH.

РЕФЕРАТ

Парасочка А.П. Особенности управления качеством в проектах во время эксплуатации дорог / Парасочка А.П., Вайганг Г.А., Хрутьба В.А. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье проанализировано современное состояние автомобильных дорог общего пользования Украины. Определены показатели, которые обеспечивают качество автомобильной дороги и сформулированы причинно-следственные связи между требованиями к качественной автомобильной дороге и факторами, которые влияют на ее качество. Для обеспечения качества транспортно-эксплуатационного состояния дороги предложено внедрение процедуры управления качеством РМІ в процессе выполнения дорожных работ.

Объект исследования – качество автомобильных дорог как критерий потребительских свойств.

Цель работы - исследование зависимости улучшения качества потребительских свойств дороги во время ее эксплуатации методами управления качеством в проектах выполнения дорожных работ.

Подавляющее большинство автомобильных дорог Украины имеет высокую изношенность, низкую прочность и значительную неровность дорожного покрытия и не соответствуют европейским стандартам. Финансирование за счет национального бюджета не дает возможности решить данную проблему, так как объемы постоянно сокращаются. Решить данную проблему возможно за счет привлечения средств Международного финансирования в виде льготных займов, дотаций и гарантий международных учреждений (ЕИБ, ЕБРР и т.д.), помощь со стороны международных организаций (различных фондов ООН и ЕС) и др. Реализация проектов ремонта и эксплуатации дорог за счет

финансирования международными организациями требуют применения новых методов управления качеством.

Качество определяется влиянием многих факторов, поэтому в процессе управления качеством особое значение имеет системный подход управления. В концепции постоянного улучшения Кайзен в основе лежит системный подход управления к повышению уровня качества, поэтому целесообразным является использование новейшего метода управления качеством Кайзен для улучшения качества транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ, УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ, КАЧЕСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД.

АВТОРИ:

Парасочка Аліна Павлівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: Botsion@ukr.net, тел. +38 (067) 421-81-36, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 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. +38(095)116-83-32, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 312.

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: hurutba@mail.ru, тел. +38(093)537-29-15, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 312.

AUTHORS:

Parasochka Alina Pavlivna, National Transport University, assistant of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: Botsion@ukr.net, tel. +38(067)421-81-36, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 312.

Weigang Ganna Oleksandrivna, candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Transport University, senior Lecturer of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: malko.anna.comp@gmail.com, tel. +38(095)116-83-32, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 312.

Khrutba Viktoriia Alexandrovna, Doctor of Science in Technology, National Transport University Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: hurutba@mail.ru, tel. +380935372915, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Парасочка Алина Павловна, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: Botsion@ukr.net, тел. +38(067)421-81-36, Украина, 01010, г. Киев, вул. Суворова, 1, к. 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. +38(095)116-83-32, Украина, 01010, г. Киев, вул. Суворова, 1, к. 312.

Хрутьба Виктория Александровна, доктор технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, заведующая кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: hurutba@mail.ru, тел. +380935372915, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Нікітченко Ю. С., канд., техн., наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

Матейчик В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології і безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Никитченко Ю. С., канд., техн., наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина.

Матейчик В. П., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Украина

REVIEWERS:

Nikitchenko Y., Ph. D., Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine.

Mateichyk V.P., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113
UDK 629.113

NIEZAWODNOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO AUTOBUSÓW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ WROCŁAWIA

MICHALSKI Jacek, Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

НАДІЙНІСТЬ І БЕЗПЕКА МІСЬКОГО АВТОБУСНОГО ТРАНСПОРТУ У ВРОЦЛАВІ

МІХАЛЬСЬКІ Яцек, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

RELIABILITY AND SAFETY OF URBAN BUS TRANSPORT IN WROCŁAW

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Niezawodność autobusów, jako obiektów odnawialnych, definiowana jest jako zespół właściwości, które opisują gotowość obiektu i wpływające na nią: trwałość, nieuszczadzalność, obsługiwalność, zapewnienie środków obsługi i przechowywalność [21, 22, 23]. Jednak, termin niezawodność jest używany tylko do ogólnego nieliczbowego opisu, odmienne jak w klasycznych polskich podręcznikach [19].

Wrocław jest miastem ma bardzo dobrze rozwiniętą infrastrukturę komunikacyjną i techniczną, spełniającą najwyższe standardy jakości i bezpieczeństwa. Między innymi sieć kolei pasażerskich: paneuropejską linię kolejową E30, dziesięć czynnych linii kolejowych normalnotorowych, kolej aglomeracyjną i kolej towarową, estakadę kolejową ponad poziomem ulic, międzynarodowy port lotniczy, żeglugę śródlądową Odrzańskiej Drogi Wodnej, rozwinięty system komunikacji miejskiej, Inteligentny System Transportowy (ITS), zaawansowaną sieć dróg lokalnych i tranzytowych oraz połączenie z europejską siecią autostrad. Struktura sieci drogowej Wrocławia jest silnie zorientowana na centrum miasta, ma kształt promienisty. Transport autobusowy w mieście zapewnia głównie Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Spółka z o. o. we Wrocławiu (MPK Wrocław). Miejski transport zbiorowy korzysta z 22 stałych linii tramwajowych, 42 autobusowych dziennych normalnych i łącznie 34 linii autobusowych - pośpiesznych, szczytowych, przyspieszonych, podmiejskich, okresowych i strefowych oraz kolei linowej przez Odrę. Rozległa sieć tramwajowa jest jedną z większych w kraju. Przez Wrocław przebiegają autostrady A4 i A8, droga ekspresowa S5, drogi krajowe nr 5, nr 94 oraz nr 98. Miasto ma Autostradową Obwodnicę Wrocławia, Wschodnią Obwodnicę Wrocławia, węzeł autostrady A4 i dróg nr 5, nr 35 i nr 98 oraz trasę W-Z, obwodnicę śródmiejską, obwodnicą aglomeracyjną - Zachodnią Obwodnicę Wrocławia [3]. We Wrocławiu jest Konsulat Honorowy Ukrainy natomiast miastem partnerskim Wrocławia jest Lwów.

W projektach zrównoważonego rozwoju transportu miast i gmin dużą uwagę przykład się do usuwania niedoborów przepustowości w działaniu najważniejszej infrastruktury sieciowej oraz wspieranie przejścia na gospodarkę niskoemisyjną we wszystkich sektorach transportu [13, 29]. Według World Economic Forum [34] globalne zużycie energii przez transport kolejowy wynosi 3% i autobusowy 4%. Jest ono bardzo niskie, w porównaniu z zużycia energii przez samochody ciężarowe 17% oraz pojazdy lekkie 52%. Także emisja dwutlenku węgla na pasażerokilometr [pkm] przez autobus i pociąg osobowy jest jedną z najniższych spośród gałęzi transportu. W USA wynosi odpowiednio 66,6 g/pkm i 106,9 g/pkm [33]. Zdecydowanie większą emisję na pasażerokilometr ma samochód dostawczy i osobowy, odpowiednio 322,5 g/pkm i 226,2 g/pkm. Zbliżone proporcje dotyczą innych państw.

Transport publiczny nie jest regulowany postanowieniami karty praw podstawowych Unii Europejskiej (UE) [30]. Między Państwami Członkowskimi UE stosowane są kompetencje dzielone do transportu kolejowego, drogowego i żeglugi śródlądowej [9]. Statystycznie w UE autobus jest zdecydowanie najbardziej bezpiecznym pojazdem drogowym [2, 10]. Udział procentowy 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. Liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w 2014 roku, w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców, w Polsce to aż 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 [7, 27], czynniki drogowe mają największy wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Jamroz [11] stwierdza, iż liczba wypadków silnie liniowo zależy od parytetu siły nabywczej, liczby pojazdów oraz pracy przewozowej. Jak wykazano w publikacji [5] bezpieczeństwo ruchu drogowego jest uzależnione od wielu czynników, lecz najistotniejszym z nich jest człowiek? Opublikowane przez politechnikę hanowerską wyniki badań bezpieczeństwa transportu publicznego to stwierdzenie: prawdopodobieństwo wypadku podczas podróży autobusem jest 39 razy mniejsze w porównaniu z jazdą samochodem, 12,5 razy mniejsze niż w samolocie i 4 razy mniejsze niż w pociągu [16].

Wymagania techniczne autobusów i ich układów zawarte są w aktach prawnych i publikacjach [1, 16, 23, 24, 25, 26, 32]. Silna konkurencja producentów autobusów, duża złożoność ich konstrukcji, presja na ograniczanie kosztów, powodują pogorszenie jakości oczekiwanej przez nabywców [28]. Wpływa to także na wzrost kosztów obsługi i napraw, jak i stwarza zagrożenie dla zdrowia i życia podróżujących. W artykułach [5, 6] przedstawiono analizę uszkodzeń układów bezpieczeństwa autobusów transportu miejskiego. W analizie uwzględniono układ hamulcowy, kierowniczy i zawieszenie, dla taboru pojazdów użytkowanych przez Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Lublin. Najwięcej awarii wystąpiło w układzie hamulcowym, kierowniczym i zawieszeniu autobusów, odpowiednio. Dane pozyskane z MPK w Lublinie, w okresie jednego roku, wskazują najmniejszą liczbę awarii w autobusach marki Mercedes Conecto 628G i Conecto 628LF [5]. 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 [12]. 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].

Na bezpieczeństwo pasażerów autobusu największy wpływ wywiera początek hamowania, automatyczne otwieranie drzwi oraz materiały i architektura wewnętrzna autobusów oraz układy wspomagania hamowania [4]. 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 [8]. 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 [9]. Autobusy muszą być wyposażone w systemy bezpieczeństwa przyjezdne osobom niepełnosprawnym. Transportu publicznego winien także zapewnić bezpieczeństwo osobiste pasażerów, rozumiane jako brak ryzyka jakiegokolwiek naruszenia nietykalności osobistej lub mienia ze strony innych uczestników [29]. W transporcie miejskim jednym z najważniejszych elementów procesów zarządzania jest kontrola i zapewnienie możliwie najwyższej jakości usługi [10]. Wiążą się one z nadzorowaniem i korygowaniem stanów rzeczy oraz realizowanych procesów, w celu zapewnienia ich przyszłej sprawności.

Analizowane autobusy MPK Wrocław Mercedes-Benz O530 Citaro są jednoczłonowe 2 osiowe, klasy MAXI, w wersji niskowejściowej LE (Low-Entry). Mają długość 11 950 mm, szerokość 2 550 mm, wysokość 2 869 mm, masę własną 10 770 kg, masę całkowitą 19 000 kg, rozstaw osi 5 845 mm oraz 3 drzwi w układzie 2-2-2. Silnik M 447 hLAG zasilany jest gazem ziemnym (pojemności skokowej 12 dm³, mocy 185 kW (252 KM) z momentem obrotowym maksymalnym 1050 Nm) albo odpowiednio; 240 kW (326 KM) i 1250 Nm oraz skrzynie biegów 6-biegowe automatycznej ZF. Silnik posiada automatyczny system zapobiegania i gaszenia pożarów. Nadwozie zostało wykonane ze stali o podwyższonej jakości, zabezpieczonej przed korozją. Autobus wyposażony jest w systemy bezpieczeństwa: ABS, ASR, EBS i ESP. Autobus ma także konstrukcję czołowej części kratownicy pochłaniającą zderzenie czołowe, spełniającą normę bezpieczeństwa EKG-ONZ R66.01.

WARUNKI BADAŃ

Analizowano uszkodzenia i bezpieczeństwo systemów autobusów: układ hamulcowy, układ elektryczny, elementy nadwozia, układ przeniesienia napędu, układ zawieszenia, układ kierowniczy, silnik z osprzętem i układ jezdny (tab. 1, 2, rys. 1-5).

Ocenę liczby uszkodzeń autobusów i ich układów, przypadającą na tysiąc kilometrów przebiegu, w ciągu jednego roku użytkowania, przeprowadzono za pomocą wskaźników W_1 i W_2 . Do wyznaczenia prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu $P(U^*)$ posłużono się estymatą.

Poziom zagrożenia działania systemu transportu autobusowego, wynikający z uszkodzenia układu autobusu, wyznaczono z kolei za pomocą wskaźników W_3 i W_4 [17]. W celu oceny zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego, O , jakie stwarzają uszkodzenia poszczególnych układów autobusów, przeprowadzono badania ankietowe metodą oceny eksperckiej. Ankiecie poddano grupy pracowników: mechanicy stacji obsługi, diagnosty, kierowcy autobusów, dyspozytorzy ruchu autobusowego

Tabela 1. Autobusy Mercedes-Benz i Jelcz 120MM w MPK Wrocław w 2014 r.: wartości liczbowe uszkodzeń układów, przebiegów, zdarzeń drogowych oraz wieku [15]

Nazwa uszkodzonego układu autobusu	Rodzaj autobusu				
	Mercedes-Benz O530 K Citaro	Mercedes-Benz O530 Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro	Mercedes-Benz O530 G Citaro 2	Jelcz 120MM
Układ hamulcowy	11	56	48	8	217
Układ elektryczny	19	89	71	10	167
Układ nadwozia	2	52	32	1	184
Układ przeniesienia napędu	0	16	14	2	134
Układ zawieszenia	5	37	29	1	15
Układ kierowniczy	5	18	15	3	13
Silnik z osprzętem	12	60	46	8	39
Układ jezdny	0	20	15	2	31
Liczba uszkodzeń autobusów LU	54	348	270	35	800
Liczba kolizji i wypadków LZ	1	93	67	2	6
Średnia wieku, lata	3,1	5,7	5,7	3,1	18,7
Sumaryczny przebieg autobusów, km	65 818	4 496 745	2 709 404	54 824	395 631
Liczba ogółem autobusów	1	58	42	1	8

i brygadziści stacji obsługi. Istotność wpływu uszkodzenia układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa, oceniano w dziesięciostopniowej skali.

PRZEBIEG BADAŃ I WYNIKI POMIARÓW

W tabeli 1, 2 oraz na rysunkach 1-7 przedstawiono liczbę badanych autobusów, kolizji i wypadków oraz przebiegi autobusów jak i liczbę kolizji i wypadków na 100 000 kilometrów przebiegu analizowanych autobusów MPK Wrocław 2014 roku, odpowiednio. MPK Wrocław w 2014 roku liniowo eksploatowało 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, 31]. Najstarszymi autobusami, w analizowanym roku 2014, były pojazdy marki Jelcz i Ikarus (tab. 1, 2, rys. 1a, 2a). Największą grupę 174 autobusów stanowiły pojazdy Volvo. Drugą grupę, pod względem liczności, zajmowały 102 autobusy Mercedes-Benz Citaro (tab. 1, 2, rys. 1b, 2b). Średni wiek autobusów Volvo to 12,4 lat oraz autobusów Mercedes-Benz 5,7 lat.

Autobusy pierwszej generacji Mercedes-Benz Citaro i G Citaro, w 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. 5). Z kolei autobusy o długości 10,5 m, K Citaro, oraz przegubowe drugiej generacji G Citaro 2, charakteryzują się wielokrotnie gorszą nieuszkodzalnością. Wartość W_1 wynosi bowiem 0,64-0,82, natomiast wiek 3,1 i 5,7 lat, odpowiednio. Ponad pięciokrotnie gorszą nieuszkodzalność stwierdzono dla autobusów drugiej generacji Mercedes-Benz Citaro O530 12 CNG i ON w MPK Rzeszów [14]. Wartość wskaźnika liczby uszkodzeń autobusów W_1 wynosiła 0,43-0,53, wiek 1,9 roku. Pewnym

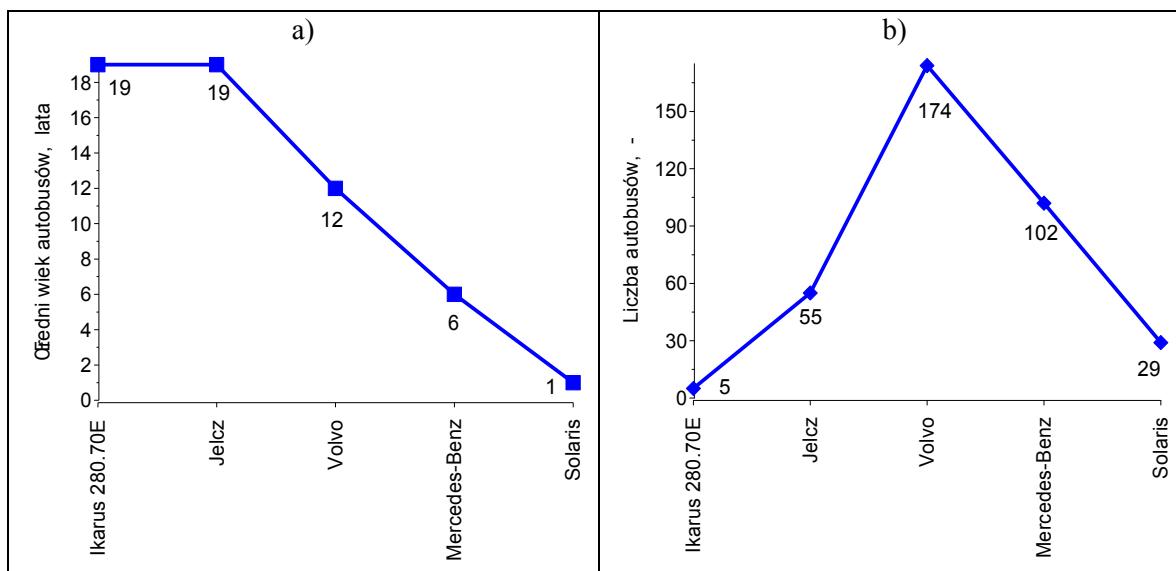
Tabela 2. Liczba badanych autobusów, liczby kolizji i wypadków oraz przebiegów autobusów MPK Wrocław [15]

Operator	MPK Wrocław				
Typy autobusów	Ikarus 280.70E	Jelcz	Volvo	Mercedes-Benz	Solaris Urbino
Liczba autobusów, -	5	55	174	102	29
Średnia wieku, lata	19	18,7	12,4	5,7	1,2
Liczba zdarzeń drogowych, -	5	46	194	163	7
Liczba zdarzeń drogowych na 100 000 km	5,696	1,2301	1,639	0,972	0,965
Sumaryczne przebiegi poszczególnych grup autobusów, km	87 777	2 754 920	8 923 697	7 326 791	651 361
Operator	MPK Wrocław - autobusy Mercedes-Benz i Jelcz 120 MM				
Typy autobusów	O530 K Citaro	O530 Citaro	O530 G Citaro	O530 G Citaro 2	Jelcz 120MM
Liczba autobusów, -	1	58	42	1	8
Średnia wieku, lata	3,1	5,7	5,7	3,1	18,7
Liczba zdarzeń drogowych, -	1	93	67	2	6
Liczba zdarzeń drogowych na 100 000 km	1,519	2,068	2,473	3,648	1,517
Sumaryczne przebiegi poszczególnych grup autobusów, km	65 818	4 496 745	2 709 404	54 824	395 631

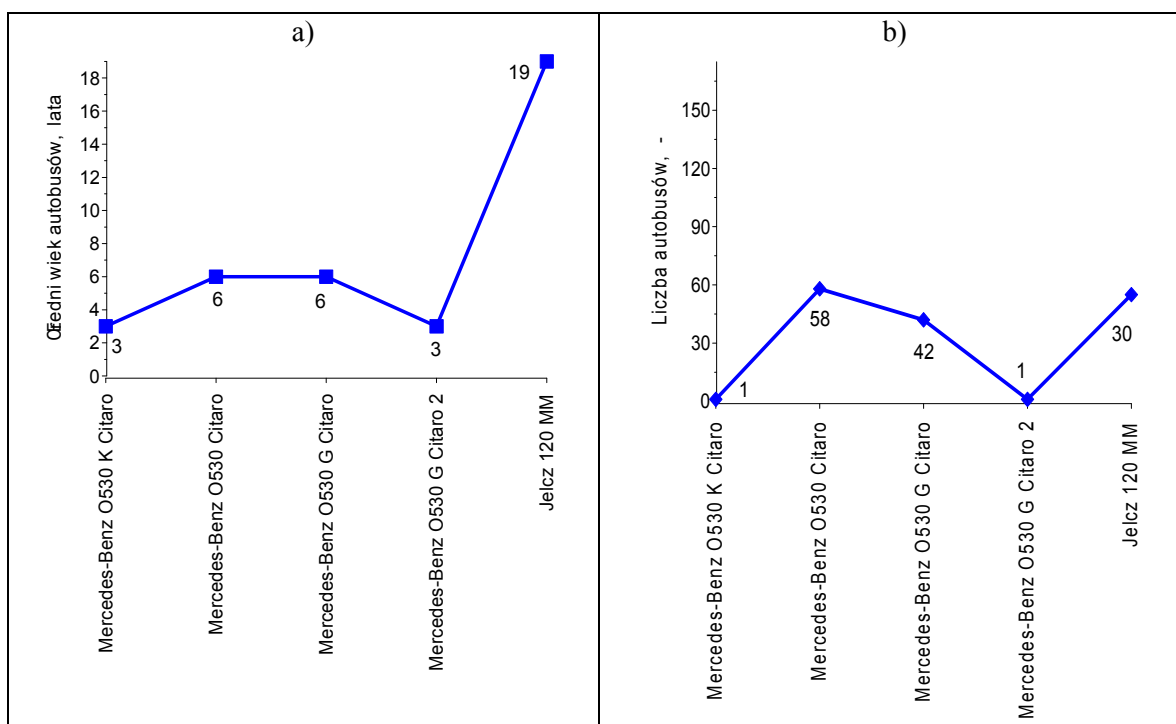
wyjaśnieniem tych wartości może być ich zakład produkcyjny i dokonana zmiana konstrukcji. Oczywiście 18,7 roczne autobusy Jelcz 120MM w MPK Wrocław, miały nieporównywalnie większą uszkodzalność, $W_1=2,02$.

Zdecydowanie najmniejsza liczę uszkodzeń układów mają autobusy Mercedes-Benz Citaro w MPK Wrocław. Wskaźnik W_2 , wynosił, bowiem 0,01-0,03. Z kolei wszystkie układy autobusu Jelcz 120MM charakteryzują się większą liczbą uszkodzeń. Wskaźnik W_2 ma zakres zmienności 0,04-0,55 (rys. 6a). Jednak prawdopodobieństwo uszkodzenia układów $P(U^*)$: elektrycznego, kierowniczego, jezdnego, silnika i zawieszenia autobusów Jelcz 120MM jest korzystniejsze (rys. 6b). Autobusy Mercedes-Benz Citaro przewyższają jedynie autobusy Jelcz 120MM, pod względem mniejszego prawdopodobieństwa uszkodzenia układów: hamulcowego, napędowego i nadwozia. Niekorzystnym jest, w autobusach Mercedes-Benz, bardzo duże prawdopodobieństwo uszkodzeń układu elektrycznego $P(U^*)=0,25-0,35$, hamulcowego $P(U^*)=0,16-0,23$ oraz silnika $P(U^*)=0,17-0,23$, zwłaszcza biorąc pod uwagę cenę tych komponentów w porównaniu z autobusem Jelcz 120MM. Z dużej wartości uszkodzeń, analizowanych układów autobusów miejskich, jedynie uszkodzalność układu hamulcowego stwarza wysokie zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego O .

Oceny poziomu zagrożenia działania systemu transportu MPK Wrocław, na podstawie wartości poziom zagrożenia działania autobusu W_3 , oraz wartości poziom zagrożenia działania autobusu W_4 , charakteryzuje rysunek 7b. Prezentacje wyników prowadzonych analiz kończy rysunek 8, porównujący procentowy udział uszkodzeń układów autobusów: Mercedes-Benz Citaro O530 Citaro oraz Jelcz 120 MM, jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław.



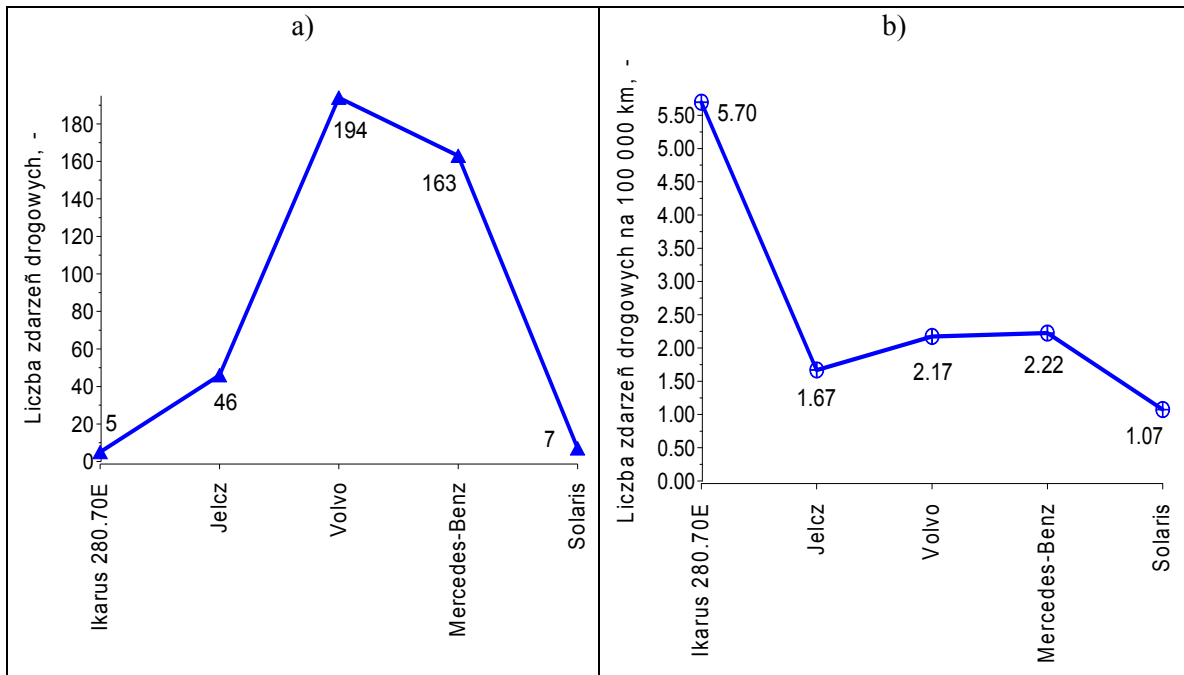
Rys. 1. Charakterystyka eksploatacyjna autobusów w MPK Wrocław: a) średni wiek, b) liczba autobusów w grupie



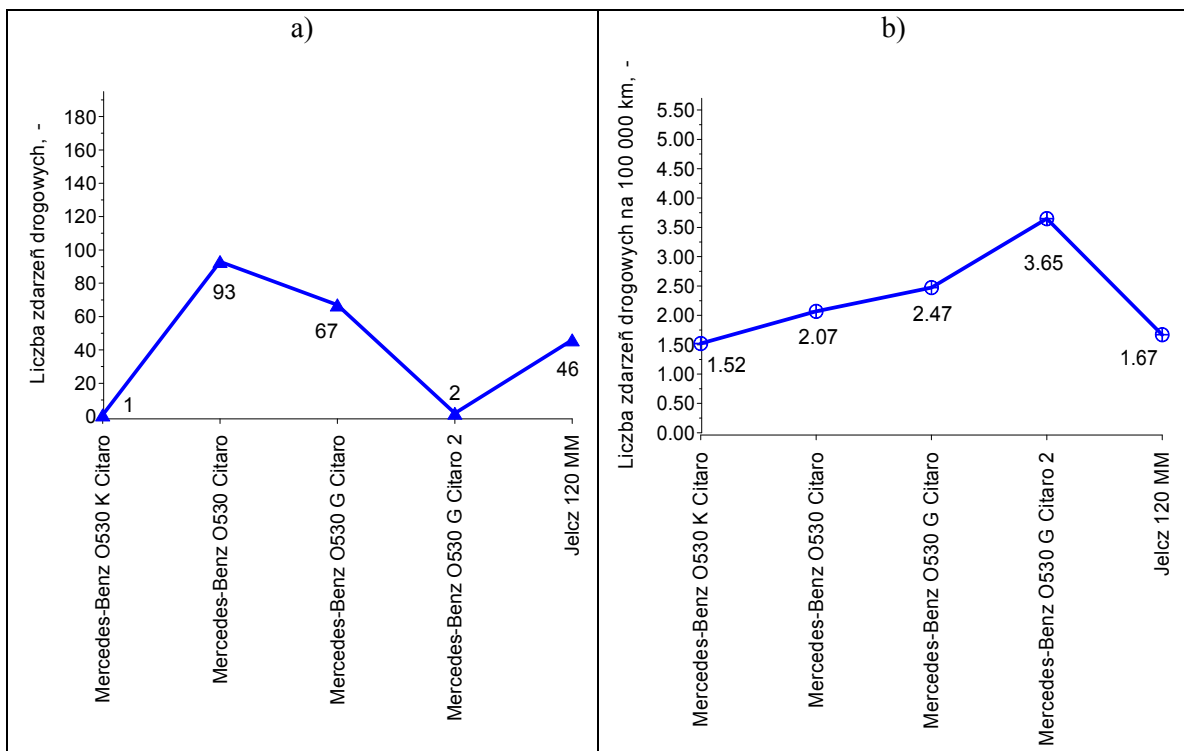
Rys. 2. Charakterystyka eksploatacyjna autobusów Mercedes-Benz i Jelcz 120MM w MPK Wrocław: a) średni wiek, b) liczba autobusów w grupie

Z wartości zamieszczonych na rysunkach 3 i 4 wynika, iż najmniejszą liczbę wypadków i kolizji na 100 000 km, w MPK Wrocław, mają autobusy Solaris, Jelcz, zbliżoną Volvo i Mercedes-Benz natomiast największą, najstarsze Ikarus. Jest interesującym, że autobusy Jelcz mimo średniego wieku 18,7 lat (tab. 1) 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, jak i znacznie większej ich liczby.

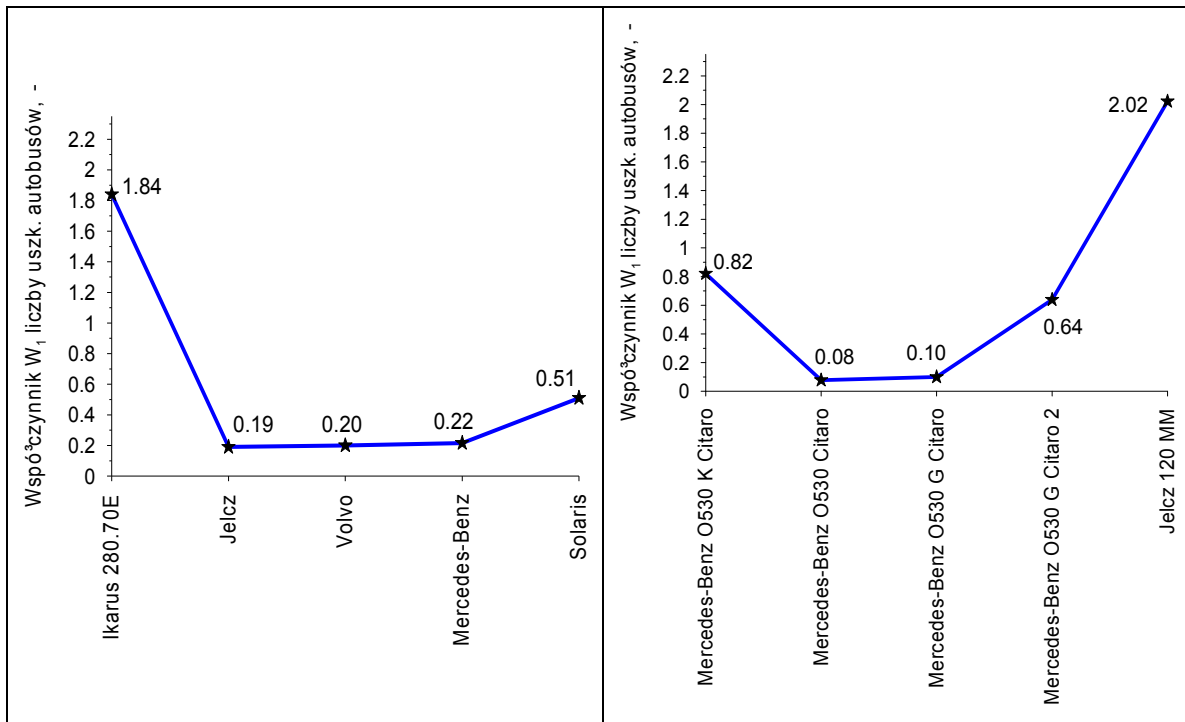
W 2014 roku były bardzo niekorzystne wartości poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikłe z uszkodzenia układu autobusu W_3 jak i W_4 dla nowoczesnych autobusów Mercedes-Benz Citaro w MPK Wrocław (rys. 7). Wartości wskaźników poziomu zagrożenia działania podstawowych liniowych autobusów Mercedes-Benz Citaro wynosiły bowiem $W_3=0,01-2,46$ i $W_4=0,08-0,41$. W porównaniu z autobusem Jelcz 120MM jest to całkowicie zaskakujące, tutaj wynoszą wielokrotnie mniej, $W_3=0,02-0,07$ i $W_4=0,001-0,02$.



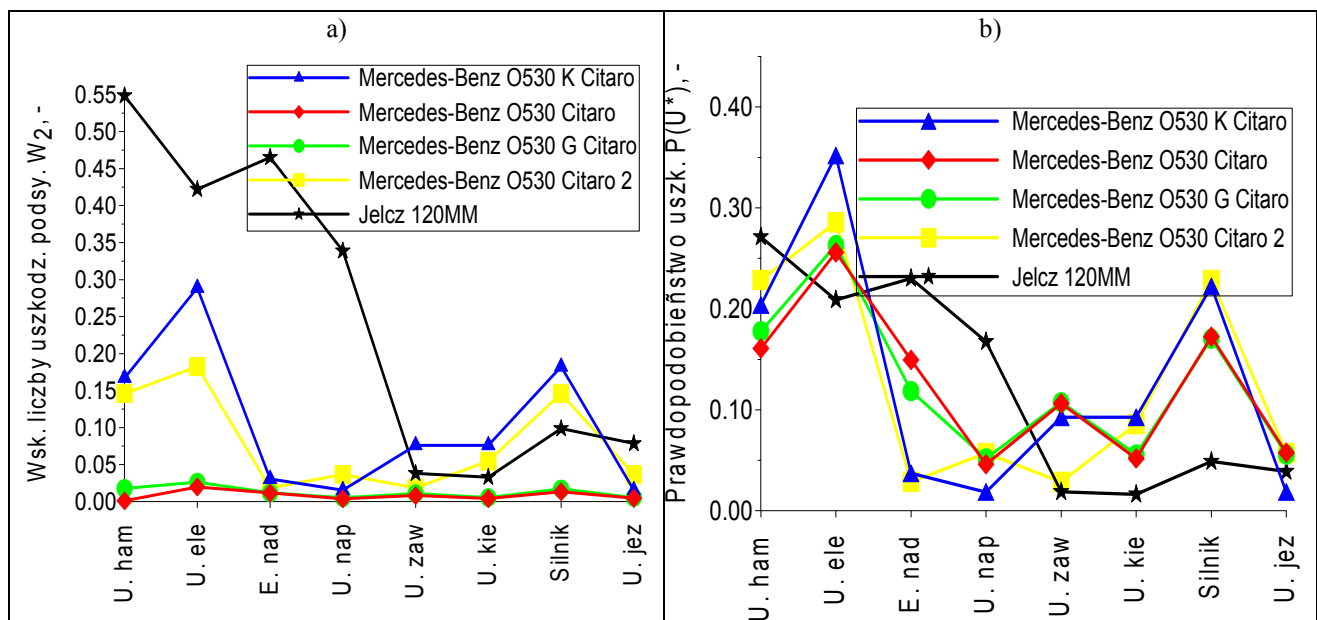
Rys. 3. Charakterystyka eksploatacyjna typów autobusów w MPK Wrocław: a) liczba zdarzeń drogowych, b) liczba kolizji i wypadków na 100 000 kilometrów przebiegu

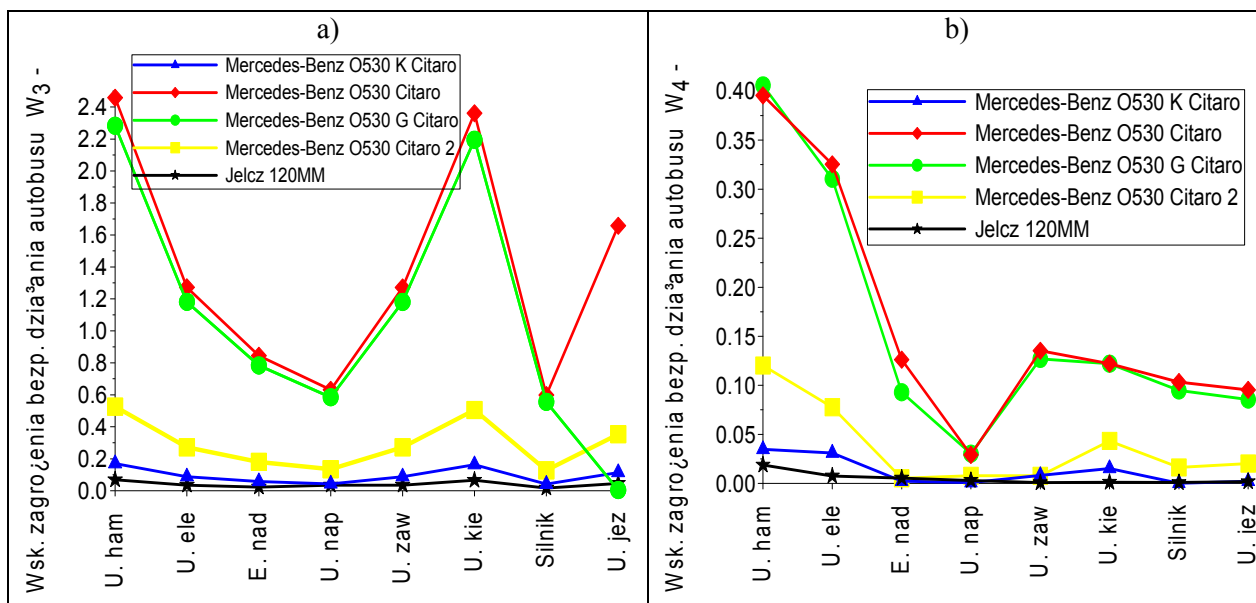


Rys. 4. Charakterystyka eksploatacyjna autobusów Mercedes-Benz i Jelcz 120MM w MPK Wrocław: a) liczba zdarzeń drogowych, b) liczba kolizji i wypadków na 100 000 kilometrów przebiegu


 Rys. 5. Wartości wskaźników W_1 liczby uszkodzeń autobusów operatora MPK Wrocław

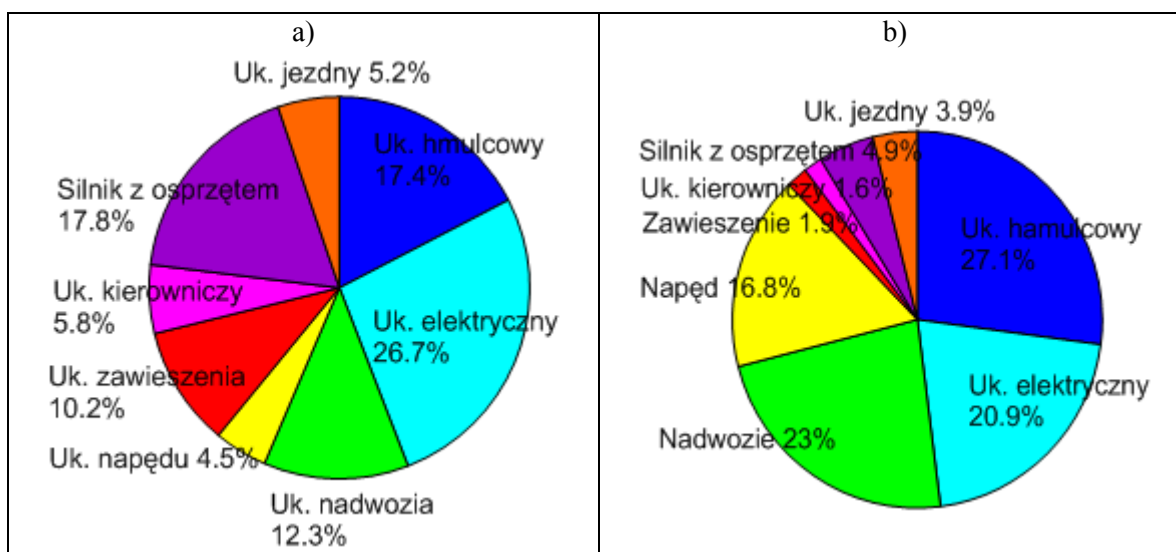
Bardzo niepokojącym jest, iż zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego, autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i G Citaro, wynika z uszkodzeń układów o największym zagrożeniu bezpieczeństwa systemu transportowego O - hamulcowego, kierowniczego i jezdny. Układ hamulcowy ma bowiem wskaźnik poziomu zagrożenia systemu transportowego $W_3=2,28-2,46$, układ kierowniczy $W_3=2,20-2,36$ oraz jezdny $W_3=1,66$ (ten ostatni tylko dla Mercedes-Benz O530 Citaro). Również wskaźnik poziomu zagrożenia


 Rys. 6. Wartości wskaźników niezawodności autobusów Mercedes-Benz i Jelcz 120MM operatora MPK Wrocław: a) liczby uszkodzeń wybranego układu autobusu W_2 , b) prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanych układów autobusu $P(U^*)$



Rys. 7. Wartości wskaźników poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu dla autobusów Mercedes-Benz i Jelcz 120MM, operatora MPK Wrocław, wynikłego z uszkodzeń układu autobusu w ciągu 1 roku: a) W_3 , b) W_4

bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu, Mercedes-Benz O540 Citaro i O530 G Citaro, w ciągu jednego roku, W_4 , jest dla tych podsystemów był bardzo niekorzystny. Wynosił bowiem dla układu hamulcowego $W_4=0,40-0,41$, układu kierowniczego $W_4=0,12$ i układu jezdny $W_4=0,09-0,10$ (rys. 7). Tym samym w porównaniu z autobusami Jelcz 120MM największe różnice, zagrożenia działania autobusu W_3 dotyczą układów: hamulcowego, kierowniczego, jezdny oraz zawieszenia. Z kolei na podstawie wskaźnika W_4 największe różnice tych dwóch grup autobusów dotyczą układów: hamulcowego, elektrycznego, kierowniczego, zwieszenia, jezdny i silnika. Wzrost poziomu zagrożenia działania autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i O530 G Citaro, wynikły z uszkodzenia podsystemu jest bardzo wysoki i wynosi od 8,3 do 47,9 razy w porównaniu z Jelcz 120MM. Zagrożenie działania autobusu Citaro jest jedynie porównywalne z Jelcz 120MM dla układu przeniesienia napędu, lecz także gorsze. Oczywiście przyjęto do obliczeń, ze względów porównawczych, jednakowy dla tych autobusów stopień zagrożenia bezpieczeństwa transportu miejskiego O poprzez uszkodzenie układu konstrukcyjnego autobusu. Rysunek 8 przedstawia procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław. Procentowy udział uszkodzeń



Rys. 8. Procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław: a) Mercedes-Benz O530 Citaro, b) Jelcz 120MM

układu hamulcowego autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro oraz Jelcz 120MM wykazuje największą różnicę w przyczynach powstawania kolizji i wypadków. Suma podanych wartości, czyli 100%, dotyczy kolizji i wypadków autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro (rys. 8a) i autobusów Jelcz 120MM (rys. 8b). Uszkodzenia układu zawieszenia, kierowniczego, jezdnego, elektrycznego i silnika Citaro wywołują większe zagrożenie bezpieczeństwa drogowego niż uszkodzenia analogicznych układów autobusu Jelcz 120MM. Z kolei korzystniejsze wartości procentowe dotyczą układu hamulcowego i napędowego.

PODSUMOWANIE

Analizowane autobusy Mercedes-Benz Citaro charakteryzują się bardzo małą i korzystną uszkodzalnością, określą wskaźnikiem liczby uszkodzeń autobusów W_1 i ich układów konstrukcyjnych W_2 na 1000 km. Znalazło to bardzo duże uznanie przewoźników, o czym świadczy wysoka ich sprzedaż. Wskaźniki W_1 i W_2 są jednak wysoko zróżnicowane dla poszczególnych modeli autobusów, jak i zależą od generacji rozwiązania i wytwórni, co wynika z ich wartości w MPK Wrocław i MPK Rzeszów. W MPK Wrocław, autobusy dwuosiove Mercedes-Benz O530 Citaro i przegubowe Mercedes-Benz O530 G Citaro miały w 2014 roku zbliżone i korzystne wartości wskaźnika liczby uszkodzeń zespołów na 1000 km, $W_2=0,01-0,04$.

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia $P(U^*)$ układu nowoczesnego autobusu Mercedes-Benz Citaro w MPK Wrocław, niewiele odbiega od jego wartości dla autobusu Jelcz 120MM. Ma nawet mniej korzystne wartości dla 5 układów: elektrycznego, silnika, zawieszenia, kierowniczego i jezdnego. Z kolei tak wyznaczone prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia układów, $P(U^*)$, jest korzystne i bardzo małe w MPK Rzeszów, dla układów hamulcowego, napędowego, zawieszenia, jezdnego i silnika autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 ON i CNG. Z kolei niekorzystne dla układu elektrycznego i napędowego, w porównaniu z autobusami Jelcz 120 M/4 CNG, Solaris Urbino 12 CNG i Autosan Sancity 10 LF CNG.

Liczba zdarzeń drogowych jest zdecydowanie mniejsza dla starszych konstrukcji autobusów MPK Wrocław, zarówno, co do ich liczby jak i w przeliczeniu na 100 000 km przebiegu. We Wrocławiu 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. W Rzeszowie zaś, autobusy Solaris Urbino 12 CNG oraz Jelcz 120 M/4 12 CNG zapewniają korzystniejsze bezpieczeństwo systemu transportu miejskiego niż autobusy Mercedes-Benz Citaro O530 12 CNG, Autosan Sancity 10 LF CNG oraz Mercedes-Benz O530 Citaro 12 ON.

W 2014 roku w MPK Wrocław były bardzo wysokie i niekorzystne zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i G Citaro, wynikające z uszkodzeń układów hamulcowego, kierowniczego i jezdnego. Układ hamulcowy miał bowiem wskaźnik poziomu zagrożenia systemu transportowego $W_3=2,28-2,46$, układ kierowniczy $W_3=2,20-2,36$ oraz jezdny $W_3=1,66$ (ten ostatni tylko dla Mercedes-Benz O530 Citaro). Również wskaźnik poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu, Mercedes-Benz O540 Citaro i O530 G Citaro, w ciągu jednego roku W_4 był dla tych podsystemów bardzo niekorzystny. Wynosił bowiem dla układu hamulcowego $W_4=0,40-0,41$, układu kierowniczego $W_4=0,12$ i układu jezdnego $W_4=0,09-0,10$. Wzrost poziomu zagrożenia działania autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro i O530 G Citaro, wynikły z uszkodzenia układu jest bardzo wysoki i wynosi od 8,3 do 47,9 razy w porównaniu z autobusami Jelcz 120MM.

Procentowy udział uszkodzeń układów autobusów Mercedes-Benz O500 Citaro i autobusów Jelcz 120MM jako przyczyna powstawania kolizji i wypadków w MPK Wrocław wskazuje iż uszkodzenia układu zawieszenia, kierowniczego, jezdnego, elektrycznego i silnika autobusu Citaro wywołują większe zagrożenie bezpieczeństwa drogowego niż uszkodzenia analogicznych układów autobusu Jelcz 120MM. Korzystniejsze wartości procentowe autobusów Mercedes-Benz O500 Citaro dotyczą układu hamulcowego i napędowego.

Nowoczesne autobusy Volvo, 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. Istotnym w transporcie autobusowym miejskim jest także wpływ niezawodności zespołów autobusu na bezpieczeństwo publicznego transportu miejskiego w tym także 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, 225-233.
- [3] Analiza przepustowości szlaków komunikacyjnych Aglomeracji Wrocławskiej oraz badanie potrzeb transportowych przedsiębiorców Aglomeracji Wrocławskiej. Program Central Europe, Wrocław 2012.
- [4] Cafuso S., Di Graziano A., Pappalardo G.: Road safety issues for bus transport management. *Accident Analysis & Prevention* 60, 2013, s. 324-333.
- [5] Drożdżel P., Komsta H., Rybicka I.: Analiza uszkodzeń układów bezpieczeństwa w pojazdach komunikacji zbiorowej na przykładzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie. *Logistyka* 3, 2012, 498-506.
- [6] Drożdżel P., Opielak M., Rybicka I.: Bezpieczeństwo transportu pasażerskiego w komunikacji miejskiej. *Logistyka* 3, 2012, 513-520.
- [7] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2008.
- [8] 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.
- [9] SafetyNet Work Package 3. State-of-the-art Report on Road Safety Performance Indicators. SafetyNet 2005.
- [10] 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, 55-65.
- [11] Jamroz K.: Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2011.
- [12] 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, 71-180.
- [13] Krystek R. (red.): Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu: praca zbiorowa T.1, T.2, T.3. WKiŁ, Gdańsk 2009, 2010.
- [14] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Rzeszowie nt. wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego z roku 2014. Materiały wewnętrzne, niepublikowane.
- [15] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Wrocławiu nt. wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego z roku 2014. Materiał wewnętrzne, niepublikowane.
- [16] Mariański M.: Autokary wielkiej turystyki. *Transport Technika Motoryzacyjna*, 7/8, 2010, 66-73.
- [17] Michalski J.: Bezpieczeństwo autobusów i transportu zależne od uszkodzeń eksploatacyjnych wybranych układów. Національний Транспортний Університет Київ, Висник Національного Транспортного Університету, Науково-технічний збірник, Київ, 30, 2014, s. 265-277.
- [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] Oprządkiewicz J.: Niezawodność maszyn. Skrypty Uczelniane Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1981.
- [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-EN 61703:2005 – Wyrażenia matematyczne dotyczące nieuszkodzalności, gotowości, obsługiwalności i zapewnienia środków obsługi. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2005.

[22] Polska Norma: PN-N-50191:1993 - Słownik terminologiczny elektryki - Niezawodność, jakość usługi. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1993.

[23] Polska Norma: PN-S-47010:1999 - Pojazdy drogowe, autobusy - wymaganie podstawowe. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1999.

[24] Prochowski L., Żuchowski A.: Samochody ciężarowe i autobusy. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2011.

[25] Reński A.: Bezpieczeństwo czynne samochodu: Zawieszenia oraz układy hamulcowe i kierownicze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.

[26] 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).

[27] Sandecki T.: Komentarz do warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Cz. 1 i Cz. 2. Zagadnienia techniczne. Biuro Projektowo-Badawcze Dróg i Mostów Transprojekt. GDDiA, Wydanie 2 uaktualnione i uzupełnione, Warszawa 2002-2003.

[28] 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.

[29] Towpik K., Gołaszewski A., Kukulski J.: Infrastruktura transportu samochodowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.

[30] Traktaty. Wersja skonsolidowana. Karta praw podstawowych. Unia Europejska, PL marzec 2010.

[31] Warczewska B., Mastalska-Cetera B.: Charakterystyka wrocławskiego obszaru metropolitalnego ze szczególnym uwzględnieniem systemu przyrodniczego. Acta Universitatis Lodzensis Folia Oeconomica, 245, 2010, 157-167.

[32] Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. Wyd. 3 rozszerzone, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2012.

[33] Witaszek M., Witaszek K.: Porównanie emisji dwutlenku węgla dla różnych rodzajów transportu. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport, z. 88, 2015, 145-153.

[34] World Economic Forum: – Repowering transport. Project white paper. World Economic Forum, Geneva, Switzerland 2011.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Niezawodność i bezpieczeństwo autobusów komunikacji miejskiej Wrocławia / MICHALSKI Jacek // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono niezawodność i bezpieczeństwo autobusów miejskiej komunikacji samochodowej Wrocławia ocenioną na podstawie wartości prawdopodobieństwa uszkodzenia autobusów $P(U^*)$, względnej liczby uszkodzeń autobusów W_1 i ich podzespołów W_2 na 1000 km. Określono metodą ekspercką istotności wpływu uszkodzeń układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego O . Zbadano poziomy zagrożenia bezpieczeństwa transportu wynikający z liczby kolizji i wypadków oraz liczby uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego 2014 roku za pomocą wskaźników W_3 i W_4 . Wzięto pod uwagę autobusy; Jelcz 120MM, Mercedes-Benz O530 Citaro, Mercedes-Benz O530 G Citaro i inne.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКИ Яцек. Надійність і безпека міського автобусного транспорту у Вроцлаві / МІХАЛЬСКИ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлена оцінка надійності і безпеки автобусів міського сполучення транспортної системи Вроцлава. Оцінювання проводилося із врахуванням вартості ймовірного пошкодження автобусів $P(U^*)$, відносного числа пошкодження автобусів W_1 і їх компонентів W_2 на 1000 км. Експертним методом визначено значимість впливу пошкодження на безпеку транспортної системи О. Проаналізовано кількість автобусних пошкоджень протягом 2014 року з використанням показників W_3 і W_4 і виявлено, що рівень загрози безпеки на транспорті зростає у зв'язку із збільшенням кількості зіткнень і аварій. Jelcz 120MM, Mercedes-Benz Citaro O530, O530 Mercedes-Benz Citaro G і інші автобуси були взяті до уваги при вивченні даного питання.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Reliability and safety of urban bus transport in Wrocław. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the reliability and safety of bus communication system in Wrocław assessed on the basis of the likelihood of bus damages $P(U^*)$, the relative number of bus defects W_1 and their components W_2 per 1000 km. The significance of the impact of damage to the bus system security of the transport system O was determined by expert method. The threat level of transport safety due to the number of collisions and accidents and the number of bus damages during 2014 year using indicators W_3 and W_4 were examined. Jelcz 120MM, Mercedes-Benz Citaro O530, O530 Mercedes-Benz Citaro G and other buses were taken into account.

AUTOR:

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

АВТОР:

МІХАЛЬСКИ 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

AUTHOR:

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Е. К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Добржанська М., кандидат технічних наук, Жешовська політехніка, доцент кафедри кількісних методів, Жешув, Польща.

REVIEWERS:

Posvyatenko E. K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor, Department of Manufacture, Repair and Materials, Kyiv, Ukraine.

Dobrzanska M., Ph.D., Rzeszow University of Technology, Assistant Professor of Department of Quantitative Methods, Rzeszow, Poland

УДК 629.113
UDK 629.113

CHARAKTERYSTYKA EKSPLOATACYJNA TRANSPORTU PUBLICZNEGO
AUTOBUSOWEGO INTEGRUJĄCEGO MIASTO RZESZÓW I OKOLICE

MICHALSKI Jacek, Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОМАДСЬКОГО АВТОБУСНОГО
ТРАНСПОРТУ В МІСТІ ЖЕШУВ І НА ЙОГО ОКОЛИЦЯХ

МІХАЛЬСЬКІ Яцек, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

OPERATING CHARACTERISTICS OF BUS PUBLIC TRANSPORT IN RZESZÓW
AND ITS SUBURBS

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Statystycznie, autobus jest zdecydowanie najbardziej bezpiecznym pojazdem drogowym [5, 19]. Kolizje, czy nawet wypadki z udziałem samochodów osobowych, które uderzają w boki autobusu, nie powinny być groźne dla osób w autobusie a jego deformacje co najmniej zgodnie z wymogami APTA (American Public Transportation Association). Około 62% wypadków autobusów stanowią różne zderzenia czołowe. Producenci autobusów wprowadzili systemy łagodzące ich skutki. Przykładowo autobusy Volvo 9700 i 9900 mają rozwiązanie FIP (Front Impact Protection), wzmocnienie ściany przedniej chroniące kierowcę i pilota przed obrażeniami. Również te autobusy turystyczne, jako pierwsze, miały konstrukcje bezpieczeństwa KIP (Knee Impact Protection). System KIP zmniejsza ryzyko urazu kolan i nóg kierowcy w przypadku zderzenia czołowego, dzięki panelom absorbującym energię, umieszczonym za deską rozdzielczą na wysokości kolan kierowcy. Autobusy turystyczne, mają także system ochrony FUPS (Front Underrun Protection System). Jest to specjalna konstrukcja, stalowa belka za przednim zderzakiem, zapobiegająca wjechaniu innych pojazdów pod spód autobusu, w razie zderzenia czołowego. Dzięki niej, w chwili zderzenia strefy zgniotu w samochodzie uderzającym, spełniają swoją rolę, czyli energia uderzenia zostanie rozpraszana. Należy zaznaczyć jednak, że autobus turystyczny Volvo 9700, uznawany jest za najbezpieczniejszy pojazd w historii tej firmy. W autobusach Mercedes i Setra kierowcę i pilota chroni rozwiązanie FCG (Front Collision Guard). Miejsce kierowcy, łącznie z układem kierowniczym, zespołem pedałów i fotelem, umieszczono na masywnej ramie, która w razie silnego zderzenia czołowego przesuwają się do tyłu, zwiększając przestrzeń chronioną i daje większe szanse przeżycia. Duże deformacje (przemieszczenia) czy przebicia ścian bocznych i dachu autobusu są także bardzo groźne dla podróżujących. Podczas użytkowania autobusu istnieje niebezpieczeństwo: przewrócenie spowodowane wpadnięciem w poślizg, wypadnięciem z drogi na zakręcie, spadkiem z wiaduktu czy ze skarpy, uderzenia górną częścią nadwozia o konary drzew lub budowle. Z kolei poszycie wewnętrzne autobusów powinno być wykonane z miękkich materiałów, a elementy wyposażenia pozbawione ostrych krawędzi. Pasy bezpieczeństwa, korzystnie trzypunktowe, winny zapewnić pozostawanie osób na miejscu, także podczas stacjonowania autobusu ze zbocza. Dynamiczne obciążenie autobusu jest wówczas bardzo duże. Aktualnie, wytrzymałości nadwozi autobusów na uderzenia podczas przewracania precyzuje Regulamin ECE R66, będący załącznikiem nr IV - „Wytrzymałość konstrukcji nośnej” Dyrektywy Europejskiej nr 2001/85/WE z 20.11.2001 [2]. Przewidziane próby przewrócenia bocznego autobusu, także przewrócenie wycinka pojazdu, uderzenie wahadłem w odpowiednio wybraną część struktury nośnej lub odpowiednią grupę części, albo kontrolne obliczenia konstrukcji nośnej, sprawdzają przemieszczenie nadwozia, w celu określenia przestrzeni przeżycia dla pasażerów. Autobus ustawia się na wahliwej platformie, której prędkość przechyłu nie powinna przekraczać 5°/s (0,087 rad/s). Obciążenie przewrócenia bocznego autobusu nie jest jednak duże, ponieważ prędkość przechyłu wahliwej platformy nie powinna przekraczać 5°/s (0,087 rad/s). Nie odpowiada to rzeczywistym obciążeniom, podczas powyższych przypadków zdarzeń drogowych, odmiennych w autokarach, autobusach niskowejściowych i niskopodłogowych. Średnia prędkość jazdy, przy której autobus przewraca się na bok to zwykle 49 km/h. Procedura badań [2], przewiduje jednak przebieg przechylania bez wpływów dynamicznych, aż do momentu przewrócenia. Wadą Regulaminu ECE R66 jest także, nie uwzględnienie obciążeń wynikających z obecności osób.

Systemy bezpieczeństwa czynnego autobusu to najczęściej: właściwości jezdne i system hamulcowy, o długich okresach sprawności technicznej, zwłaszcza - elektronicznie sterowane hamulce tarczowe (EBS), elektroniczny system stabilizacji toru jazdy ESP (Electronic Stability Program), hamowanie mieszane (Brake Blending) hamulcem silnikowym VEB (Volvo Engine Brake) zintegrowanym z układem rozrządu silnika czy hamulcem EPG (Exhaust Pressure Governor) umieszczony przy wylocie spalin w turbosprężarce oraz zapobieganie cofaniu się autobusu podczas ruszania pod górę, system Hill Start Aid. Ergonomiczne miejsce pracy i dobra widoczność - to zarówno cechy konstrukcyjne autobusu jak i jego przyjazne dostosowanie dla środowiska ECB (Environmental Konzept Bus). Duże znaczenie mają także: wygodny stopień, szeroko otwierające się drzwi, systemy bezpiecznego mechanizmu ich otwierania i zamykania oraz informacje dla pasażerów dotyczące postępowania w sytuacjach awaryjnych. Coraz większe znaczenie ma także: interaktywny układ wspierania kierowcy (Driver Interaction Support), systemy ostrzegania o męczeniu (Drowsy Driver Alert) oraz o dekoncentracji kierowcy (Distraction Alert), wspomaganie jazdy do przodu za pomocą inteligentnego tempomatu (Adaptive Cruise Control), system utrzymania pasa ruchu (Lane Keeping Support), system wspomagania zmiany pasa ruchu (Lane Change Support), sprawdzanie prawidłowego napompowania opon - dzięki systemowi monitorowania ciśnienia w oponach (Tyre Pressure Monitor). Aby poprawić widoczność często światła przednie wyposaża się w reflektory ksenonowe, kamery i dobrze ustawione lusterka wsteczne z wbudowanymi lusterkami panoramicznymi.

Miasto Rzeszów zajmuje powierzchnię 116,4 km². Pod względem powierzchni wśród miast polski, Rzeszów zajmuje 20 miejsce w kraju. Liczba ludności wynosi 184 776 osób, a gęstość zaludnienia 1 588 osoby na km². W skali kraju, Rzeszów zajmuje 19 miejsce pod względem liczby ludności. Miasto obsługiwane jest przez autobusową komunikację zbiorową: Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Rzeszów Spółka z o.o. (MPK Rzeszów) i Międzygminną Komunikację Samochodową Rzeszów (MKS-PKS Rzeszów). Komunikacja

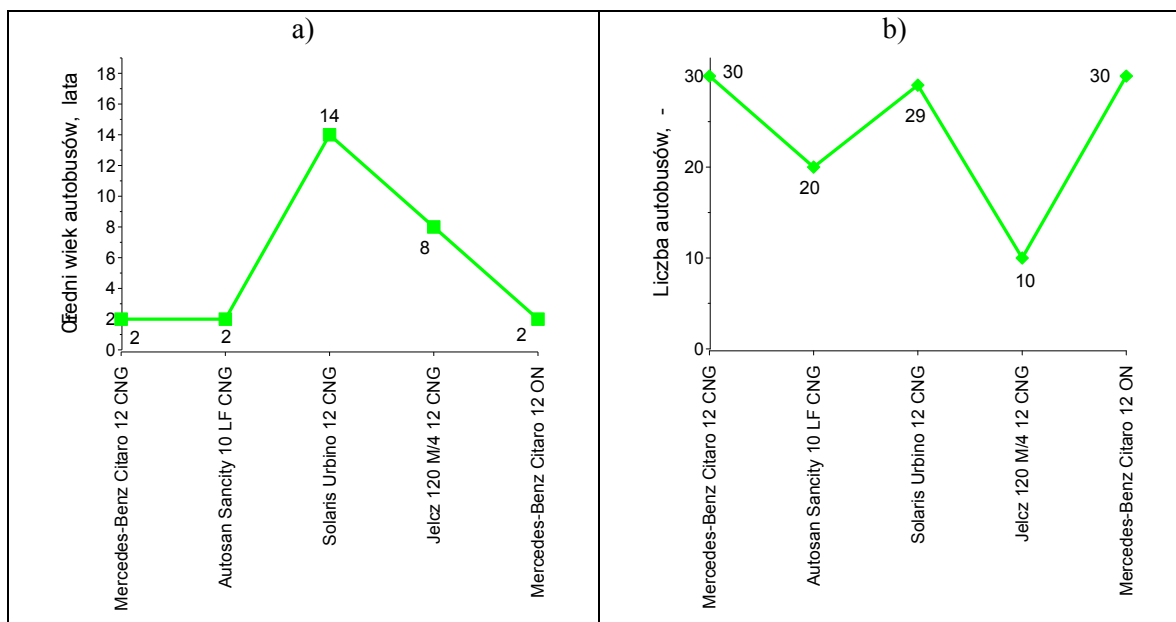
Tabela 1. Autobusy MPK Rzeszów w 2014 r.: wartości liczbowe uszkodzeń, przebiegów, zdarzeń drogowych oraz wieku [11]

Nazwa uszkodzonego układu autobusu	Rodzaj autobusu				
	Mercedes-Benz Citaro 12 CNG	Autosan Sancity 10 LF CNG	Solaris Urbino 12 CNG	Jelcz 120 M/4 12 CNG	Mercedes-Benz Citaro 12 ON
Układ hamulcowy	11	19	37	13	3
Układ elektryczny	41	36	63	26	35
Układ nadwozia	56	45	52	17	43
Układ przeniesienia napędu	4	6	5	4	1
Układ zawieszenia	3	5	8	12	0
Układ kierowniczy	15	10	14	11	9
Silnik z osprzętem	7	8	46	19	2
Układ jezdny	8	3	13	4	4
Liczba autobusów	30	20	9	6	20
Średnia wieku, lata	1,9	1,8	9,1	7,8	15,2
Liczba uszkodzeń autobusów LU	145	132	238	106	97
Liczba zdarzeń drogowych na 100 000 km	1,816	2,946	0,640	0,353	1,771
Liczba kolizji i wypadków LZ	5	7	3	2	4
Sumaryczny przebieg autobusów, km	275 410	237 639	468 498	567 072	225 825
Liczba ogółem autobusów	30	20	29	10	30

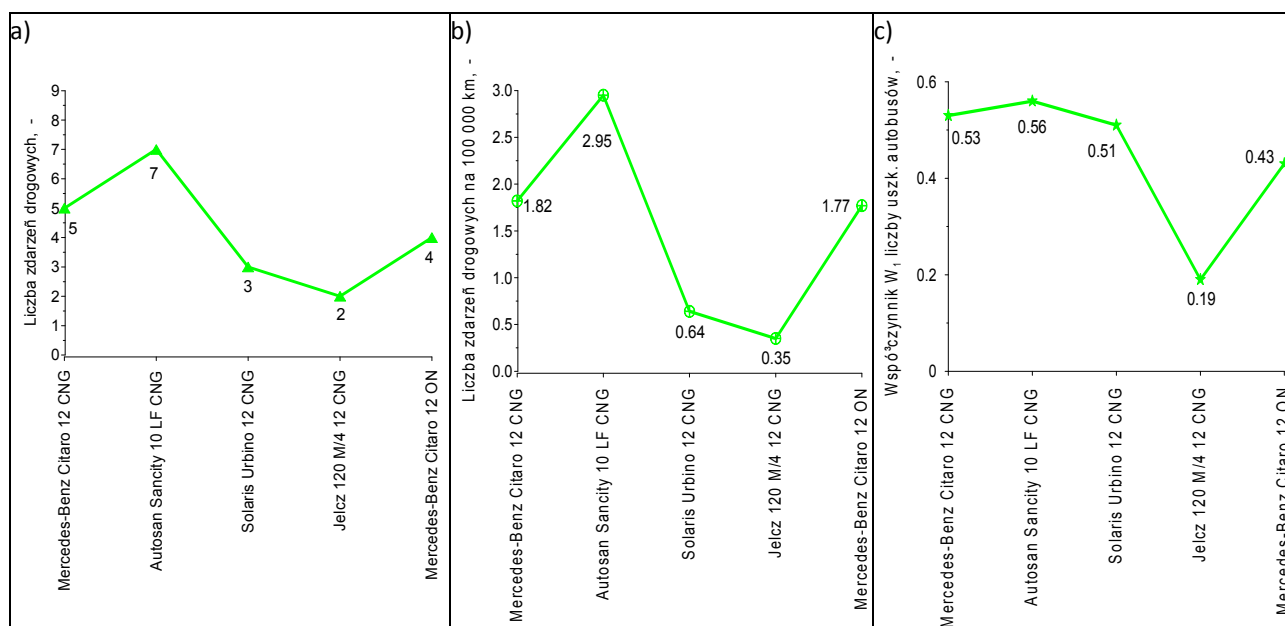
w mieście jest wspomagana systemem ITS [3, 4, 15, 16]. Struktura sieci drogowej Rzeszowa ma kształt promienisty i jest silnie zorientowana na centrum miasta. Liczba linii autobusowych MPK Rzeszów to 41 oraz 3 nocne. Łączna długość tras linii autobusowych wynosi 657 km. Na węzeł zewnętrznej komunikacji drogowej w obrębie Rzeszowa składają się: droga krajowa nr 4 – międzynarodowa E40 relacji Drezno – Zgorzelec – Wrocław – Katowice – Kraków – Rzeszów – Medyka – Lwów, droga krajowa nr 9 –

międzynarodowa E371 relacji Radom – Rzeszów – Barwinek – Koszyce, droga krajowa nr 19 – relacji Białystok – Lublin – Rzeszów – łącząca się dalej z drogą krajową nr 9. Przez północną część gminy przebiega dwutorowa zelektryfikowana linia kolejowa, będąca częścią międzynarodowej trasy E30, z przystankami w Świlczy, Rudnej Wielkiej i Trzcie. Miastem partnerskim Rzeszowa jest między innymi: Iwano-Frankowsk, Lwów i Łuck [9].

Strategia logistyczna zrównoważonego rozwoju miast UE uwzględnia problematykę bezpieczeństwa, kongestii, urbanizacji, hałasu, gazów cieplarnianych, zapylenia, mobilności, źródeł energii, rozwoju gospodarczego, migracji ludności, jakości życia, populacji ludności, bezpieczeństwa, ochrony zdrowia i inną [7, 8]. Proponowane w Unii Europejskiej i prezentowane przez Europejski Urząd Statystyczny, Eurostat, wskaźniki zrównoważonego rozwoju transportu są: zużycie energii w transporcie w relacji do PKB, poziom emisji gazów cieplarnianych i zmniejszenie wypadkowości [17, 21]. Bezpieczeństwo autobusu i bezpieczeństwo drogi jest rozpatrywane jak bezpieczeństwo czynne i bezpieczeństwo bierne [1, 5, 14, 18, 20]. Tworzenie spójnego systemu transportu w miastach jest zadaniem złożo-



Rys. 1. Charakterystyka eksploatacyjna autobusów MPK Rzeszów: a) średni wiek, b) liczba autobusów w grupie



Rys. 2. Charakterystyka eksploatacyjna autobusów MPK Rzeszów: a) liczba zdarzeń drogowych, b) liczba kolizji i wypadków na 100 000 kilometrów przebiegu, c) wartości wskaźnika W_1 liczby uszkodzeń autobusów

nym wymagającym rozwiązań kompleksowych [6, 10]. Projekty zintegrowanego rozwoju logistycznego miasta dążą do zwiększenia bezpieczeństwa, ochrony środowiska, ograniczenia zużycia energii i obniżki kosztów. Zawierają one metody umożliwiające zwiększanie mobilności, liczby samochodów osobowych i towarowych zasilanych niekonwencjonalnymi paliwami oraz o napędzie hybrydowym jak i zachęcają mieszkańców do korzystania ze środków transportu publicznego (zbiorowego).

Niezawodność maszyny, urządzeń oraz systemów to kombinacja trwałości, nieusadzalności, obsługiwalności, zapewnienia środków obsługi i przechowywalności. Termin niezawodność jest używany tylko do ich ogólnego nieliczbowego opisu (PN-N-50191:1993, PN-EN 61703:2005).

WARUNKI BADAŃ

Analizowano uszkodzenia i bezpieczeństwo systemów autobusów: układ hamulcowy, układ elektryczny, elementy nadwozia, układ przeniesienia napędu, układ zawieszenia, układ kierowniczy, silnik z osprzętem i układ jezdny (tab. 1, rys. 1-5).

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 (rys. 2c, 3a). Wskaźnik W_1 dotyczy liczby uszkodzeń autobusów,

$$W_1 = \frac{LU}{P} \cdot 10^3 \quad (1)$$

gdzie:

LU – liczba uszkodzeń autobusów, w badanym zbiorze, w ciągu 1 roku,

P – sumaryczny przebieg autobusów, w badanym zbiorze, ciągu 1 roku.

Wskaźnik liczby uszkodzeń wybranego układu (zespołu, podsystemu) autobusu na 1000 km W_2 wyznaczono z zależności

$$W_2 = \frac{LU^*}{P} \cdot 10^3 \quad (2)$$

gdzie:

LU^* – liczba uszkodzeń i-tego układu (zespołu, podsystemu) w ciągu 1 roku inicjujących zdarzenia niepożądane,

P – sumaryczny przebieg autobusów w badanym zbiorze, w ciągu 1 roku.

Poziom zagrożenia działania systemu transportu autobusowego, wynikający z uszkodzenia układu autobusu, wyznaczono za pomocą wskaźników W_3 i W_4 . Wskaźnik W_3 (rys. 4a) charakteryzuje poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu wynikły z uszkodzenia układu (zespołu, podsystemu) autobusu w ciągu jednego roku.

Do wyznaczenia prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu $P(U^*)$ (rys. 3b), posłużono się estymatą, na podstawie zależności:

$$P(U^*) = \frac{LU^*}{LU} \quad (3)$$

gdzie:

LU^* – liczba uszkodzeń wybranego układu autobusu, w ciągu 1 roku,

LU – liczba uszkodzeń w badanym zbiorze autobusów ($LU > 0$), w ciągu 1 roku.

W celu oceny zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego, O , jakie stwarzają uszkodzenia poszczególnych układów autobusów, przeprowadzono badania ankietowe metodą oceny eksperckiej. Ankiecie poddano grupy pracowników: mechanicy stacji obsługi, diagności, kierowcy autobusów, dyspozytorzy ruchu autobusowego i brygadziści stacji obsługi [13]. Istotność wpływu uszkodzenia układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa, oceniano w dziesięciostopniowej skali.

Wskaźnik W_3 , charakteryzuje ocenę poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego roku (rys. 4a).

$$W_3 = \frac{LZ}{LU^*} \cdot P(U^*) \cdot O \quad (4)$$

gdzie:

LZ – liczby zdarzeń drogowych (kolizji i wypadków), w analizowanym zbiorze autobusów,

LU^* – liczba uszkodzeń wybranego układu (zespołu, podsystemu) autobusu w ciągu jednego roku,

$P(U^*)$ – prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanego układu,

O – ocena stopnia zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego, jakie stwarza uszkodzenie analizowanego podzespołu autobusu (zakres oceny od 1 do 10).

Z kolei wskaźnik W_4 , charakteryzuje także ocenę poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportowego wywołany intensywnością uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego roku (rys. 4b), lecz sposób jego obliczenia jest odmienny, jak powyżej. Wskaźnik W_4 opisuje zależność (5):

$$W_4 = \frac{LZ}{LU} \cdot P(U^*) \cdot O \quad (5)$$

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 [13].

Analizowane autobusy miejskie niskopodłogowe, Autosan Sancity 10LF, jednobryłowe dwuosiowe, o trzech drzwiach w układzie 2-2-2, mają długość 10 493 mm, szerokość 2 550 mm i wysokość 3 100 mm. Pojazdy producent, Autosan Sanok, zaopatrzył w 6-cylindrowy rzędowy silnik wysokoprężny Iveco NEF N60ENT o pojemności skokowej 5,9 dm³, mocy maksymalnej 194 kW (264 KM) osiąganą przy 2 500 obr/min oraz maksymalnym momencie obrotowym 1 000 Nm przy 1 250 obr/min, spełniający normę czystości spalin EEV. Jest to silnik zblokowany z 6-biegową automatyczną skrzynią biegów Allison T280R. W układzie jezdny zastosowano niezależną oś przednią ZF RL75EC oraz tylny most portalowy ZF AV 132/80. Zawieszenie pojazdu sterowane jest przez elektroniczny system ECAS, pozwalający na regulowanie wysokości prześwitu podwozia oraz wykonanie przykłąku prawej strony nadwozia. Autobus ma układ hamulcowy z systemami bezpieczeństwa ABS, ASR i EBS oraz instalację elektryczną bazującą na magistrali CAN. Konstrukcję nadwozia wykonaną z rur stalowych kwadratowych i prostokątnych (stal podwyższonej odporności na korozję) łączonych ze sobą za pomocą spawania. Poszycie zewnętrzne z paneli aluminiowych oraz tworzyw sztucznych mocowane są do kratownicowego szkieletu nadwozia za pomocą metody klejenia. Pokrywy boczne są aluminiowe, z kolei ścianę czołową i tylną, wykonano z laminatu poliestrowo-szklanego oraz dach z poliestru. Do wykończenia ścian bocznych wnętrza oraz sufitu zastosowano płyty laminowane, natomiast podłogę pokryto wykładziną antypoślizgową. Autobus wyposażono w systemy gaszenia pożaru silnika, klimatyzację przestrzeni pasażerskiej i stanowiska kierowcy oraz systemy: monitoringu, zliczania liczby pasażerów, sprzedaży biletów i zestawy tablicowe diodowe z informacjami dla podróżnych oraz elektroniczne kasowniki.

Autobusy jednoczłonowe dwuosiowe, Mercedes-Benz O530 Citaro, klasy MAXI, w wersji niskowejściowej LE (Low-Entry) mają długość 11 950 mm, szerokość 2 550 mm, wysokość 2 869 mm, masę własną 10 770 kg, masę całkowitą 19 000 kg, rozstaw osi 5 845 mm oraz 3 drzwi w układzie 2-2-2. Silnik M 447 hLAG zasilany jest gazem ziemnym (pojemności skokowej 12 dm³, mocy 185 kW (252 KM) z momentem obrotowym maksymalnym 1050 Nm albo odpowiednio; 240 kW (326 KM) i 1250 Nm oraz skrzynie biegów 6-biegowe automatyczne ZF. Silnik posiada automatyczny system zapobiegania i gaszenia pożarów. Nadwozie zostało wykonane ze stali o podwyższonej jakości, zabezpieczonej przed korozją.

PRZEBIEG BADAŃ I WYNIKI POMIARÓW

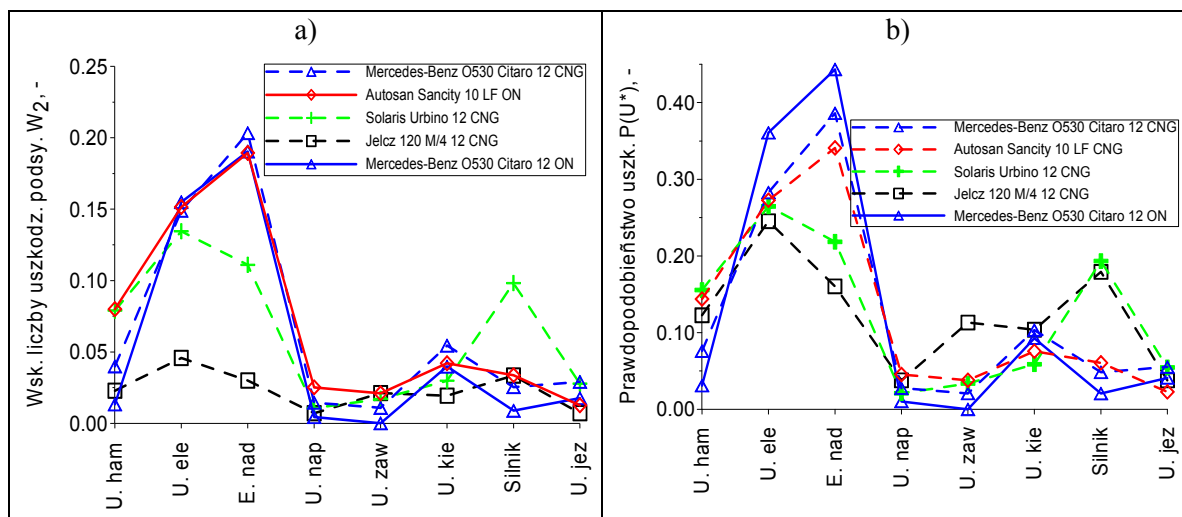
Nowe autobusy MPK Rzeszów mają średni wiek od 1,8 do 1,9 lat. Zostały zakupione z funduszy projektu Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej na lata 2007-2013 [3]. Jest to najliczniejsza grupa autobusów zrównoważonego publicznego transportu zbiorowego miejskiej komunikacji samochodowej w Rzeszowie, licząca łącznie 119 autobusów (rys. 1, tab. 1). Są to nowoczesne autobusy zasilane w większości sprężonym gazem ziemnym. Dla celów porównawczych dołączono także autobusy Jelcz 120 M/4 12 CNG, Solaris Urbini 12 CNG oraz autobusy zasilane olejem napędowym - Mercedes-Benz Citaro O530 12 ON. Autobusy starsze, o łącznej liczbie 39 i średnim wieku 7,8-9,1 lat, to Solaris Urbino 12 CNG oraz Jelcz 120 M/4 12 CNG [11].

W tabeli 1 oraz na rysunkach 1-5 przedstawiono liczbę badanych autobusów, kolizji i wypadków oraz przebiegi autobusów jak i liczbę kolizji oraz wypadków na 100 000 kilometrów przebiegu analizowanych autobusów MPK Rzeszów w 2014 roku, odpowiednio. Wartości wskaźnika liczby uszkodzonych autobusów W_1 oraz wskaźnik liczby uszkodzonych układów autobusów W_2 są bardzo duże, dość niekorzystne dla wszystkich nowoczesnych autobusów MPK Rzeszów. Wskaźnik W_1 zawarty jest w granicy 0,43 do 0,56 oraz wskaźnik W_2 od 0,01 do 0,20. Zdecydowanie korzystniejszą nieuszkodzalność mają autobusy Jelcz 120 M/4 12 CNG. Wskaźnik W_1 wynosi bowiem 0,19 oraz wskaźnik W_2 od 0,01 do 0,05. Pośrednie wartości wskaźników W_1 , W_2 i $P(U^*)$ mają autobusy Solaris Urbino 12 CNG, za wyjątkiem silnika mającego dużą uszkadzalność i jej prawdopodobieństwo. Dużą uszkadzalność autobusów Mercedes-Benz O530 12 CNG i ON dotyczy zwłaszcza elementów nadwozia i układu elektrycznego (rys. 2, 3).

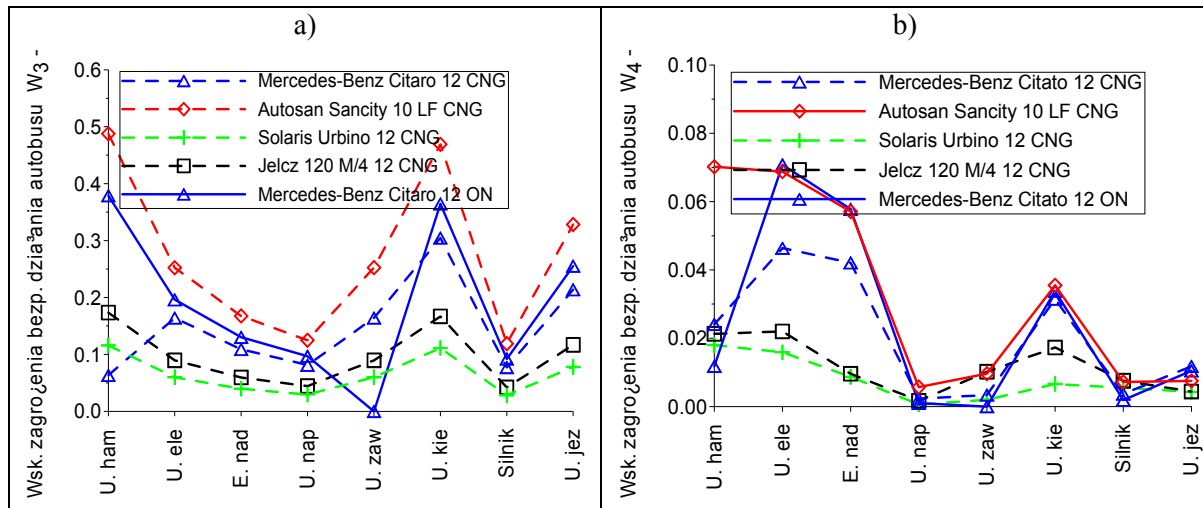
Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanych zespołów autobusów $P(U^*)$, z MPK Rzeszów, jest największe dla nadwozia i układów: elektrycznego, hamulcowego oraz silnika (rys. 3b). Ten wskaźnik jest korzystniejszy i mały dla układu hamulcowego, napędowego, zawieszenia, jezdnego i silnika autobusów Mercedes-Benz O530 Citaro CNG. Z kolei jego wartość jest nieco większa dla pozostałych autobusów MPK Rzeszów - Autosan Sancity 10 LF CNG, Solaris Urbino 12 CNG i Jelcz 120 M/4 12 CNG. Jednocześnie autobusy Mercedes-Benz O530 12 CNG i ON charakteryzują się dużym prawdopodobieństwem uszkodzenia układu elektrycznego i nadwozia, zwłaszcza w porównaniu z autobusami Jelcz 120 M/4 12 CNG. Z dużej wartości uszkodzeń, wymienionych układów autobusów miejskich, jedynie uszkadzalność układu hamulcowego stwarza wysokie zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego O [13].

Oceny poziomu zagrożenia działania systemu transportu MPK Rzeszów, na podstawie wartości poziom zagrożenia działania autobusu W_3 , zależność (3), oraz wartości poziom zagrożenia działania autobusu W_4 , zależność (4), charakteryzuje rysunek 4. Prezentacje wyników prowadzonych analiz kończy rysunek 5, porównujący procentowy udział uszkodzeń układów autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG i Autosan Sancity 10 LF CNG.

Liczba zdarzeń drogowych w MPK Rzeszów jest zdecydowanie mniejsza dla starszych konstrukcji autobusów - Solaris Urbino 12 CNG oraz Jelcz 120 M/4 12 CNG. Dotyczy to zarówno wartości liczbowej kolizji i wypadków w analizowanej grupie, jak i liczby kolizji i wypadków w przeliczeniu na 100 000 kilometrów przebiegu. Wynosi ona, bowiem 0,35-0,64 (rys. 2b). Autobusy Autosan Sancity 10 LF CNG mają liczbę zdarzeń drogowych na



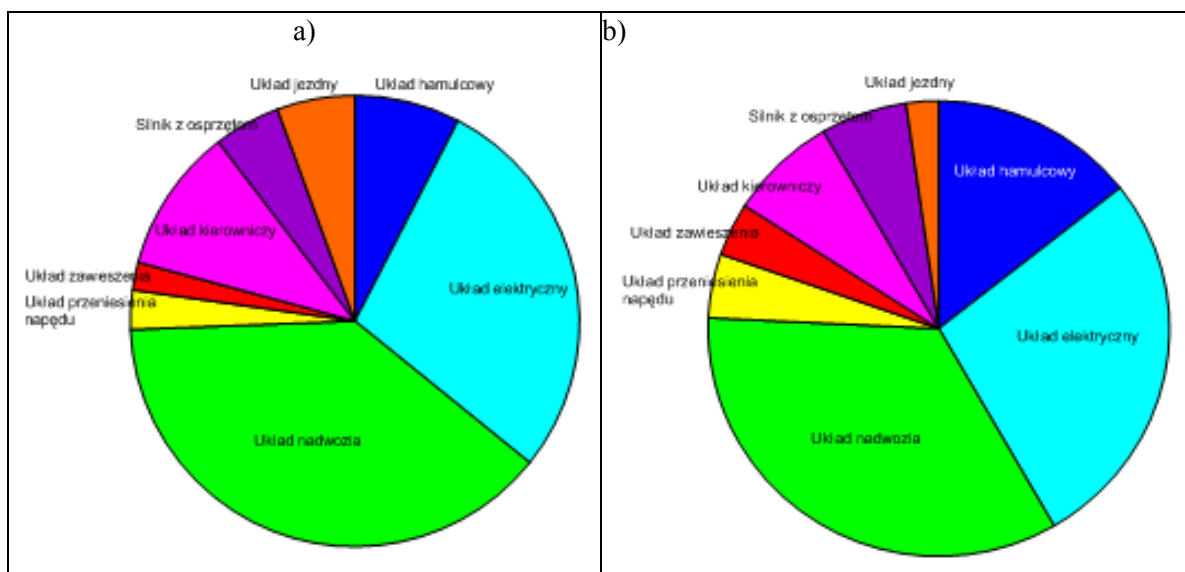
Rys. 3. Wartości wskaźników niezawodności operatora MPK Rzeszów: a) liczby uszkodzeń wybranego układu autobusu W_2 , b) wartości prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia analizowanych układów autobusu $P(U^*)$



Rys. 4. Wartości wskaźników poziomu zagrożenia bezpieczeństwa systemu transportu MPK Rzeszów: a) wynikłego z uszkodzeń układu autobusu w ciągu 1 roku W_3 , b) wynikłego z intensywności uszkodzeń układów autobusu w ciągu 1 roku W_4

100 000 km zdecydowanie większą, wynoszącą 2,95. Z kolei autobusy Mercedes-Benz O530 Citaro, 1,77-1,82 zdarzeń drogowych na 100 000 km. Należy zauważyć iż porównywalne autobusy MPK Wrocław, Mercedes-Benz O530 Citaro, mają nieco większą względną liczbę kolizji i wypadków, wynoszącą 2,07 zdarzeń drogowych na 100 000 km [12].

Poziom zagrożenia bezpieczeństwa działania autobusów, w wyniku uszkodzenia ich podsystemów i oceniany wskaźnikami W_3 i W_4 , jest zdecydowanie mniejszy w MPK Rzeszów niż w MPK Wrocław [11, 12]. W MPK Rzeszów występuje niska i tylko nieco większa wartość zagrożenia bezpieczeństwa działania autobusów W_3 w wyniku uszkodzenia układu hamulcowego, kierowniczego i jezdny (rys. 4). Małe i korzystne wartości wskaźnika zagrożenia bezpieczeństwa działania autobusów dotyczą pojazdów Solaris Urbino 12 CNG i Jelcz 120 M/4 12 CNG. Nieco większe wartości wskaźnika W_3 , mają z kolei autobusy Mercedes-Benz Citaro O530 12 ON oraz Autosan Sancity 10 LF CNG, wartość $W_3=0,03-0,12$ i $W_4=0,04-0,17$, odpowiednio. Poziom zagrożenia bezpieczeństwa działania autobusu, oceniany wartością wskaźnika W_4 , jest nieco większy w wyniku uszkodzenia układu elektrycznego, kierowniczego i nadwozia. Ma także zwiększoną wartość, do $W_4=0,07$, dla układu hamulcowego autobusu Autosan Sancity 10 LF CNG. Tym samym udział uszkodzeń układu hamulcowego autobusów Mercedes-Benz Citaro O530 oraz Autosan Sancity 10 LF



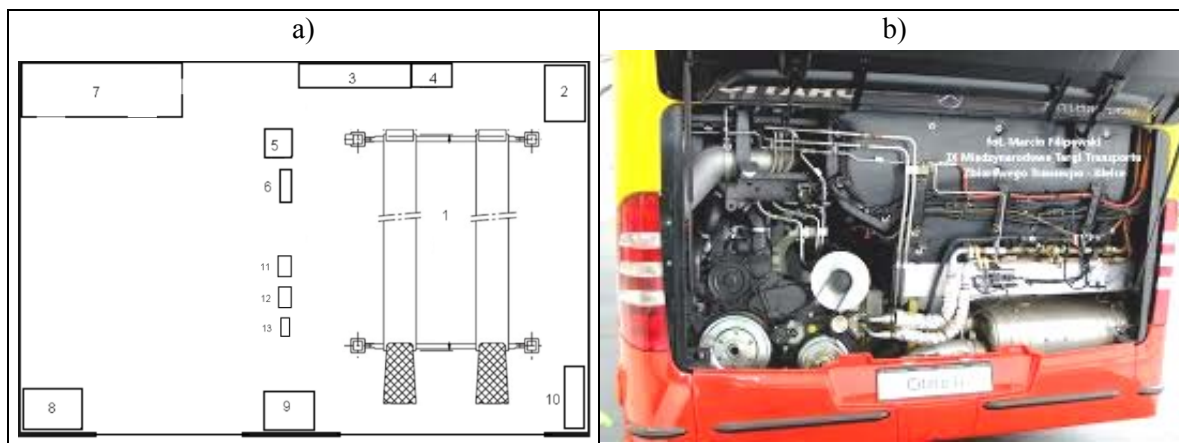
Rys. 5. Procentowy udział uszkodzeń układów autobusów jako przyczyna powstawania kolizji

i wypadków w MPK Rzeszów 2014 r.: a) Mercedes-Benz Citaro 12 CNG, b) Autosan Sancity 10 LF CNG

CNG wykazuje największą różnicę w przyczynach powstawania kolizji i wypadków w MPK Rzeszów. Prawie dwukrotnie bardziej niekorzystnym jest układ hamulcowy Autosan Sancity 10 LF CNG. Procentowy udział uszkodzeń układu hamulcowego autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG oraz Autosan Sancity 10 LF CNG wykazuje największą różnicę w przyczynach powstawania kolizji i wypadków w MPK Rzeszów (rys. 5). Suma podanych wartości, czyli 100%, dotyczy kolizji i wypadków autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG (rys. 5a) oraz autobusów Autosan Sancity 10 LF CNG (rys. 5b). Uszkodzenia układu zawieszenia, kierowniczego, jezdnego, elektrycznego i silnika autobusów Benz Citaro 12 CNG i ON wywołują większe zagrożenie bezpieczeństwa drogowego niż uszkodzenia analogicznych układów autobusu Autosan Sancity 10 LF CNG. Z kolei korzystniejsze wartości procentowe dotyczą układu hamulcowego i napędowego.

Typowa obsługa codzienna autobusu miejskiego, o pracochłonności około 0,5 h obejmuje:

1. Sprawdzenie stanu ogólnego pojazdu – czystości pojazdu, uszkodzeń awaryjnych, ogumienia, obudowy reflektorów i lamp zespolonych oraz lusterek,
 2. Sprawdzenie i uzupełnienie poziom płynów eksploatacyjnych w zbiornikach, komorze silnika oraz dodatkowych zbiornikach, stanowiących zapas,
 3. Sprawdzenie i uzupełnienie poziomu oleju w misce olejowej,
 4. Sprawdzenie ciśnienia i stan techniczny koła zapasowego oraz jakości bezpieczników, żarówek i innego wyposażenia,
 5. Sprawdzenie stan układu kierowniczego,
 6. Sprawdzenie stan układu hamulcowego,
 7. Sprawdzenie stan działanie oświetlenia samochodu i kierunkowskazów.
- Dodatkowo obsługa codzienna (o częstotliwości, co najmniej raz na kwartał) zawiera:
8. Sprawdzenie stanu akumulatora i poziom elektrolitu (zwłaszcza po wymianie),
 9. Sprawdzenie stan ogumienia z uwzględnieniem rzeźby i równomiernego zużycia bieżnika opony (zużycie poniżej 2 mm decyduje o wymianie opony, nierównomierne zużycie to konieczność dodatkowego sprawdzenia stanu geometrii pojazdu),
 10. Sprawdzenie stan okładzin ciernych i klocków hamulcowych,
 11. Sprawdzenie luzów w łożyskach kół, przegubach i na obwodzie kierownicy,



Rys. 6. Stanowisko obsługi autobusu: a) rzut z góry hali obsługowej. Oznaczenia: 1 – podnośnik najazdowy, 2 – szafa narzędziowa, 3 – stół naprawczy, 4 – szafka narzędziowa, 5 – stanowisko elektryczne, 6 - stanowisko diagnozowania komputerowego, 7 – pomieszczenie socjalne, 8 – szafa ze smarami, 9 – szafa z olejami, 10 – rozdzielnia elektryczna, 11 – wózek z beczką oleju silnikowego, 12 – wózek z beczką oleju do automatycznej skrzyni biegów, 13 – wózek z beczką płynu, b) widok silnika w komorze tylnej autobusu podczas kontroli wzrokowej szczelności i nie powodującego przecierania ułożenie oraz właściwego położenia wszystkich przewodów oleju, paliwa, płynu chłodzącego, sprężonego powietrza i czynnika chłodniczego oraz stanu i naprężenia paska wielorowkowego

12. Sprawdzenie przyczyny ewentualnych wycieków oleju i innych płynów.

Z kolei proces technologiczny obsługi codziennej, dla autobusów Mercedes-Benz Citaro, w zakresie szczelności i stanu technicznego silnika i skrzyni biegów obejmuje:

1. Sprawdzenie szczelności i stanu technicznego silnika i skrzyni biegów,
2. Sprawdzenie szczelności układu wydechowego pod względem stanu i stopnia szczelności,

3. Sprawdzenie wskaźnika serwisowego,
 4. Sprawdzanie szczelności chłodzi: płynu, oleju i powietrza doładowującego,
 5. Sprawdzenie szczelności i stanu technicznego tylnej osi,
 6. Sprawdzenie poziomu elektrolitu w akumulatorach,
 7. Sprawdzenie przyłączy,
 8. Sprawdzenie stanu amortyzatorów i stabilizatorów, wszystkich kół i osi, oraz smarowanie łożysk zwrotnic (raz w miesiącu),
 9. Kontrola stanu i naprężenia paska wielorowkowego,
 10. Kontrola działania instalacji drzwiowej,
 11. Kontrola poziomu oleju w zbiorniku wyrównawczym hydraulicznego układu kierowniczego,
 12. Kontrola stanu zbiorników wyrównawczych płynów eksploatacyjnych,
 13. Kontrola stanu przewodu ssącego pomiędzy filtrem powietrza a silnikiem.
- Ewentualne nieszczelności i uszkodzenia należy niezwłocznie usunąć podczas obsługi codziennej lub przekazać do odpowiedniego systemu napraw.

PODSUMOWANIE

W MPK Rzeszów zdecydowanie najkorzystniejszą nieuszkodzalność mały autobusy Jelcz 120 M/4 12 CNG, ocenianą wartością wskaźnika W_1 oraz W_2 . Stwierdzono w MPK Rzeszów dość duże i niekorzystne wartości wskaźników W_1 oraz W_2 , dla wszystkich nowoczesnych autobusów. Wskaźnik W_1 zawarty był dla nich w granicy od 0,43 do 0,56 oraz wskaźnik W_2 od 0,01 do 0,20. Z kolei korzystną wartość ma wskaźnik W_1 dla autobusów Jelcz 120 M/4 12 CNG, gdyż wynosi 0,19. Wskaźnik W_2 , miał wartość od 0,01 do 0,05. Dużą uszkodzalność autobusów miejskich MPK Rzeszów dotyczy zwłaszcza elementów nadwozia i układu elektrycznego. Dość wysokie i niekorzystne wartości ma wskaźnik uszkodzalności W_2 układu hamulcowego autobusów Autosan Sancity 10 LF ON i Solaris Urbino 12 CNG.

Analizowane autobusy Mercedes-Benz Citaro 12 ON i CNG charakteryzują się bardzo małą i korzystną uszkodzalnością, określą wskaźnikiem liczby uszkodzeń autobusów W_1 i ich układów konstrukcyjnych W_2 na 1000 km. Znalazło to bardzo duże uznanie przewoźników, o czym świadczy wysoka ich sprzedaż. Wskaźniki W_1 i W_2 są jednak wysoko zróżnicowane dla poszczególnych modeli autobusów, jak i zależą od generacji rozwiązania i wytwórni, co wynika z ich wartości w MPK Rzeszów i MPK Wrocław [11, 12].

Prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia układu autobusu $P(U^*)$ jest korzystne i bardzo małe w MPK Rzeszów, dla układów hamulcowego, napędowego, zawieszenia, jezdnego i silnika autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 ON i CNG. Z kolei niekorzystne dla układu elektrycznego i napędowego, w porównaniu z autobusami Jelcz 120 M/4 CNG, Solaris Urbino 12 CNG i Autosan Sancity 10 LF CNG.

Liczba zdarzeń drogowych jest zdecydowanie mniejsza dla starszych konstrukcji autobusów MPK Wrocław i MPK Rzeszów, zarówno, co do ich liczby jak i w przeliczeniu na 100 000 km przebiegu. W Rzeszowie, autobusy Solaris Urbino 12 CNG oraz Jelcz 120 M/4 12 CNG zapewniają korzystniejsze bezpieczeństwo systemu transportu miejskiego niż nowo zakupione autobusy Mercedes-Benz Citaro O530 12 CNG, Autosan Sancity 10 LF CNG oraz Mercedes-Benz O530 Citaro 12 ON.

W MPK Rzeszów bardzo korzystne bezpieczeństwo działania mają autobusy Solaris Urbino 12 CNG, o małej wartości wskaźnika W_3 od 0,03 do 0,12 oraz wskaźnika W_4 od 0,001 do 0,018. Z kolei większy poziom zagrożenia bezpieczeństwa działania wszystkich autobusów MPK Rzeszów dotyczy układu hamulcowego, układu kierowniczego i układu jezdnego - zwłaszcza dla autobusów Autosan Sancity 10 LF CNG oraz Mercedes-Benz Citaro 12 ON.

Procentowy udział uszkodzeń układu hamulcowego autobusów Autosan Sancity 10 LF CNG jest prawie dwukrotnie większy w przyczynach powstawania kolizji i wypadków w MPK Rzeszów niż autobusów Mercedes-Benz Citaro 12 CNG.

LITERATURA

- [1] Dostępna komunikacja miejska. Samorząd równych szans. Fundacja Instytut Rozwoju Regionalnego, Kraków 2009.
- [2] Dyrektywa 2001/85/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 listopada 2001 r. odnosząca się do przepisów szczególnych dotyczących pojazdów wykorzystywanych do przewozu pasażerów i mających więcej niż osiem siedzeń poza siedzeniem kierowcy oraz zmieniająca dyrektywę 70/156/EWG i 97/27/WE. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 13/t. 29, L 42/1, 13.2.2002.
- [3] Ferenc T., Potyrański P.: Budowa systemu integrującego transport publiczny miasta Rzeszowa i okolic - Prezentacja projektu. Kongres Transportu Publicznego 2012, Warszawa, 26 września 2012.

- [4] Friedberg J., Szubra M., Zagórski J.: ANEKS do Zintegrowanego Planu Rozwoju Transportu Publicznego Rzeszowa na lata 2005-2013. Opracowane na podstawie materiałów i informacji Urzędu Miasta Rzeszowa, Biura Rozwoju Miasta Rzeszowa oraz MPK Rzeszów. Rzeszów, wrzesień 2005.
- [5] 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, 55-65.
- [6] 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, 71-180.
- [7] Kiba-Janik M.: Znaczenie logistyki w strategii rozwoju miasta. *Logistyka* 1, 2015, 18-24.
- [8] Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030. Warszawa: Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, 2012.
- [9] Kotarski H., Malicki K.: Stolica Podkarpacia wczoraj i dziś. Studium socjologiczne społecznych aspektów przemian w Rzeszowie w latach 1989-2009. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2013.
- [10] Krystek R. (red.): Zintegrowany system bezpieczeństwa transportu: praca zbiorowa T.1, T.2, T.3. WKiŁ, Gdańsk 2009, 2010.
- [11] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Rzeszowie nt. wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego z roku 2014. Materiały wewnętrzne, niepublikowane.
- [12] Materiały wewnętrzne Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Wrocławiu nt. wpływu uszkodzeń autobusów na bezpieczeństwo transportu miejskiego z roku 2014. Materiał wewnętrzne, niepublikowane.
- [13] Michalski J.: Bezpieczeństwo autobusów i transportu zależne od uszkodzeń eksploatacyjnych wybranych układów. Національний Транспортний Університет Київ, Висник Національного Транспортного Університету, Науково-технічний збірник, Київ, 30, 2014, s. 265-277.
- [14] 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.
- [15] Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego na lata 2014-2020 dla miasta Rzeszowa i gmin ościennych, które zawarły z gminą miasto Rzeszów porozumienia w zakresie organizacji transportu publicznego. Public transport consulting, Marcin Grodzki, Rzeszów, kwiecień 2014.
- [16] Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla Województwa Podkarpackiego. Projekt do konsultacji społecznych. Blue Ocean Business Consulting Sp. z o.o., Warszawa, sierpień 2013.
- [17] Przybyłowski A.: Mierniki zrównoważonego rozwoju transportu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Transport z. 80 Nr kol. 1895, 2013, 79-87.
- [18] Reński A.: Bezpieczeństwo czynne samochodu: Zawieszenia oraz układy hamulcowe i kierownicze. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
- [19] SafetyNet Work Package 3. State-of-the-art Report on Road Safety Performance Indicators. SafetyNet 2005.
- [20] Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. Wyd. 3 rozszerzone, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa 2012.
- [21] Załoga E., Gozdek A.: Wskaźniki zrównoważonego rozwoju transportu w Unii Europejskiej – analiza zmian. *Logistyka* 6, 12710-12723, 2014.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Charakterystyka eksploatacyjna transportu publicznego autobusowego integrującego miasto Rzeszów i okolice / MICHALSKI Jacek // *Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu*. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono niezawodność i bezpieczeństwo autobusów miejskiej komunikacji samochodowej Rzeszowa i okolicy ocenioną na podstawie wartości prawdopodobieństwa uszkodzenia autobusów $P(U^*)$, względnej liczby uszkodzeń autobusów W_1 i ich podzespołów W_2 na 1000 km. Wyznaczono istotność wpływu uszkodzeń układów autobusów na zagrożenie bezpieczeństwa systemu transportowego O , poziom zagrożenia bezpieczeństwa transportu wynikającym z liczby kolizji i wypadków oraz liczby uszkodzeń układu autobusu w ciągu jednego 2014 roku za pomocą wskaźników W_3 i W_4 . Scharakteryzowano także zakres usług i narzędzia niezbędne do utrzymania stanu zdolności transportu publicznego. Wzięto pod uwagę autobusy zasilane olejem napędowym (ON) i sprężonym gazem ziemnym

(CNG); Autosan Sancity 10 LF CNG, Jelcz 120 M/4 12 CNG, Mercedes-Benz Citaro 12 CNG, Mercedes-Benz Citaro 12 ON oraz Solaris Urbino 12 CNG.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКИ Яцек. Експлуатаційні характеристики громадського автобусного транспорту в місті Жешув і на його околицях / МІХАЛЬСКИ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлена оцінка надійності і безпеки автобусів міського сполучення транспортної системи Вроцлава. Оцінювання проводилося із врахуванням вартості ймовірного пошкодження автобусів $P(U^*)$, відносного числа пошкодження автобусів W_1 і їх компонентів W_2 на 1000 км. Визначено значимість впливу пошкодження на безпеку транспортної системи O . Проаналізовано кількість автобусних пошкоджень протягом 2014 року з використанням показників W_3 і W_4 і виявлено, що рівень загрози безпеки на транспорті зростає у зв'язку із збільшенням кількості зіткнень і аварій. Охарактеризовано діапазон обслуговування і інструменти, необхідні для підтримки придатності громадського транспорту. Автобуси, що працюють на дизельному паливі і стисненому природному газі: Autosan Sancity 10 LF CNG Jelcz 120 M/4 12 Citaro CNG, Mercedes-Benz Citaro CNG 12 Mercedes-Benz Citaro 12 ПО і Solaris Urbino 12 CNG були взяті до уваги при вивченні даного питання.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Operating characteristics of bus public transport in Rzeszów and its suburbs. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the reliability and safety of urban public buses in Rzeszów area assessed on the basis of the likelihood of to bus damages $P(U^*)$, the relative number of bus defects W_1 and their components W_2 per 1000 km. The significance of the impact of damage to the system bus transport system security O , the level of threat to the security of transportation resulting from the number of collisions and accidents and the number of bus damages during 2014 year using indicators W_3 and W_4 were determined. The range of maintenance and the tools necessary to maintain the suitability of public transport were also characterized. The buses powered by diesel (ON) and compressed natural gas (CNG); Autosan Sancity 10 LF CNG Jelcz 120 M/4 12 CNG Citaro, Mercedes-Benz Citaro CNG 12 Mercedes-Benz Citaro 12 ON and Solaris Urbino 12 CNG were taken into account.

AUTOR:

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

АВТОР:

МІХАЛЬСКИ 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

AUTHOR:

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

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гришук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, Київ, Україна.

Смешек М., доктор габілітований, професор, Жешовська Політехніка, завідувач кафедри кількісних методів, Жешув, Польща.

REVIEWERS:

Gryshuk O. K., Ph.D., Professor, National Transport University, Vice Rector for Academic, Kyiv, Ukraine.

Smieszek M., Prof. DSc, Rzeszow Polytechnic, Head of Department of Quantitative Methods, Rzeszow, Poland.

УДК 374.31
UDC 374.31

СУЧАСНІ ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ
АВТОСЕРВІСУ

Савостін-Косяк Д.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

CONTEMPORARY FORMS OF TRAINING FOR CAR SERVICE EMPLOYEES

Savostin-Kosiak D.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
РАБОТНИКОВ АВТОСЕРВИСА

Савостин-Косяк Д.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. В сучасних умовах динамічних суспільно-політичних та економічних змін додаткова професійна освіта є ключовим елементом конкурентоздатності фахівців на ринку праці. За останнє сторіччя світ змінився в 15 разів швидше, ніж за попередні п'ять тисяч років [4]. Така тенденція безумовно вказує на необхідність безперервного самовдосконалення та навчання впродовж усього життя. Особливо це стосується фахівців інженерної галузі, зокрема працівників автосервісу, оскільки виробники автомобілів постійно оновлюють і вдосконалюють свої моделі.

В автомобільному бізнесі, як і в будь-якому іншому, прибуток компанії залежить від якості та ефективності роботи збутової мережі. Для станції технічного обслуговування це менеджери з продажу запасних частин, майстри-приймальники та фахівці з ремонту транспортних засобів. І хоча специфіка роботи і вимоги до кваліфікації цих працівників різні, якість їх роботи в однаковій мірі впливає на фінансовий результат компанії, тому навчання та підвищення кваліфікації персоналу дилерської мережі сьогодні є вже не просто рекомендацією, а обов'язковою вимогою виробників.

Беззаперечним фактом є те, що кожному співробітнику компанії, який приймає участь у створенні товарообігу на автосервісному підприємстві, необхідно постійно підвищувати кваліфікацію: новачкам – знайомитись з методами роботи, політикою компанії та особливостями програмного забезпечення, механікам зі стажем – освоювати нові методи ремонту, особливості оновлених моделей автомобілів, чи їх окремих систем, вивчати будову нових агрегатів, майстрам приймальникам і менеджерам з продажу запасних частин – знайомитись зі змінами у політиці компанії, які направлені на покращення якості обслуговування клієнтів та зменшення кількості скарг і рекламаций.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням підвищення кваліфікації присвячена значна кількість наукових робіт. Зокрема, дослідженням інноваційних форм організації підвищення кваліфікації керівних кадрів займався В.В. Олійник [1]. Підвищення кваліфікації як складова безперервної освіти була предметом дослідження В. М. Руссола, Т. Ковбасюк та О. Лютко [2, 3].

Останнім часом значної популярності набуває очно-заочна форма організації навчання та дистанційна освіта. Досвід використання інтернет технологій для різних галузей представлений в роботах О. Г. Захар [5], Ю.В. Вороненка [6], Б. І. Бабенка, В. В. Зайця, В. М. Пархоменка [7] та інших.

Дослідженню особливостей електронних бібліотек присвячено праці багатьох фахівців галузі інформаційних систем України і Росії, зокрема К. В. Антонова, Ф. С. Вороського, А. Є. Заволодько, М. Р. Кагаловського, О. Н. Могиленко, В. Д. Слесаренко, М. А. Стрельбицького, Л. А. Нікітіна, Г. К. Селевко, І. С. Ясенова, в яких електронні бібліотеки подано як новий клас інформаційних систем, що базуються на передових інформаційних технологіях і технологіях телекомунікації.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. На сьогоднішній день пошук нових, відносно недорогих, ефективних, а головне, мобільних форм організації підвищення кваліфікації персоналу станцій технічного обслуговування є актуальною проблемою. Можливість використання

елементів дистанційної освіти для її вирішення потребує комплексного дослідження та теоретичного обґрунтування.

Мета: визначити особливості підвищення кваліфікації працівників автосервісу, проаналізувати сучасні форми організації підвищення кваліфікації та визначити подальший напрямок дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із основних джерел прибутку станцій технічного обслуговування автомобілів (СТОА) є робота механіків або, так званої, виробничої служби. Цей товар, як і будь-який інший, має дві ключові характеристики – кількість і якість. Якість забезпечується кваліфікацією робітника, виробничими характеристиками обладнання та якісними характеристиками матеріалів, які використовуються під час виконання ремонтних робіт. Забезпечення кількості – це завдання невикробничих працівників, таких, наприклад, як майстри-приймальники, маркетологи, менеджери з продажу запасних частин, сервіс-менеджери та ін. Від злагодженої роботи цих двох категорій персоналу залежить кінцевий фінансовий результат підприємства.

Вимоги до кваліфікації працівників станції визначаються їх повсякденними задачами. За функціональними обов’язками працівників станції можна розділити на три основні групи:

- управлінський персонал – здійснює загальне керівництво СТОА, як стратегічне так і операційне (директор, заступник директора, начальник зміни і т. д.);
- невикробничий персонал сервісної служби – здійснює приймання автомобіля в сервіс, супроводження його під час обслуговування, оформлення первинної документації, яка супроводжує технічне обслуговування та ремонт. Вони є зв’язуючою ланкою між клієнтом та виробничим персоналом (майстер-приймальник, менеджер з продажу запасних частин, сервіс-менеджер і т.п.);
- виробничий персонал – виконує роботи по діагностуванню технічного стану транспортних засобів (ТЗ), технічному обслуговуванню, поточному та відновлювальному ремонту (механік виробничого цеху, електрик, діагност, майстер кузовного цеху і т. п.).

Ці три категорії працівників є обов’язковою складовою будь-якої станції технічного обслуговування. На великих СТО цей перелік буде доповнюватись бухгалтерським відділом, службою постачання, окремим підрозділом з продажу автомобілів та аксесуарів, відділом по роботі з персоналом та іншими. Проте в нашому дослідженні ми сконцентруємо увагу саме на трьох основних категоріях та вимогах до їх кваліфікації. Розглянемо типові обов’язки ключових посад з кожної категорії.

Директор підприємства керує, відповідно до чинного законодавства, виробничо-господарською і фінансово-економічною діяльністю підприємства, несучи всю повноту відповідальності за наслідки прийнятих рішень, збереження та ефективність використання майна підприємства, а також фінансово-господарські результати його діяльності; організовує роботу і ефективну взаємодію всіх структурних підрозділів, цехів та виробничих одиниць, спрямовує їх діяльність на розвиток та вдосконалення виробництва з урахуванням соціальних і ринкових пріоритетів, а саме: підвищення ефективності роботи підприємства, зростання обсягів збуту продукції та збільшення прибутку, якості та конкурентоспроможності продукції; забезпечує виконання підприємством усіх зобов’язань перед державним, регіональним та місцевим бюджетами, державними позабюджетними соціальними фондами, постачальниками, замовниками і кредиторами, включаючи установи банку; організовує виробничо-господарську діяльність на основі широкого використання новітньої техніки і технології, прогресивних форм управління та організації праці, науковообґрунтованих нормативів матеріальних, фінансових і трудових витрат; вживає заходи із забезпечення підприємства кваліфікованими кадрами, раціонального використання та розвитку їх професійних знань і досвіду, створення безпечних і сприятливих для життя і здоров’я умов праці, дотримання вимог Законодавства про охорону навколишнього середовища; забезпечує дотримання вимог законодавства в діяльності підприємства та здійснення господарсько-економічних зв’язків, використання правових засобів для фінансового управління та функціонування в ринкових умовах, зміцнення договірної та фінансової дисципліни, регулювання соціально-трудових відносин, забезпечення інвестиційної привабливості підприємства з метою підтримки і розширення масштабів

підприємницької діяльності; захищає майнові інтереси підприємства в суді, арбітражі та органах державної влади [8].

Як бачимо з посадових обов’язків директора підприємства, більшість його компетенцій лежить в галузі управління і його основних функцій: планування, організації, стимулювання та контролю.

Майстер приймальник спілкується з клієнтами, приймає замовлення на обслуговування чи ремонт від клієнтів, оформлює первинні документи, розподіляє ремонти за пріоритетами, планує навантаження цеху, розподіляє роботи між механіками (враховуючи кваліфікацію) після надходження заявки, контролює повноту і своєчасність виконання робіт, забезпечує взаємодію з іншими підрозділами, приймає участь у формуванні складу запчастин, веде документообіг, складає звітності [9].

Відповідно до службових обов’язків, 80% робочого часу майстра-приймальника займає спілкування з клієнтами та робота у спеціалізованому програмному забезпеченні, тому він повинен володіти гарними комунікативними вміннями, знати будову автомобіля, перелік операцій технічного обслуговування та номенклатуру запасних частин, вільно орієнтуватись у програмному забезпеченні для ведення документообігу, каталогах запасних частин та норм виробничого часу.

Механік виробничого цеху організовує роботи з технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів, проводить технічне обслуговування і поточний ремонт автомобілів, складає заявки на видачу зі складу запасних частин та витратних матеріалів, завчасно подає відомості про хід виконання технічного обслуговування та ремонтну автомобілів майстру-приймальнику, здійснює економне витрачання запасних частин та витратних матеріалів, здійснює контроль за дотриманням затвердженого розпорядку дня, виробничої та трудової дисципліни, забезпечує дотримання правил і норм з охорони праці та пожежної безпеки при обслуговуванні автотранспортних засобів [10].

Як бачимо, механік повинен володіти провідними технологіями технічного обслуговування та ремонту автомобілів, вміти користуватись сучасним інструментом, знати номенклатуру запасних частин, витратних матеріалів та можливість їх взаємозаміни, вільно володіти каталогами запасних частин та вміти читати технологічні карти.

Підтримання кваліфікації працівників, зайнятих в авторемонтному виробництві на рівні відповідності вимогам ринку та престижності автомобіля, забезпечується трьома основними формами організації навчання:

- курси та семінари поза межами підприємства;
- навчання на підприємстві;
- самостійне навчання [11, с. 68].

Курси та семінари – найбільш трудоемний і дорогий спосіб підготовки кадрів, тому, як правило, на такі заходи направляють ключових працівників (управлінський персонал, начальників виробничих дільниць, провідних механіків). Підвищення кваліфікації за такою формою навчання вважається доцільною, якщо необхідні професійні викладачі, складні демонстраційні моделі або спеціалізоване обладнання, обмін досвідом або пряме спілкування зі слухачами для реалізації стимулюючих імпульсів.

Курси можуть бути:

- тематичні – присвячені якійсь окремій проблемі чи тематиці (управління персоналом, бухгалтерський облік, стратегічне управління і т.п.);
- посадово-орієнтовані – присвячені особливостям певних посадових обов’язків (для майстрів-приймальників, для менеджерів з продажу запасних частин, для начальників сервісного цеху і т. п.);
- технічні – присвячені конструкції автомобіля, його окремих частин та технологіям ремонту.

Як правило, технічні курси класифікуються за рівнем підготовки слухачів наступним чином:

- початковий рівень – проводяться для нових робітників або для робітників з досвідом, які тривалий час не були залучені до ремонту певної моделі;

- перша ступінь підвищення кваліфікації – проводиться для досвідчених працівників з метою розширити знань в питаннях технології ремонту конкретних об’єктів (двигун, коробка передач, електрообладнання, тощо);
- другий ступінь підвищення кваліфікації. – проводиться для висококваліфікованих робітників з метою набуття навичок самостійної алгоритмізації діагностування. Як правило, такі курси присвячені випадкам рекламаций [11, с. 69].

Навчання на підприємстві здійснюється безпосередньо у тих виробничих умовах, де працює персонал. Тематика такого навчання, як правило, загальна: контрольно-регулювальні і розбирально-складальні роботи, усунення типових дефектів та рекламаций. Крім цього, в програму заняття може включатись інформація про зміни конструкції вузлів чи технології обслуговування та ремонту. Для проведення такого навчання, зазвичай, виділяється окремий пост у виробничому цеху в період найменшого завантаження станції. Така форма організації навчального процесу призводить до додаткових витрат часу майстра цеху на підготовку матеріалів, вправ та тестових завдань для перевірки рівня засвоєння матеріалу. Також навчання на виробництві може включати додаткові фінансові витрати на матеріали і запасні частини, які будуть використанні під час навчання.

Самостійне навчання – найдешевший з розглянутих методів, проте, один з найменш ефективних. Під час цієї форми організації навчання використовуються друковані посібники, електронні каталоги, технічно-сервісні бюлетені (TSB), записані раніше відеокурси та інструкції. Такі навчальні матеріали, як правило, містять опис конструкції автомобіля та його складових частин, загальні теоретичні відомості, методи вирішення окремих специфічних проблем. Ознайомитись з цими матеріалами можна як на робочому місці, так і у вільний від роботи час. За окремими поясненнями можна звернутись до майстра з технічного навчання або начальника зміни. Ефективність і якість самостійного підвищення кваліфікації залежить виключно від здібностей, самосвідомості та рівня зацікавленості співробітника.

Кожна з перелічених форм організації навчального процесу має як суттєві переваги, так і суттєві недоліки. Наприклад, курси та семінари, незважаючи на їх високу ефективність, дуже дорогі та трудомісткі, в той час як самостійне навчання практично неконтрольоване і недостатньо ефективне, хоча й найбільш доступне. Організація навчання на підприємстві – достатньо ефективна форма підвищення кваліфікації і значно дешевша, ніж курси, проте, займає виробничі потужності та вимагає залучення висококваліфікованих робітників, таких, як майстер цеху.

Вкрай перспективною на сьогоднішній день є дистанційна форма організації навчання. Вона дозволяє об’єднати ключові переваги вищезазначених методів, а саме, процес підготовки дистанційного курсу практично аналогічний підготовці друкованих матеріалів для самостійного навчання, проте, оскільки ми маємо справу з інтернет технологіями, до матеріалів можна включити елементи інтерактивної взаємодії зі слухачем. Це дозволить бути не просто пасивним учасником освітнього процесу, але й активно впливати на його перебіг, що, безсумнівно, підвищить ефективність навчання. Оскільки мова йде про інтернет мережу, зникає необхідність в організації відряджень, які є невід’ємною і досить витратною частиною курсів та семінарів. Також, немає обмежень по кількості слухачів: кожний розроблений курс можуть прослухати сотні співробітників, незалежно від місця їх знаходження.

Серед ключових перепон, які можуть стати на заваді впровадження такої форми підвищення кваліфікації слід відзначити те, що для ґрунтовної підготовки виробничих працівників та вищого керівного персоналу, все ж таки, кращої альтернативи курсам і семінарам поки що не існує. Крім того, для розробки якісних дистанційних курсів, майстер з виробничого навчання повинен володіти навичками роботи у спеціалізованому програмному забезпеченні.

Проте, не зважаючи на вказані недоліки, впровадження елементів дистанційної освіти для підвищення кваліфікації не виробничого персоналу сервісної служби є вкрай ефективним заходом.

В якості експериментального дослідження даної гіпотези, на кафедрі «Технічної експлуатації автомобілів та автосервісу» Національного транспортного університету було розроблено симулятор типового документообігу продажу запасних частин через стіл замовлень у програмному середовищі «1С. Альфа-Авто». Для даного експерименту було використано демонстраційні версії програмного забезпечення. На рис. 1 наведено скріншот програмного тренажера.

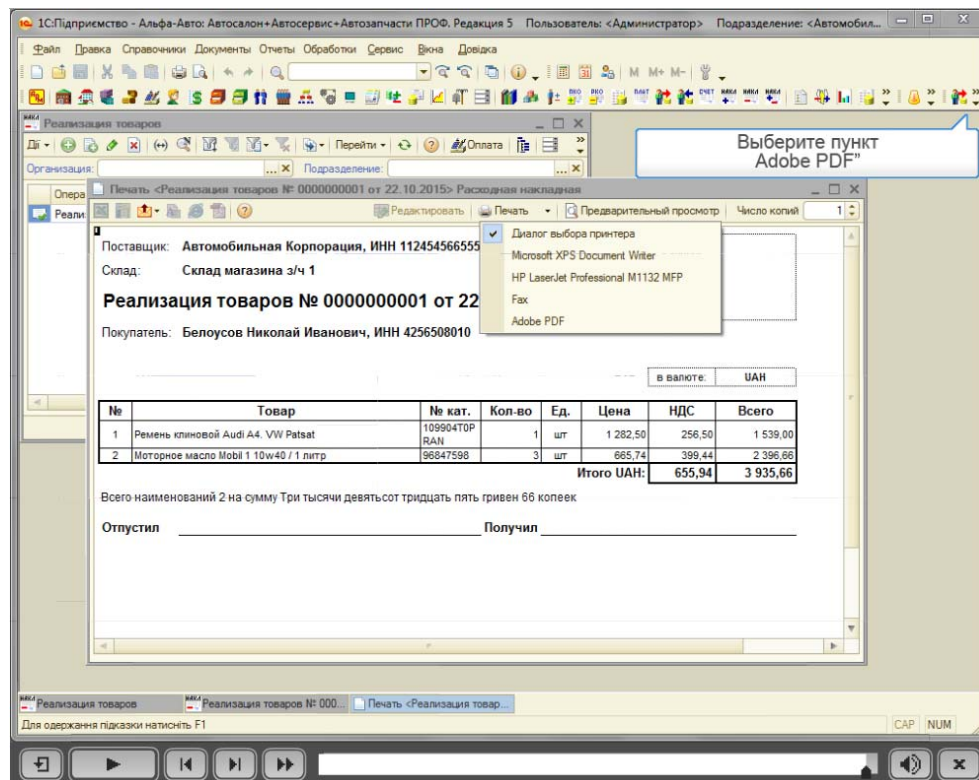


Рисунок 1 – Скріншот програмного симулятора «1С. АльфаАвто»

Програмний тренажер моделює алгоритм типового бізнес процесу продажу запасних частин через стіл замовлень (рис. 2) і представляє собою покрокову процедуру оформлення документів.



Рисунок 2 – Алгоритм типового бізнес-процесу продажу запасних частин через стіл замовлень

Тренування починаються з оформлення документу «Замовлення від клієнта». У електронну форму заносяться основні дані про клієнта та підбираються запасні частини з каталогу. Ситуація змодельована таким чином, що серед замовлених запасних частин деякі є на складі, а деякі необхідно придбати у постачальника. Виходячи з даних умов, ми створюємо документ «Замовлення постачальнику» і документ «Резервування замовлення покупця». Після цього, ми приймаємо та оприбутковуємо замовлені запасні частини на склад документом «Надходження товару». Процедура реалізації товару починається зі створення документу «Реалізація товару». Далі ми виводимо на друк «Рахунок на сплату», приймаємо оплату шляхом створення в системі «Прибуткового касового ордеру» і оформлюємо відвантаження запасних частин клієнту.

Навчання з використання програмного симулювання вперше було застосоване для студентів 3-го курсу напряму підготовки «Автомобільний транспорт» у 2015-2016 навчальному році в рамках курсу «Сучасне програмне забезпечення автосервісу». Дана методологія отримала схвальні відгуки. Під час проведення експерименту було виявлено значно вищу зацікавленість студентів до вирішення поставлених навчальних завдань, ніж під час звичайного методу наслідування, коли студенти повторюють крок за кроком дії викладача, що демонструються за допомогою проектора. Спираючись на отримані результати, можна прогнозувати пропорційний ефект від застосування програмних тренажерів і у працівників автосервісних підприємств.

Висновки. Аналіз специфіки посадових обов'язків різних груп працівників станції технічного обслуговування показав, що для забезпечення максимальної ефективності підвищення кваліфікації необхідно застосовувати індивідуальний підхід і обирати форму організації навчання в залежності від конкретних виробничих потреб. За результатами дослідження було виявлено, що для підвищення кваліфікації стажерів та невиробничого персоналу сервісної служби перспективним напрямком є впровадження дистанційної форми навчання з використанням програмних тренажерів.

Подальші дослідження варто зосередити на розробці комплексної методології проектування, розробки та впровадження дистанційних курсів в процес підвищення кваліфікації працівників автосервісних підприємств.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підвищення кваліфікації керівних кадрів професійно-технічних навчальних закладів за дистанційною формою навчання [Текст] : варіативний навч.-метод. комплекс / В. В. Олійник [та ін.] ; АПН України, Ун-т менеджм. освіти. – К.: [б.в.], 2009. – 160 с. – Бібліогр.: с. 158
2. Ковбасюк Т. Підвищення кваліфікації як складова безперервної педагогічної освіти / Т. Ковбасюк, О. Лютко // Нова педагогічна думка. – 2013. – № 1.2. – С. 105-108. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd_2013_1
3. Руссол В. М. Професійний розвиток педагога в системі післядипломної освіти / В. М. Руссол // Наша шк.. – 2007. – № 6. – С. 16-20.
4. Шестакова И.Г. Анализ современных тенденций научно-технического прогресса и горизонты планирования [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://economics.open-mechanics.com/articles/780.pdf> – Заголовок з екрану
5. Захар О. Г. Використання інтернет технологій у процесі підвищення кваліфікації вчителів // Комп'ютер у школі та сім'ї №5, 2014. С. 7-9
6. Ю.В. Вороненко, Є.Є Латишев, В.М. Михальчук Досвід МНАПО імені П.Л. Шупика щодо підвищення кваліфікації за очно-заочною формою з елементами дистанційного навчання у форматі он-лайн // Медична освіта. 2014. №2. с. 25-26
7. Б. І. Бабенко, В. В. Заяц, В. М. Пархоменко Реформування системи підвищення кваліфікації на основі впровадження електронного навчально-методичного кабінету // Вісник Академії митної служби України. Серія: “Технічні науки”, № 2 (48), 2012 с. 108 – 113
8. Должностная инструкция директора предприятия [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.jobs.ua/job_description/view/1691/ – Заголовок з екрану
9. Должностная инструкция мастера-приемщика СТО [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.jobs.ua/job_description/view/1388/ – Заголовок з екрану
10. Должностная инструкция механика по ремонту транспорта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.jobs.ua/job_description/view/1734/ – Заголовок з екрану
11. Волгин В.В. Автосервис: структура и персонал: Практическое пособие. – 3-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2006. – 712 с.

REFERENCES

1. Oliinyk V.V. Pidvyshchennia kvalifikatsii kerivnykh kadriv profesiino-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv za dystantsiinoiu formoiu navchannia: variatyvnyi navchalno-metodychnyi kompleks [Elearning extension courses for managers of vocational educational institutions: variative educational-methodical complex]. Kiev, 2009. 160 p.
2. T. Kovbasiuk, O. Liutko Pidvyshchennia kvalifikatsii yak skladova bezperervnoi pedahohichnoi osvity [Advanced training as a part of continuous pedagogical education]. Nova pedahohichna dumka [New pedagogical thought], 2013, issue 1.2., pp. 105-108.

3. Russol V. M. Profesiyni rozvytok pedahoha v systemi pislidyplomnoi osvity [Professional growth of a teacher in the aftergraduation educational system]. Nasha shkola [Our school], 2007, issue 6. pp. 16-20.
4. Shestakova Y.H. Analyz sovremennykh tendentsiy nauchno-tekhnycheskogo prohressa y horyzonty planirovaniya [Electronic resource]. Available at URL: <http://economics.open-mechanics.com/articles/780.pdf>
5. Zakhar O. H. Vykorystannia internet tekhnolohii u protsesi pidvyshchennia kvalifikatsii vchyteliv [Using epy internet technologies in the process of teacher qualifications increase]. // Komp'uter u shkoli ta sim'i [The computer at school and family], issue 5, 2014, pp. 7-9.
6. Yu.V. Voronenko, Ye.Ye. Latyshev, V.M. Mykhalchuk Dosvid MNAPO imeni P.L. Shupyka shchodo pidvyshchennia kvalifikatsii za ochno-zaochnoiu formoiu z elementamy dystantsiinoho navchannia u formati on-lain [The experience of MNAPO behalf P.L. Shupika in increasing of qualifications with the elements of online remote learning]. Medychna osvita [Medical education], 2014, issue 2. pp. 25-26
7. B. I. Babenko, V. V. Zaiats, V. M. Parkhomenko Reformuvannia systemy pidvyshchennia kvalifikatsii na osnovi vprovadzhennia elektronnoho navchalno-metodychnoho kabinetu [Reforming the training system based on the introduction of electronic educational-methodical cabinet]. Visnyk Akademii mytnoi sluzhby Ukrainy. Seriya: "Tekhnichni nauky" [Bulletin of the Academy of Customs Service of Ukraine. Series: "Engineering"], issue 2 (48), 2012, pp. 108-113.
8. Dolzhnostnaya instruktsiya direktora predpriyatiya [Job description for company director]. [Electronic resource]. Available at URL: http://www.jobs.ua/job_description/view/1691/ – Title from Screen.
9. Dolzhnostnaya instruktsiya mastera-priemschika STO [Job description for service manager at car service station]. [Electronic resource]. Available at URL: http://www.jobs.ua/job_description/view/1388/ – Title from Screen.
10. Dolzhnostnaya instruktsiya mehanika po remontu transporta [Job description for mechanic of transport repairing] [Electronic resource]. Available at URL: http://www.jobs.ua/job_description/view/1734/ – Title from Screen.
11. Volgin V.V. Avtoservis: struktura i personal: Prakticheskoe posobie [Car service: structure and staff: a practical guide]. Moscow. Dashkov i Ko Publ., 2006. 712 p.

РЕФЕРАТ

Свостін-Косяк Д.О. Сучасні форми організації підвищення кваліфікації працівників автосервісу / Свостін-Косяк Д.О. // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

У статті проаналізовано особливості посадових обов'язків ключових категорій працівників автосервісу та сучасні форми організації навчання для забезпечення ефективного підвищення кваліфікації у відповідності до вимог ринку.

Об'єктом дослідження є процес підвищення кваліфікації працівників автосервісу.

Метою статті є визначення особливостей підвищення кваліфікації працівників автосервісу та аналіз сучасних форм організації навчання.

Методи дослідження – інформаційно-аналітичні.

Визначено категорії персоналу, які забезпечують фінансовий результат підприємства автосервісу. Наведено особливості посадових обов'язків для ключових позицій в кожній категорії та вимоги до їх кваліфікацій. Проаналізовано найбільш раціональні, з точки зору особливостей посадових обов'язків, форми організації підвищення кваліфікації працівників автосервісу.

Продemonстровано можливість використання дистанційної форми навчання для підвищення кваліфікації невиробничого персоналу сервісної служби на прикладі симулятора спеціалізованого програмного забезпечення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ, СУЧАСНІ ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ, ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ, ПЕРСОНАЛ АВТОСЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

ABSTRACT

Savostin-Kosiak D.A. Contemporary forms of training for car service employees. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2016. - Issue 2 (35).

In the article the features of the key employee categories of car service and contemporary forms of training for providing effective learning according to the requirements of the market were analyzed.

The object of the research is a training process of car service employees.

The aim of the article is to determine the features of training for the car service employees and to analyze the contemporary forms of training.

Methods of the research – informational analytical.

In the article the categories of employees which ensure the financial results of car service company were identified. The distinctive duties and qualification requirements for key positions in each category were given. Based on the distinctive duties, the most rational training forms for car service employees were analyzed.

The possibility of using elearning technologies for training the non-production service staff were presented.

KEY WORDS: TRAINING, CONTEMPORARY FORMS OF TRAINING, ELEARNING, CAR SERVICE STAFF.

РЕФЕРАТ

Свостин-Косяк Д.А. Современные формы организации повышения квалификации работников автосервиса / Свостин-Косяк Д.А. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. Вып. 2 (35).

В статье проанализированы особенности должностных обязанностей ключевых категорий работников автосервиса и современные формы организации обучения для обеспечения эффективного повышения квалификации в соответствии с требованиями рынка.

Объектом исследования является процесс повышения квалификации работников автосервиса.

Целью статьи является определение особенностей повышения квалификации работников автосервиса и анализ современных форм организации обучения.

Методы исследования – информационно-аналитические.

Определены категории персонала, обеспечивающих финансовый результат предприятия автосервиса. Приведены особенности должностных обязанностей ключевых позиций в каждой категории и требования к их квалификации. Проанализированы наиболее рациональные, с точным зрением особенности должностных обязанностей, формы организации повышения квалификации работников автосервиса.

Продемонстрирована возможность использования дистанционной формы обучения для повышения квалификации непроизводственного персонала сервисной службы на примере симулятора специализированного программного обеспечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ, СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ, ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ПЕРСОНАЛ АВТОСЕРВИСНОГО ПИДПРИЄМСТВА.

АВТОРИ:

Савостин-Косяк Данило Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044)2805621, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 406.

AUTHORS:

Savostin-Kosiak Danylo O., National Transport University, assistant lecturer of the Department of Technical operation of cars and car services, e-mail: daniel_s@ukr.net, tel. (044)2805621, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 406.

АВТОРЫ:

Савостин-Косяк Данил Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044)2805621, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 406.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Романова Г. М., доктор педагогічних наук, професор, Інститут професійно-технічної освіти Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна.

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

REVIEWER:

Romanova H. M. PhD., Pedagogy (Dr.), professor, Institute of Vocational Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

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

УДК 656.025
UDK 656.025

SYSTEMY TRANSPORTOWE W LOGISTYCE MIEJSKIEJ

SIEDLECKA Sylwia, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

СІДЛЕЦЬКА Сильвія, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

TRANSPORT SYSTEMS IN CITY LOGISTICS

SIEDLECKA Sylwia, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Logistyka miejska jest pojęciem utworzonym w efekcie zainteresowania się miastem, jako systemem logistycznym oraz procesami i przepływami, jakie na jego obszarze zachodzą. Złożoność organizacyjna miast skutkuje potrzebą ciągłego formowania ich w sposób zapewniający wysoką jakość życia, głównie przy uwzględnieniu, iż w miastach mieszka blisko 70% ludności europejskiej. Koncentracja handlu, przemysłu oraz usług stwarza dużo problemów związanych z funkcjonowaniem miast. Jednym z czynników, który wpływa na jakość życia jest system komunikacyjny, który w miastach obejmuje przewóz towarów i osób, wywóz odpadów oraz nieczystości.

Rozwój infrastruktury transportowej daje możliwość lepszej komunikacji w miastach, ale dodatkowo niesie ze sobą problemy, jakimi są ciągły wzrost ruchu drogowego, duży stopień zanieczyszczenia powietrza, poziomu hałasu, a także znaczne zagrożenie bezpieczeństwa ruchu.

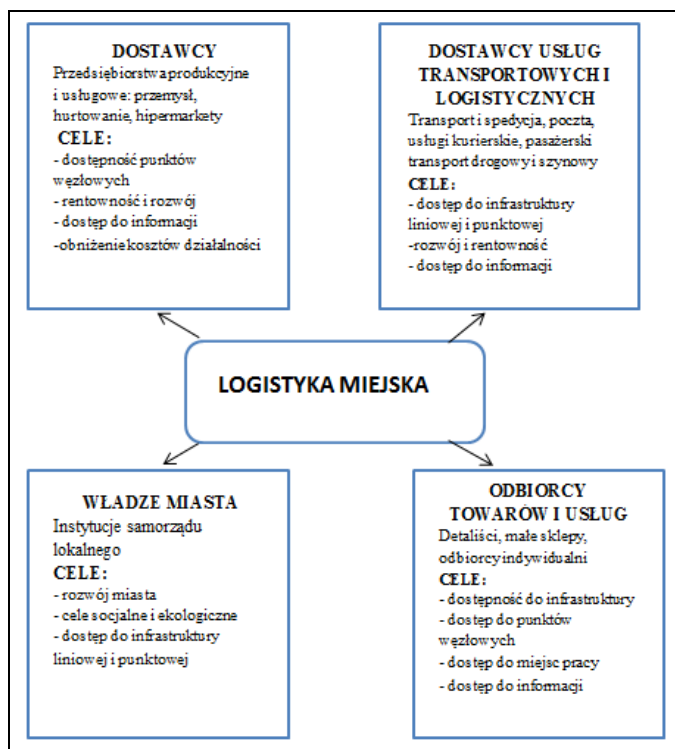
CEL I ZAKRES LOGISTYKI MIEJSKIEJ

Cel logistyki miejskiej

Celem logistyki miejskiej jest zestawienie w jedną całość aktywności wszystkich podmiotów gospodarczych oraz instytucji działających na terenie miasta mających aspekt motoryczny i zarządzanie tą siecią zdarzeń w sposób zapewniający korzystny poziom jakości życia i gospodarowania w mieście przy minimalnym poziomie kosztów jednak z uwzględnieniem wymogów ekologii. Koordynacja aktywności obejmuje dodatkowo odpowiednią organizację usług komunalnych świadczonych dla podmiotów gospodarczych oraz ludności. W tak sformułowanym ogólnym celu można wymienić:

- cel ekonomiczny,
- cel ekologiczny,
- cel społeczny.

Strategicznym celem logistyki miejskiej powinno być zapewnienie rozwoju miasta w skoordynowanym układzie wszystkich trzech wymiarów. Logistyka miejska jest dziedziną wiedzy interdyscyplinarnej i wielowątkowej oznacza to, że jako przedmiot zainteresowania traktuje wiele dziedzin nauki i praktyki. Do najważniejszych należą: technika, informatyka i ekonomia. Należy podkreślić, iż wszystkie te zagadnienia są przydatne dla miasta oraz ich znajomość i praktyczne wykorzystanie przyczynia się do jego rozwoju. W szczególności dotyczy to takich dziedzin (gospodarka przestrzenna, ekonomika miasta, urbanistyka, polityka transportowa, inżynieria ruchu, drogownictwo, polityka ekologiczna). Na rys. 1 zostały przedstawione główne zainteresowania logistyki miejskiej.



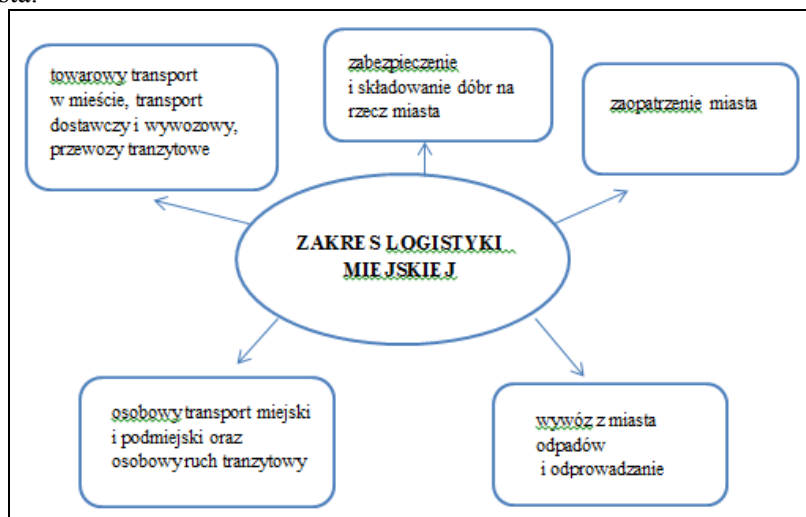
Rys. 1. Model zadań i zainteresowań logistyki miejskiej [5]

Zakres logistyki miejskiej

Podając wyzwanie określenia istoty logistyki miejskiej poprzez sprecyzowanie jej zakresu, należy na wstępie przypomnieć, iż w logistyce miejskiej mamy do czynienia ze wszystkimi typowymi procesami stanowiącymi przedmiot zarządzania w logistyce, a więc z transportem, składowaniem i komplementarnymi procesami informacyjnymi. W obszarze miasta rozpatrywać można również łańcuchy i sieci dostaw, w środowisku których następują procesy transformacji czasowo-przestrzennej i jakościowej. Istotne będą, więc także problemy konfiguracji systemów logistycznych. Na rys. 2 zostały przedstawione obszary w sposób szczegółowy określające zakres logistyki miejskiej.

Organizacja transportu towarowego w mieście dotyczy głównie przewozów wewnątrz miasta w relacjach do miasta i z miasta oraz tranzyt przez miasto. Ruch towarowy stanowi zaopatrzenie podmiotów funkcjonujących w mieście oraz sprzedaż produktów wytworzonych przez te podmioty. Transport jest fundamentem wszelkich przemieszczeń a przewozy towarowe podstawą funkcjonowania łańcuchów dostawczych.

Zabezpieczenie oraz składowanie dóbr na rzecz miasta dotyczy terenu miasta, aglomeracji miejskiej i jego otoczenia. W tym celu wyznaczone są na obszarze miasta i w jego okolicach tereny przeznaczone pod place składowe, bazy magazynowe, centra dystrybucyjne, centra usług logistycznych w granicach administracyjnych miasta.



Rys. 2. Zakres logistyki miejskiej [5]

Osobowy transport miejski to zwłaszcza ruch wewnątrz aglomeracyjny w obrębie miasta, jak i relacja miasto-strefa podmiejska. Ruch ten obsługują prywatne środki transportu - transport indywidualny, jak i przedsiębiorstwa komunikacyjne - transport zbiorowy. Do odmiennej grupy przewozów osobowych można zaliczyć przewozy tranzytowe. Ten typ przewozów osobowych jest powiązany głównie z dojazdem osób do pracy, szkół, ośrodków kulturalnych, miejsc wypoczynku oraz powrotem do miejsca zamieszkania. Poważnym problemem związanym tym zagadnieniem jest problem zatłoczenia motoryzacyjnego, przeciążenia infrastruktury i brakiem miejsc postojowych. Logistyka miejska może być narzędziem do rozwiązywania problemów związanych z zatłoczeniem motoryzacyjnym miasta, przeciążeniem infrastruktury transportu, brakiem miejsc postojowych itd. [3].

SYSTEM LOGISTYCZNY MIASTA

System logistyczny miasta należy rozumieć w sensie miejskiego wyposażenia infrastrukturalnego, które niezbędne jest do funkcjonowania łańcuchów i sieci dostaw na terenie miasta oraz stwarza warunki do efektywnego zarządzania nim, a także takiego, które niezbędne jest do obsługi potoków osobowych na terenie miasta i zarządzania nimi [2]. W kontekście miasta należałoby jeszcze dodać, że oprócz infrastruktury do systemu należą wszystkie podmioty gospodarcze na terenie aglomeracji, przedsiębiorstwa komunalne i osiedla mieszkaniowe, jako jedne z początkowych i docelowych punktów podróży. Jest to jednak ujęcie bardzo szerokie, na potrzeby tworzenia poszczególnych koncepcji logistycznych bierze się pod uwagę tylko część z wymienionych elementów. Niezmiernie ważnym elementem przy rozpatrywaniu miasta, jako systemu logistycznego, jest wpływ na jego funkcjonowanie przebiegających przez miasto strumieni oraz łańcuchów logistycznych. Sprawność łańcuchów logistycznych w miastach, jest w pewnym sensie wyznacznikiem sprawności samego miasta i systemu zarządzania nim. Organizowanie i koordynacja procesów i przepływów w kanałach i łańcuchach logistycznych stanowi jeden z elementów wdrażanych koncepcji logistyki miejskiej [1].

Dlatego w skład infrastruktury logistyki miejskiej konstituującej system logistyczny miasta wchodzi [2]:

a) infrastruktura transportu w mieście:

- drogi poszczególnych gałęzi transportu (ulice, trasy przelotowe, obwodnice, odcinki dróg o znaczeniu regionalnym i międzynarodowym, miejska trakcja tramwajowa, trolejbusowa, kolejowa, metro, odcinki dróg kolejowych o znaczeniu regionalnym i międzynarodowym, sieci wodociągowe, gazociągowe, ciepłownicze, kanalizacyjne i energetyczne, drogi wodne śródlądowe i morskie, a zwłaszcza szlaki przepraw promowych, fragmenty dróg lotniczych w zakresie podejścia i wznoszenia),

- węzły i punkty transportowe w mieście (skrzyżowania ulic, węzły drogowe autostradowe, przystanki komunikacji miejskiej, zajezdnie, dworce i stacje kolejowe, stacje sprężarek i pompownie sieci wodociągowych, gazociągowych, ciepłowniczych i kanalizacyjnych, stacje przekątnikowe i transformatorowe sieci energetycznych, porty lotnicze, porty rzeczne i morskie, terminale kontenerowe, terminale promowe, miejsca postojowe i parkingowe),

b) infrastruktura procesów składowania (składy i magazyny różnych typów, centra dystrybucyjne i centra usług logistycznych o różnym promieniu oddziaływania, także zlokalizowane poza miastem, ale realizujące usługi dla miasta, a także komunalne składowiska odpadów oraz ich techniczne wyposażenie, niezbędne do realizacji założonych funkcji),

c) infrastruktura telekomunikacyjna i infrastruktura przesyłania danych w mieście (sieci i węzły telekomunikacyjne oraz sieci informatyczne i ich węzły, np. metropolitalne centra superkomputerowo-sieciowe).

ORGANIZACJA SYSTEMU TRANSPORTOWEGO

Za system transportowy uważa się uporządkowaną całość wszystkich gałęzi transportu działających w danym obszarze. Stanowi on cały majątek trwały i obrotowy transportu, czynnik ludzki i powiązania międzygałęziowe, a także powiązania całego systemu transportu, środki transportu różnych gałęzi transportu. Posiada swoiste cechy i powiązania, integrując wszelkiego rodzaju stosunki i związki pomiędzy elementami służącymi zaspokajaniu potrzeb przewozowych, wykorzystując do tego celu politykę transportową. Do cech systemu transportowego można zaliczyć: złożoność, probabilizm, ograniczoną zdolność do samoregulacji oraz dynamiczność. Rozróżnia się dwa systemy transportu materii, ludzi i energii, a mianowicie [1]:

- system transportu zewnętrznego (dalekiego),

- system transportu wewnętrznego (bliskiego).

Do czynników wpływających na kształtowanie systemów transportowych należą: naturalne, techniczno-eksploatacyjne, ekonomiczne i społeczne. Szczególnego znaczenia nabierają przy tym: jakość

sieci dróg, która jest kształtowana przez następujące czynniki: rodzaj transportu (zdolność przewozowa środków transportu, częstotliwość, koszt, oraz szybkość ruchu), zdolność przepustowa, spójność (bezpośredniość połączeń między różnymi miejscami), dostępność do nadawców oraz odbiorców, właściwości techniczne dróg (szerokość wzniesienia, spadki i krzywizny), gęstość dróg na 100 km², jak również tłok komunikacyjny na najbardziej uczęszczanych odcinkach [3].

Transport jest elementem, łączącym miasto w układzie funkcjonalnym i przedstawia ośrodek miejski jako system współzależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi jego elementami. Wszystkie ruchy ładunków i ludzi, wykonywane w celu zaspokojenia czynności ekonomicznych i gospodarczych danego regionu uznawane są za procesy transportowe, które oddziałują na obszar funkcji, planowania przestrzennego i rozwoju miast. Współczesny transport nie może ograniczać się jedynie do funkcji przewozowej, musi za sprawą koncepcji logistycznych przejmować dodatkowe funkcje, a systemy transportowe powinny wykazywać się optymalnym wykorzystaniem czasu.

System komunikacyjny miasta potrzebuje miejsc, które zostaną wykorzystane pod budowę infrastruktury, a więc miejsc parkingowych, torowisk i ulic. Ten rodzaj infrastruktury technicznej obejmuje elementy materialne (np. sieć drogową, środki oraz urządzenia transportowe, obiekty zaplecza technicznego i elementy niematerialne mające istotny wpływ na prawidłowe działanie systemu, w skład których wchodzi przepisy finansowe, zasady organizacji ruchu drogowego i inne) [1][4].

Problemy systemu transportowego w miastach

Problemy podsystemu transportu w mieście powodują konsekwencje dla całego miasta. Stają się źródłem zahamowania jego rozwoju gospodarczego, wycofania kapitału, braku nowych inwestycji, wzrostu kosztów i obniżania jakości procesów. Problemy mogą być różne i występować na różnym polu. Najogólniej można powiedzieć, iż są to problemy wywołujące implikacje społeczne, ekologiczne i ekonomiczne. Identyfikacja nieprawidłowości może w znacznym stopniu przyczynić się do zwiększenia funkcjonalności miasta. Większość podsystemów transportowych boryka się ze wzrastającą liczbą problemów, związanych z przeciążeniem dróg, brakiem obwodnic, obejść, będące przyczyną konieczności obsługi ruchu tranzytowego przez centra miast, pogarszając warunki życia związane z negatywnym wpływem transportu, niedostosowaniem konstrukcji nawierzchniowych dróg i mostów do potrzeb transportowych, słabym wykorzystaniem Inteligentnych Systemów Transportowych i nowoczesnych rozwiązań techniczno-organizacyjnych, a także ograniczoność środków na prace badawczo-rozwojowe w systemach pokrewnych, coraz większe zatłoczenie ulic [1].

Analizując kongestię transportową można mówić o: kongestii na sieci transportowej i kongestii w środkach transportu. Kongestia na sieci transportowej dzieli się na kongestię na liniach i punktach transportowych i powodowana jest koniecznością kontroli ładunków i pasażerów lub modernizacją, reparacją czy przebudową dróg. Kongestii na drogach ulegają pojazdy, ładunki i pasażerowie. Problemy, jakie można zaobserwować przy transporcie towarów w mieście są różnego rodzaju i mają wiele źródeł pochodzenia. Jednym z nich jest stopień wykorzystania taboru, jeżeli tabor jest wykorzystywany tylko częściowo, pojawiają się puste i niepotrzebne przebiegi. Aby ten problem zlikwidować należy wziąć pod uwagę rozwiązania alternatywne, kompromisowe, aby zredukować koszty własne, jak i społeczne. Problemy związane z transportem, które sygnalizowane są przez przedsiębiorstwa transportowe to długi czas przejazdu przez miasto, oczekiwania, małe możliwości zatrzymywania, które powodują wzrost kosztów miejskiego transportu towarów. Negatywnym skutkiem kongestii, jest brak punktualności pojazdów, straty czasu, jak i odczuwalne straty bezpośrednio w procesie produkcji transportowej, przy eksploatacji pojazdów, utrzymaniu infrastruktury [1].

Niewątpliwym problemem, jaki można zauważyć w transporcie jest nadmierne wykorzystanie infrastruktury transportowej i drogowej powodujące szybkie jej zużycie. W trakcie ruchu pojazdów na drogach środowisko zanieczyszczają szkodliwe substancje. Odczuwalny hałas na drogach jest szkodliwy dla zdrowia. Powodowany jest zwłaszcza przez zły stan techniczny pojazdów oraz dróg, po których poruszają się pojazdy. Transport przyczynia się do powstania zagrożeń środowiska naturalnego i wypadków, zanieczyszczenie powietrza przez transport samochodowy jest znacznie większe niż kolej, czy żeglugę śródlądową.

Sposoby rozwiązywania problemów transportowych miasta

Za cel polskiej polityki transportowej postawiono stworzenie zrównoważonego pod względem technicznym, przestrzennym, gospodarczym, społecznym i środowiskowym, systemu transportowego. Zadania te nabierają szczególnego znaczenia w ośrodkach miejskich. Sposoby regulacji negatywnych

następstw transportu może odbywać się poprzez: doskonalenie zarządzania ruchem (ograniczenie liczby pojazdów na drogach), efektywniejszą politykę parkingową (opłaty za parkowanie, ograniczenie miejsc parkingowych, system Cashout), wykorzystanie dostępnej technologii do lepszego zarządzania ruchem (telematyka), doskonalenie systemów transportu publicznego, promowanie transportu kombinowanego, zintegrowane planowanie transportu i zagospodarowania przestrzennego, politykę kształtowania cen paliw, obciążenie użytkowników kosztami infrastruktury, promowanie i rozwój badań nad alternatywnymi paliwami.

Jednym z najważniejszych elementów rozwiązujących problemy transportu towarów w mieście jest dobra organizacja łańcuchów transportowych, co oznacza wyznaczenie punktów łączących pojedyncze systemy w celu osiągania korzyści skali na ograniczonej powierzchni miasta. Inne sposoby polegają na ograniczeniu potrzeb transportowych. Mogą one być następstwem zmian we wzorach konsumpcji oraz wzorach podróżowania, jak i w substytucji przewozów osób. Nie należy jednak zapominać, iż całkowite wyeliminowanie samochodów dostawczych z miast nie jest możliwe, stanowią one, bowiem podstawowy element łańcuchów transportowych [5].

Jakiegokolwiek koncepcje muszą być wspierane przez rozwiązania technologiczne, przede wszystkim z dziedziny telematyki. Jako przykłady mogą służyć dynamicznie zmieniające się tablice świetlne zlokalizowane w pobliżu głównych węzłów przesiadkowych, informujące o najbliższych możliwych połączeniach, opóźnieniach bądź komunikacji zastępczej (ISA – inteligentne systemy dostosowania prędkości oraz kontrolowania ich przestrzegania, z zastosowaniem detektorów prędkości umieszczonych na drodze bądź w pojeździe urządzeń pokładowych kontrolujących prędkość).

Zastosowanie technologii telematycznych wspomaga rozwiązywanie problemów logistycznych, zwłaszcza w intermodalnym transporcie towarowym oraz w obszarze problemów logistyki miejskiej. Zastosowanie koncepcji w miastach polega przede wszystkim na optymalizacji dostępu do centrów handlowych, przemysłowych na terenach aglomeracyjnych, które są obciążone z powodu kongestii. Rozwiązania informatyczne muszą być ściśle powiązane i zintegrowane z istniejącym systemem zarządzania miastem, co sprowadza się do zarządzania i kontroli ruchu w danym mieście, centrami handlowymi, centrami przeładunku towarów z ruchu zamiejskiego dla potrzeb ruchu miejskiego. Technologie teleinformatyczne wspierają zbieranie, archiwizowanie, przetwarzanie i przekazywanie danych. Ich zastosowanie obejmuje korzystanie z urządzeń, sprzętu komputerowego i telekomunikacyjnego oraz oprogramowania [3].

PODSUMOWANIE

Logistyka miejska ma w swoich założeniach koordynowanie ruchowych aspektów funkcjonowania miasta, a także dążenie do optymalizacji tychże działań. Zintegrowane systemy w znaczący sposób przyczyniają się do realizacji celów logistyki miejskiej i to w zakresie najbardziej istotnych jej elementów, jakimi są przewozy towarowe i osobowe w mieście, transport dostawczy i wywozowy, a także przewozowy tranzytowy przez miasto.

Przyczyniając się do efektywniejszego wykorzystania kanałów dystrybucji, a także płynnego przepływu w systemie logistycznym miasta, redukcji zatłoczenia oraz ułatwienia dostępu do wszelkiego rodzaju informacji związanych z transportem w mieście. Aby zaawansowane technologie odgrywały w praktyce istotną rolę, należy wspierać projekty związane z zaawansowanym systemem zarządzania ruchem w miastach oraz tworzenie sieci, która pozwoli na kompatybilność poszczególnych systemów składowych w celu realizacji zadań integracji wszystkich elementów.

Jednakże branża transportowa nie jest jeszcze dostatecznie doinwestowana i na tyle zaawansowana technologicznie, by w pełni wykorzystać możliwości zaawansowanych technologii teleinformatycznych (telematyki i obsługi przez Internet). Ale tworzenie koncepcji, projektów czy założeń do tworzenia zintegrowanych systemów zarządzania transportem może w zdecydowanie pozytywny sposób wspierać idee logistyki miejskiej.

LITERATURA

- [1] Szoltysek J.: Podstawy Logistyki Miejskiej. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 2007.
- [2] Szymczak M.: Logistyka Miejska. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2008.
- [3] Tomaszewska D.: Telematyka w logistyce miejskiej. EuroLogistics, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 2001.
- [4] Tundys B.: Logistyka miejska, koncepcje, systemy, rozwiązania. Difin, Warszawa 2008.
- [5] Strony internetowe związane z tematyką systemów transportowych.

STRESZCZENIE

SIEDLECKA Sylwia. Systemy transportowe w logistyce miejskiej / SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono cel i zakres logistyki miejskiej. Opisano system logistyczny miasta w sensie miejskiego wyposażenia infrastrukturalnego, które niezbędne jest do funkcjonowania łańcuchów i sieci dostaw na terenie miasta. W końcowej części artykułu omówiono rolę i problemy w wynikające z działalności transportu w miastach a także sposoby rozwiązywania tychże problemów. Całość rozważań została podsumowana.

РЕФЕРАТ

СІДЛЕЦЬКА Сильвія. Транспортні системи в міській логістиці / СІДЛЕЦЬКА Сильвія // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті розкрито мету і зміст міської логістики. Описано логістичну систему міста з точки зору обладнання міської інфраструктури, яка необхідна для функціонування ланцюгів поставок і мереж в місті. Розглянуто роль і проблеми, пов'язані з транспортними операціями в містах, а також шляхи вирішення цих проблем.

ABSTRACT

SIEDLECKA Sylwia. Transport systems in city logistics. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the purpose and scope of city logistics. It described the logistics system of the city in terms of urban infrastructure facilities, which is necessary for the functioning of supply chains and networks in the city. In the final part of the article discusses the role and problems resulting from transport operations in cities and also ways of solving these problems. The whole discussion is summarized.

AUTOR:

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

АВТОР:

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

AUTHOR:

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:

Зелінська Е., Доктор інженер, Жешовська Політехніка, кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

Вайганг Г. О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Zelinska E., PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Weigang G. O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Assistant Professor of department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113
UDC 629.113

ДО ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ПОПЕРЕЧНОЇ ЖОРСТКОСТІ
НАПРАВЛЯЮЧОГО КОЛІСНОГО МОДУЛЯ МОДЕЛІ ВІЗКА НА ПНЕВМАТИЧНИХ ШИНАХ
КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ (АНАЛОГ СИСТЕМИ ALWEG)

Сахно В. П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Єфименко А. М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

TO THE CHOICE OF RATIONAL PARAMETER VALUES OF THE TRANSVERSE RIGIDITY
OF THE GUIDE WHEEL MODULE MODEL TRUCK PNEUMATIC TYRES WHEELED VEHICLE
(ANALOGUE OF THE ALWEG SYSTEM)

Sakhno V. P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yefimenko A. N., National Transport University, Kyiv, Ukraine

К ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОПЕРЕЧНОЙ ЖЕСТКОСТИ
НАПРАВЛЯЮЩЕГО КОЛЕСНОГО МОДУЛЯ МОДЕЛИ ТЕЛЕЖКИ НА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ
ШИНАХ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА (АНАЛОГ СИСТЕМЫ ALWEG)

Сахно В. П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина
Ефименко А. Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. На даний час існує проблема заторів та повільного переміщення міського транспорту на вулицях великих міст, яка спричиняє невдоволення пасажирів відносно роботи муніципальних організацій. У зв'язку з цим проводяться науково-дослідницькі роботи з метою вирішення проблем та покращення ситуації в пасажирських перевезеннях. Одним з рішень даної проблеми може бути надземний колісний транспортний засіб (КТЗ), який структурно складається з корпусу та двох візків, що пов'язані між собою шарнірно. Візок обладнано направляючим колісним модулем, який забезпечує курсову стійкість КТЗ (при відхиленнях КТЗ від програмної траєкторії виникають поновлюючі пружні поперечні реакції, які запобігають й можливому боковому перекиданню відносно повздовжньої осі шляхопроводу) [1].

Аналіз останніх досліджень, щодо стійкості та динаміки надземних КТЗ вказує на вкрай обмежений інформаційний ресурс з цього питання. Більшість робіт присвячені питанням вертикальної динаміки, питання ж поперечної стійкості та поперечної силової взаємодії направляючого модуля зі шляхопроводом висвітлено недостатньо. У роботі [2] було виявлено суттєвий вплив на стійкість руху КТЗ коефіцієнта опору відведення k_y , величина якого визначається конструкцією пневматичної шини її тиском та вертикальним навантаженням. В роботі [3] досліджено вплив нелінійного закону бічного відведення на динамічні якості КТЗ та встановлено, що при $V \geq 30$ км/год лінійна теорія відведення дає занижені значення бокових сил відведення, що діють на пневматичні шини, але добре себе зарекомендувала в інженерних розрахунках при дослідженні руху КТЗ по прямих ділянках шляхопроводу. В роботі [3] було проведено вибір параметрів ресорного підвищення КТЗ.

Мета роботи полягає у проведенні вибору раціональних значень параметрів поперечної жорсткості направляючого колісного модуля моделі візка на пневматичних шинах КТЗ.

Основна частина. Розглянемо схему візка на пневматичних шинах (аналог системи Alweg) (рис. 1), котра має несучі (опорні) колеса 1 та стабілізуючі (направляючі) колеса 2.

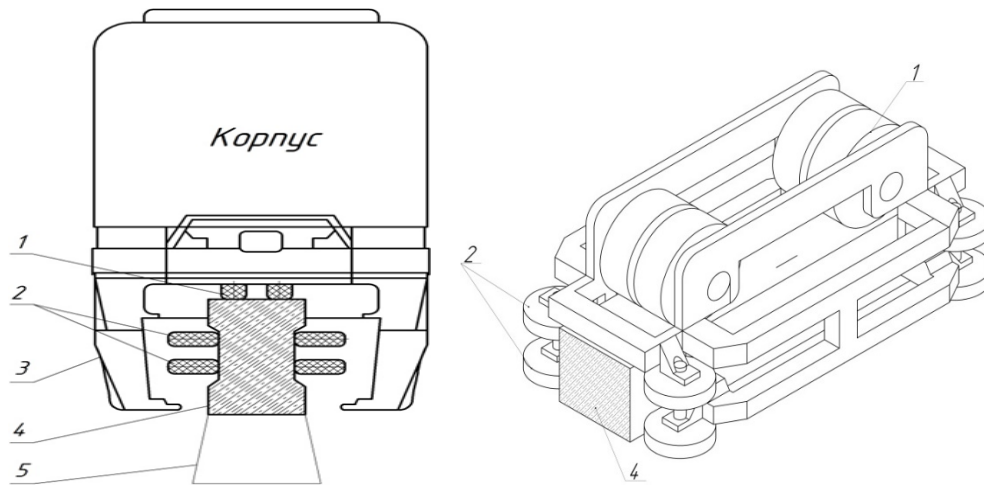


Рисунок 1 – Принципова схема візка на пневматичних шинах (аналог системи Alweg):

1 – несучі (опорні) колеса, 2 – стабілізуючі (направляючі) колеса,
3 – бічні сторони корпусу, 4 – шляхопровід, 5 – підтримуюча колона.

Модель візка КТЗ з направляючим колісним модулем враховує пружну силу Y та пружний момент M , які лінійно залежать від радіального зсуву центра мас візка щодо програмної траєкторії (рис.2, а).

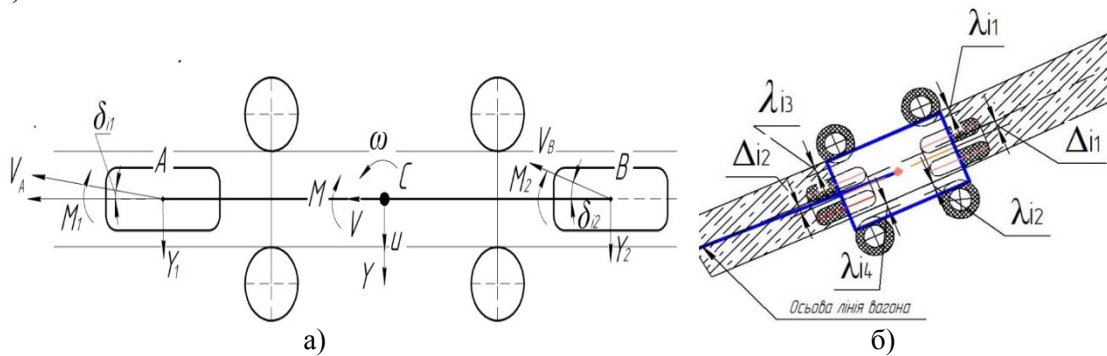


Рисунок 2 – Розрахункова велосипедна схема візка КТЗ (а) та його візуалізація (б)

Параметри λ та Δ характеризують деформацію направляючих коліс та поперечне зміщення несучих коліс відповідно (рис. 2, б). Оцінимо максимально допустиму кривизну шляхопроводу при швидкості руху 80 км/год, виходячи з умови обмеження прискорення $a_{y\max} < 4 \text{ м/с}^2$.

Рівняння руху одномасової моделі візка з направляючим колісним модулем, що надає курсову стабілізацію вздовж шляхопроводу, мають вигляд (1), де в порівнянні з відомими рівняннями «вільного» екіпажу [4] наявні пружна сила Y та пружний момент M , які лінійно залежать від радіального зсуву центра мас візка щодо програмної траєкторії, різниці курсових кутів візка та програмної кривої відповідно.

$$\begin{cases} m(\dot{u} + v\omega) = Y_1 \cos \theta + Y_2 + Y \\ J\dot{\omega} = aY_1 - bY_2 - M - M_1 - M_2 \\ \dot{\Psi} = \omega, \quad \dot{x}_C = v \cdot \cos \psi - u \cdot \sin \psi, \quad \dot{y}_C = v \cdot \sin \psi + u \cdot \cos \psi \end{cases}, \quad (1)$$

де m, J – маса та момент інерції візка;

a, b – відстані, відповідно, від передньої і задньої осей до центра мас візка;

v, u – подовжня і поперечна проекції вектора швидкості центра мас візка;

$\dot{a}$ – бічне прискорення візка;

Y_1, Y_2 – сили відведення;

M_1, M_2 – моменти відведення, які визначаються на основі гіпотези відведення;

$\omega, \dot{\omega}$ – кутова швидкість та кутове прискорення візка відносно його центральної вертикальної вісі;

x_C, y_C – координати центру мас візка КТЗ;

ψ_i – курсовий кут візка.

В усталеному русі сили відведення, пружні реакції направляючого модуля та поперечні сили інерції утворюють врівноважену систему сил, а значення усталених фазових змінних можуть бути знайдені при розв’язанні відповідної системи кінцевих нелінійних рівнянь, але для більш повного аналізу, що враховував би перехідні процеси, необхідно провести чисельне моделювання рівнянь руху системи.

Відповідно до гіпотези відведення І. Рокара сила відведення, що діє при коченні колеса з відведенням [5], пропорційна куту відведення. Сила відведення завжди спрямована протилежно напрямку поперечного псевдопроковзування; сила відведення зміщена відносно осі колеса в поздовжньому напрямку, що призводить до появи стабілізуючого моменту (відведення), котрий прагне повернути колесо так, щоб поздовжня площа колеса співпадала з вектором швидкості його центру.

Враховуємо сили та моменти відведення, які визначаються на основі емпіричних залежностей, як функції кутів відведення [6, 7], що відображають реальні пружні характеристики пневматичних коліс та дають можливість дослідити механізми втрати стійкості системи при достатньо великих збуреннях фазових змінних. Використовуємо залежності сили відведення (2) та моменту відведення (3):

$$Y_i = k_i \cdot \delta_i / \sqrt{1 + (k_i \delta_i / (\kappa_i N_i))^2}, \quad (2)$$

$$M_i = A_i \cdot \delta_i / (B_i \delta_i^4 + C_i \delta_i^2 + 1), \quad (3)$$

де k_i – коефіцієнт опору відведенню;

δ_i – кут відведення i -того несучого колеса;

κ_i – коефіцієнт тертя колеса в поперечному напрямі;

N_i – навантаження на приведені колеса;

A_i, B_i, C_i – коефіцієнти, що визначаються емпірично.

Кути відведення на передніх та задніх несучих колесах мають наступний вигляд:

$$\delta_1 = -\arctg \frac{u + a\omega}{v}; \quad \delta_2 = \arctg \frac{-u + b\omega}{v} \quad (4)$$

Визначаємо пружну силу та момент, які породжуються направляючим колісним модулем у прямій ділянці шляху (5) та в круговій (6)

$$Y = -C_y \cdot y_C, \quad (5)$$

$$M = -C_\psi \cdot \psi,$$

$$Y = C_y \left(l^2 K_r / 2 - \left(1 / K_r - \sqrt{(y_c - 1 / K_r)^2 + x_c^2} \right) \right), \quad (6)$$

$$M = C_\psi (\psi - \varphi),$$

де K_r – кривизна кругової траєкторії;

l – база направляючого модуля;

x_C, y_C – координати центру мас візка КТЗ.

Далі приводяться графіки залежностей сили та моменту відведення як функцій кута відведення, що використовуються в розрахунках при чисельному аналізі $\bar{Y} = f(\delta)$ та $M = f(\delta)$ (рис. 3) [14].

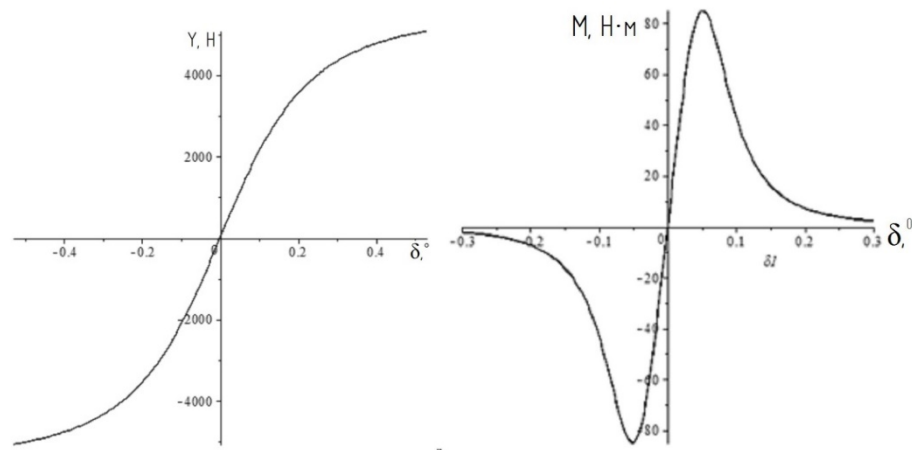


Рисунок 3 - Графік залежностей сили та моменту відведення як функцій кута відведення

В роботі проведено моделювання руху по кривій сталої кривизни в середовищі пакета чисельно-аналітичних розрахунків Maple, мета якого - теоретичне обґрунтування вибору значень конструктивних параметрів системи, а саме коефіцієнта пружності направляючого колісного модуля (варіювався, для досягнення необхідних обмежень максимального нормального прискорення та пружних деформацій в поперечному напрямі).

Для чисельного моделювання використано наступні числові значення параметрів візка: $m = 1320$ кг; $J = 4224$ кг·м²; $a=b= 1$ м; $k_1=k_2=23000$ Н; $C_y = 250\,000$ Н/м; $g = 9,8$ м/с²; $v = 22$ м/с; $R = 150$ м; $l = 1,5$ м. Побудовано траєкторію центра мас візка КТЗ (рис. 4).

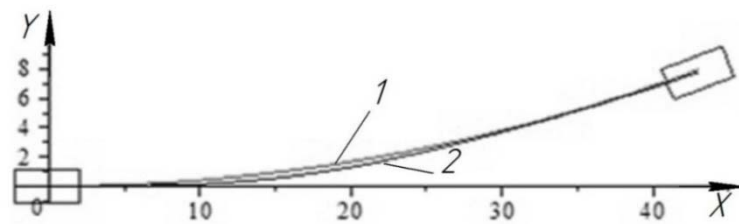


Рисунок 4 - Програмна крива (1) та траєкторія центра мас візка КТЗ (2)

Було отримано графіки інтегральних кривих: відхилення центра мас візка КТЗ від програмної траєкторії (рис. 5, а) та нормального прискорення центра мас a_y (рис. 5, б).

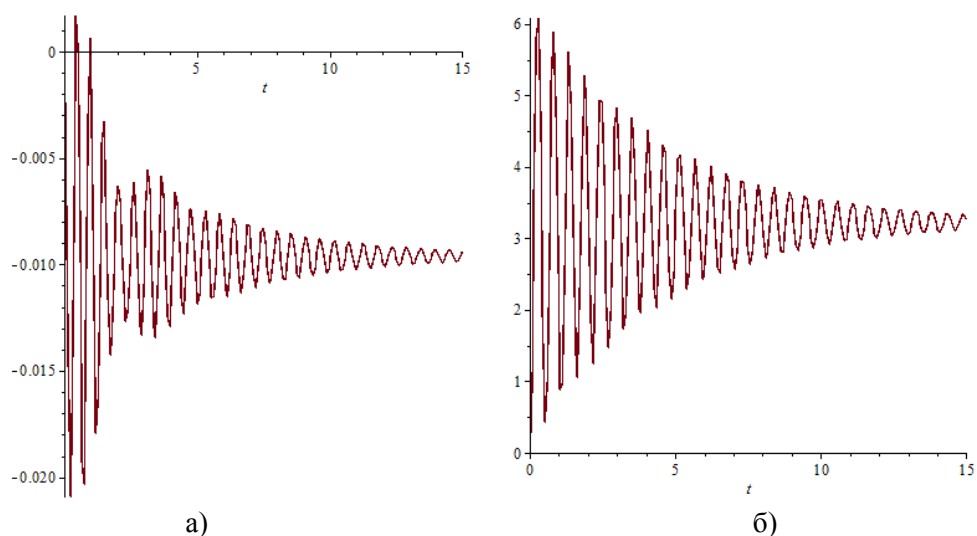


Рисунок 5 - Графіки радіального відхилення центра мас візка КТЗ від програмної траєкторії (а) та нормального прискорення при переході з прямолінійної ділянки до кругової (б)

Таким чином, при узагальненій поперечній жорсткості направляючого колісного модуля $C_y = 250000$ Н/м реалізується максимальне значення радіального відхилення центра мас від програмної траєкторії, що не перевищує 20 мм, а максимальне значення нормального прискорення центра мас становить $a_{y\max} = 6$ м/с², що дещо перевищує норми поперечних прискорень, але усталене значення бокового прискорення задовольняє вибраному обмеженню $a_{y\max} < 4$ м/с².

Аналіз стійкості прямолінійного руху на основі критерію Рауса-Гурвица показав, що при симетричній схемі розташування несучих та направляючих коліс відносно центру мас, модель візка КТЗ (прототип системи Alweg) є структурно стійкою системою. Стаціонарні кругові режими руху (при вибраних чисельних значеннях конструктивних параметрів системи) в діапазоні експлуатаційних швидкостей також є асимптотично стійкими.

Висновки. На основі чисельного моделювання руху візка колісного транспортного засобу в кругових ділянках обґрунтовано вибір конструктивного параметру - коефіцієнта пружності направляючого колісного модуля (досягнуто необхідних обмежень, щодо пружних деформацій у поперечному напрямі, які гарантують безпеку експлуатації КТЗ).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Technical Pages [Electronic resource]: www.STC-IN.com & www.skytraincorp.com [Electronic resource]: Monorail History and Technology of Successful Technology. Available at: http://www.skytraincorp.com/pp/stc_mht.pdf.
2. Коротенко М.Л. Устойчивость движения вагона монорельсовой эстакадной дороги [Текст] / М.Л. Коротенко, Н.В. Донцова // Межвуз. сб. науч. тр. / ДИИТ. – Днепропетровск, 1984. – Вып. 232: Проблемы динамики и прочности железнодорожного подвижного состава. – С. 53–58.
3. Донцова Н.В. Выбор параметров рессорного подвешивания вагона эстакадной монорельсовой дороги [Текст] / Н. В. Донцова // Межвуз. сб. науч. тр. / ДИИТ. – Днепропетровск, 1985. – Вып. 240: Динамика, нагруженность и надежность подвижного состава. – С. 94–102.
4. Костенко А.В. К вопросу об исследовании курсовой устойчивости движения легкового автомобиля с учетом пяточного момента шин / А.В. Костенко, А.М. Єфименко // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2010. - №6 (148). – С. 67–71.
5. Рокар И. Неустойчивость в механике / Ива Рокар. – М.: Издательство иностр. лит., 1959. – 288 с.
6. Fiala E. Seitenkrafte am rollenden Luftreifen / E. Fiala . VDI - Zeitschrift. - 1954.-№96. – S. 973–979.
7. Вербицький В.Г. До визначення нової математичної форми моделі Фіала пружного колеса / В.Г. Вербицький, А.М. Єфименко, Р.А. Кулієв, Ю.М. Стрільник // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр.. Вип. 134/2012. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2012. – С. 127 – 130.

REFERENCES

1. Technical Pages [Electronic resource]: www.STC-IN.com & www.skytraincorp.com [Electronic resource]: Monorail History and Technology of Successful Technology. Available at: http://www.skytraincorp.com/pp/stc_mht.pdf.
2. Korotenko M.L. Ustoychivost' dvizheniya vagona monorel'sovoy estakadnoy dorogi [The stability of the monorail carriage elevated road] M.L. Korotenko, N.V. Dontsova. Mezhvuz. sb. nauch. tr. DIIT. – Dnepropetrovsk, 1984. – Vol. 232: Problemy dinamiki i prochnosti zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. – pp. 53–58.
3. Dontsova N.V. Vybory parametrov resornogo podveshivaniya vagona estakadnoy monorel'sovoy dorogi [The choice of parameters for suspension of the wagon trestle monorail] / N.V. Dontsova. Mezhvuz. sb. nauch. tr. / DIIT. – Dnepropetrovsk, 1985. – Vol. 240: Dinamika, nagruzhennost' i nadezhnost' podvizhnogo sostava. – pp. 94–102.
4. Kostenko A.V. K voprosu ob issledovanii kursovoy ustoychivosti dvizheniya legkovogo avtomobilya s uchetom pyatochnogo momenta shin [To the question about the study of the stability of motion of the car taking into account the heel point of the tire] A.V. Kostenko, A.M. Yefymenko Visnyk skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu imeni Volodymyra Dalya. – 2010. – Vol 6 (148). – pp. 67–71.
5. Rokar I. Neustoychivost' v mekhanike [To the instability in mechanics] Iva Rokar. – Moscow.: Izdatel'stvo inostr. lit., 1959. – 288 p.

6. Fiala E. Seitenkrafte am rollenden Luftreifen. E. Fiala . VDI - Zeitschrift. - 1954.-Vol 96. – pp. 973-979.

7. Verbyts'kyi V.G. Do vyznachennya novoyi matematychnoyi formy modeli Fiala pruzhn'oho kola [To define a new mathematical form of the model Fiala elastic wheel] V.G. Verbyts'kyi, A.M. Yefymenko, R.A. Kuliyeu, Yu.M. Stril'nyk. Visnyk SevNTU: zb. nauk. pr.. Vol. 134/2012. Seriya: Mashynoprlyadobuduvannya ta transport. – Sevastopol', 2012. - pp. 127 – 130.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. До вибору раціональних значень параметрів поперечної жорсткості направляючого колісного модуля моделі візка на пневматичних шинах КТЗ (аналог системи Alweg) / Володимир Прохорович Сахно, Алла Миколаївна Єфименко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. — Вип. 2 (35).

У статті на основі чисельного моделювання руху моделі візка по кривій сталої кривизни обґрунтовано вибір конструктивних параметрів, а саме коефіцієнта пружності направляючого колісного модуля, який суттєво впливає на максимальне значення нормального прискорення та пружні деформації в поперечному напрямі.

Об’єкт дослідження – стійкість руху візка на пневматичних шинах КТЗ.

Мета дослідження – вибір раціональних значень параметрів поперечної жорсткості направляючого колісного модуля моделі візка на пневматичних шинах КТЗ.

Метод дослідження – чисельне моделювання.

На основі чисельного моделювання встановлено, що при узагальненій поперечній жорсткості направляючого колісного модуля $C_y = 250000$ Н/м реалізується максимальне значення радіального відхилення центра мас від програмної траєкторії, що не перевищує 20 мм, а максимальне значення нормального прискорення центра мас становить $a_{y_{max}} = 6$ м/с², що дещо перевищує норми поперечних прискорень, але усталене значення бокового прискорення задовольняє вибраному обмеженню $a_{y_{max}} < 4$ м/с².

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОЛІСНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ВІЗОК, НАПРАВЛЯЮЧИЙ КОЛІСНИЙ МОДУЛЬ, ПНЕВМАТИЧНА ШИНА, ПОПЕРЕЧНА ЖОРСТКІСТЬ.

ABSTRACT

Sakhno V. P., Yefimenko A.N. To the choice of rational parameter values of the transverse rigidity of the guide wheeled module of model wheeled vehicle (analogue of the Alweg system). Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In article on the basis of numerical simulation of the motion of the model of the guide wheeled module on a curve of constant curvature justifies the choice of design parameters, namely the coefficient of the transverse rigidity, which significantly affects the maximum value of the normal acceleration and the elastic deformation in the transverse direction.

Research object – the stability of the cart on pneumatic tyres of the wheeled vehicle.

Purpose of the study – hold the choice of rational parameter values of the transverse rigidity of the guide wheel module of the wheeled vehicle.

Research method – numerical simulation.

On the basis of numerical simulation found that when the generalized transverse rigidity of the guide wheel module $C_y = 250000$ N/m is maximum value of radial deflection of the center of mass from the programmed trajectory that does not exceed 20 mm, and the maximum value of the normal acceleration of the center of mass is $a_{y_{max}} = 6$ m/s², which exceeds the norm of the transverse acceleration, but the steady-state value of lateral acceleration satisfies the selected constraint $a_{y_{max}} < 4$ m/s².

KEYWORDS: WHEELED VEHICLE, CART, GUIDE WHEEL MODULE, A PNEUMATIC TYRE, A LATERAL STIFFNESS.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. К выбору рациональных значений параметров поперечной жесткости направляющего колесного модуля модели тележки на пневматических шинах КТС (аналог системы Alweg) / Сахно Владимир Прохорович, Алла Николаевна Ефименко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. — Вип. 2 (35).

В статье на основе численного моделирования движения модели тележки по кривой постоянной кривизны обоснован выбор конструктивных параметров, а именно коэффициент упругости направляющего колесного модуля, который существенно влияет на максимальное значение нормального ускорения и упругие деформации в поперечном направлении.

Объект исследования – устойчивость движения тележки на пневматических шинах КТС.

Цель исследования – выбор рациональных значений параметров поперечной жесткости направляющего колесного модуля модели тележки на пневматических шинах КТС.

Метод исследования – численное моделирование.

Установлено, что при обобщенной поперечной жесткости направляющего колесного модуля $C_y = 250000$ Н/м реализуется максимальное значение радиального отклонения центра масс от программной траектории, которое не превышает 20 мм, а максимальное значение нормального ускорения центра масс составляет $a_{y\max} = 6$ м/с², что несколько превышает нормы поперечных ускорений, но установившееся значение бокового ускорения удовлетворяет выбранному ограничению $a_{y\max} < 4$ м/с².

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: КОЛЕСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТЕЛЕЖКА, НАПРАВЛЯЮЩИЙ КОЛЕСНЫЙ МОДУЛЬ, ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ШИНА, ПОПЕРЕЧНАЯ ЖЕСТКОСТЬ.

АВТОРИ:

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», e-mail: sakhno@i.ua, тел.(044)280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 301.

Єфименко Алла Миколаївна, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Автомобілі», e-mail: alla.yefimenko@yandex.ru, тел. (044)280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 306.

AUTHOR:

Sakhno Volodymyr P., Ph.D., Engineering (Dr), professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 301.

Yefimenko Alla N., National Transport University, postgraduate, department of automobile, e-mail: alla.yefimenko@yandex.ru, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 306.

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», e-mail: sakhno@i.ua, тел. (044)280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 301.

Ефименко Алла Николаевна, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Автомобили», e-mail: alla.yefimenko@yandex.ru, тел. (044)280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор кафедри автомобілі та автомобільне господарство, Житомир, Україна.

REVIEWERS:

Gutarevych Ju. F. Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Motors and Heating Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Kravchenko A.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, Zhytomyr stste tehnological university, Professor of Department of Automobiles and Automobile Industry, Zhytomyr, Ukraine.

УДК 621.879.4

UDC 621.879.4

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН

Тесленко І. О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

WAYS OF IMPROVING THE MULTIPURPOSE DIGGING MACHINES' WORKING BODIES

Teslenko I. O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОБОЧИХ ОРГАНОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Тесленко И. А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Однією з найбільш трудомістких операцій в транспортному будівництві є спорудження траншей різного профілю для прокладання транспортних комунікацій різного технологічного призначення. Грандіозні задачі як і раніше стоять перед країною в галузі енергетичного будівництва та пов'язані з прокладанням трубопроводів для газорозподільних систем у населених пунктах країни та між ними. Фортифікаційне обладнання позицій військ, особливо в теперішніх умовах, теж потребує наявності землерийної техніки безперервної дії для швидкого та ефективного спорудження окопів повного профілю, ходів сполучення між ними та укрить для бойової техніки. Розширення областей використання землерийних машин безперервної дії повністю відповідає сучасним задачам прискореного науково-технічного прогресу та створення нових технологій, що забезпечують інтенсифікацію та підвищення якості виробничих процесів.

Одноківшеві екскаватори через свою універсальність більш широко використовуються при копанні ґрунтів, ніж машини безперервної дії. Ця універсальність проявляється в тому, що одним і тим же робочим органом розробляються виїмки будь-яких геометричних розмірів. В свою чергу недоліком одноківшевих екскаваторів є циклічність їх робочого процесу. Саме вона зменшує у 5-6 разів продуктивність машин, порівняно з траншейними екскаваторами, та негативно впливає на організм оператора (за один робочий цикл 15-20 с він повинен виконати 6-8 операцій, при цьому за час робочої зміни витримати до 8 тисяч кутових прискорень та гальмувань) [1-4].

З метою розширення технологічних можливостей машин безперервної дії необхідно вирішити ряд питань. Передусім – підвищити універсальність роботи, адже саме недостатня універсальність є найбільшим недоліком багатоківшевих екскаваторів безперервної дії. Проблеми, пов'язані з налипанням та намерзанням ґрунту на робочі поверхні робочих органів та складність їх очищення, тільки зменшують область використання машин безперервної дії.

На наш погляд проблему можна вирішити шляхом створення універсальних землерийних машин. Вони, так би мовити, повинні поєднувати в собі універсальність одноківшевих екскаваторів та мати продуктивність машин безперервної дії. Це можливо шляхом створення робочого органу, робочий процес якого буде полягати у поєднанні трьох рухів: різання ґрунту зі швидкістю ω_p , повздовжньої подачі за рахунок поступального руху машини V_e та бокової подачі робочого органу на ґрунт забою зі швидкістю $V_{\partial n}$ (рис. 1).

Стримують створення універсальних землерийних машин не вирішені до цього часу проблеми, які виникають під час робочого процесу [5]. Це, насамперед, нерівномірність товщини відпрацьованої стружки, яка змінюється від нуля до максимуму, зменшуючи таким чином продуктивність машини на 50%.

Вирішити цю проблему можна шляхом надання робочому органу спеціальної траєкторії, рух по якій забезпечить виконання вказаної вимоги – розробки ґрунту стружками постійної товщини. Траєкторія переміщення робочого органу в забої у вигляді лемніскати Бернуллі (1), (рис. 2) – ідеальна траєкторія – дозволить вирівняти стружку, що зрізується, але практична реалізація «ідеальної» траєкторії є важкою задачею, [6].

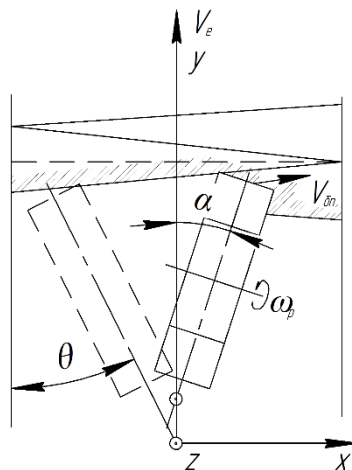


Рисунок 1 – Переміщення робочого органу універсальної землерийної машини в забої

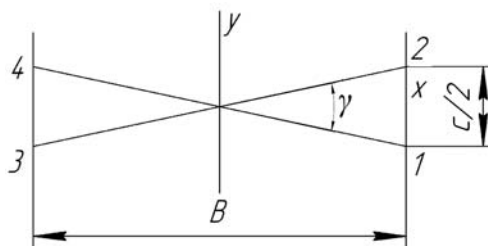


Рисунок 2 – «Ідеальна» траєкторія (лемніската Бернуллі)

Математичний опис вказаної траєкторії має наступний вигляд:

$$y = \frac{V_e}{V_{\delta n}} \cdot x \sqrt{1 - \frac{2^{2n}}{B^{2n}} \cdot x^{2n}}, \quad (1)$$

Точність відтворення «ідеальної» траєкторії (рисунок 2) рівнянням (1) вища при більших значеннях значення показника степені n у рівнянні.

Зниження показника n забезпечує спрощення траєкторії (2) та дозволяє визначити її прийнятний для практичної реалізації вид (рис. 3). Реалізувати вказане переміщення можливо за рахунок реалізації необхідного алгоритму бокового переміщення ланок навіски робочого органу, а саме: в момент підходу робочого органу до бокової стінки виїмки поворот рами ротора зупиняється, а проміжної рами продовжується протягом визначеного відрізка часу t_3 . Тривалість цього переміщення називаємо тривалістю затримки повороту рами ротора. Величина затримки визначається швидкістю поздовжнього переміщення машини. Чим більша швидкість машини, тим більша тривалість затримки.

Величина поздовжнього циклового переміщення робочого органу в забої в залежності від співвідношення швидкостей поздовжньої та бокової подачі робочого органу та ширини виїмки визначається за формулою:

$$y = 1,27 \cdot \frac{V_e}{V_{\delta n}} \cdot x \sqrt{1 - \frac{4,3 \cdot 10^9}{B^{32}} \cdot x^{32}}, \quad (2)$$

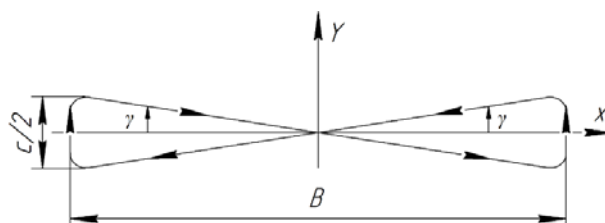


Рисунок 3 – Спрощена траєкторія руху робочого органу при спорудженні широких виїмок в ґрунті

Іншою проблемою є сколювання ґрунту, що виникає при боковій подачі на забій робочого органа універсальної землерийної машини. Негативним фактором сколювання ґрунту є формування призми волочіння перед ротором паралельно його відкритій поверхні, утворення якої створює додатковий опір боковому переміщенню робочого органа, особливо близько бокових стінок споруджуваної виїмки. Ядро ущільнення, що утворюється в процесі копання на ріжучому периметрі ківша, обумовлює сколювання ґрунту у напрямку рівнодіючої сил копання. Далі сколювання відбувається вже не самим ківшем, а саме цим ядром, яке руйнує ґрунт та призводить до обсыпання його на дно виїмки. Це збільшує силове навантаження робочого органа при його боковому переміщенні.

Ця проблема має і позитивну сторону – зменшення сил, що витрачаються на руйнування ґрунту, особливо в процесі копання міцних ґрунтів. Постає питання можливості управління цим процесом. Необхідно направити рівнодіючу силу вглиб масиву, зменшивши ефект утворення випереджувальних тріщин паралельно відкритій поверхні забою. Для цього можуть бути використані ківші з різною геометрією їх ріжучих периметрів [7], рис. 4.

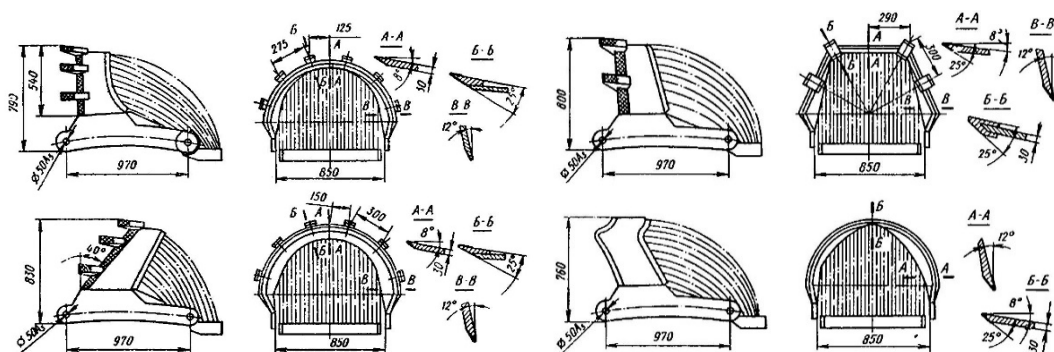


Рисунок 4 – Форми ківшів, що можуть використовуватись на робочому обладнанні машин безперервної дії (розробка Донецького машинобудівного заводу спільно з ЦНІИС)

При розробці в'язких, липких суглинистих ґрунтів і глини в літній час та частково промерзлих ґрунтів у зимовий, виникає проблема забезпечення ефективного очищення робочих органів від налиплого ґрунту, повторне перенесення якого у розроблені виїмки вкрай не бажане.

Налипання та намерзання вологих, липких, глинистих ґрунтів на поверхню робочих органів машин для земляних робіт залежать від ряду факторів, які умовно можна розділити на три групи:

- фізико-механічні властивості ґрунтів;
- конструктивні особливості робочих органів;
- режими роботи машин.

Існує багато способів та методів, які дозволяють зменшити або повністю виключити налипання/намерзання ґрунту на робочі органи землерийних машин. Але використати їх для робочого органа універсальної землерийної машини практично неможливо.

Для забезпечення роботи безківшевого робочого органа універсальної землерийної машини пропонується використати конструкцію за [8], яка представлена на рисунку 5.

В даному випадку в процесі риття виїмок ґрунт, що розроблюється різцями, потрапляє у внутрішню кільцеву порожнину ротора, в якій за рахунок ущільнення та сил тертя транспортується до місця розвантаження. В зоні установки пружного очисника ґрунт, що транспортується, видавлюється на периферію ротора через зовнішню кільцеву порожнину, що утворена лопатками з різцями. Очищення зовнішньої кільцевої порожнини відбувається пружними елементами, які при сходженні з лопаток обумовлюють імпульс сил, що виштовхують ґрунт у транспортуючий пристрій.

Для ківшевого робочого органа пропонується використовувати шарнірно-зміщене кріплення ківшів на роторі. Конструкцію такого робочого органа [9] показано на рисунку 6.

При заповненні ківшів ротора запропонованої конструкції ґрунтом в режимі копання просторові каркаси ківшів відхиляються в сторону, протилежну напрямку обертання, та притискаються до упорів основ. ґрунт утримується забоем та дуговим щитком, який при розвантаженні тисне на днище і допомагає розвантаженню. При цьому просторовий каркас переміщується вперед та ударяється в упори. Ланцюгові днища ківшів струшуються, в результаті чого забезпечується інтенсифікація процесу розвантаження ківшів.

Важливо відмітити, що для відцентрового розвантаження необхідно використовувати досить високі швидкості різання ґрунту (8-11 м/с). Така конструкція ротора, рис. 6, дозволяє створити достатню відцентрову силу для розвантаження ґрунту з ківшів, використовуючи класичні швидкості різання. Конструктивні особливості ківшів та їх кріплення на ротори дозволяють суттєво зменшити швидкості різання ґрунту.

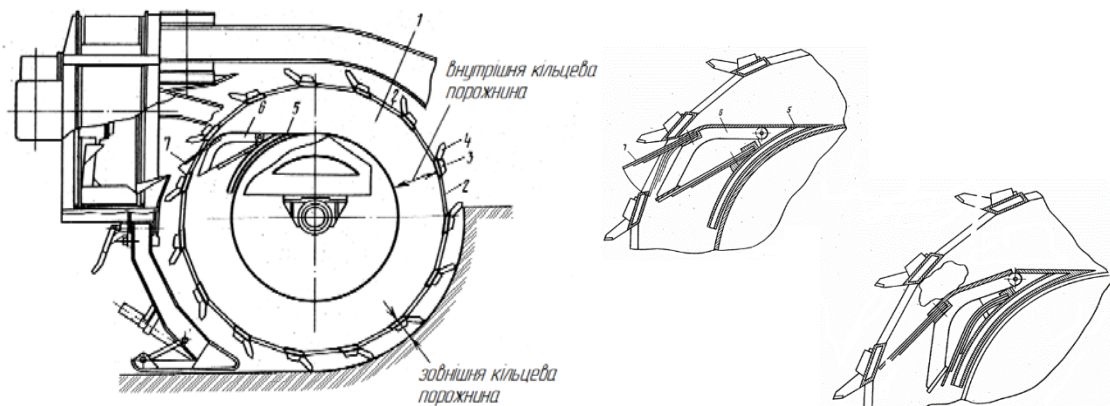


Рисунок 5 – Конструктивна схема робочого органу УЗМ безківшевого типу з примусовим розвантаженням:

1 – ротор; 2 – циліндрична обичайка; 3 – транспортуючі елементи; 4 – різці;
5 – нерухома частина очисника; 6 – рухома частина очисника; 7 – пружні плоскі елементи

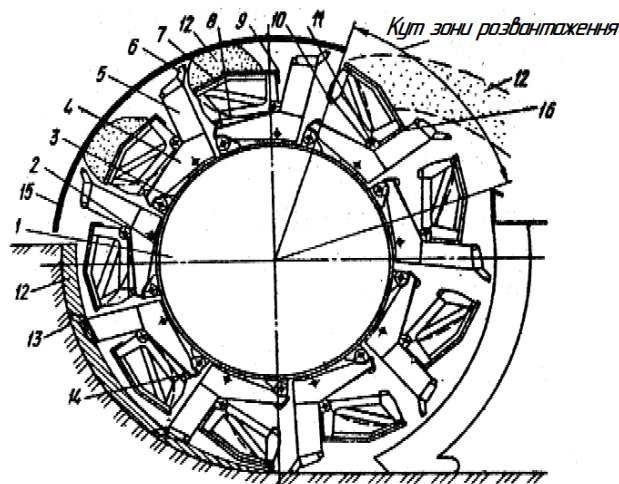


Рисунок 6 – Конструктивна схема ківшевого робочого органу з відцентровим розвантаженням:

1 – роторне колесо; 2, 3 – проушини; 4 – основа; 5 – ріжучий козирок; 6 – різці;
7 – просторовий каркас (ПК); 8 – ланцюгове днище; 9 – упори в передній частині; 10 – упори в задній частині; 11 – горизонтальні шарніри; 12 – ґрунт, що розроблюється; 13 – поверхня забою; 14 – упори основ; 15 – дугові щитки; 16 – упори

Підтвердженням цього слугує отримання рівняння траєкторії руху частинок ґрунту після їх відриву від ківшів в режимі розвантаження:

$$y_A = \frac{2g \cdot y_{AO} \cdot V_a^2 \cdot \cos^2 \varphi + 2V_a^2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi \cdot (x_A - x_{AO})^2 \cdot g^2}{2g \cdot V_a^2 \cdot \cos^2 \varphi}, \quad (3)$$

На рисунку 7 в системі координат XOY показані траєкторії руху частинки ґрунту в режимі вільного польоту для різних значень кута повороту φ та різних швидкостей різання ґрунту. Аналіз приведених траєкторій підтверджує можливість забезпечення розвантаження розробленого ґрунту з ківшів ротора на транспортуючий пристрій (метальник чи конвеєр) та показує режими ефективного розвантаження ківшів ротора універсальної землерийної машини.

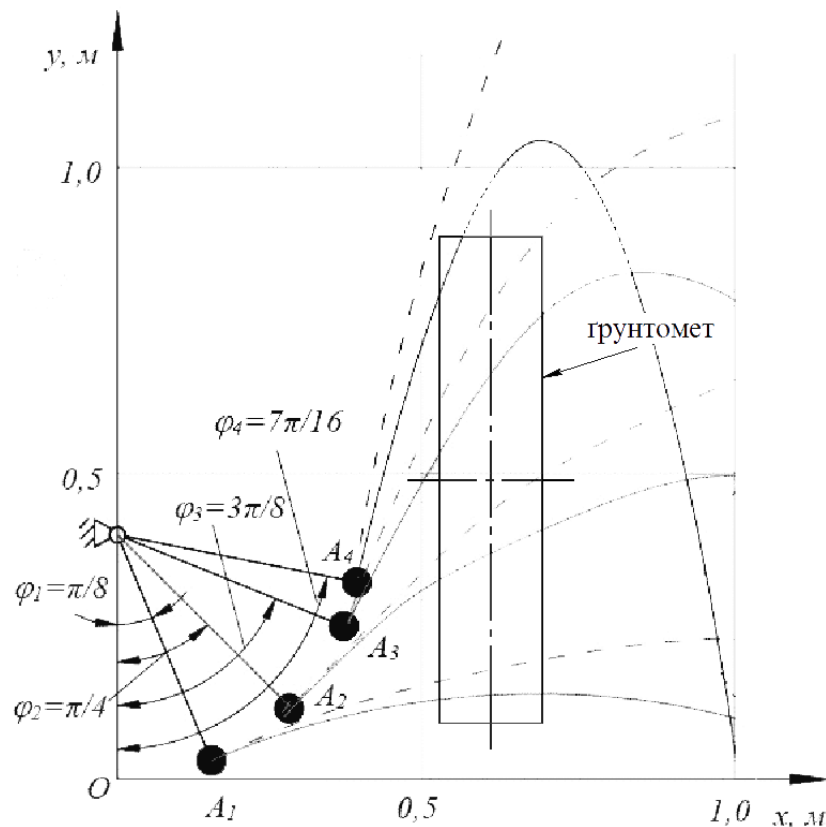


Рисунок 7 – Траєкторії руху елементарної частинки ґрунту при розвантаженні ківша

Висновки: Сучасні методи проведення землерийних робіт є непродуктивними, а використання машин безперервної дії обмежене через їх малу універсальність. Вирішення проблем, пов'язаних з особливостями робочого процесу (нерівномірність відпрацьованої стружки ґрунту, що зрізується, сколювання ґрунту, налипання/намерзання ґрунту на поверхні робочих органів) універсальних землерийних машин шляхом зміни форми ріжучих периметрів робочого органу, надання йому оптимальної траєкторії та використання необхідної конструкції для інтенсифікації розвантаження налиплого/намерзлого ґрунту дозволить збільшити продуктивність виконання землерийних робіт та розширити сфери використання машин безперервної дії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мусійко В. Д. Експаватори поздовжнього копання: навчальний посібник для студентів ВНЗ, що навчаються за спеціальністю "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні і меліоративні машини і обладнання" / В. Д. Мусійко; М-во освіти і науки України, НТУ. – Київ: ЗАТ "Віпол", 2008. – 240 с.: іл.
2. Машини для земляних робіт: Навчальний посібник / Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В., Назаров Л. В., Скоблюк М. П., Нікітін В. Г. Під загальною редакцією проф. Хмари Л. А. та проф. Кравця С. В. Рівне – Дніпропетровськ – Харків. – 2010. – 557 с.
3. Автомобільні дороги: будівництво, ремонт, машини і механізми для виконання робіт: навч. посіб. Ч1 / Л. А. Хмара, О. С. Шипілов, В. Д. Мусійко, М. П. Кузьмінець. – К.; Д. : НТУ, 2011. – 416 с.
4. Grathof, H. (1986). Design (Constructional Characteristics) of Large Bucket Wheel Excavators. Journal of Mines, Metals, and Fuels, 34(4), 204-213.
5. Коваль А. Б. Визначення умов забезпечення курсової стійкості універсальних землерийних машин: дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: спец. – 05.05.04 – «Машини для земляних, дорожніх і лісотехнічних робіт» / А. Б. Коваль – Київ.: 2013, - 218 с.
6. Лейченко Ю. К расчету конструктивных и кинематических параметров универсальной землеройной машины. / Лейченко Юрий, Коваль Андрей // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemow pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych. SAKON'93. – Rzeszów (Polska) :

Politechnika Rzeszowska, 1993. – S. 99–104. (Дисертанту належить визначення необхідності адаптивного керування величиною додаткового довороту проміжної рами робочого органа УЗМ при зміні швидкості подачі машини та потрібної траєкторії руху центрів ріжучих периметрів робочого органа).

7. Федоров Д. И. Рабочие органы землеройных машин. М., «Машиностроение», 1977. 288 с.

8. А. с. 1479572 СССР МКИ Е 02 F3/24. Рабочий орган роторного экскаватора с центробежной разгрузкой / А. В. Быков, В. К. Скибенко, Ю. Г. Коцюба, В. В. Ефанов, В. Д. Мусийко, Ю. Б. Лейченко и Ю. Н. Матковский (СССР) – 4233865/29-03; Заявлено 23. 04. 87; Оpubл. 15.05.89. Бюл. №18 – 3 с.: ил

9. А. с. 1062354 СССР МКИ Е 02 F3/24. Рабочий орган землеройной машины / А. В. Быков, Б. М. Глазман, А. Ф. Архипов, Ю. Г. Коцюба и В. Д. Мусийко (СССР) – 3505496/29-03; Заявлено 19.08.82; Оpubл. 23.12.83. Бюл. №47 – 3с.: ил

REFERENCES

1. Musiiko V. D. *Ekskavatory pozdovzhnoho kopannia* [Continuous action excavators] Study guide for students who are studying in the specialty “Hoisting-transporting, constructional, road and agricultural machines and equipment”. Kyiv, CJSC “Vipol”, 2008. – 240 p.: img

2. Khmara L. A., Kravets S. V., Nichke V. V., Nazarov L. V., Skobliuk M. P., Nikitin V. H. *Mashyny dlia zemlianykh robot* [Machines for earthworks] Study guide. Rivne – Dnipropetrovsk – Kharkiv. – 2010. – 557 p.

3. Khmara L. A., Shypilov O. S., Musiiko V. D., Kuzminets M. P. *Avtomobilni dorohy: budivnytstvo, remont, mashyny i mekhanizmy dlia vykonannia robot* [Automobile Roads: construction, repair, machines and mechanisms to perform work] Study guide. Kyiv, Dnipropetrovsk: National transport university, 2011, - 416 p.

4. Grathof, H. (1986). Design (Constructional Characteristics) of Large Bucket Wheel Excavators. Journal of Mines, Metals, and Fuels, 34(4), 204-213.

5. Koval A.B. *Vuznachennia umov zabezpechennia kursovoi stiiikosti universalnykh zemleroynykh mashyn* Diss. [Definition of the conditions assuring the course stability of the multipurpose earth-moving machine. Diss.]. Kyiv, 2013. 219 p.

6. Leychenko Yu., Koval A. *K raschetu konstruktivnykh i kinematicheskikh parametrov universalnoy zemleroynoy mashyny* [Calculation of the structural and kinematic parameters of the multipurpose earth-moving machine] Metody obliczeniowe I badawcze w rozwoju systemow pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych. SAKON'93. – Rzeszów (Polska) : Politechnika Rzeszowska, 1993. – p.p. 99–104.

7. Fedorov D. Y. *Rabochye orhany zemleroynykh mashyn* [The working bodies earthmoving machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1977, - 288 p.

8. Bikov A. V., Skybenko V. K., Kotsiuba Yu. H., Efanov V. V., Musyiko V. D., Leichenko Yu. B., Matkovskiy Yu. N. *Rabochiy orhan rotornoho ekskavatora s tsentrobezhnoi razghruzkoi* [The working body of the rotary excavator with centrifugal discharge] Patent SU, no. 4233865/29-03, 1989.

9. Bikov A. V., Glazman B. M., Arkhipov A. F., Kotsiuba Yu. G., Musiiko V. D. *Rabochiy organ zemleroynoy mashyny* [The working body if digging machine] Patent SU, no. 3505496/29-03, 1983.

РЕФЕРАТ

Тесленко І. О. Шляхи вдосконалення робочих органів універсальних землерийних машин / І. О. Тесленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

Стаття присвячена пошуку шляхів вирішення проблеми створення ефективних конструкцій універсальних землерийних машин (УЗМ).

Об’єкт дослідження – універсальна землерийна машина з роторним робочим органом, який працює у режимі віяльно-поступальної подачі, розроблюючи траншеї та котловани різної ширини та глибини одним і тим же робочим органом без його конструктивних змін.

Мета роботи – запропонувати дієві шляхи вдосконалення робочих органів універсальних землерийних машин.

Метод дослідження – аналітичний огляд, теоретичні дослідження.

Проведено аналіз використання машин безперервної дії у порівнянні з одноківшевыми екскаваторами при виконанні земляних робіт та причин невикористання універсальних землерийних машин.

Встановлено, що товщину стружки ґрунту, що зрізується, можна забезпечити практично незмінною по всій ширині котловану при наданні робочому органу оптимальної траєкторії переміщення в плані, управляти процесом сколювання ґрунту можливо шляхом зміни конструкцій ріжучих периметрів ківшів, а інтенсифікувати процес розвантаження налиплого/намерзлого ґрунту із ківшів можливо шляхом використання інерційних інтенсифікаторів.

Результати статті можуть бути використані у подальших дослідженнях по удосконаленню конструкцій робочих органів універсальних землерийних машин.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – випуск універсальних землерийних машин, що на порядок зменшить номенклатуру одноківшевих екскаваторів, що випускаються.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: УНІВЕРСАЛЬНА ЗЕМЛЕРИЙНА МАШИНА, ЕКСКАВАТОР, РОБОЧИЙ ОРГАН, ЗЕМЛЕРИЙНІ РОБОТИ, ТРАЄКТОРІЯ, КОНСТРУКЦІЯ.

ABSTRACT

Teslenko I. O. Ways of improving the multipurpose digging machines' working bodies. Kyiv. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

This article is devoted to finding the ways of solving the problem of creating multipurpose grounddigging machine's (MGDM) effective constructions.

Object of the study is the multipurpose grounddigging machine with the rotary working body that works in the winnow-translational feed mode excavating trenches and pits of different width and depth by the same working body without its constructional changes.

Purpose of the study is to offer the effective ways of improving the multipurpose grounddigging machine's working bodies.

Method of the study are analytical review and theoretical researches.

The analysis of the continuous action machine's using comparing to the using of one-bucket excavators for excavation works performance and the reasons of the non-using the multipurpose grounddigging machine were researched.

Found that the thickness of cut of soil shavings will be almost unchanged across the width of pit if the working body has the optimal in plan moving trajectory. The chipping process can be controlled by the buckets' cutting perimeters' constructions changing. The unloading process of stucked/freezeed soil on the buckets can be intensified by using inertial intensifiers.

The results of the article can be used in further researches of multipurpose grounddigging machine's working bodies' constructions improving.

Forecast assumptions about the object of study: multipurpose grounddigging machine's production will reduce the one-bucket excavators' nomenclature.

KEYWORDS: MULTIPURPOSE GROUNDDIGGING MACHINE, EXCAVATOR, WORKING BODY, EXCAVATION WORKS, TRAJECTORY, CONSTRUCTION.

РЕФЕРАТ

Тесленко И. А. Пути совершенствования рабочих органов универсальных землеройных машин / И. А. Тесленко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

Статья посвящена поиску путей решения проблемы создания эффективных конструкций универсальных землеройных машин (УЗМ).

Объект исследования – универсальная землеройная машина с роторным рабочим органом, который работает в режиме веяльно-поступательной подачи, разрабатывая траншеи и котлованы различной ширины и глубины одним и тем же рабочим органом без его конструктивных изменений.

Цель работы – предложить эффективные пути усовершенствования рабочих органов универсальных землеройных машин.

Метод исследования – аналитический обзор, теоретические исследования.

Проведен анализ использования машин непрерывного действия по сравнению с одноковшовыми экскаваторами при выполнении земляных работ и причин неиспользования универсальных землеройных машин.

Установлено, что толщину стружки срезаемого грунта можно обеспечить практически неизменной по всей ширине котлована при предоставлении рабочему органу оптимальной траектории перемещения в плане, управлять процессом скалывания грунта возможно путем изменения конструкций режущих периметров ковшей, а интенсифицировать процесс разгрузки налипшего/намерзлого грунта с ковшей возможно путем использования инерционных интенсификаторов.

Результаты статьи могут быть использованы в дальнейших исследованиях по усовершенствованию конструкций рабочих органов универсальных землеройных машин.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – выпуск универсальных землеройных машин, что на порядок уменьшит номенклатуру выпускаемых одноковшовых экскаваторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЗЕМЛЕРОЙНАЯ МАШИНА, ЭКСКАВАТОР, РАБОЧИЙ ОРГАН, ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ РАБОТЫ, ТРАЕКТОРИЯ, КОНСТРУКЦИЯ.

АВТОР:

Тесленко Ігор Олександрович, магістр, аспірант, Національний транспортний університет, аспірант кафедри дорожніх машин, e-mail: stravoxid@gmail.com, тел. +380665564785.

AUTHOR:

Teslenko Ihor O., master, postgraduate, National transport university, postgraduate department of road machines, e-mail: stravoxid@gmail.com, tel. +380665564785.

АВТОР:

Тесленко Ігорь Александрович, магистр, аспирант, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры дорожных машин, e-mail: stravoxid@gmail.com, тел. +380665564785.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

Іткін О. Ф., доктор технічних наук, генеральний директор ПрАТ "Промислово-виробничий інститут зварювально-ізоляційних технологій при будівництві трубопроводів "Нафтогазбудізоляція"», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Mateichyk V. P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor of Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine

Itkin O. F., Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director "Neftegazstroyizoliatsiya" Industrial Production Institute of welding-insulation technologies to a piping building, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.74
UDK 621.74

DEVELOPMENT OF ADVANCED HIGH-STRENGTH STEELS USED FOR AUTO-BODY PARTS

TRZEPICINSKI Tomasz, DSc. PhD. Eng., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

РОЗВИТОК СУЧАСНИХ ВИСОКОМІЦНИХ СТАЛЕЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В КОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ КУЗОВІВ

ТЖЕПІЦІНСЬКИЙ Томаш, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

INTRODUCTION

Currently, different grades both of deep drawing quality steel and high strength low alloy steel are commonly used materials to manufacture the car bodies [1, 2]. The replacement of soft steels with higher strength steels allows to use thinner sheets. In fact, recently the weight of the vehicle is kept at a constant level because the weight reduction resulting from the use of thinner high strength steel sheets is balanced by additional equipment of cars, mounted in order to improve safety, comfort and so on. The world steel industry reacted to the lightweighting challenge by launching the Ultra-Light Steel Auto Body - Advanced Vehicle Concepts (ULSAB-AVC) project with the aim the mass savings of 25 % over the benchmark without almost any cost penalty by using of approximately 10 % of advanced high strength steels (AHSS) in the body-in-white [3]. This project has triggered an extensive development of novel steel grades with predominantly higher strength at an appropriate formability, which successfully continues up to now.

The several properties should be primarily be taken into account in terms of the automotive industry [4]:

- mechanical properties, primarily the so-called high specific strength (the ratio of the ultimate strength of the material to the their density), that can reduce the weight of the vehicle,
- high absorbing energy capacity in the event of a collision,
- properties that minimize technological problems in manufacturing and ensure high productivity, in particular: the deformability (stamping of panels, bending, hydroforming, etc.) and ease of application of the coatings (Zn and Al coatings, varnishes), and furthermore, good weldability,
- operating features (high fatigue strength of the material and welds, low susceptibility to corrosion, easy replacement of components),
- economic considerations,

As a result, the steel industry is seeing unprecedented growth in AHSS automotive applications. Independent marketing research suggests that they are the fastest growing materials for future automotive applications [5].

The characteristics of Advanced High-Strength Steels and Transformation/Twinning Induced Plasticity steels with the examples of their applications in auto-body parts is presented in the paper.

The groups of steel for the automotive industry

According to the classification of steel for the automotive industry can be classified into three basic groups (fig. 1) [4]:

- soft and plastic low-carbon steels such as Drawing Quality Special Killed (DQSK) and Interstitial Free (IF) steels characterized by the tensile ultimate strength R_m of less than 300 MPa and a total elongation in a range of 30 to 60%,
- conventional high-strength steels such as Bake Hardenable (BH), Carbon Manganese (CMn), and High Strength Low Alloy (HSLA) characterized by $300 < R_m < 700$ MPa and the reduced value of total elongation compared to the previous group,
- advanced steels with very high strength (R_m above 700 MPa, even up to 2000 MPa) and elongation contained in a fairly wide range of 5÷30%, the increase in strength of these steels goes hand in hand with a reduction in plasticity.

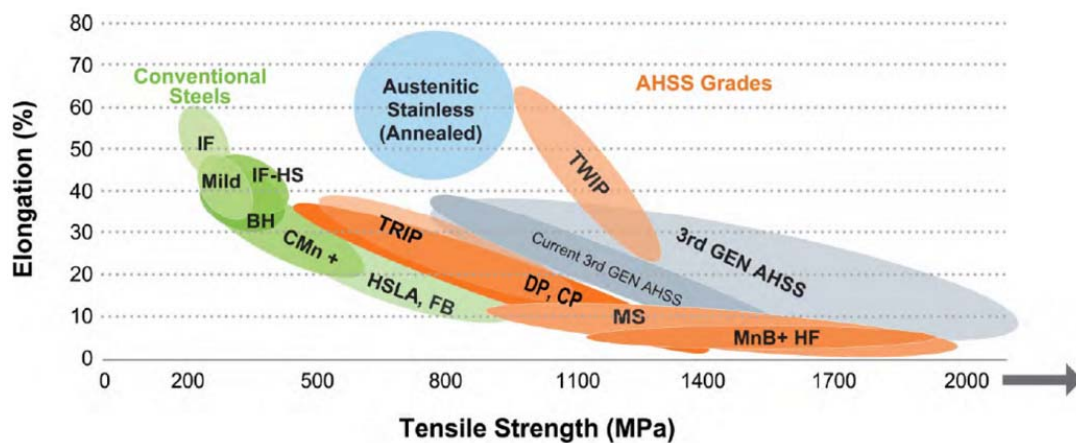


Fig. 1. Classification of steel used in automotive industry [5]

The 2010 Mercedes E-Class claims industry leadership in the utilization of 72 percent High-Strength Steel in its body structure, compared to just 38 percent in the previous model [5]. Seventy-five percent of these steels have yield strengths greater than 180 MPa, helping to achieve a structure that is lighter weight and 30 percent more rigid. Figure 2 presents the material usage for the E-Class.

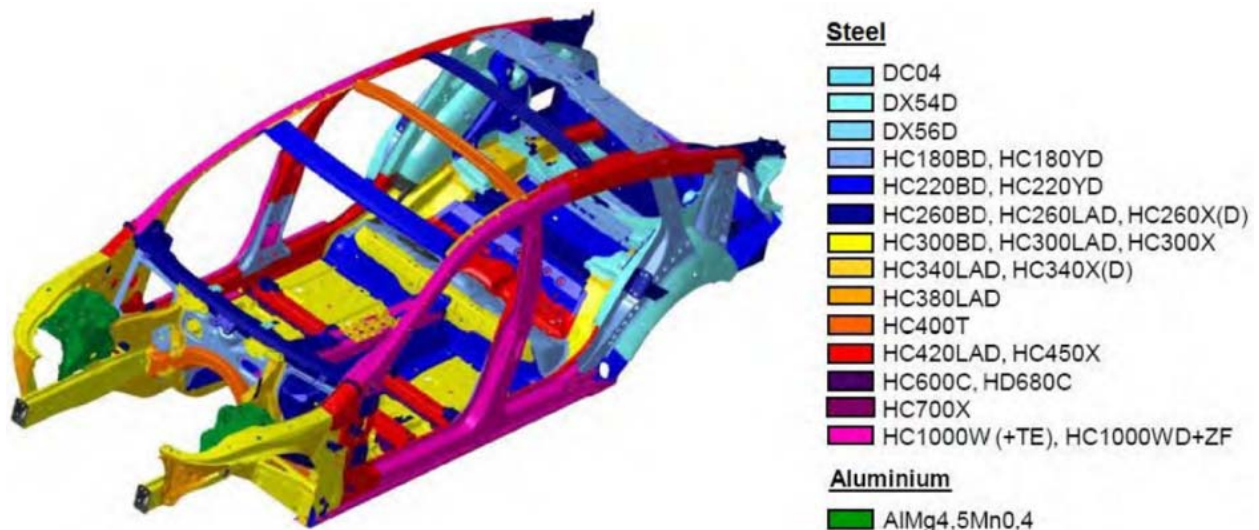


Fig. 2. Mercedes E-Class material usage [5]

HIGH-STRENGTH STEELS

The group of high-strength steels includes high strength interstitial free steels (IF), bake hardenable (BH) and isotropic (IS), steels C-Mn type steels, and high strength low alloy (HSLA) steels. The IF steel is further solution hardened by the increase in concentration of P (to 0.03%), B (to 0.003%) and Mn (1.2%). Its tensile strength can reach 390 MPa [6]. BH steel is silicone free steels containing less than 0.03% C, 0.1-0.5% Mn and up to 0.02% Nb. The concentration of phosphorus is often increased up to 0.03%, that cause an increase in strength and the coefficient of normal anisotropy of sheet [7]. Besides the strain hardening phenomenon during plastic deformation the car components made of BH sheets (e.g., a door, a boot lid) reinforce during „bake hardening” effect. This effect usually proceeds at the temperature of 170°C for 20 min, thereby the yield stress and ultimate tensile stress increased by about 20 to 40 MPa [1]. BH steel sheets are characterized by $R_{p0.2}$ yield strength 180 to 240 MPa, ultimate tensile stress R_m of 310 to 360 MPa, elongation A in a range between 42 to 36% and a normal anisotropy coefficient of about 1.6 [8].

Normally the tendency to strain hardening during bake hardening is determined as follows: typical sample is extended by strain of 2%, then the sample is withstand at 170°C for 20 minutes and then the tensile test is continued [9]. The increase in yield stress upon bake hardening process equal to the difference between the lower yield stress after baking at 170°C and a flow stress at deformation of 2% (prior to annealing) is called hardening during bake hardening or aging indicator during the bake hardening. Strain hardening during the bake hardening is useful, if an increase of yield stress is greater than 30 MPa (Fig. 3).

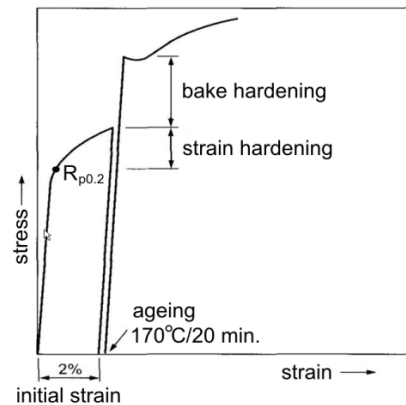


Fig. 3. Effect of bake hardening on the stress value [9]

IF steels have the chemical composition and mechanical properties similar to IF-HS steels (Fig. 1). They are characterized by a ferritic microstructure, and their characteristic feature is the value of planar anisotropy coefficient $\Delta r = 0$. This means that the steel sheets exhibit isotropic properties during the drawing process, allowing to obtain the drawpiece without "ears" [1]. The traditional C-Mn steels exhibit ferrite-pearlite microstructure, and typically contain less than 0.1% C and 1.5% Mn.

Complex Phase steels

CP steels contain the fine ferrite, bainite, martensite and retained austenite. They are usually hot-rolled and further hardened by the dispersed particles of carbonitrides of Nb and Ti. An increase in the hardenability is provided by the addition of Cr and Mo. CP steels exhibit particularly high susceptibility to absorbing energy under dynamic loads [10]. These steels are used to construct the bumpers as a specific reinforcement, on which both the expanded polystyrene pads and plastic plates are mounted [11].

DUAL PHASE STEELS

DP steels are characterized by high initial difference in yield stress and ultimate strength that during the cold working is quickly reduced. Properties of DP steel, that is a specific type of composite, are the resultant of the participation of hard and durable martensite and ductile ferrite. The dual phase steel does not exhibit the Lüders effect during deformation. Furthermore, the other positive properties are crack resistance to low temperature and low value of plastic anisotropy coefficient [4, 12]. These steels are used as pipes in prams or bikes frames. Furthermore, DP steels increase safety in cars, where is used as bumpers reinforcements, seats guides, child seats, and windscreen pillars [11]. Thanks to the high strength and high hardness that affects wear resistance, the clutch plates are also made of DP steel.

In DP steels, for a fixed volume fraction of M-A constituents, both applied stress and the work hardening rate at a given true strain can be related to the average size of M-A particles (f_{MA}) by the Hall-Petch type equation. Frequently cited expressions, for $f_{MA} = 0.2$, were developed by Lanzilotto and Pickering [13]:

$$\sigma_{f(z=0.2)} = 350 + 18.1 \cdot \lambda^{-0.5} \quad (1)$$

$$\frac{d\sigma}{ds(z=0.2)} = 40.1 \cdot \lambda^{-0.5} \quad (2)$$

where λ is the average size or diameter of M-A particles.

The variation of stress as a function of martensite content in DP steels has been frequently modelled on the basis of the rule of mixtures, applying the continuum mechanics models [13]:

$$\sigma = V_m \sigma_m + (1 - V_m) \cdot \sigma_f \quad (3)$$

where σ_m , σ_f , σ are the stresses of the martensite, ferrite and composite structure respectively.

Low-alloy Transformation/Twinning Induced Plasticity steels

Modern low-alloyed TRIP steels have different chemical compositions. The amount of alloying elements composition equals to some % wt. The carbon content is critical, and in these steels usually comprising in the range of 0.10 ÷ 0.25%. The steels with higher amount of carbon content, to 0.6% C,

despite the beneficial effects on the structure (bainite and austenite is formed), these steels have not found wider application due to the significant worsening of weldability [14, 15].

In order to achieve a superior combination of strength and ductility, which allows engineers to design complex car parts where even parts integration has become possible, Twinning Induced Plasticity, and Duplex/Triples steels were developed by the steel industry [16]. As the consequence of that, the plastic deformation is characterized by the pronounced dislocation glide and the dissociation of perfect dislocation to Shockley partial dislocations and formation of wide stacking faults.

The chemical composition of the TWIP steel is characterized by a high content of manganese (15 to 35%). The constitution of other alloying elements comprising from 2 to 4 % Al and/or Si. TWIP steels have a face-centered cubic (fcc) crystal structure of the austenite constituent [3]. These steel grades have a medium to high total alloying additions, and they have a manganese concentration comprising from 12 wt.-% to 35 wt.-%. The high content of Mn stabilizes austenite at room temperature. A fully austenitic structure without martensite and other phases exhibits high toughness and drawability. Twinning occurs at high strain speeds.

During forming the steel sheet is deformed and strain hardened locally, and passes the rest energy to the next region of material. The effect of strain hardening causes that yield stress value increases with the rate of deformation. In this way, the deformation by twinning moves in the form of a specific wavelength, scattering, and absorbing efficiently the impact energy [17]. Deformation by twinning occurs in the case of alloys with low stacking fault energy, and TWIP steels satisfy this criterion [17, 18].

MARTENSITIC STEELS

Martensitic (MART) steels exhibit the martensitic microstructure and these steels sometimes contain a small proportion of the bainite and/or retained austenite. They have the highest mechanical properties, that depend mainly on the content of carbon steel. Martensitic steels are based on fully martensitic microstructures, leading to high levels of strength, but these materials perform poorly on elongation [19]. Due to the elongation of less than 10% their plastic deformation is only possible in the rolling process [6]. The MART steels are almost entirely martensite, and can have tensile strengths up to 1700 MPa [20]. These steel sheets are used for reinforcing members as the ultra high-tensile steel exceeding the 980 MPa class, for responding to the trend of higher strength [21].

MECHANICAL PROPERTIES OF AHSS STEELS

Automotive forming methods usually consist of a sequence of individual forming operations [22]. Figure 4 defines the basic forming operations such as deep drawing, stretching, stretch flanging, and bending. Each forming mode has additional demands with regard to specific mechanical parameters like the Lankford parameter (r -value), work hardening coefficient (n -value) and hole expansion ratio (γ -value). These parameters are strongly related to microstructural features of the material and, hence, they can be influenced by niobium microalloying in combination with a suitable processing strategy [22].

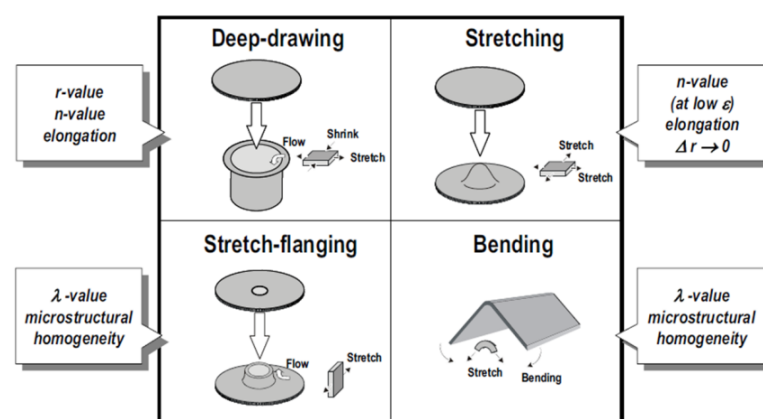


Fig. 4. Different modes of sheet metal forming and characteristic material properties influencing the forming behaviour [22]

Depending on the load characteristics and the design criteria materials with optimal ratios E/ρ , G/ρ and $R_{p0.2}/\rho$ (E - elastic modulus, G - shear modulus, $R_{p0.2}$ - yield stress, ρ - material density) should be used to manufacture car body elements [23]. The value of the exponent n depends on the load characteristics of the element and the constructional criteria and is varied between 0.33 and 1.00. Thus, the coefficient of elasticity, density and yield stress are the main parameters that decide on applications of various grades of steel.

Figure 5 presents the microstructure of selected novel multiphase AHSS steels in comparison with a single phase ferritic ultra-low carbon steel, showing how the complexity of microstructure has led to diversification of mechanical properties [3]. Single ferritic microstructures used in case of mild steels allowed to achieve tensile strengths lower than 350 MPa and elongations from 30–50 % [24]. The mechanical properties of selected advanced high-strength steels are presented in table 1.

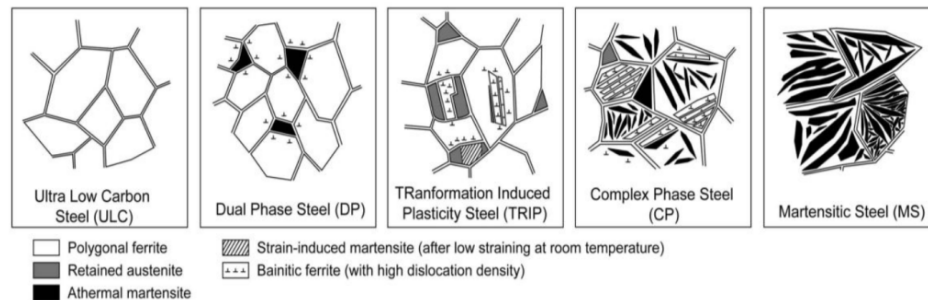


Fig. 5. Microstructure of selected modern steels for automotive industry [3]

Table 1. Mechanical properties of selected advanced high-strength steels [11]

Steel type	Steel grade	$R_{e \min}$ MPa	$R_{e \max}$ MPa	$R_{m \min}$ MPa	$R_{m \max}$ MPa	A_{80} , %
MART	DOCOL 1100M	860	1100	1100	-	5
	OPTIM 900 QC	900	1000	1050	1150	11
	RAEX 500	1250	-	1450	-	8
	RAMOR 500	1450	-	1700	-	7
	SZMS 1200	900	1050	1200	1450	5
DP	DOCOL 1180DP	830	1220	1180	-	6
	DOGAL 100 DPX	800	1000	1000	1200	6
	DP-K 34/60 HF	340	410	600	700	23
	DP-W 700	450	580	680	800	16
	LITEC 1000DP	600	750	980	-	8
CP	CP-K 60/78	600	700	780	940	10
	CP-W 1000	720	920	950	1130	10
	DOGAL 800CP	500	700	780	950	10
	LITEC 100CP	700	900	980	-	5
TRIP	LITEC 700 TRIP	430	550	690	-	21
	RA-K 40/70	410	510	690	790	23

Particularly the refinement of cementite particles is beneficial to improve the forming behavior [22]. The desired strength level is adjusted by the Nb content (0.02 - 0.05%) and the content of solid solution strengtheners like Mn and Si. To achieve a yield stress of more than 400 MPa additional microalloying of Ti is applied (fig. 6) [22].

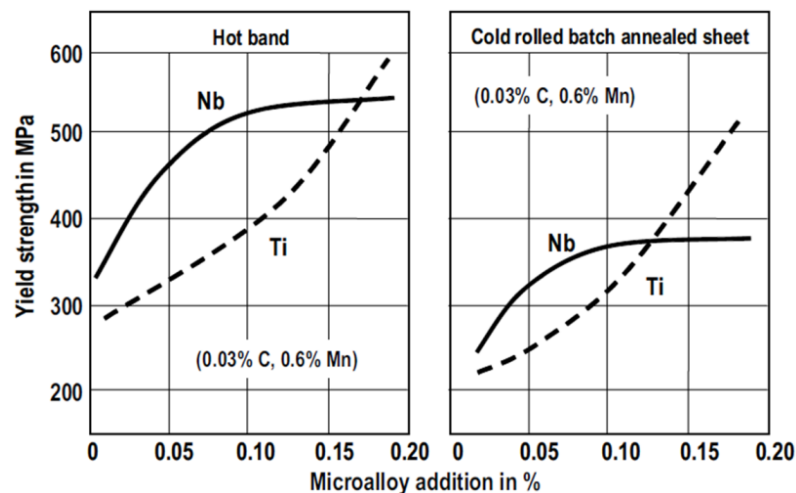


Fig. 6. Strength increase of low carbon-manganese steel by Nb or Ti microalloying [22]

FUTURE DEVELOPMENT

Currently, most energy absorbing elements are manufactured by bending or drawing. During these processes the material is deformed only in the vicinity of the bending line or the drawpiece edge. The analysis of the calculated distribution of strains in the profile after deformation shows that the majority volume of the material has been subjected to deformation in the range of 0.0-0.2 [25]. The utilization capacity of DP, TRIP and TWIP steels for the production of energy absorbing elements occurs when such components are manufactured by the processes of deep drawing or hydroforming. In these processes the initial deformation of the material proceeds so, that during the dynamic deformation the elements that are pre-hardened have a greater ability to absorb energy.

A comparison of the weight reduction potential using different material concepts is shown in figure 7. It is apparent that relative to a conventional steel body the all aluminum body has the highest weight reduction potential, however at a high cost surplus (fig. 7) [22]. On the contrary, an advanced steel body allows reducing the body weight by about 10-20% and simultaneously lowers the body cost by the same order of magnitude.

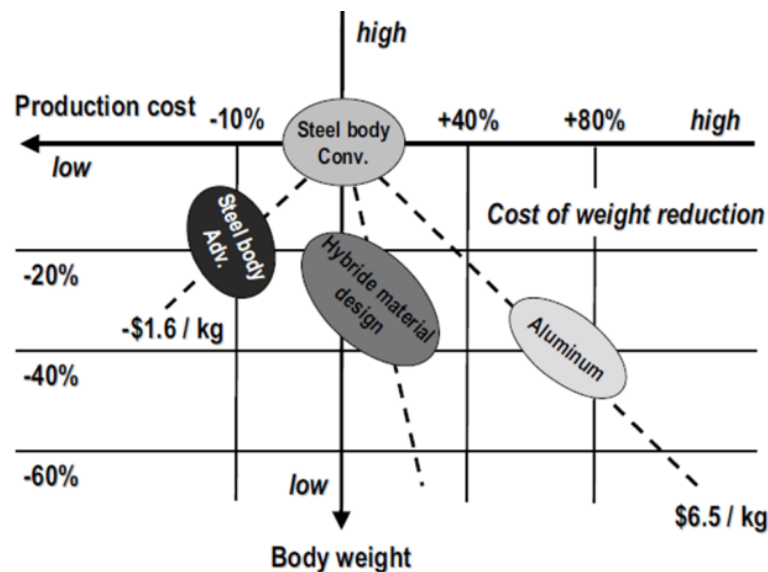


Fig. 7. Impact of material concepts on the weight and cost balance of a car body [22]

SUMMARY

The utilization of energy absorbing structures is one of the most important issues in the development of safer car constructions. They are arranged in the work-hardening zones of cars. Their function during the collision is progressive absorption of energy and maintenance of secure values of loads acting on the passengers. The design of energy absorbing zones is a very complex task, because despite of the knowledge of the overloads during the impact requires the consideration of the geometric conditions resulting from the vehicle structure and properties of materials used. The progress in development of advanced high-strength steels is connected with the introduction into the market high-strength steels, which include DP, TRIP, TWIP, CP and martensitic steels. Furthermore, the conventional high-strength low-alloy steels are successfully used in the construction of cars.

Hybrid body concepts, where for instance the front car is made from aluminium and the remaining structure consists of an advanced steel concept is offering a compromise in the weight reduction to cost balance. Often carmakers are willing to pay a higher cost for weight reduction in the front and upper area of the car to optimize driving performance and handling. In other areas cost increases are less or not tolerated unless the total weight can be significantly reduced.

REFERENCES

- [1] Blicharski M.: Inżynieria materiałowa, stal. WNT, Warszawa 2004.
- [2] Galán J., Samek L., Verleysen P., Verbeken K., Houbaert Y.: Advanced high strength steel for automotive industry. *Revista Metalurgija*, 48, 2012, 118-131.

- [3] Samek L., Krizan D.: Steel - material of choice for automotive lightweight applications. International Conference Metal'2012. 23-25 May 2012, Brno, p. 6.
- [4] Senkara J.: Współczesne stale karoseryjne dla przemysłu motoryzacyjnego i wytyczne technologiczne ich zgrzewania. Przegląd spawalnictwa, 11 (2009) 3-7.
- [5] Keeler S., Kimchi M.: Advanced high-strength steels. Application Guidelines Version 5.0, World Auto Steel, 2014, p. 1-276.
- [6] Grajcar A.: Nowoczesne stale wysokowytrzymałe dla motoryzacji I generacji. Stal Metale & Nowe Technologie, 5-6 (2013) 150-153.
- [7] Timoknina I.B., Hodgson P.D., Ringer S.P., Zheng R.K., Pereloma E.V.: Understanding bake-hardening in modern high strength steels for the automotive industry using advanced analytical techniques. Research Online, 2008, 185-192.
- [8] De Cooman B.C., Speer J.G., Hickey K.D.: Fundamentals of steel product physical metallurgy. Association for Iron and Steel, Pittsburgh 2011.
- [9] Materiały wykorzystywane w produkcji samochodów. <http://www.stalnierzewna.com> (08-04-2016 r.).
- [10] International Iron & Steel Institute: Advanced high strength steel (AHSS) application guidelines. www.worldautosteel.org (10-03-2016 r.).
- [11] Krajewski S., Nowacki J.: Mikrostruktura i właściwości stali o wysokiej wytrzymałości AHSS. Przegląd Spawalnictwa, 7 (2011) 22-27.
- [12] Dogal 600 i 800P. Stal o extra i ultrawysokiej wytrzymałości. Prospekt SSAB Swedish Steel.
- [13] Kuziak R., Kawalla R., Waengler S.: Advanced high strength steels for automotive industry. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 8 (2008) 103-117.
- [14] DeCooman B.C.: Structure-properties relationship in TRIP steels containing carbide-free bainite. Current Opinion in Solid State and Materials Science 8 (2004) 285-303.
- [15] Adamczyk J., Grajcar A., Locher D.: Obróbka cieplna stali bainitycznej umacnianej przez efekt TRIP. Inżynieria materiałowa, 27 (2006) 100-103.
- [16] Frommeyer G., Brück G.: Microstructure and mechanical properties of high-strength Fe-Mn-Al-C TRIPLEX steels. Steel Research International, 77 (2006) 627-33.
- [17] Mehta R.: Twinning Induced Plasticity (TWIP) steel improves car safety. Materials World Magazine 12 (2007), <http://www.iom3.org> (06-04-2016 r.).
- [18] Kliber J., Kurska T., Schindler I.: Hot rolling of steel with TWIP effect. Hutnik – Wiadomości Hutnicze, 75 (2008) 481-483.
- [19] Santofimia M.J., van Bohemen S.M.C., Sietsma J.: Combining bainite and martensite in steel microstructures for light weight applications. Journal of Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 113 (2013) 143-148.
- [20] Black J.T., Kohser R.A.: Materials and processes in manufacturing. John Wiley & Sons Inc., Hoboken 2012.
- [21] Evaluation technologies on high strength steel sheet for automobiles. <http://www.kobelcokaken.co.jp> (08-04-2016).
- [22] Mohrbacher H.: Niobium microalloyed automotive sheet steel – a cost effective solution to the challenges of modern body engineering. Int. Symposium on Niobium Microalloyed Sheet Steel for Automotive Application, 2006, 1-23.
- [23] Kuziak R.: Technologia ciągłego wyżarzania blach cienkich. Prace IMŻ, 3 (2011) 1-6.
- [24] De Cooman B.C., Speer J.G., Pishmintsev I.Y., Yoshinaga N., Materials design: The key to modern steel products, 1st Ed. GRIPS media GmbH, Bad Harzburg 2007, 353-368.
- [25] Gronostajski Z., Niechajowicz A., Polak S.: Prospects for the use of new-generation steels of the AHSS type for collision energy absorbing components, Archives of Metallurgy and Materials, 55 (2010) 221-230.

ABSTRACT

TRZEPIECINSKI Tomasz. Development of advanced high-strength steels used for auto-body parts. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

Steel sheet is still dominated structural material in the automotive industry despite the implementation in car production such materials as aluminium alloys, magnesium alloys, composite materials and plastics. This paper presents the characteristics of Advanced High-Strength steels and Transformation/Twinning Induced Plasticity steels with the examples of their applications in auto-body parts. The future development of energy-absorbing materials is also presented.

KEYWORDS: AUTOMOTIVE INDUSTRY, HIGH-STRENGTH STEEL, MARTENSITIC STEEL, TRIP, TWIP.

РЕФЕРАТ

ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш. Розвиток сучасних високоміцних сталей, що використовуються в конструкції автомобільних кузовів / ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

Сталевий лист – домінуючий структурний матеріал в автомобільній промисловості, незважаючи на освоєння у виробництві автомобілів таких матеріалів, як алюмінієві сплави, магнієві сплави, композиційні матеріали та пластмаси. У даній статті представлені характеристики сучасних високоміцних сталей і індукованих пластичних сталей трансформації/роз’єднування з прикладами їх застосування в конструкції автомобільних кузовів. Представлено подальший розвиток енергопоглинаючих матеріалів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ВИСОКОМІЦНІ СТАЛІ, МАРТЕНСИТНА СТАЛЬ, TRIP, TWIP.

AUTHOR:

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

АВТОР:

ТЖЕПІЦІНСКІ Томаш, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра формування і обробки матеріалів, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-59, Жешув, Польща

AUTOR:

TRZEPIECIŃSKI Tomasz, Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Przeróbki Plastycznej, Al. Powstańców Warszawy 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.

Гутаревич Ю. Ф., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет, м. 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 Ju. F. Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Motors and Heating Engineering, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43.056
UDC 621.43.056

ВПЛИВ ПІДГРІВУ ПОВІТРЯ НА ВПУСКУ НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУЧАСНОГО ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Трифонов Д. М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE EFFECT OF HEATED INTAKE AIR ON FUEL EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF A MODERN ENGINE WITH SPARK IGNITION

Trifonov D. M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕВА ВОЗДУХА НА ВПУСКЕ НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОВРЕМЕННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Трифонов Д. Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ

Питання енергозбереження на транспорті в умовах щорічного зростання енергоспоживання, рівня негативного впливу на навколишнє середовище і кількості викидів шкідливих речовин здобувають все більшу актуальність. У зв'язку з цим, впровадження заходів з підвищення енергоефективності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) дозволить економити значні обсяги енергії.

Якісне формування паливоповітряної суміші, насамперед в умовах низьких температур навколишнього повітря, багато в чому визначає повноту згоряння палива і в цілому економічну роботу двигуна. Якість паливоповітряної суміші залежить насамперед від конструкції системи живлення двигуна паливом, експлуатаційних режимів роботи двигуна, а також фізико-хімічних властивостей застосовуваного палива, основною з яких є випаровуваність палива. Випаровуваність палива характеризується швидкістю переходу його з рідкої фази в газоподібну і є найважливішим показником, що визначає процеси сумішоутворення і згоряння паливоповітряної суміші в ДВЗ.

Для інтенсифікації випаровування палива в умовах низьких температур застосовуються різні методи, серед яких - попередній підігрів палива, підігрівання впускного колектора, підігрівання повітря на впуску, пристрої для посилення турбулізації повітряного потоку та інші.

В умовах низьких температур навколишнього повітря зростає коефіцієнт кінематичної в'язкості палива, що призводить до зміни гідравлічного опору форсунок і, отже, витрати палива через них і якості розпилу. З пониженням температури в'язкість палива зростає майже в 10 разів швидше, ніж густина [1].

Забезпечити зниження в'язкості палива, поліпшити якість розпилу, повноту і швидкість випаровування можливо за рахунок підвищення температури повітря, яке надходить у двигун. Підвищення і стабілізація температури повітря на впуску в умовах низьких температур навколишнього повітря може дозволити забезпечити необхідну якість і стабільний склад паливоповітряної суміші, що потрапляє в циліндри двигуна, дозволить забезпечити паливну економічність і понизити кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах ДВЗ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вплив сезонних умов експлуатації на паливну економічність автомобілів, концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ) і надійність автомобілів в цілому відображено в дослідженнях багатьох авторів. До сезонних умов відносяться фактори, які періодично змінюються протягом року. Це, насамперед, кліматичні фактори.

Кліматичні фактори в різні періоди року визначаються температурою, вологістю повітря, атмосферним тиском, кількістю опадів, силою і напрямом вітру, тривалістю снігового покриву та ін. [2]. Низькі температури навколишнього повітря справляють істотний вплив на температурний режим агрегатів автомобіля, насамперед двигуна і через його зміну на витрату палива. Найбільш повний аналіз впливу температури навколишнього повітря на витрату палива автомобілями наведено в роботах [3, 4, 5, 6].

Як встановлено в роботі [6] витрата палива при зниженні температури навколишнього повітря збільшується на 10...30%. При цьому збільшення витрат палива пов'язане з підвищенням в'язкості палива, погіршенням його здатності до розпилення та випаровування і, як наслідок, його неповним згоранням.

Вплив цих факторів найбільшою мірою проявляється за роботи ДВЗ в режимах холодного пуску і подальшого прогріву, при цьому спостерігається значне зниження паливної економічності та підвищення викидів шкідливих речовин в продуктах згорання, що обумовлено перш за все погіршенням умов для сумішоутворення і, як наслідок, до нестабільного складу паливоповітряної суміші, яка потрапляє в циліндри ДВЗ.

У залежності від пори року і температурних показників регіону експлуатації автомобіля, процентне співвідношення концентрацій шкідливих речовин від «холодного пуску і подальшого комбінованого прогріву» і «гарячого» автомобіля можуть перебувати в різних співвідношеннях. Для кліматичного району «помірно теплий» при розрахунках були отримані наступні співвідношення: в теплий період 5 – 95%, у холодний період 25 – 75% [7].

Таким чином, в умовах низьких температур експлуатації, погіршення теплового стану двигуна чинить значний вплив на збільшення витрат палива і, як наслідок, збільшення емісії шкідливих речовин у ВГ. Крім того, аналіз виконаних досліджень показав, що існує деяке оптимальне значення температури впускного повітря, при якому витрата палива мінімальна [4].

Мінімальна витрата палива прогрітого ДВЗ спостерігається при температурі на вході в двигун $+35...+45^{\circ}\text{C}$, її зміна веде до збільшення витрати палива [8, 9]. Для двигуна ЗМЗ-53 зниження температури повітря в інтервалі від $+48$ до мінус 28 за даними [5], викликає збільшення витрати палива від 2,5 до 16%.

Одним з можливих шляхів поліпшення паливної економічності двигунів з іскровим запалюванням в режимах холодний пуск і прогрів та зменшення емісії шкідливих речовин у ВГ є забезпечення підігріву повітря, яке надходить в двигун та стабілізації температури на рівні $+35...+45^{\circ}\text{C}$ в подальшому.

Постановка завдання

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу температури повітря, яке надходить в ДВЗ, на паливну економічність та емісію шкідливих речовин у ВГ сучасного двигуна з іскровим запалюванням при його прогріві в режимі холостого ходу.

Об'єктом експериментальних досліджень є 4-х циліндровий двигун з іскровим запалюванням VW BBU фірми Volkswagen, який відповідає нормам токсичності Євро-4. На двигуні встановлена система впорскування палива у впускний колектор розподіленого типу з електронним управлінням і зворотним зв'язком. Система нейтралізації ВГ – 2-х ступінчаста. Два блоки трикомпонентних каталітичних нейтралізаторів діляться на попередній - після впускного колектора та основний.

Експериментальні дослідження проводили в лабораторії випробовування двигунів Національного транспортного університету.

Для забезпечення підігріву впускного повітря використовувалося обладнання з металокерамічним нагрівальним елементом. Випробування проводили на бензині марки А-95 при однакових атмосферних умовах. Пуск та прогрів двигуна здійснювали при температурі навколишнього повітря близько $+10^{\circ}\text{C}$, до температури охолоджуючої рідини двигуна $+85^{\circ}\text{C}$.

Під час випробувань двигуна оцінювали концентрації шкідливих речовин у ВГ до попереднього блока трикомпонентного каталітичного нейтралізатора - монооксиду вуглецю CO , двооксиду вуглецю CO_2 , вуглеводнів C_mH_n за допомогою газоаналізатора МЕТА та оксидів азоту NO_x за допомогою газоаналізатора 344 ХЛ-01 та температуру відпрацьованих газів $t_{\text{вг}}$ після попереднього блока трикомпонентного каталітичного нейтралізатора.

Крім того, контролювали наступні параметри роботи двигуна: тиск у впускному колекторі $P_{\text{вк}}$, температуру охолоджуючої рідини $t_{\text{ор}}$, температуру повітря перед дросельною заслінкою $t_{\text{др}}$, частоту обертання колінчастого вала n , кут відкриття дросельної заслінки $\phi_{\text{др}}$, кут випередження запалювання θ , а також витрату палива, як годинну $G_{\text{п}}$, так і загальну витрату за час прогріву ДВЗ (рис 1).

Результати досліджень.

За результатами проведених досліджень встановлено наступне.

Частота обертання колінчастого вала двигуна змінювалася відповідно до програми прогріву, закладеної в електронному блоці управління двигуна, і змінювалася в середньому від 1150 хв^{-1} до 700 хв^{-1} .

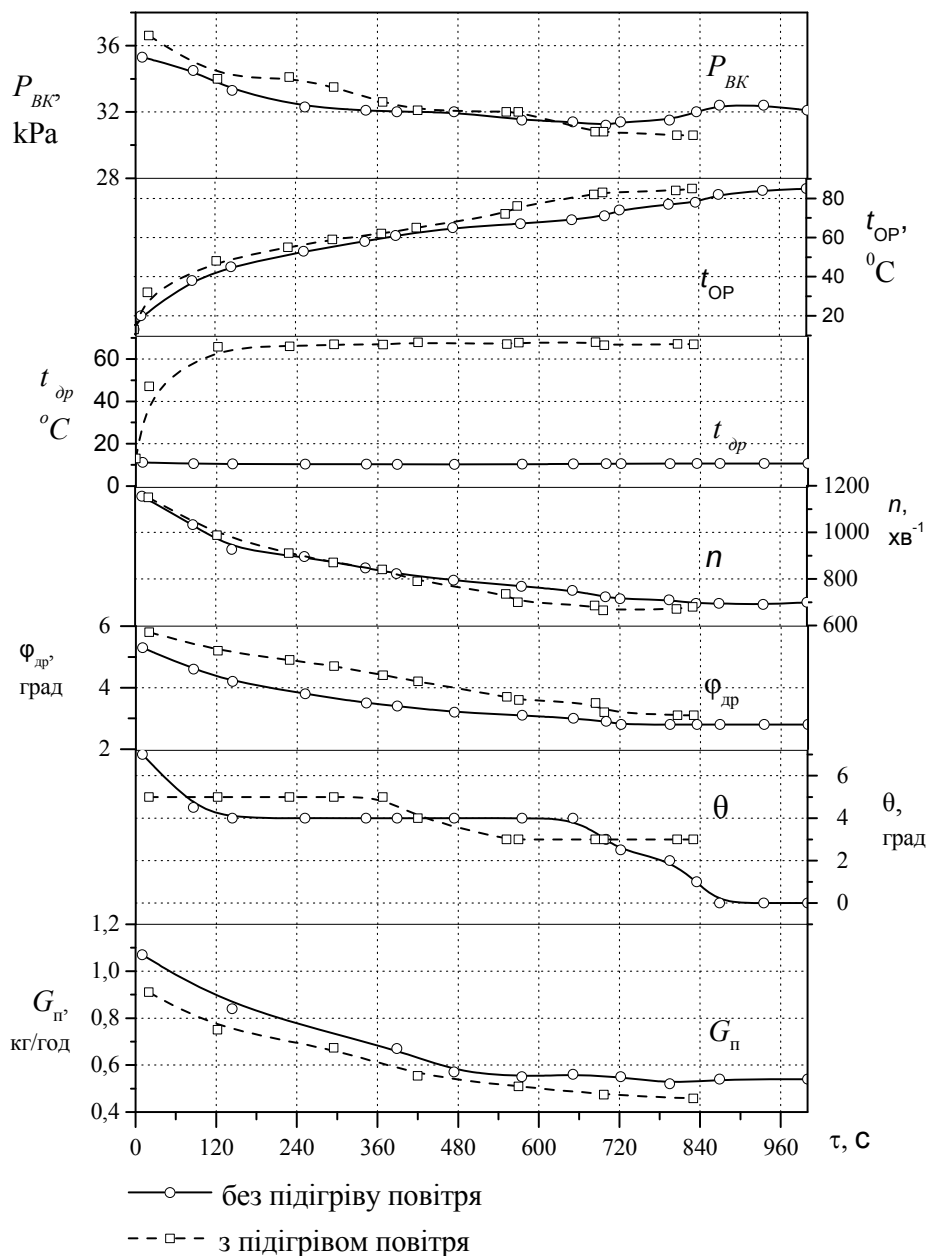


Рисунок 1 – Зміна параметрів роботи двигуна в режимі прогріву

Підігрів повітря на вході в двигун приводить, як зазначалося раніше, до зниження густини повітря і, як наслідок, зниження масового наповнення двигуна. Це призводить до необхідності збільшувати кут відкриття дросельної заслінки і підвищувати тиск у впускному колекторі. Підвищення температури повітря забезпечило збільшення кута відкриття дросельної заслінки в середньому на 9,7% і підвищення тиску у впускному колекторі на 5,9%, що, на думку ряду авторів публікацій, призводить до поліпшення газообміну в ДВЗ. При цьому спостерігається зміна кута випередження запалювання в межах від 5 до 4° кута повороту колінчастого вала, під час прогріву двигуна до температури ОР близько +60 °С.

Прогрів ДВЗ до температури ОР +50...60 °С що, на думку ряду авторів публікацій [1], є оптимальною для початку руху в умовах низьких температур, при підігріві повітря на впуску досягли на 94с швидше, до температури +85 °С на 170с швидше, ніж зі штатною системою.

Годинна витрата палива при використанні підігріву повітря зменшилася в середньому на 9,8% в межах перших 400 с. Витрата палива за час прогрівання системи охолодження до температури +85 °С склала, при підігріві повітря – 0,193 кг, зі штатною системою – 0,249 кг. Економія склала – 0,056 кг., що становить близько 22%.

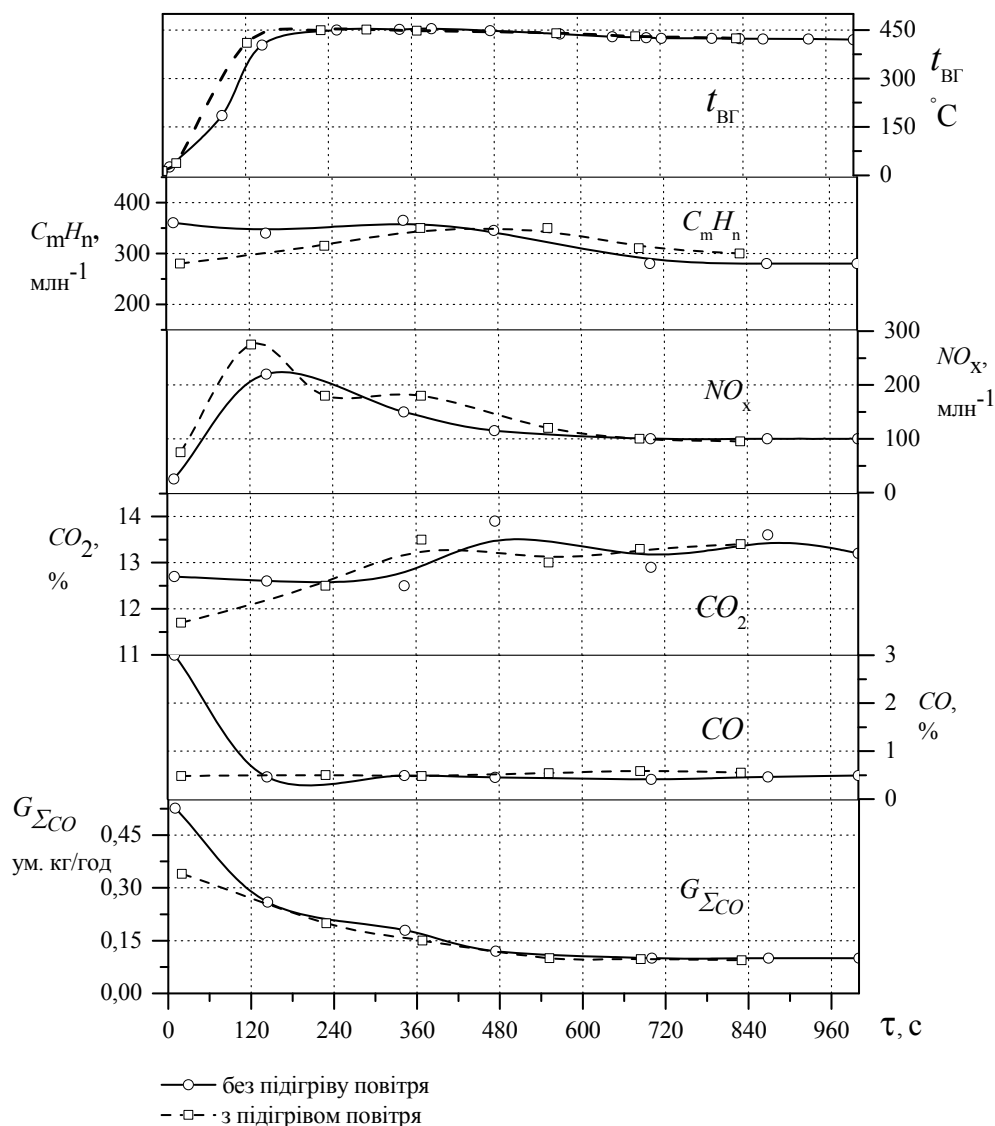


Рисунок 2 – Зміна концентрацій шкідливих речовин у ВГ двигуна до попереднього блока трикомпонентного каталітичного нейтралізатора в режимі прогріву

Температура відпрацьованих газів ($t_{\text{вг}}$) з підігрівом повітря на впуску досягла 450 °C за 230 с, така ж температура без підігріву була досягнута за 252 с. Час прогріву зменшився на 22 с, що становить близько 9% (рис. 2).

Аналіз отриманих даних щодо концентрацій шкідливих речовин в ВГ двигуна при підігріві повітря на впуску та зі штатною системою показав наступне (рис.2).

Концентрації монооксиду вуглецю, двооксиду вуглецю та вуглеводнів у ВГ в ході прогріву з підігрівом повітря на впуску на початку прогріву спостерігалися значно меншими. Використання підігріву повітря на впуску за результатами досліджень показує дещо більші значення концентрації оксидів азоту у ВГ на початку прогріву. В інтервалі часу з моменту пуску холодного двигуна 240...360 секунд, концентрації CO, CO₂, C_mH_n та NO_x у ВГ, як з підігрівом повітря на впуску, так і зі штатною системою практично зрівнялися (рис.2).

Розрахунок сумарних масових викидів шкідливих речовин показав, що при використанні підігріву повітря на впуску їх кількість за перші 144 секунди прогріву двигуна зменшується в порівнянні зі штатною системою на 0,093 ум. кг, що складає близько 24 %.

Висновки

Таким чином, експериментальні дослідження, які були проведені в лабораторії випробовування двигунів Національного транспортного університету з метою визначення впливу температури повітря на впуску на паливну економічність та емісію шкідливих речовин у ВГ сучасного двигуна з іскровим запалюванням, при його холодному пуску та прогріві в режимі холостого ходу, досить переконливо демонструють доцільність використання підігріву повітря на впуску.

Підігрів повітря на впуску та забезпечення стабілізації його температури дозволяє зробити можливим поліпшення газообміну та сумішоутворення і, як наслідок, підвищення енергоефективності та стабільності роботи ДВЗ в умовах низьких температур навколишнього повітря.

Економія палива за час прогрівання системи охолодження до температури $+85^{\circ}\text{C}$ склала 0,056 кг., що становить близько 22%.

Сумарні масові викиди шкідливих речовин при використанні підігріву повітря на впуску за перші 144 секунди прогріву двигуна зменшуються в порівнянні зі штатною системою на 0,093 ум. кг, що складає близько 24 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Семёнов Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур — М.: Транспорт, 1993. - 190 с.
2. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств / Канарчук В.Е., Лудченко А.А., Курников И.П.: Учебник: В 3-х кн. — Кн. 1. Теоретические основы. Технология. — К.: Выща школа, 1991. — 359 с.
3. Трифонов Д.М. Використання теплового акумулятора фазового переходу для забезпечення пуску холодного двигуна та його прогрівання за рахунок поліпшення сумішоутворення / Вербовський В.С., Грицук І.В. // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — ПолтНТУ, 2015. Вип. 3 (45). — С. 18-27.
4. Резник Л.Г. Научные основы приспособленности автомобилей к условиям эксплуатации: Дис. д-ра техн. наук. — М., 1981. — 355 с.
5. Виленский Л.И. Исследование влияния низких температур окружающего воздуха на эксплуатационную топливную экономичность автомобиля: Дис. ... канд. техн. наук. - Тюмень, 1979. - 197 с.
6. Говорущенко Н.Я. Автомобильное топливо. Как его экономить. — Харьков: Вища школа, 1979. - 144 с.
7. Шаталова Е.Е. Совершенствование оценки массовых выбросов загрязняющих веществ в отработавших газах автомобильного транспорта: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Шаталова Елена Егоровна. — Волгоград, 2007. — 16 с.
8. Бутков П.П. Экономия топлив и смазочных материалов при эксплуатации автомобилей / Бутков П.П., Прокудин И.Н. - М.: Транспорт, 1976. - 133 с.
9. Обобщенный показатель климатических условий эксплуатации / Крамаренко Г.В., Бодров В.А., Баранов Ю.А. и др. // Пути повышения эффективности подвижного состава автомобильного транспорта: Сб. науч. тр. - Ярославль, 1978. - С. 45-50.

REFERENCES

1. Semenov N.V. Operation of vehicles at low temperatures — M.: Transport, 1993. - 190 p. (Rus)
2. Kanarchuk V.E. maintenance, repair and storage of vehicles / Kanarchuk V.E., and Ludchenko A. A., Kurnikov I. P.: the Textbook: In 3 vol. — KN. 1. The theoretical foundations. Technology. — K.: Vyshcha SHKOLA, 1991. — 359 p. (Rus)
3. Trifonov D.M. Using heat accumulator phase transition to ensure a cold start the engine and warm it up by improving mixture formation / Trifonov D.M., Verbovskiy S.V., Gritsuk I.V. // Collection of scientific works. Series: industrial engineering, construction. — PoltNTU, 2015. Vol. 3 (45). — S. 18-27. (Ukr)
4. Reznik L.G. Scientific bases of adaptation of cars to the operation conditions: Cand. d-RA tekhn. Sciences. — M., 1981. — 355 p. (Rus)
5. Vilensky L.I. study of the effect of low ambient temperature for operating the fuel efficiency of cars: Dis. ... candidate. tech. Sciences. - Tyumen, 1979. - 197 p. (Rus)
6. Govorushenko N.I. Automotive fuel. How to save money. — Kharkov: Vishcha school, 1979. - 144 p. (Rus)
7. Shatalova E.E. Improvement in the assessment of mass emissions of pollutants in the exhaust gases of motor transport: abstract. dis. on competition of a scientific. the degree candidate. tech. Sciences: 05.22.10 "Operation of motor transport" / Shatalova Elena Egorovna. — Volgograd, 2007. — 16 p. (Rus)
8. Butkov P.P. Savings of fuels and lubricants during the operation / Butkov P.P., Prokudin I.N. - M.: Transport, 1976. - 133 p. (Rus)

9. The generalized indicator of climatic conditions / Kramarenko G.V., Bodrov V.A., Baranov Y.A. // Ways of improving efficiency of rolling stock of motor transport: Coll. scientific. Tr. - Yaroslavl, 1978. - pp. 45-50. (Rus)

РЕФЕРАТ

Тріфонов Д.М. Вплив підігріву повітря на впуску на паливну економічність та екологічні показники сучасного двигуна з іскровим запалюванням / Тріфонов Д.М. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті представлені результати порівняльних стендових випробувань автомобільного бензинового двигуна фірми Volkswagen моделі VW BBY при холодному пуску і прогріванні зі штатною системою подачі повітря у впускний колектор та пристроєм, який забезпечує підігрівання повітря.

Метою експериментальних досліджень є визначення впливу температури повітря, яке надходить в ДВЗ, на паливну економічність та емісію шкідливих речовин у ВГ сучасного двигуна з іскровим запалюванням при його прогріві в режимі холостого ходу.

Об’єктом експериментальних досліджень є 4-х циліндровий двигун з іскровим запалюванням VW BBY фірми Volkswagen, який відповідає нормам токсичності Євро-4. Система нейтралізації ВГ – 2-х ступінчаста. Два блоки трикомпонентних каталітичних нейтралізаторів діляться на попередній - після випускного колектора та основний.

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 ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН.

ABSTRACT

Trifonov D.M. The effect of heated intake air on fuel efficiency and environmental performance of a modern engine with spark ignition // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the results of comparative bench tests of automotive gasoline engine of the Volkswagen model VW BBY during cold start and warm-up with the standard air supply system into the intake manifold and the device providing heated air.

The purpose of experimental research is to determine the effect of temperature of air arriving in the engine, on fuel efficiency and emissions of harmful substances in exhaust of a modern engine with spark ignition when it is warming up at idle.

The object of experimental research is the 4-cylinder engine with spark ignition VW BBY company Volkswagen, which corresponds to norms of toxicity of Euro-4. Exhaust gas aftertreatment system – 2-stage. Two blocks of three-way catalytic converters are divided into the previous one after the exhaust manifold and the main.

Research method – experimental test.

With the aim of reducing the duration of thermal preparation of the engine with spark ignition to accept the load and maintenance of an optimum temperature mode of the catalytic Converter during the warm-up period at low temperatures, it is proposed to use heated air entering the engine. This will increase the energy efficiency of fuel combusted and reduce the emission of toxic substances in the exhaust gases during warm-up.

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 THE AIR TEMPERATURE, FUEL EFFICIENCY, EMISSION OF HARMFUL SUBSTANCES.

РЕФЕРАТ

Трифонов Д.Н. Влияние подогрева воздуха на впуске на топливную экономичность и экологические показатели современного двигателя с искровым зажиганием / Трифонов Д. Н. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. Вып. 2 (35).

В статье представлены результаты сравнительных стендовых испытаний автомобильного бензинового двигателя фирмы Volkswagen модели VW BBU при холодном пуске и прогреве со штатной системой подачи воздуха во впускной коллектор и устройством, обеспечивающим подогрев воздуха.

Целью экспериментальных исследований является определение влияния температуры воздуха, поступающего в ДВС, на топливную экономичность и эмиссию вредных веществ в ВГ современного двигателя с искровым зажиганием при его прогреве в режиме холостого хода.

Объектом экспериментальных исследований является 4-х цилиндровый двигатель с искровым зажиганием VW BBU фирмы Volkswagen, который соответствует нормам токсичности Евро-4. Система нейтрализации ОГ – 2-х ступенчатая. Два блока трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов делятся на предыдущий - после выпускного коллектора и основной.

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 ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ.

АВТОР:

Трифонов 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.

AUTHOR:

Trifonov Dmitriy 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.

АВТОР:

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.

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, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V. P., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

Nazarenko I. I., Doctor of Technical Science, Professor, Kyiv national University of construction and architecture, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Сахно В. П., доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой автомобилей, Киев, Украина.

Назаренко И. И., доктор технических наук, профессор, Киевский национальный университет строительства и архитектуры Киев, Украина.

УДК 629.113
UDK 629.113

TECHNIKA TERMOWIZYJNA W DIAGNOSTYCE ŚRODKÓW TRANSPORTU

WOJEWODA Paweł, dr inż. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
WOŚ Paweł, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ТЕПЛОВІЗІЙНА МЕТОДИКА В ДІАГНОСТИЦІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

ВОЄВОДА Павел, доктор інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща
ВОС Павел, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

THERMOVISION TECHNIQUE IN THE DIAGNOSIS OF MEANS OF TRANSPORT

WOJEWODA Paweł, Ph.D., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
WOS Paweł, Ph.D., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Nieustanny rozwój środków transportu niesie ze sobą potrzebę unowocześniania metod i procedur diagnostycznych. Poszukiwane są nowe metody powiązania określonych wielkości fizycznych z niesprawnością bądź uszkodzeniem danego obwodu lub układu. Coraz częściej do badań wykorzystywana oraz analizowana jest ilość ciepła emitowana przez badane obiekty [1, 4].

Praca każdego urządzenia, maszyny oparta jest na przemianie energii. Jedna forma energii zamieniana jest w inną, np. w silniku elektrycznym, energia elektryczna zamieniana jest w mechaniczną. Każdej przemianie energii towarzyszy wydzielanie się ciepła, np. na skutek przepływu prądu elektrycznego czy tarcia. Prowadzi to do nagrzewania się danych elementów urządzenia. W przypadku, gdy urządzenie pracuje niepoprawnie wydzielana jest przez nie większa, niż w przypadku normalnej pracy, ilość ciepła. Może to być związane np. z zablokowaniem lub zacieraniem się elementów ruchomych urządzenia, ich zużyciem, niewłaściwym smarowaniem lub np. z uszkodzeniem systemu chłodzącego. Często zwiększone wydzielanie ciepła powodują przeciążone obwody elektryczne. Na skutek wad danego elementu lub niezgodnego z przewidywanym przebiegu procesu przemiany ciepła pojawiają się tzw. gorące punkty, czyli nadmiernie nagrzane obszary. Za pomocą termowizji można je w prosty i szybki sposób zlokalizować [2].

Zastosowanie techniki termowizyjnej pozwala na uzyskanie wielu informacji dotyczących pracy poszczególnych podzespołów środków transportu. Możliwe jest uzyskanie informacji dotyczących np. pracy układu klimatyzacji, chłodzenia silnika, tym samym samego silnika spalinowego, układu wydechowego, układu hamulcowego czy też układów elektronicznych. W zależności od kierunku badań poszczególne układy i podzespoły środków transportu mogą być oceniane z wykorzystaniem różnego rodzaju danych pomiarowych. Najczęściej wykorzystuje się charakterystyki geometryczne, charakterystyki elektryczne, oraz pomiary temperatury i ciśnienia. Tradycyjne termoelementy umożliwiają punktowy, kontaktowy pomiar temperatury i nie dostarczają pełnej oraz dokładnej informacji o rozkładzie temperatury na badanym elemencie. Obrazy termograficzne dostarczają dane pomiarowe z określonego, dużego obszaru, na którym wykonywane były badania.

Technika termowizyjna pozwala na wczesne wykrywanie uszkodzeń, dzięki czemu może zmniejszyć towarzyszące temu ujemne skutki dla środowiska. Bardzo istotne jest szybkie wykrywanie usterek a może się to udać jedynie przy częstej kontroli stanu technicznego pojazdu. Diagnostyka środków transportu z wykorzystaniem termowizji jest bardzo ważnym zagadnieniem, gdyż pozwala nie tylko na szybkie wykrywanie zaistniałych uszkodzeń, ale również na wykonanie działań mających na celu zapobiegnięciu ich wystąpienia w przyszłości.

OPIS WYBRANYCH PRZYKŁADÓW ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI W DIAGNOSTYCE ŚRODKÓW TRANSPORTU

Coraz to nowsze konstrukcje oraz nowe materiały stosowane do produkcji kamer termowizyjnych prowadzą do zwiększania prawdopodobieństwa otrzymania powtarzalnych i poprawnych wyników analizy termicznej.

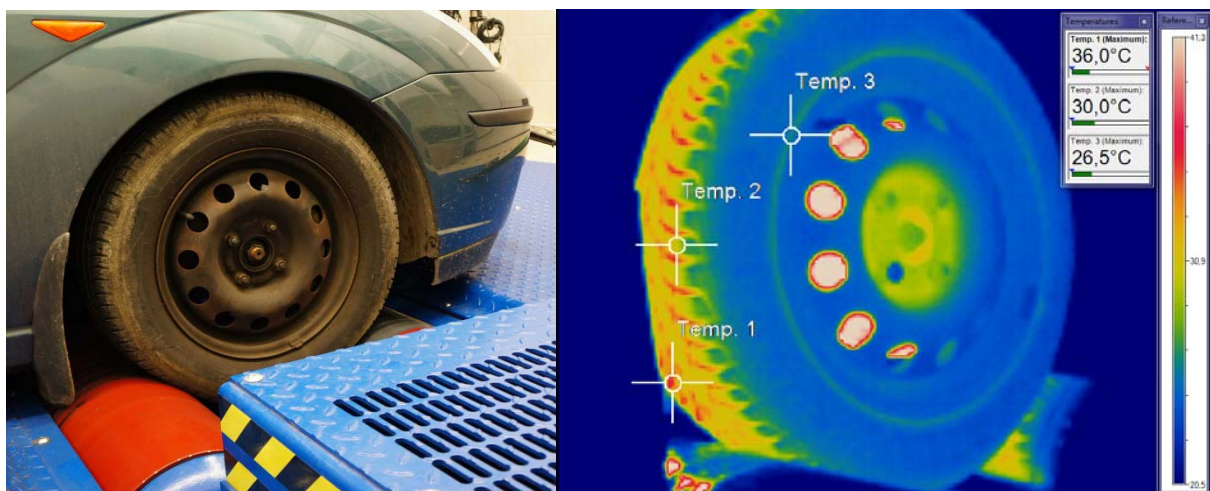
Technika termowizyjna w diagnostyce środków transportu może być stosowana m. in. do [3]:

- wykrywania miejsc ucieczki ciepła,
- wykrywania niejednorodności i pęknięć materiałów,

- badania stanu opon środków transportu, ich nagrzewania się zarówno w ruchu jak i na stanowiskach badawczych,
- badania obwodów elektronicznych,
- badania poprawności działania układów hamulcowych,
- badania silników spalinowych i ich podzespołów, m.in.: układu chłodzenia, układu wydechowego, itd.,
- wykrywania punktów przegrzania i nadzoru pracy części maszyn, łożysk, panewek, przekładni, sprzęgieł, wałów, pasków napędowych, pomp, sprężarek, zaworów itp.,
- wykrywania punktów przegrzania instalacji oraz urządzeń elektrycznych, takich jak np. styków bezpieczników, łączników, linii kablowych, silników elektrycznych itp.

Badania termowizyjne opon

Zjawisko nagrzewania się opon samochodowych podczas jazdy staje się częstą przyczyną prowadzącą do ich poważnego uszkodzenia. Istnieje wiele różnych metod badania stanu opon oraz ich przydatności do bezawaryjnej i niezawodnej pracy. Jedną z nich jest termowizja. Umożliwia ona obserwację na termogramie uszkodzeń, takich jak np. wewnętrzne pęknięcia czy rozwarstwienia. W praktyce badania przeprowadzane są na specjalnym stanowisku bądź bezpośrednio w trakcie ruchu pojazdu. W każdym z tych przypadków oceniany jest stopień nagrzewania się opon oraz rozkład temperatury na ich powierzchni.



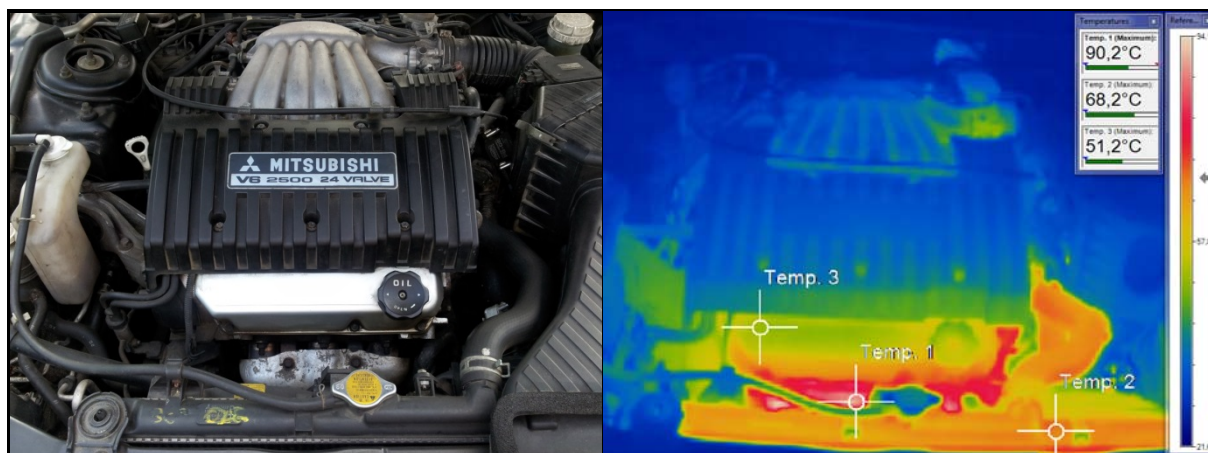
Rys. 1. Obraz rzeczywisty i termogram rozkładu temperatury opony na stanowisku hamownianym MAHA

W przypadku badania opon samochodowych zakres temperatur pomiarowych zawiera się w granicach od 20 do 80 [°C]. Najcieplejsze miejsca na nagrzanej oponie są miejscami uszkodzonymi. Ich silniejsze nagrzewanie się jest wynikiem utrudnionego odprowadzania ciepła z opony powstałego na skutek jej tarcia o podłoże. Może też być wynikiem trudniejszego odprowadzania ciepła w szczelinie powietrznej powstałej przykładowo w rozwarstwieniu opony. Wykrycie uszkodzeń opon podczas badań termowizyjnych pozwala na prognozowanie w stosunku do ich dalszej przydatności.

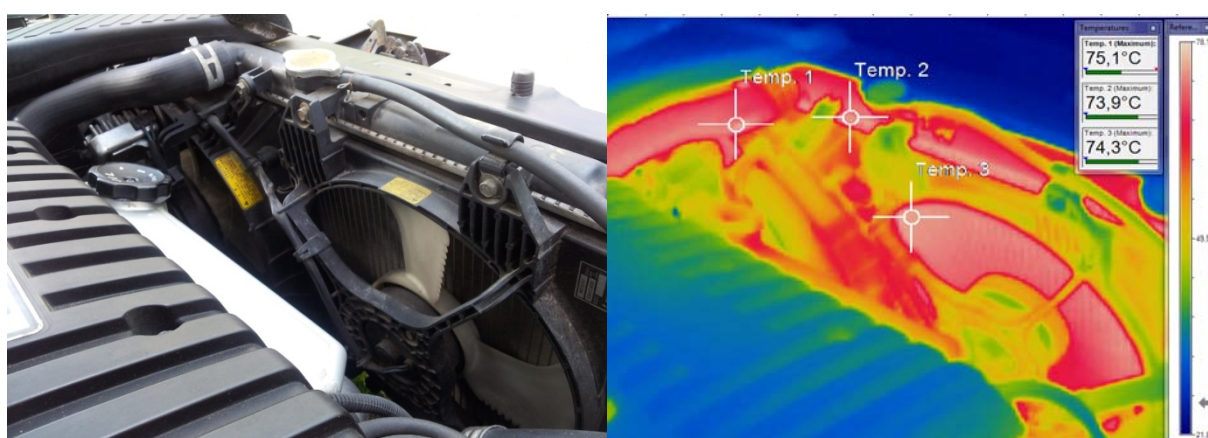
Termogram z badania opony pojazdu Ford Fokus na stanowisku hamownianym firmy MAHA został przedstawiony na rys.1. Pomiar rozkładu temperatur koła został wykonany po uprzednim rozpędzeniu koła do prędkości 50 km/h a następnie gwałtownym wyhamowaniu do całkowitego zatrzymania koła. Na termogramie można zaobserwować jak wygląda rozkład temperatury na bieżniku opony jak i na jej boku. Widoczna jest wyższa temperatura w samym rowku bieżnika (Temp. 1) niż na jego powierzchni (Temp. 2). Punkt pomiaru temperatury Temp. 3 przedstawia jej rozkład w miejscu współpracy opony z felgą koła. Widać że to połączenie też generuje wzrost temperatury świadcząc o plastycznych odkształceniach opony w miejscu styku stopki opony i obrzeża obręczy felgi stalowej.

Badania termowizyjne silników spalinowych i ich podzespołów, m.in. układu chłodzenia

Badania termowizyjne miały na celu ocenę prawidłowości działania układu chłodzenia silnika w samochodzie Mitsubishi Galant (rys. 2). Sprawdzano czy nie występują usterki, czy układ nie jest zapowietrzony, poprawność rozchodzenia się cieczy chłodzącej w układzie, oraz poprawność działania wentylatorów i termostatu.



Rys. 2. Obraz rzeczywisty i termogram rozkładu temperatury komory silnika samochodu Mitsubishi Galant



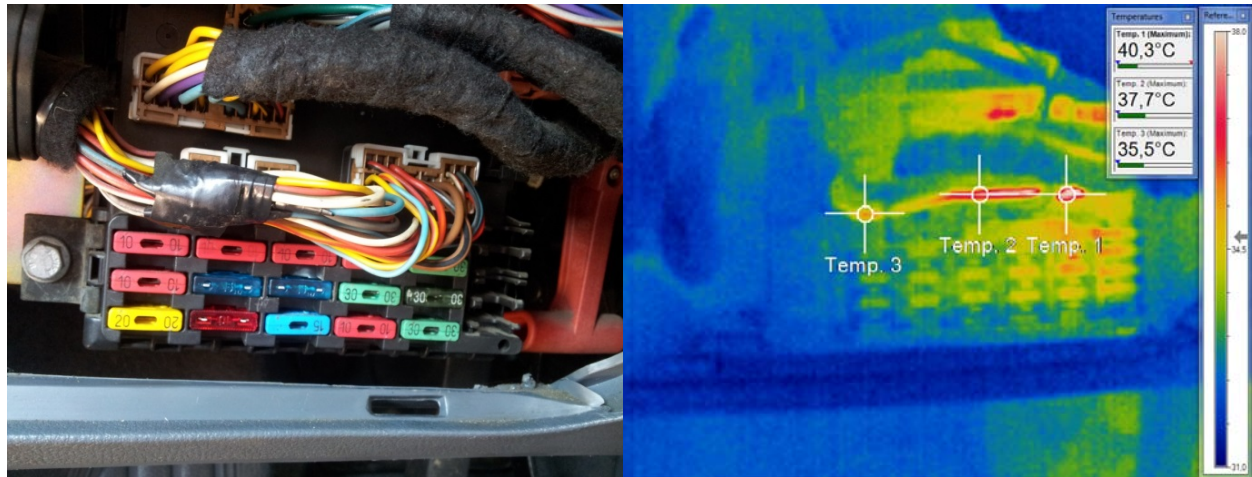
Rys. 3. Obraz rzeczywisty i termogram rozkładu temperatury układu chłodzenia silnika samochodu Mitsubishi Galant

Badania przeprowadzano na silniku pracującym na biegu jałowym. Na termogramie (rys. 3) obserwowano poszczególne elementy układu chłodzenia, m.in. przewody, chłodnicę i wentylatory. Obserwowano stopniowe nagrzewanie się układu aż do momentu włączenia się wentylatorów, następnie ich wyłączenia równoznacznego obniżeniu temperatury cieczy chłodzącej i ponownego włączenia i wyłączenia wentylatorów [3].

Zadaniem układu chłodzenia jest zapobieganie wzrostowi temperatury silnika ponad dopuszczalną wartość i utrzymanie temperatury silnika na określonym poziomie wynoszącym 90 do 100 °C, w celu zapewnienia mu odpowiednich warunków pracy. Nadmierny wzrost temperatury może doprowadzić m. in. do wystąpienia przedwczesnych zapłonów, przegrzania czy nawet zatarcia silnika. Zbyt niska temperatura pracy silnika może doprowadzić m. in. do pogorszenia się warunków odparowania paliwa oraz zwiększenia emisji szkodliwych składników spalin. Może również powodować spadek sprawności cieplnej silnika, wzrost luzów roboczych czy pogorszenie smarowania [3].

Badania termowizyjne układów elektronicznych

Analiza termograficzna znajduje szerokie zastosowanie do kontroli procesów wytwarzania jak i pracujących układów elektronicznych. Kamery termowizyjne umożliwiają wykrywanie wad konstrukcyjnych i gorących punktów w niewielkich podzespołach konstrukcyjnych. Przy użyciu odpowiedniego oprogramowania oceniana jest lokalna emisja, a następnie tworzona jest mapa rozkładu emisji, która umożliwia tworzenie obrazów termograficznych w rzeczywistym czasie. Otrzymana w ten sposób mapa rozkładu temperatur odgrywa znaczącą rolę w procesie ulepszania konstrukcji poszczególnych elementów i ich eksploatacji z uwzględnieniem gradientów temperatur i gorących punktów [3].



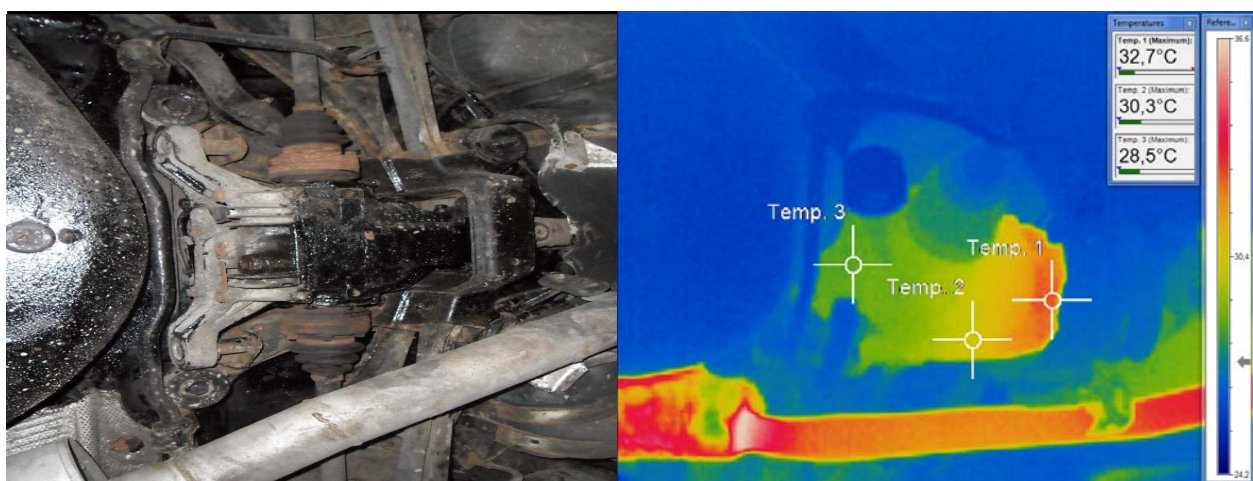
Rys. 4. Obraz rzeczywisty i termogram rozkładu temperatury w skrzynce bezpieczników samochodu Fiat Brava

Przeprowadzone badania termowizyjne miały na celu ocenę stanu bezpieczników samochodu Fiat Brava. Podstawowym zadaniem bezpieczników jest zabezpieczanie układów elektrycznych pojazdu i zasilanych urządzeń przed nadmiernym wzrostem natężenia prądu, ze względu na możliwość wystąpienia uszkodzeń tych urządzeń, a nawet pożaru. W przypadku wystąpienia zwarcia w układzie elektrycznym następuje przepalenie bezpiecznika, dzięki czemu zostaje odcięty dopływ prądu do urządzenia. W badanym samochodzie Fiat Brava główna skrzynka bezpieczników znajduje się w kabinie pasażerskiej po stronie kierowcy. Badania termowizyjne umożliwiają lokalizację przepalonych bezpieczników, gdyż temperatura ich ma znacznie mniejszą wartość od pozostałych. Możliwa jest również lokalizacja bezpieczników, które są bliskie przepaleniu, lub tych z obluzowanymi zaciskami [3].

Termowizyjna obserwacja skrzynki głównej bezpieczników umożliwiła lokalizację miejsc nadmiernie nagranych. Przedstawiony na rys.4 termogram wyraźnie przedstawia rozgrzany przewód, znajdujący się powyżej skrzynki bezpieczników. Oczyszczenie styków przewodu i ponowne wpięcie pozwoliło wyeliminować potencjalne źródło pożaru.

Badania termowizyjne układu przeniesienia napędu

Badania rozkładu temperatury układu przeniesienia napędu dają możliwość oceny prawidłowości jego pracy. Podwyższone temperatury tego układu mogłyby świadczyć o nadmiernym zużyciu elementów współpracujących. Wiąże się z tym również ocena właściwego smarowania tych układów, co przekłada się na ich żywotność.



Rys. 5. Obraz rzeczywisty i termogram rozkładu temperatury tylnego mostu samochodu BMW 318i

Na termogramie (rys. 5) widać rozkład temperatury na tylnym moście samochodu BMW 318i. Różnice rozkładu temperatur na tylnym moście są rzędu kilku stopni, co świadczy o prawidłowej pracy tego podzespołu. Badania były wykonywane na podnośniku kolumnowym a tym samym bez obciążenia panującego w rzeczywistych warunkach pracy tylnego mostu, dlatego temperatury są dość niskie, mimo to wskazują kierunek rozchodzenia się ciepła.

PODSUMOWANIE

Po przeprowadzeniu badań termowizyjnych stwierdzono, że zastosowanie techniki termowizyjnej do diagnostyki poszczególnych elementów, podzespołów i obwodów w środkach transportu posiada wiele zalet. Metoda ta umożliwia bezinwazyjną i bezdotykową diagnostykę wszystkich części, którym podczas pracy towarzyszy wydzielanie się ciepła. Dzięki możliwości przeprowadzania badań w pewnej odległości od pracujących obiektów technika ta jest w pełni bezpieczna dla osoby przeprowadzającej przegląd termowizyjny. Podczas diagnostyki obiektu możliwa jest obserwacja temperatury całej powierzchni poszczególnych obiektów oraz widoczne są kierunki przepływu ciepła. Termogram umożliwia bardzo dokładny odczyt temperatury poszczególnych punktów obrazu. Dzięki termowizji możliwa jest obserwacja i diagnostyka trudno dostępnych miejsc dla innych metod diagnostycznych. Badania termowizyjne umożliwiają odkrycie miejsc wystąpienia aktualnych usterek, jak również pozwalają wykryć miejsca, w których problem może pojawić się w późniejszym czasie. Zdjęcia w podczerwieni dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu mogą być dokładnie przeanalizowane w celu precyzyjnego wykrycia usterki, a duża paleta barw umożliwia odkrycie najmniejszych anomalii temperaturowych. Badania termowizyjne są niewątpliwie jednymi z najnowocześniejszych technik diagnostycznych dostępnych na rynku.

Możemy zauważyć wiele obszarów przemysłu motoryzacyjnego, w których stosowane są kamery termowizyjne. Badania termowizyjne stosowane są z powodzeniem przy kontroli procesów produkcji samochodów, kontroli jakości oraz analizie naprężeń. Znajdują zastosowanie podczas prac badawczo-rozwojowych. Termowizja wspiera projektowanie a także ocenę pracy silników spalinowych [4].

Technika termowizyjna otwiera całkowicie nowe aspekty i możliwości diagnostyki oraz analizy działania poszczególnych elementów, obwodów czy podzespołów środków transportu. Coraz niższy koszt kamer termowizyjnych spowoduje, że w przyszłości badania termowizyjne będą powszechnie używane do uzupełniania i wspomagania istniejących metod w diagnostyce środków transportu, jak również staną się główną metodą wykrywania wadliwej pracy urządzeń, obwodów i podzespołów środków transportu. Można przewidzieć, że technika termowizyjna będzie stosowana z powodzeniem do wykrywania miejsc, w których mogących wystąpić w przyszłości usterki, a kamery termowizyjne wejdą na stałe w skład obowiązkowego wyposażenia stacji kontroli pojazdów.

LITERATURA

- [1] Bielecki Z., Rogalski A.: Detekcja sygnałów optycznych. Wydawnictwo Naukowo- Techniczne, Warszawa 2001.
- [2] Madura H.: Pomiary termowizyjne w praktyce. PAK, Warszawa 2004.
- [3] Mikrut M.: Ocena przydatności badań termowizyjnych w diagnostyce pojazdów samochodowych. Praca magisterska. WBMiL PRz, Rzeszów 2013.
- [4] www.sae.org.

STRESZCZENIE

WOJEWODA Paweł. Technika termowizyjna w diagnostyce środków transportu / WOJEWODA Paweł, WOŚ Paweł // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Artykuł przedstawia wykorzystanie techniki termowizyjnej w diagnostyce podzespołów i układów środków transportu. Opisuje podstawowe cechy diagnostyki termowizyjnej oraz możliwości jej wykorzystania w diagnostyce środków transportu. Zawiera przykłady zastosowania techniki termowizyjnej w diagnostyce wybranych podzespołów środków transportu, które przedstawiono w postaci termogramów powstałych na bazie wybranych badań diagnostycznych z użyciem kamery termowizyjnej OPTRIS PI 160.

РЕФЕРАТ

ВОЄВОДА Павел. Тепловізійна методика в діагностиці транспортних засобів / ВОЄВОДА Павел, ВОС Павел // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

У статті представлено застосування методів тепловізування в діагностиці компонентів і систем транспортних засобів. Описані основні риси тепловізійної діагностики і можливість її застосування в діагностиці транспортних засобів. Показані приклади використання тепловізійних методів в діагностиці апаратних засобів транспорту, що представлені у вигляді теплових зображень, створених на основі вибраних діагностичних тестів з використанням тепловізора Optris PI 160.

ABSTRACT

WOJEWODA Pawel, WOS Pawel. Thermovision technique in the diagnosis of means of transport. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The article presents the use of thermovision techniques in the diagnosis of components and systems means of transport. It describes the basic features of thermovision diagnostics and the possibility of its application in the diagnosis of means of transport. It contains examples of the use of thermovision techniques in the diagnosis of the hardware means of transport, which is presented in the form of thermal images created on the basis of selected diagnostic tests using a thermal imaging camera Optris PI 160.

AUTORZY:

WOJEWODA Paweł, 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

АВТОР:

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

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:

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

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:

Посвятенко Е. К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, Київ, Україна.

Запорожець Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового Інституту екологічної безпеки, Національного авіаційного університету, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Posvyatenko E. K., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Professor, Department of Manufacture, Repair and Materials, Kyiv, Ukraine.

Zaporozhets O. I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational-research Institute for Environmental Safety, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.436:665.75
UDC 621.436:665.75

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Філоненко О.Д., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MATHEMATICAL MODELING OF INFLUENCE HYDROGEN-CONTAINING GAS ON INDICATORS OF ENGINE WITH SPARK IGNITION

Filonenko O.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОРОДОСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА НА ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Филоненко А.Д., Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Вступ. На сьогоднішній день через значне зростання кількості автомобільного транспорту в світі гостро постають дві проблеми: це зменшення світових запасів викопних вуглеводневих палив та високий рівень забруднення, спричинений їх використанням. Задля зменшення екологічного навантаження постійно ведуться розробки нових та вдосконалення, вже існуючих, енергоустановок автомобільного транспорту, які мають вищі паливно-економічні характеристики та кращі екологічні показники.

На разі повністю відмовитись від використання вуглеводневих палив, як основного енергоносія, для автомобільного транспорту, - неможливо. Проте роботи, що направлені на зменшення їх відсоткового значення у загальному вжитку, зокрема створення гібридних силових установок, електротягових та енергоустановок, що працюють на водні, набувають все більшого розповсюдження.

Постановка проблеми. Актуальність питання про використання водневмісного газу, як продукту гідролізу водного розчину лугу, на сьогоднішній день досить висока, адже прогнозування його впливу на показники паливної економічності та екологічні показники двигунів з іскровим запалюванням дадуть змогу визначити межі їх зміни.

Мета роботи – визначення залежностей зміни показників паливної економічності та екологічних показників двигунів з іскровим запалюванням при додаванні різної відсоткової добавки водневмісного газу.

Основна частина.

Водень, як моторне паливо, в порівнянні із вуглеводневими паливами має значно вищу нижчу теплоту згоряння, енергію запалювання майже в 10 разів нижчу, майже втричі вищу швидкість горіння і межі запалювання з коефіцієнтом надміру повітря від 0,15 до 10, проте є менш стабільним [1]. Оскільки зберігання водню, в чистому вигляді, на борту автомобіля має цілий ряд складностей, а існуючі способи малоефективні [2], тому досить популярними є установки здатні продукувати водневмісні сполуки прямо на борту автомобіля. Це може бути або теплова конверсія метану, або електроліз водного розчину лугу [3].

В Національному транспортному університеті досліджується ефективність додавання водневмісного газу, як продукту електролізу 10% водного розчину лугу КОН, до повітряного заряду двигунів з іскровим запалюванням на двигунах з карбюраторною системою живлення (MeM3-245) та системою розподіленого впорскування палива (OPEL C30NE). За результатами серії випробувань встановлено, що додавання різних відсоткових значень добавок водневмісного газу до повітряного заряду покращує паливну економічність в середньому на двигунах з карбюраторною системою живлення покращилась на 4-7% [4,5], на двигунах із системою розподіленого впорскування вона покращилась на 3% [6].

Для описання двигуна внутрішнього згоряння, як споживача палива, повітря та відпрацьованих газів, були створені поліноміальні залежності зміни показників роботи двигуна з іскровим запалюванням та зворотнім зв'язком 6Ч 9,5/6,98 (OPEL C30NE). Даний тип двигуна був обраний, тому що має сучасні системи підтримання стехіометричного складу суміші. Для оптимізації досліджень

був створений план факторного експерименту (табл.1), який в подальшому застосовувався для визначення зміни показників роботи двигуна. План був складений з врахуванням трьох змінних: : процентний вміст добавки водневмісного газу ($V_{\%}$), частота обертання колінчастого вала двигуна (n_d) та розрідження у впускному трубопроводі (Δp_k).

Значення змінних були вибрані відповідно до величин, що використовуються у математичній моделі руху автомобіля за Європейським їздовим циклом (частота обертання колінчастого вала двигуна (n_d) та розрідження у впускному трубопроводі (Δp_k) та за результатами попередніх випробувань (значення відсоткової величини добавки водневмісного газу). Оскільки значення відсоткової величини добавки водневмісного газу прирівнювалось до маси палива, то і об’єм подачі водневмісного газу у контрольних точках теж різний. Він наведений у плані факторного експерименту.

Визначення величини об’єму водневмісного газу, що використовується при кожному режимі, дає змогу визначити затрати на його продукування та аналізувати його вплив на паливну економічність не тільки в цілому, але і в кожній окремій точці. В подальшому ці дані стануть рекомендаціями при розробці програмного забезпечення системи продукування та подачі водневмісного газу. Приріст потужності має майже лінійну залежність приросту відповідно до збільшення величини відсоткової добавки водневмісного газу у всьому діапазоні частот обертання двигуна та розрідження у впускному колекторі, що використовувались в ході експерименту.

За результатами експерименту були сформовані поліноміальні залежності показників роботи двигуна. Поліномом від трьох незалежних змінних третього степеня були описані концентрації у відпрацьованих газах (ВГ) оксидів азоту та оксиду вуглецю (1),

$$\begin{aligned} A_3^3 = & a_0 + a_1 \cdot V_{\%} + a_2 \cdot n_d + a_3 \cdot \Delta p_k + a_{11} \cdot V_{\%}^2 + a_{22} \cdot n_d^2 + a_{33} \cdot \Delta p_k^2 + \\ & + a_{12} \cdot V_{\%} \cdot n_d + a_{13} \cdot V_{\%} \cdot \Delta p_k + a_{23} \cdot n_d \cdot \Delta p_k + a_{111} \cdot V_{\%}^3 + a_{222} \cdot n_d^3 + \\ & + a_{333} \cdot \Delta p_k^3 + a_{112} \cdot V_{\%}^2 \cdot n_d + a_{113} \cdot V_{\%}^2 \cdot \Delta p_k + a_{122} \cdot V_{\%} \cdot n_d^2 + \\ & + a_{223} \cdot n_d^2 \cdot \Delta p_k + a_{133} \cdot V_{\%} \cdot \Delta p_k^2 + a_{233} \cdot n_d \cdot \Delta p_k^2 + a_{123} \cdot V_{\%} \cdot n_d \cdot \Delta p_k \end{aligned} \quad (1)$$

годинні витрати палива та повітря, концентрації у ВГ діоксиду вуглецю та вуглеводнів описані поліномом від трьох незалежних змінних другого степеня (2).

$$\begin{aligned} A_3^2 = & a_0 + a_1 \cdot V_{\%} + a_2 \cdot n_d + a_3 \cdot \Delta p_k + a_{11} \cdot V_{\%}^2 + a_{22} \cdot n_d^2 + a_{33} \cdot \Delta p_k^2 + \\ & + a_{12} \cdot V_{\%} \cdot n_d + a_{13} \cdot V_{\%} \cdot \Delta p_k + a_{23} \cdot n_d \cdot \Delta p_k \end{aligned} \quad (2)$$

Таблиця 1 – Результати проведення факторного експерименту

№	X ₁	X ₂	X ₃	V _{газу} , %	n _д , хв ⁻¹	Δp _к , кПа	M _к , Н·м	G _п , кг/год	G _{пов} , кг/год	t _{ох} , °C	t _{вг} , °C	α
1	1	1	1	7	2800	68	8,66	3,61	54,11	97	475	0,98
2	1	1	-1	7	2800	44	76,5	7,3	111,48	97	530	0,98
3	1	-1	1	7	1200	68	2,89	1,34	18,83	96	300	0,99
4	1	-1	-1	7	1200	44	65	3,11	44,66	84	320	0,99
5	-1	1	1	0	2800	68	7,22	3,87	56,6	94	440	0,98
6	-1	1	-1	0	2800	44	76,5	7,59	114,53	96	518	0,99
7	-1	-1	1	0	1200	68	2,89	1,78	23,96	85	235	0,99
8	-1	-1	-1	0	1200	44	56,3	3,04	41,34	92	330	0,99
9	0	0	0	3,5	2000	56	37,7	3,85	56,75	97	450	0,99
10	1	0	0	7	2000	56	41,9	3,93	57,17	94	440	0,99

Продовження таблиці 1

11	-1	0	0	0	2000	56	36,8	3,93	57,85	93	380	0,99
12	0	1	0	3,5	2800	56	44,8	5,63	85,17	96	525	0,99
13	0	-1	0	3,5	1200	56	30,3	2,23	31,55	90	332	0,99
14	0	0	1	3,5	2000	68	8,66	2,52	37,43	96	370	0,99
15	0	0	-1	3,5	2000	44	73,7	5,11	76,16	96	460	0,98
16	½	0	0	5,25	2000	56	39	3,92	57,58	86	440	0,99
17	-½	0	0	1,75	2000	56	37,5	3,91	57,70	97	440	0,99
18	0	½	0	3,5	2400	56	39	4,81	71,59	90	480	0,99
19	0	-½	0	3,5	1600	56	40,4	3,17	43,58	86	405	0,99
20	0	0	½	3,5	2000	62	20,2	3,23	47,08	85	420	0,99
21	0	0	-½	3,5	2000	50	54,9	4,48	65,86	96	455	0,99

Як видно з табл.1 додавання водневмісного газу призводить до підвищення потужності майже по всьому діапазону частот обертання колінчастого вала двигуна, хоча більш виражений характер приросту зафіксований на низьких частотах обертання. Одночасно з цим слід відмітити зниження годинної витрати палива, що свідчить про покращення процесів згоряння палива всередині циліндра. Зниження годинної витрати повітря можна пояснити частковим заміщенням об'єму повітряного заряду об'ємом водневмісного газу, що подавався в циліндри двигуна.

Поліноміальні залежності, що отримані за результатами експерименту, використовуються у обчисленнях математичної моделі руху автомобіля за Європейським їздовим циклом, з метою оптимізації використання водневмісного газу на різних ділянках циклу.

Висновок. Використання водневмісних сполук є одним з ефективних способів покращення паливної економічності та екологічних показників роботи двигунів з іскровим запалюванням. Однак через те, що ефективність використання добавок має обмеження, тому для їх оптимального використання слід враховувати режим роботи двигуна. Для більшої достовірності розрахункових значень варто також враховувати затрати на отримання необхідної кількості газу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бахман Н.Н., Біляєв А.Ф. Горение гетерогенных конденсированных систем. - М.:Наука, 1967.Глава 1
2. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В. та ін.. Екологія та автомобільний транспорт. Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене. – К.: Арістей, 2008. – 296с.
3. В.М. Фомин, Р.Р. Хакимов, Д.В. Шевченко Водород как химический реагент в кинетическом механизме образования углерода в дизеле / Международный научно-технический журнал «Транспортна альтернативном топливе» - № 3 (21) - 2011 г.- с.10-14
4. Гутаревич Ю.Ф.Вплив додавання суміші водню з киснем на паливну економічність і токсичність бензинового двигуна в режимі холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, А. О. Корпач, Є.В. Шуба, О. Д. Філоненко, І. В. Самойленко // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29. <http://www.ntu.edu.ua>
5. Гутаревич Ю.Ф. Використання добавки водневмісного газу до повітряного заряду для покращення показників двигунів з карбюраторною системою живлення в режимах холостого ходу. / Ю. Ф. Гутаревич, Є.В. Шуба // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 30. <http://www.ntu.edu.ua>
6. Гутаревич Ю. Ф., Корпач А.А., Карєв С.В., Філоненко О.Д., Шуба Є.В. Ефективність добавки водневмісного газу до повітряного заряду бензинових двигунів.

REFERENCES

1. Bachmann N.N., Bilyaev A.F. Combustion of heterogeneous condensed systems. - M.: Nauka, 1967. Chapter 1
2. Gutarevich Y.F., Zerkalov D.V. & other. Ekologiya avtomobilny transport. Navchalna posibnik 2-n species., Pereroblene that dopovnene. - K.: Aristey 2008. – 296p.
3. Fomin V.M., Hakymov R.R., Shevchenko D.V. Hydrogen chemical reactant in kinetical mechanism of forming of carbon in diesel / International Scientific and Technical Journal "Transport Alternative Fuel» - № 3 (21) - 2011 g - p.10-14
4. Gutarevych Yu.F. Vplyv adding a mixture of hydrogen and oxygen to fuel efficiency and toxicity petrol engine idling. / YF Gutarevych, AO Korpach EV Shuba, AD Filonenko, IV Samoilenko // Proceedings of the National Transport University. - K., NTU, 2014. -Vyp. 29. [http // www.ntu.edu.ua](http://www.ntu.edu.ua)
5. Gutarevych YF The use of additives vodnevnisnogo gas to air charge for improvement of engines carburettor system power when idling. / YF Gutarevych EV Shuba // Proceedings of the National Transport University. - K., NTU, 2015. -Vyp. 30. [http // www.ntu.edu.ua](http://www.ntu.edu.ua)
6. Gutarevych Y.F., Korpach A.A., Karev S.V., Filonenko A.D., Shuba E.V. Efficiency of additives hydrogenincluding gas to gasoline engine air charge

РЕФЕРАТ

Філоненко О.Д. Математичне моделювання впливу водневмісного газу на показники двигуна з іскровим запалюванням / О.Д. Філоненко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

В статті проаналізовано дані факторного експерименту, метою якого було визначення впливу добавки водневмісного газу до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням на показники його роботи.

Мета роботи – визначення залежностей зміни показників паливної економічності та екологічних показників двигунів з іскровим запалюванням при додаванні різної відсоткової добавки водневмісного газу.

Метод дослідження – аналіз результатів експериментальних досліджень двигуна з іскровим запалюванням.

Проаналізовано можливість використання водневмісного газу, як добавки до повітряного заряду двигуна з іскровим запалюванням. Наведено залежності зміни показників його роботи, які отримані в результаті проведення факторного експерименту. Факторний експеримент використаний, як інструмент оптимізації досліджень. На основі отриманих результатів було визначено поліноміальні моделі, що описують годинні витрати палива і повітря та концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Результати висвітлені у статті можуть бути використані під час роботи з математичними моделями руху автомобіля за Європейським їздовим циклом та визначення оптимальності використання водневмісного газу в різних режимах роботи двигуна.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДВИГУНИ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ, ФАКТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ

ABSTRACT

Filonenko O.D. Mathematical modeling of influence hydrogen-containing gas on indicators of engine with spark ignition. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The paper analyzes data factorial experiment whose purpose was to determine the effect of additives hydrogen-containing gas to the air charge of the engine with spark ignition at the performance of his work. Purpose - to determine dependency changes of fuel efficiency and environmental performance of engines with spark ignition while adding various additives interest hydrogen-containing gas. The method of research - analysis of experimental research engine with spark ignition. The possibility use of hydrogen-containing gas as a supplement to air charge of the engine with spark ignition. Dependences of changes of his work, received as a result of factorial experiment. Factorial design used as a tool of optimization studies. Based on the results it was determined polynomial model describing the hourly cost of fuel and air and the concentration of harmful substances in exhaust gases. Results highlighted in the article can be used when working with mathematical models of vehicle movement

on the European driving cycle and determine the optimal use of hydrogen-containing gas to different modes of engine operation.

KEY WORDS: ENGINES WITH SPARK IGNITION, FACTORIAL EXPERIMENT, MATHEMATICAL MODEL, FUEL ECONOMY

РЕФЕРАТ

Филоненко А.Д. Математическое моделирование влияния водородсодержащего газа на показатели двигателя с искровым зажиганием / А.Д. Филоненко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье проанализированы данные факторного эксперимента, целью которого было определение влияния добавки водородсодержащих газа в воздушного заряда двигателя с искровым зажиганием на показатели его работы.

Цель работы - определение зависимостей изменения показателей топливной экономичности и экологических показателей двигателей с искровым зажиганием при добавлении различных процентной добавки водородсодержащих газа.

Метод исследования - анализ результатов экспериментальных исследований двигателя с искровым зажиганием.

Проанализирована возможность использования водородсодержащих газа, в качестве добавок к воздушному заряду двигателя с искровым зажиганием. Приведены зависимости изменения показателей его работы, полученные в результате проведения факторного эксперимента. Факторный эксперимент использован как инструмент оптимизации исследований. На основе полученных результатов были определены полиномиальные модели, описывающие часовые расходы топлива и воздуха и концентрации вредных веществ в отработанных газах.

Результаты освещены в статье могут быть использованы при работе с математическими моделями движения автомобиля по Европейским ездовым циклом и определения оптимальности использования водородсодержащих газа в различных режимах работы двигателя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВИГАТЕЛИ С ИСКОВИМ ЗАЖИГАНИЯ, ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

АВТОРИ:

Філоненко Олександр Дмитрович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри «Двигунів і теплотехніки», e-mail: charone@ukr.net, тел. +380936405226, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHORS:

Filonenko Oleksandr Dmytrovich, National transport university, postgraduate department of "Motors and heating», e-mail: charone@ukr.net. +3800936405226, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorov str. 1.

АВТОРЫ:

Филоненко Александр Дмитриевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: charone@ukr.net, тел. +380936405226, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор кафедри автомобілі та автомобільне господарство, Житомир, Україна

REVIEWER:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobile, Kyiv, Ukraine.

Kravchenko A.P., Doctor of Technical Science, Professor, Zhytomyr Stste Tehnological University, Professor Departments Automobiles and Automobile Industry, Zhytomyr, Ukraine.

УДК 625.7/8
UDK 625.7/8

BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO W POLSCE

ZIELIŃSKA Edyta, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В ПОЛЬЩІ

ЗЕЛІНСЬКА Едита, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ROAD TRAFFIC SAFETY IN POLAND

ZELINSKA Edyta, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

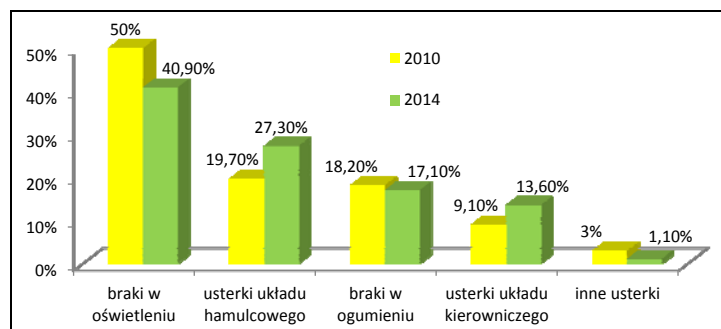
WSTĘP

Poziom bezpieczeństwa na polskich drogach z roku na rok ulega poprawie. Według danych Komisji Europejskiej określających poziom bezpieczeństwa na europejskich drogach Polska w 2015 r. awansowała o 3 pozycje w stosunku do poprzednich lat. Ilość wypadków w Polsce zmniejszyła się z 38.832 w 2010 r. do 34.970 w 2014 r. Podobnie sytuacja poprawiła się odnośnie osób poszkodowanych w wypadkach w 2010 r. było 48.952 osoby ranne a w 2014 r. – 42.545, natomiast ofiar śmiertelnych w roku 2010 było 3.907 a w roku 2014 – 3.202. Zmniejszyła się również ilość sprawców wypadków mężczyzn – w roku 2010 było ich 77,1% a 2014 r. 74,5%, zmniejszyła się także ilość nieznanych sprawców, którzy zbiegli z miejsca wypadku – w roku 2010 było ich 4,3% a w 2014 r. 4,1%, natomiast pogorszyła się sytuacja dotycząca ilości sprawców wypadków kobiet – w roku 2010 było ich 18,6% a 2014 r. 21,4% [5].

Największy wpływ na poprawę sytuacji w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce miała intensywna rozbudowa i modernizacja istniejącej sieci drogowej. Do zmniejszenia ilości wypadków i kolizji przyczyniły się również działania policji oraz Inspekcji Transportu Drogowego, których celem było nadzorowanie wszystkich uczestników ruchu drogowego przy pomocy coraz większej ilości urządzeń do kontroli m.in. prędkości czy trzeźwości. Ważne znaczenie w omawianej kwestii miało także zaostreżenie sankcji karnych stosowanych wobec kierowców łamiących przepisy prawa oraz wprowadzenie nowych rozwiązań, dotyczących m.in. zatrzymywania prawa jazdy za przekroczenie dopuszczalnej prędkości w obszarze zabudowanym o ponad 50 km/h. Pozytywny skutek przyniosły także liczne kampanie społeczne i projekty informacyjno-edukacyjne m.in. pn. „10 mniej. Zwolnij” namawiające do właściwego zachowania wśród kierowców pojazdów samochodowych, motocyklistów, rowerzystów i pieszych. Również istotną rolę, szczególnie w zmniejszeniu szkód osobowych wynikających z wypadków drogowych, ma efektywność systemów ratownictwa i opieki powypadkowej [2,4].

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NEGATYWNIE NA BRD W POLSCE

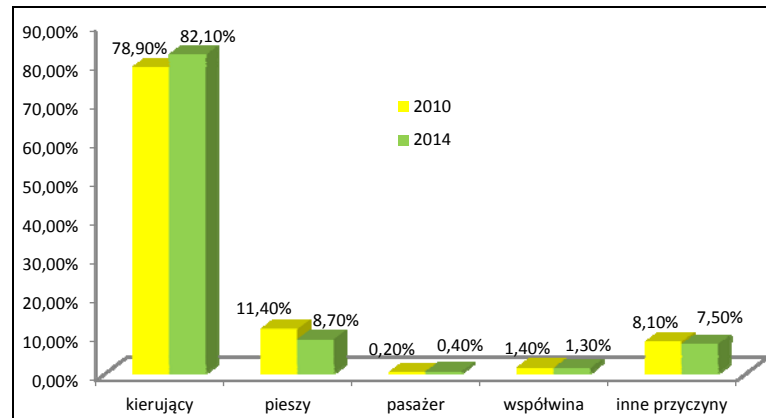
Na bezpieczeństwo ruchu drogowego w Polsce wpływ mają zarówno czynniki osobowe oraz pozaosobowe. Do pierwszej grupy czynników należy zaliczyć stan zdrowia kierowcy, jego samopoczucie, sprawność psychomotoryczną oraz umiejętności w prowadzeniu pojazdu i szybkość reagowania na zmieniające się warunki na drodze. Do drugiej grupy czynników wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego należy zaliczyć stan techniczny pojazdu (rys. 1), stan infrastruktury drogowej, warunki atmosferyczne, elementy rozpraszające uwagę kierującego (np. dzwoniący telefon), zachowania innych uczestników ruchu (np. pieszych, rowerzystów) [1].



Rys. 1. Usterki stanu technicznego samochodów przyczyniające się do wypadków w wybranych latach [5]

W oparciu o dane pokazane na rys. 1 można wyciągnąć wnioski, że najczęstszą przyczyną wypadków, biorąc pod uwagę stan techniczny samochodów, są braki w oświetleniu, które ograniczają widoczność oraz usterki układu hamulcowego.

Z przeprowadzonych analiz czynników wpływających na wypadkowość w Polsce wynika, że najpoważniejszym zagrożeniem dla bezpieczeństwa ruchu drogowego jest kierowca i jego nieodpowiedzialne zachowania, tj. poruszanie się z nadmierną prędkością, nieprzestrzeganie pierwszeństwa przejazdu, pierwszeństwa pieszych i innych obowiązujących zasad. Istotnym problemem jest także nietrzeźwość kierowców oraz brawura, szczególnie młodych osób, którzy pomimo braku doświadczenia zachowują się ryzykownie [3,4]. Udział wszystkich sprawców wypadków przedstawiono na rys. 2.



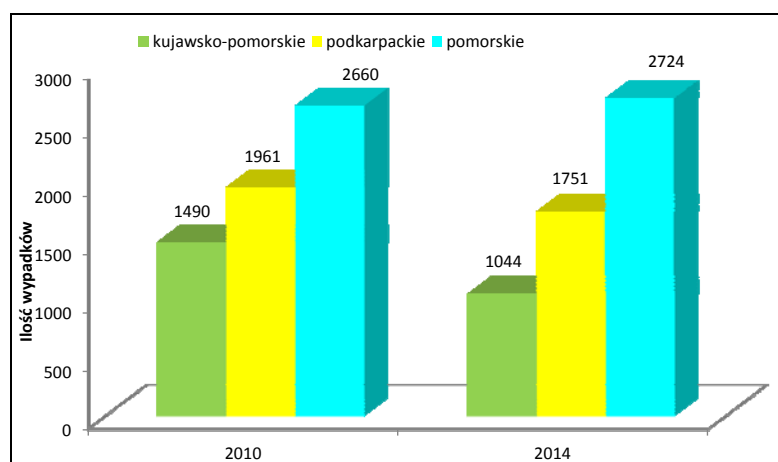
Rys. 2. Sprawcy wypadków w wybranych latach [5]

Do analizy porównawczej bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce wybrano trzy województwa: kujawsko-pomorskie, podkarpackie i pomorskie (rys. 3). Wybór województw do oceny był podyktowany tym, że łączy je wiele podobieństw, posiadają zbliżoną do siebie powierzchnię (kujawsko-pomorskie – 17.972 km², podkarpackie – 17.846 km² i pomorskie – 18.310 km²), ilość mieszkańców (kujawsko-pomorskie – 2.098.370, podkarpackie – 2.128.687 i pomorskie – 2.283.500), gęstość zaludnienia na km² (kujawsko-pomorskie – 117, podkarpackie – 119 i pomorskie – 125) oraz ilość miast (kujawsko-pomorskie – 52, podkarpackie – 51 i pomorskie – 42).



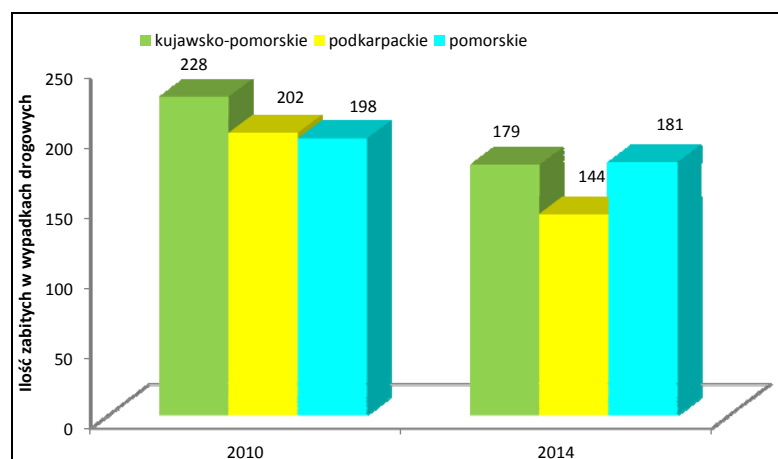
Rys. 3. Powierzchnie wybranych do oceny BRD polskich województw [6]

Pierwszym kryterium porównawczym pozwalającym na ocenę bezpieczeństwa ruchu drogowego w wybranych województwach będzie ilość wypadków (rys. 4), zabitych i rannych (rys. 5, rys. 6) w latach 2010 i 2014.



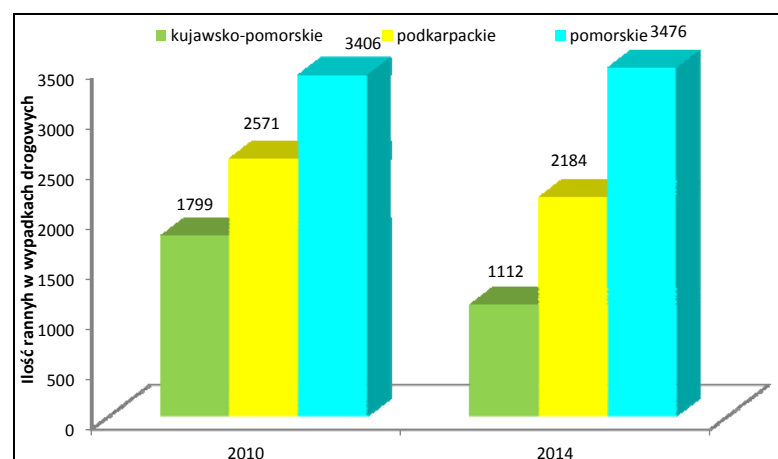
Rys. 4. Ilość wypadków drogowych na przykładzie wybranych województw [5]

Z powyższego wykresu wynika, że do największej ilości wypadków w analizowanych latach doszło w województwie pomorskim, a najbezpieczniej było w województwie kujawsko-pomorskim. Można także zauważyć, że sytuacja w województwie kujawsko-pomorskim i podkarpackim w 2014 r. w porównaniu do roku 2010 znacznie się poprawiła, natomiast w województwie pomorskim odnotowano wzrost wypadków z 2660 w 2010 r. do 2724 w roku 2014.



Rys. 5. Ilość zabitych w wypadkach drogowych na przykładzie wybranych województw [5]

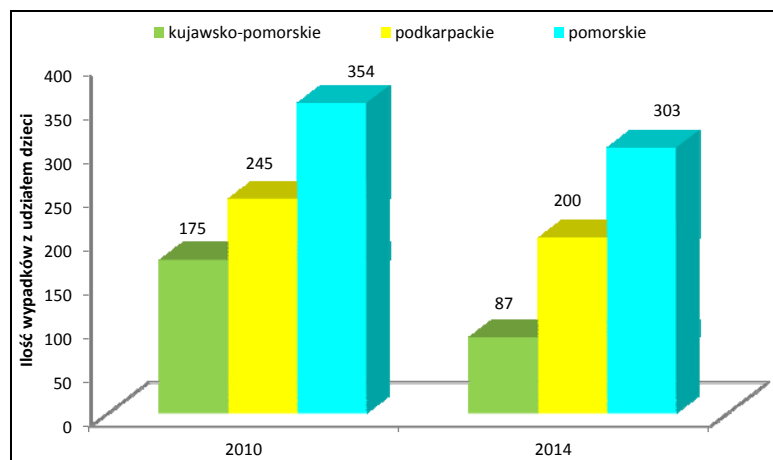
Rys. 5 przedstawia dane dotyczące ilości ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych, które wydarzyły się w 2010 i 2014 r. Zauważyć można, że w każdym z ocenianych województw sytuacja w tym zakresie poprawiła się. Najwięcej zбитych w 2010 r. było w województwie kujawsko-pomorskim a najmniej w pomorskim, natomiast w roku 2014 najwięcej ofiar śmiertelnych było w województwie pomorskim a najmniej na Podkarpaciu.



Rys. 6. Ilość rannych w wypadkach drogowych na przykładzie wybranych województw [5]

Biorąc pod uwagę ilość rannych w wypadkach drogowych w wybranych do analizy BRD województwach należy stwierdzić, że na Pomorzu było najniebezpieczniej zarówno w 2010, jak również w 2014 r. W pozostałych województwach zmniejszyła się ilość poszkodowanych w wypadkach w 2014 r. w porównaniu do roku 2010.

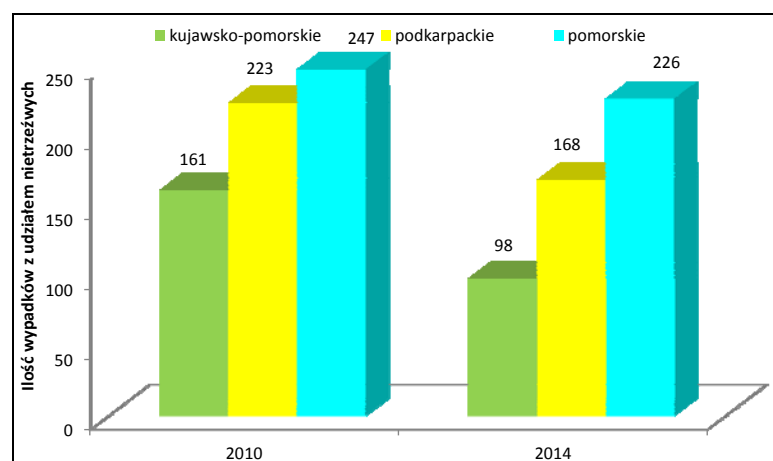
Wybrane do oceny bezpieczeństwa ruchu województwa kujawsko-pomorskie, podkarpackie i pomorskie porównano również w zakresie ilości wypadków z udziałem dzieci do lat 14 (rys. 7).



Rys. 7. Ilość wypadków z udziałem dzieci do lat 14 na przykładzie wybranych województw [5]

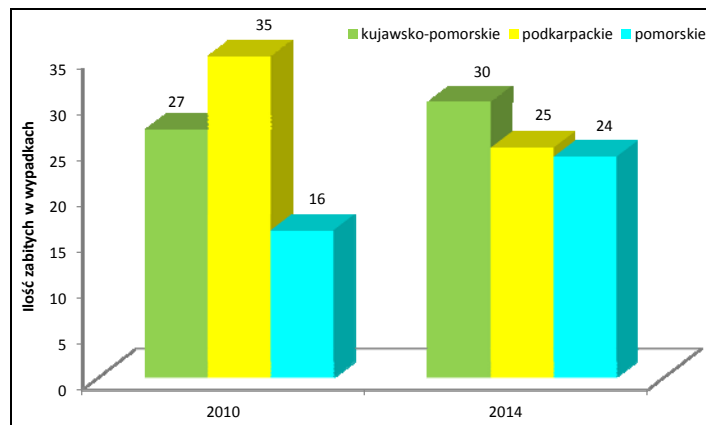
Dane przedstawione na rys. 7 informują o poprawie bezpieczeństwa dzieci we wszystkich analizowanych województwach. Najlepiej pod tym względem sytuacja ponownie wygląda w województwie kujawsko-pomorskim, ponieważ liczba poszkodowanych w wypadkach dzieci zmniejszyła się w 2014 r. do 87 z 175 w roku 2010. Najniebezpieczniej dla dzieci w porównywanych latach było w województwie pomorskim.

Na kolejnych wykresach przedstawiono dane statystyczne dotyczące udziału nietrzeźwych uczestników ruchu drogowego w ilości wypadków (rys. 8), zabitych (rys. 9) oraz rannych (rys. 10). Z pokazanych zestawień wynika, że w większości ocenianych przypadków sytuacja uległa znacznej poprawie. Wyjątek od tej reguły stanowią wyniki dotyczące ilości ofiar śmiertelnych w wypadkach z udziałem nietrzeźwych uczestników ruchu drogowego w województwach kujawsko-pomorskim i pomorskim, ponieważ ilość zabitych wzrosła tam w roku 2014 w porównaniu do 2010 r.



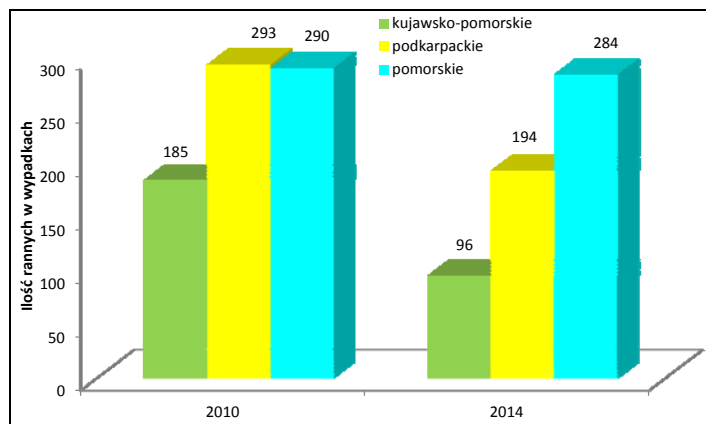
Rys. 8. Ilość wypadków z udziałem nietrzeźwych użytkowników ruchu na przykładzie wybranych województw [5]

Ilość wypadków z udziałem nietrzeźwych użytkowników ruchu, pokazana na rys. 8, była zarówno w 2010 r., jak i w roku 2014 najmniejsza w województwie kujawsko-pomorskim a największa w województwie pomorskim. W województwie kujawsko-pomorskim również ilość wypadków najbardziej się zmniejszyła w 2014 r. w stosunku do 2010 r., bo aż o 63 wypadki, na Podkarpaciu o 55 wypadków, a w województwie pomorskim spadek był najmniejszy, ilość wypadków zmniejszyła się tam zaledwie o 21.



Rys. 9. Ilość zabitych w wypadkach drogowych z udziałem nietrzeźwych uczestników ruchu na przykładzie wybranych województw [5]

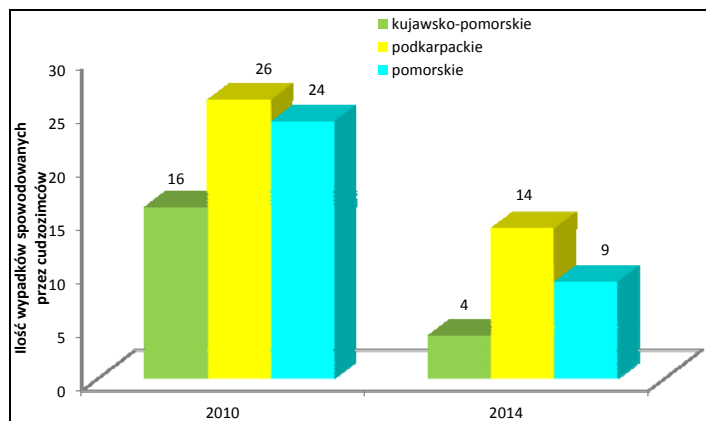
Porównując ilości zabitych osób w wypadkach w latach 2010-2014 w wybranych województwach można stwierdzić, że tylko na Podkarpaciu sytuacja się znacznie poprawiła. W przypadku województwa pomorskiego w 2014 r. ilość ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych wzrosła w stosunku do 2010 r. o 8 osób.



Rys. 10. Ilość rannych w wypadkach drogowych z udziałem nietrzeźwych uczestników ruchu na przykładzie wybranych województw [5]

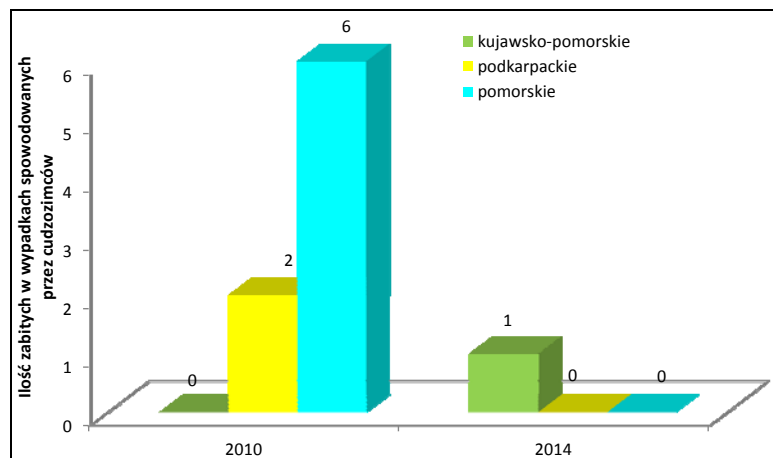
Zaprezentowane na rys. 10 dane pokazują, że w porównaniu do 2010 r. w 2014 r. zmniejszyła się ilość rannych w wypadkach z udziałem nietrzeźwych użytkowników ruchu we wszystkich ocenianych województwach. Najlepiej w tym temacie prezentuje się Podkarpacie, ponieważ odnotowano w nim największy spadek ilości poszkodowanych o 99 mniej w roku 2014 niż w 2010 r., natomiast w województwie pomorskim w tym samym okresie ilość rannych zmniejszyła się zaledwie o 6 osób.

Ostatnim kryterium oceniającym bezpieczeństwo ruchu drogowego w wybranych województwach jest ilość wypadków spowodowanych przez cudzoziemców, którzy coraz częściej odwiedzają Polskę (rys. 11, rys. 12, rys. 13).



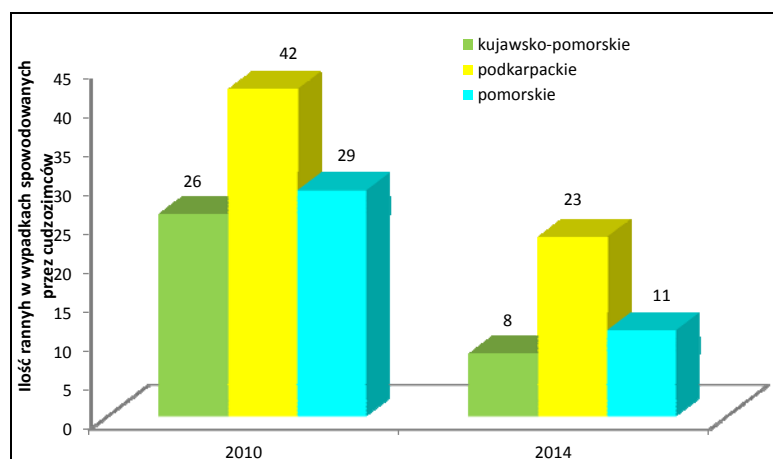
Rys. 11. Ilość wypadków spowodowanych przez cudzoziemców na przykładzie wybranych województw [5]

Wyniki pokazane na powyższym wykresie pozwalają stwierdzić, że w roku 2014 zmniejszyła się ilość wypadków spowodowanych przez osoby z zagranicy w stosunku do danych z 2010 r. Największy spadek tego typu wypadków odnotowano w województwie pomorskim, natomiast do największej ich ilości w latach 2010 i 2014 dochodziło na Podkarpaciu.



Rys. 12. Ilość zabitych w wypadkach spowodowanych przez cudzoziemców na przykładzie wybranych województw [5]

Biorąc pod uwagę ilości zabitych w wypadkach spowodowanych przez obcokrajowców należy zauważyć, że tylko w województwie kujawsko-pomorskim sytuacja pogorszyła się w tym zakresie. W pozostałych porównywanych województwach nie było ofiar śmiertelnych w wypadkach spowodowanych przez cudzoziemców.



Rys. 13. Ilość rannych w wypadkach spowodowanych przez cudzoziemców na przykładzie wybranych województw [5]

Z rys. 13 wynika, że sytuacja dotycząca ilości rannych w wypadkach spowodowanych przez zagranicznych kierowców w roku 2014 poprawiła się w analizowanych województwach w porównaniu do roku 2010. Najmniej poszkodowanych w wypadkach z udziałem cudzoziemców było w województwie kujawsko-pomorskim a najwięcej na Podkarpaciu, natomiast w województwie pomorskim można zauważyć największy spadek ilości rannych w 2014 r. w stosunku do roku 2010.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonej w artykule analizy bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce można wyciągnąć wniosek, że zmniejsza się ilość wypadków, ofiar śmiertelnych i rannych. Na takie wnioski, że jest coraz bezpieczniej na polskich drogach wskazują również wyniki oceny porównawczej trzech województw: kujawsko-pomorskiego, podkarpackiego oraz pomorskiego. W we wszystkich analizowanych w artykule przypadkach, których celem była ocena bezpieczeństwa ruchu drogowego, w województwach kujawsko-pomorskim oraz podkarpackim w 2014 r. poprawiła się sytuacja w porównaniu z 2010 r. Natomiast wyniki dotyczące województwa pomorskiego nie w każdym ocenianym przypadku wskazywały na poprawę, np. pogorszyły się w 2014 r. statystyki w zakresie ilości wypadków i osób w nich poszkodowanych w stosunku

do 2010 r. W ogólnym porównaniu wybranych regionów Polski w zakresie BRD należy stwierdzić, że najbezpieczniej jest w województwie kujawsko-pomorskim a najgorsza sytuacja w tym zakresie wygląda w województwie pomorskim. Istotnym wnioskiem z przeprowadzonych badań jest na pewno ten, że na Podkarpaciu duży problem stanowią sprawcy wypadków, którzy są obcokrajowcami.

LITERATURA

- [1] Bąk J., Bąk-Gajda D., Psychologia transportu i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wyd. Difin, Warszawa 2010.
- [2] Szczuraszek T.: Bezpieczeństwo ruchu miejskiego. WKiŁ, Warszawa 2008.
- [3] Wicher J.: Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego. WKiŁ, Warszawa 2002.
- [4] Zielińska E.: Wybrane aspekty bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce. Czasopismo Technika Transportu Szynowego, № 12/2015.
- [5] Raporty Komendy Głównej Policji w zakresie wypadków drogowych z 2010 i 2014 r.
- [6] Strony internetowe dotyczące wybranych województw.

STRESZCZENIE

ZIELIŃSKA Edyta. Bezpieczeństwo ruchu drogowego w Polsce / ZIELIŃSKA Edyta // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

Treść artykułu dotyczy wybranych zagadnień z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce. Wymieniono i opisano najważniejsze zagrożenia dla uczestników ruchu drogowego oraz scharakteryzowano czynniki mające wpływ na powstanie wypadków i kolizji. W artykule przedstawiono dane dotyczące przyczyn wypadków drogowych w wybranych województwach w Polsce odniesione do pory roku, dnia tygodnia, warunków atmosferycznych i miejsc zdarzenia.

РЕФЕРАТ

ЗЕЛІНСЬКА Едита. Безпека дорожнього руху в Польщі / ЗЕЛІНСЬКА Едита // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. - Вип. 2 (35).

У статті розглядаються питання безпеки дорожнього руху в Польщі. Перераховуються і описуються основні ризики для учасників дорожнього руху і характеризуються фактори, що впливають на виникнення аварій і зіткнень. У статті представлені дані про причини дорожньо-транспортних пригод в окремих воєводствах Польщі в залежності від пори року, дня тижня, погодних умов і місць виникнення подій.

ABSTRACT

ZELINSKA Edyta. Road traffic safety in Poland. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

The content of the article are issues of road safety in Poland. Lists and describes the main risks to the road and characterized factors affecting the formation of an accident and collisions. The article presents data on causes of road accidents in selected provinces in Poland as compared to the season, day of week, weather conditions and places of events.

AUTOR:

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

АВТОР:

ЗЕЛІНСЬКА 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:

Любас Я., доктор хабілітований, професор, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

Вайганг Г. О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Lubas Ja., Prof. DSc, Professor, Rzeszow Polytechnic, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Weigang G.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Assistant Professor of department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.53
UDC 504.53

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПІГМЕНТНИЙ СКЛАД ТА ОПТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСЛИН ПШЕНИЦІ

Шеремета А.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна

Лук'янова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON PIGMENT COMPOSITION AND OPTICAL PROPERTIES OF WHEAT

Sheremeta A. Y., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lukianova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ И ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

Шеремета А. Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Лукьянова В.В., кандидат химических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Об'єктивна інформація про стан рослин у кожний період їхнього розвитку потрібна для прогнозування врожаю, вирішення численних економічних та технічних питань, пов'язаних зі збиранням урожаю, формування цін на вирощувану продукцію. За таких обставин надзвичайно актуальними стають розробка та впровадження ефективних, економічно вигідних систем моніторингу за посівами на основі даних дистанційного зондування, яке дозволяє одержувати об'єктивну інформацію швидко і на великих площах [10].

Нині питання підвищення ефективності використання мінеральних добрив є дуже актуальним. Економне використання добрив сприятиме підтриманню екологічної чистоти в навколишньому середовищі, знижуючи ступінь забруднення ґрунтів та підземних вод нітратами.

Особливої актуальності ефективне використання мінеральних добрив набуває в умовах нинішнього стану сільського господарства України, коли зниження врожайності зернових часто зумовлене недостатнім забезпеченням рослин мінеральним живленням. У цій ситуації експрес-діагностика забезпеченості рослин мінеральним живленням дозволить вносити добрива насамперед на поля, які найбільше потерпають від нестачі поживних речовин [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Відомо, що урожайність та якість зерна озимої пшениці визначаються багатьма чинниками: кліматичними, ґрунтовими, а також сортом та рівнем мінерального живлення тощо. Питання взаємозв'язку урожайності, якості зерна та рівня мінерального живлення глибоко вивчалися у 60-80 роки минулого сторіччя. Однак, сучасні високо інтенсивні сорти озимої пшениці суттєво відрізняються від попередніх архітектонікою рослин, деякими біохімічними показниками та потенційною продуктивністю [1,2,7].

У багатьох літературних джерелах показано, що умови живлення рослин перш за все впливають на інтенсивність фізіологічних процесів, які відбуваються у рослинах і відповідають за інтенсивність і тривалість процесів росту, а також на величину і якість урожаю. За оптимального режиму живлення відбувається достатньо інтенсивний ріст рослини, гарна облистяність, та інтенсивний розвиток її кореневої системи, що забезпечує стабільний врожай високої якості. В умовах несприятливих режимів живлення різко пригнічуються процеси росту надґрунтової частини і кореневої системи рослини, змінюється колір її листя, виникають внутрішні анатомічні зміни окремих органів і тканин, знижується врожай [3,4].

Метою роботи було дослідження можливості визначення вмісту мінеральних елементів у рослинах пшениці за допомогою дистанційного аналізу спектральних показників листя.

Предметом дослідження був взаємозв'язок між вмістом хлорофілу і спектральними показниками та мінеральним живленням.

Методика експерименту.

Для роботи рослини пшениці вирощувалися рядковими посівами на дослідних ділянках в природних умовах на території Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (рис. 2.1) та на водному розчинні у пластикових ємкостях. При вирощуванні використовували різну концентрацію мінерального живлення. Таким чином досягалося більше різноманіття матеріалу[6,7,8].

Використовувалися такі сорти озимої пшениці:

- 1) «Подільська»;
- 2) «Достаток»;
- 3) «Смуглянка»;
- 4) «Перлина лісостепу»;
- 5) «Одеська 267».

У роботі для визначення вмісту хлорофілу в рослинному матеріалі відбирали повністю сформовані листки рослин пшениці на фазі кущіння. За дату настання фази кущіння приймали день, коли приблизно 75% рослин вступали в неї. Середній проміжок часу між відбором зразків і доставкою їх у лабораторію становив 1-2 години. При такому способі зберігання листків їхні оптичні властивості практично не змінювалися [5].

Для визначення показника кількості біомаси (L_{ma} – маса листка поділена на площу цього листка) листкові поміщали у сухожарову шафу [11].

Фотозйомка та сканування рослин пшениці

Варто відзначити, що для дослідів були використані повністю сформовані листки рослин пшениці. Визначення спектральних характеристик листків проводилися без порушення цілісності органу.

Перед безпосередньою оцінкою спектральних характеристик рослин пшениці, листки фотографували та сканували.

Для фотографування використовувалась фотокамера Canon S100 (Canon Inc., Japan) з різними параметрами витримки (T) і діафрагми (A) та така ж фотокамера тільки модифікована таким чином, щоб бути чутливою до інфрачервоного спектру. Фотографували в ручному режимі без автокорекції фотографій. Фото зберігались у форматі RAW після чого конвертувались у пакеті Photoshop у формат JPEG зі стандартними налаштуваннями.

Сканували сканером Canon MP 280 з роздільною здатністю 600 DPI та з вимкненою опцією автокорекції і фото зберігали у форматі JPEG (рис. 2.2.).

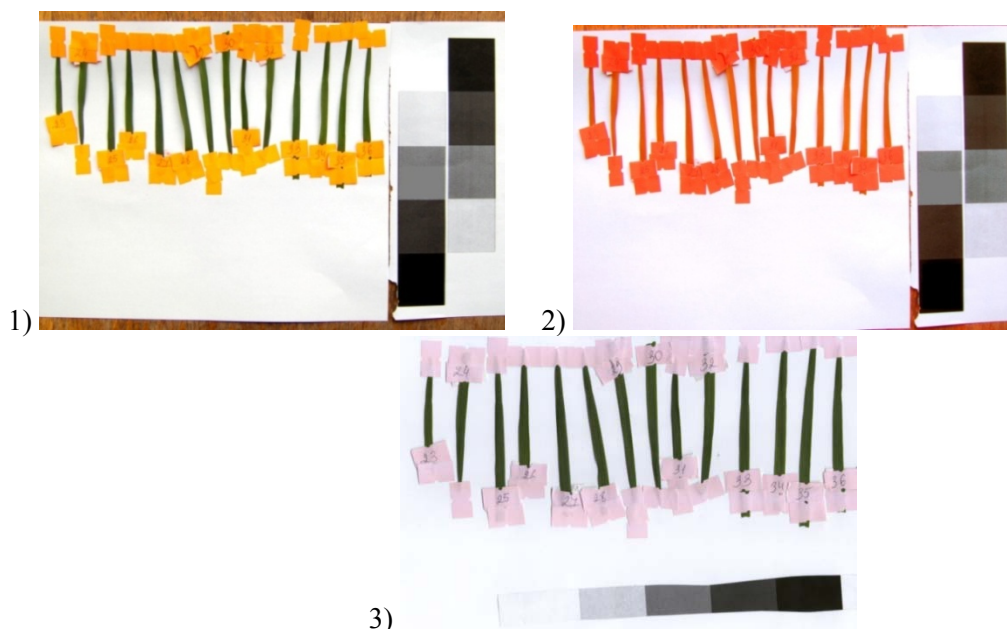


Рис. 2.2. Зображення зроблені: 1 – фотокамерою Canon S100; 2 – фотокамерою Canon S100 модифікована таким чином, щоб бути чутливою до інфрачервоного спектру; 3 – сканером Canon MP 280

Для оцінки спектральних показників використовувалася програма Adobe Photoshop CS6 (рис. 2.3.). У фотошопі вибирали частину зображення, яка відповідає листку і для кожної такої

виділеної ділянки ми заносили до таблиці середнє значення червоного (R), зеленого (G) і синього (B) колірних каналів та яскравості (L). Окрім того до таблиці ми заносили витримку і діафрагму.

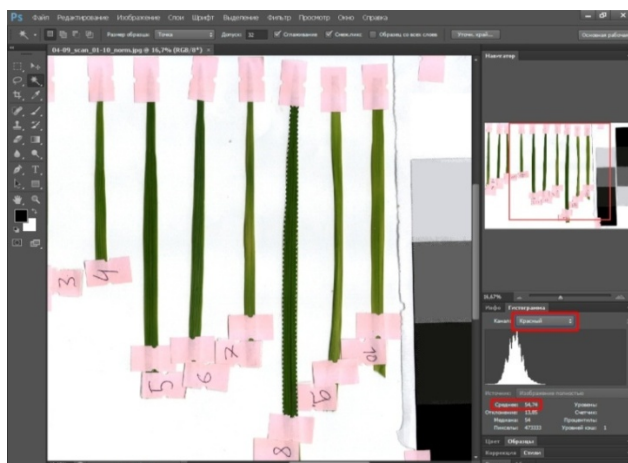


Рис. 2.3. Приклад визначення спектральних характеристик листків пшениці (*Triticum aestivum* L.) за допомогою Adobe Photoshop CS6

Всі дані були занесені до програми MS Excel, та в ній і обчисленні площі листків (рис. 2.4.).

Обчислення площі листків вираховувались за формулою. За якою необхідно пікселі області виділеного листка розділити на пікселі області всього зображення, після чого отриману частку помножити на значення ширини, а потім – висоти.

Отримані результати та висновки.

З метою виявлення сортових особливостей взаємозв'язку між вмістом хлорофілу та мінеральних добрив в рослинах були проведені дослідження на 5 сортах озимої пшениці, відібраних у фазі кушіння.

У табл. 3.1 наведено результати визначення вмісту хлорофілу в рослинах різних сортів озимої пшениці, яку вирощували на різному фоні мінерального живлення.

Таблиця 3.1 – Вміст хлорофілу у рослин різних сортів пшениці

Місце	Сорт	Мінеральне живлення	Хлорофіл мкг/см ²
Водний розчин	«Перлина лісостепу»	Кноп 0%	21,94
	«Перлина лісостепу»	Кноп 50 %	27,32
	«Перлина лісостепу»	Кноп 100%	35,84
	«Смуглянка»	Кноп 0%	30,93
	«Смуглянка»	Кноп 50 %	16,52
	«Смуглянка»	Кноп 100%	14,49
	«Одеська 267»	Кноп 0%	23,33
	«Одеська 267»	Кноп 50 %	16,27
	«Одеська 267»	Кноп 100%	27,95
	«Подільська»	Кноп 0%	-
	«Подільська»	Кноп 50 %	20,19
	«Подільська»	Кноп 100%	23,95
ІФРГНАУ (Ділянка1)	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска	45,18
	«Подільська»	нітроамофоска	48,31
	«Одеська 267»	нітроамофоска	50,46
	«Достаток»	нітроамофоска	50,23

Продовження таблиці 1

ІФРГНАНУ (Ділянка 2)	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска + інокульована	59,28
	«Одеська 267»	нітроамофоска + інокульована	52,33
	«Подільська»	нітроамофоска	51,3
	«Достаток»	нітроамофоска	70,86
	«Перлина лісостепу»	нітроамофоска	49,57
	«Одеська»	нітроамофоска	42,73

Метою роботи було вивчення зв'язку між біохімічним складом рослин пшениці і даними фотозйомки за умов різного мінерального живлення.

За результатами аналізів та розрахунків були створені графіки.

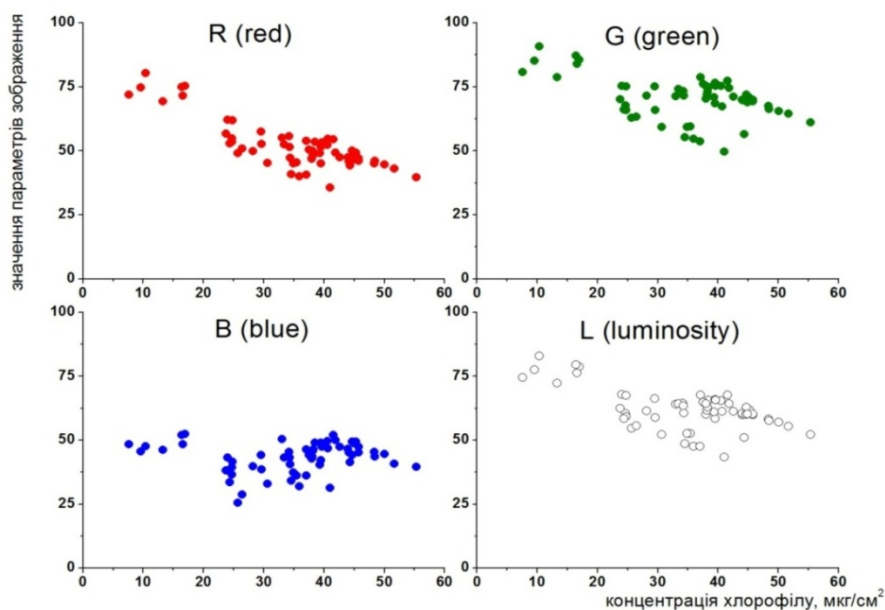


Рис. 3.1. Залежність між концентрацією хлорофілу та показниками R, G, B, L із зображення фотоапарата

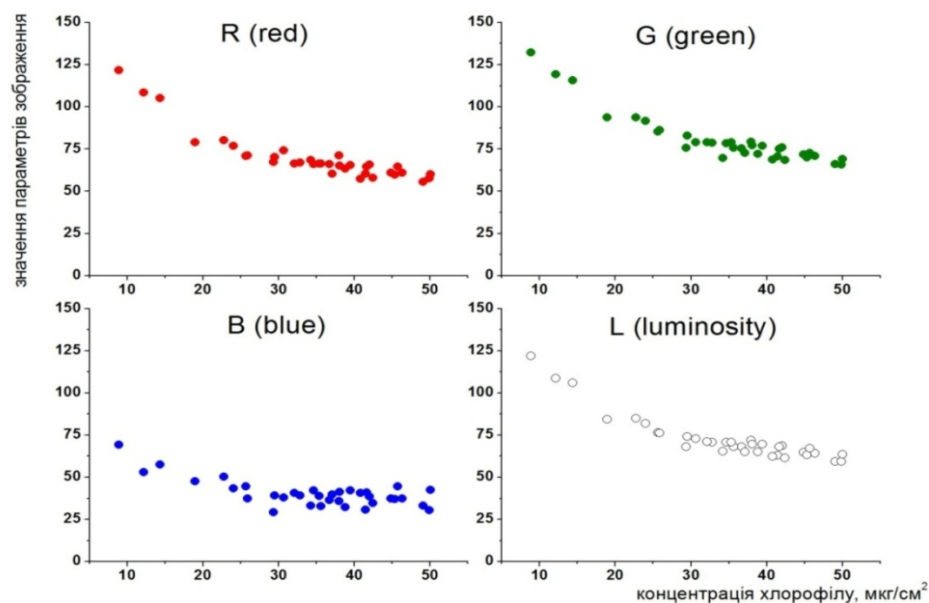


Рис. 3.2. Залежність між концентрацією хлорофілу та показниками R, G, B, L із зображення сканера

Значення параметрів зображення на графіку – це нами знайдені значення інтенсивності кожного пікселя, які мають діапазон значень від 0 до 250 для кожного компонента (R, G, B, L) кольорового зображення.

Концентрація хлорофілу (мкг/см^2) – це концентрація хлорофілу, яку визначали спектрофотометром.

Спостерігаються залежності між концентрацією хлорофілу і показниками кожного компонента (R, G, B, L) кольорового зображення. Окрім того ці залежності були не лінійними. При чому для сканеру залежності були чіткіші. Для червоного компоненту залежність була чіткіша ніж для інших компонентів зображення. Це пов'язано з тим, що умови освітлення, коли відбувалась фотозйомка відрізнялись. В тому числі у сканера своє освітлення і стандартні умови сканування.

Під час оформлення результатів було визначено, що використання окремих каналів не забезпечувало достатньої точності для визначення концентрації хлорофілу у рослинах пшениці. Тому ми використовували метод множинної регресії. І було встановлено, що використання саме всіх показників (R, G, B, L, витримки і діафрагми) давали найточніші результати, що добре видно на рис. 3.3.

З використанням усіх показників нам вдалось визначити точну формулу визначення концентрації хлорофілу.

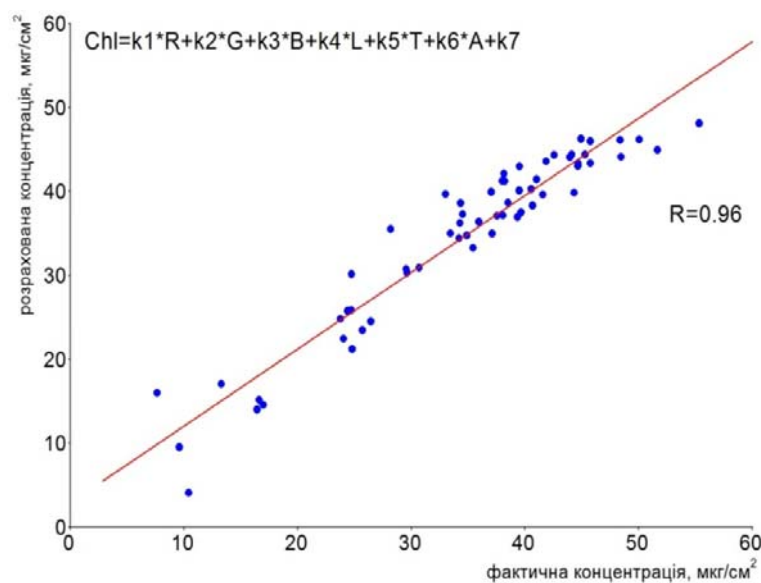


Рис. 3.3. – Модель залежностей даних фотозйомки фотоапаратом від концентрації хлорофілу

Спостерігається пряма залежність між фактичною і розрахованою концентрацією хлорофілу.

Для того щоб залежність була більш лінійною та точною використовували оберненні значення кожного параметру (рис. 3.4).

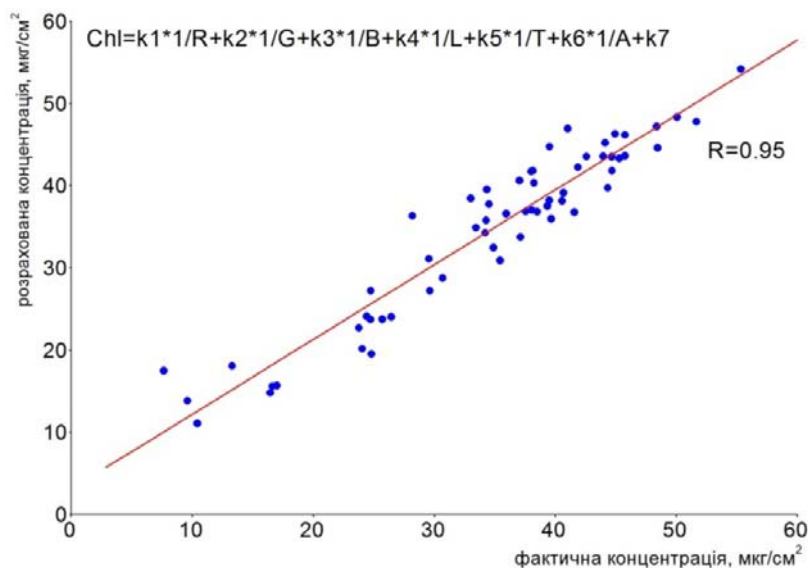


Рис. 3.4. Модель залежностей обернених даних фотозйомки фотоапаратом від концентрації хлорофілу.

Такі ж моделі створено і для зображень із сканера (рис. 3.5 і рис. 3.6).

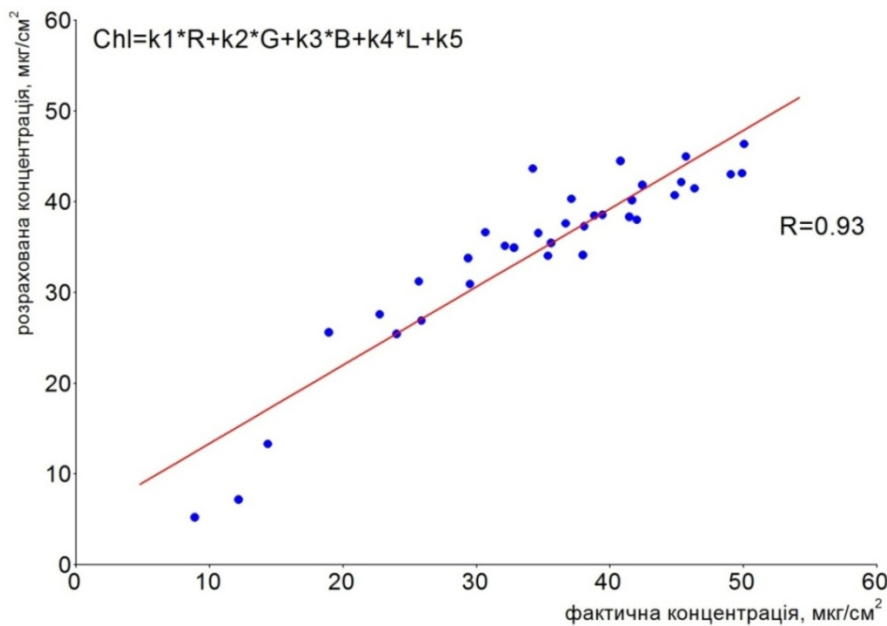


Рис. 3.5. Модель залежностей даних сканування сканером Canon MP 280 від концентрації хлорофілу.

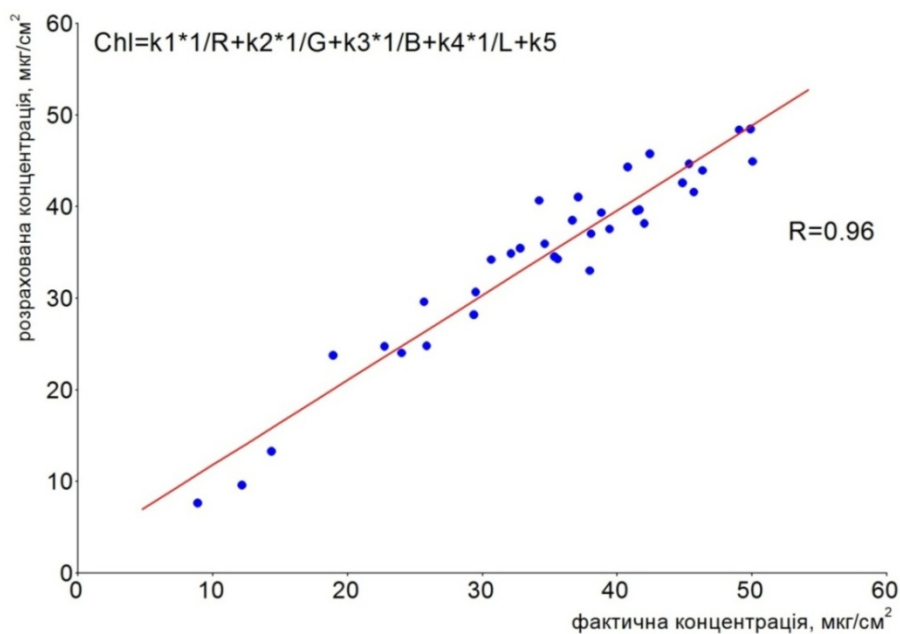


Рис. 3.6. Модель залежностей обернених даних сканування сканером Canon MP 280 від концентрації хлорофілу

Висновки

- 1) Аналіз літературних джерел показав, що цифрові фотокамери і сканери можна використовувати в якості експрес-методів, як альтернативу хімічному аналізу рослин.
- 2) Експрес-аналіз швидший за біохімічний аналіз, оскільки не вимагає лабораторних аналізів, а використання дистанційної апаратури дозволяє тестування великих площ рослинності за короткий час.
- 3) Створена точна модель визначення концентрації хлорофілу за спектральними параметрами рослин показала, що для визначення концентрації хлорофілу потрібно враховувати умови освітлення і використовувати всі параметри зображення: червоний (R), зелений (G) і синій (B) колірні канали, яскравість (L), діафрагму і витримку.
- 4) Цифрові фотокамери є перспективними в дистанційному моніторингу сільськогосподарських посівів.

5) Проведене визначення концентрації хлорофілу в листках рослин різних сортів пшениці показало, що рослини які були підживленні нітроамофоскою та перед посівом іноккульовані мали вище значення вмісту хлорофілу у листках.

6) Доведено, що існує залежність між концентрацією хлорофілу у листках пшениці і даним цифрових фотографій (R, G, B, L).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аэров И.Л. Оптические свойства верхний и нижний стороны листьев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1969. 1, №2. – С. 191–196.
2. Бранд А.Б., Тагеева С.В. Оптические параметры растительных организмов. – М.: Наука, 1967. – 301 с.
3. Григорюк І. П. Ріст пшениці і кукурудзи в умовах посухи та його регуляція / І. П. Григорюк, О. І. Жук. – К.: Науковий світ, 2002. – 118с.
4. Гуляев Б. И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б. И. Гуляев // Физиол. биохим. культ. растений. – 1996. – № 1/2. – С. 15–35.
5. Кочубей С.М., Кобец Н.И., Шадчина Т.М. Спектральные свойства листьев как основа дистанционной диагностики. – К.: Наукова думка, 1990. – 132 с.
6. ТОВ ЕКО-БІО-ТЕХ / Екологічно-біологічні технології [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.eko-bio-tex.com/>. Використано 20.04.2015.
7. ТОВ "ТОРГОВИЙ ДІМ "НАСІННЯ" / Озима пшениця «Достаток», «Смуглянка» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tdn.kiev.ua/uk/home>. Використано 20.04.2015.
8. Український журнал з питань агробізнесу «Пропозиція» / Проблеми та перспективи аеромоніторингу у сільському господарстві [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://propozitsiya.com/>. Використано 20.04.2015.
9. Шадчина Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових. - К.: УФСЦ, 2001. – 219 с.
10. G. Winters, R. Holzman, A. Blekhman, S. Beer, Y. Loya. Photographic assessment of coral chlorophyll contents: Implications for ecophysiological studies and coral monitoring. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 380 (2009) 25–35.
11. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution // J. Plant Physiol. – 1994. – Vol.144, №3. – P. 307-313.

REFERENCES

1. Аэров I.L. Optical properties upper and lower sides leaf // physiology and biochemistry cultural plants. - 1969 1, №2. - P. 191 -196.
2. Brand A.B., Tagheeva S.V. Optical parameters of plants organisms. – M .: Nauka, 1967. - 301 p.
3. Hryhoryuk I.P. Growth of wheat and maize in drought conditions and its regulation / Hryhoryuk I.P., Zhuk A.I. – K .: Science World, 2002. - 118s.
4. Hulyaev B. I. Photosynthesis and productivity of plants: problems, achievements, prospects of research / Hulyaev B. I. // Fyzyol. biochem. cult. plants. - 1996. - № 1/2. - P. 15-35.
5. Kochubey S.M., Kobets N.I., Shadchyna T.N. Spectral properties leaf as diagnostic distance basis. – K .: Naukova Dumka, 1990. - 132 p.
6. Eco-BIO-TECH / Eco-biological technology [electronic resource]. Access: <http://www.eko-bio-tex.com/>. Used 04/20/2015.
7. LLC «Trade House» seed» / Winter wheat «Dostatoc», «Smuhlyanka» [Electronic resource]. Access: <http://www.tdn.kiev.ua/uk/home>. Used 20/04/2015.
8. Ukrainian magazine on agribusiness "Proposal" / Problems and prospects aeromonitorynhu in agriculture [electronic resource]. Access: <http://propozitsiya.com/>. Used 04/20/2015.
9. Shadchyna T.N. Scientific basis for remote monitoring of the state of grain crops. – K .: UFSTS, 2001. – 219 p.
10. G. Winters, R. Holzman, A. Blekhman, S. Beer, Y. Loya. Photographic assessment of coral chlorophyll contents: Implications for ecophysiological studies and coral monitoring. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 380 (2009) 25-35.

11. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b as well, as the total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution // J. Plant Physiol. - 1994. - Vol.144, №3. - P. 307-313.

РЕФЕРАТ

Шеремета А. Ю., Лук'янова В.В. Вплив мінерального живлення на пігментний склад та оптичні характеристики рослин пшениці / А.Ю. Шеремета // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У статті було досліджено залежність між спектральними показниками і хлорофілом, та встановлено, що експрес-аналіз значно швидший за біохімічний.

Об'єкт дослідження - це рослини озимої пшениці різних сортів.

Предметом дослідження є взаємозв'язок між вмістом хлорофілу і спектральними показниками та мінеральним живленням.

Метою роботи є дослідження можливості визначення вмісту мінеральних елементів у рослинах пшениці за допомогою дистанційного аналізу спектральних показників листя.

В наших умовах зниження врожайності зернових часто зумовлене недостатнім забезпеченням рослин мінеральним живленням. У цій ситуації експрес-діагностика забезпеченості рослин мінеральним живленням дозволить вносити добрива насамперед на поля, які найбільше потерпають від нестачі поживних речовин.

Дистанційно виміри виконуються спектрофотометрами, що є досить дорого і складно. Альтернативою є фотокамери, які зараз дешеві, ними легко оперувати та можна встановлювати на безпілотні апарати.

Встановлено, що експрес-аналіз швидший за біохімічний аналіз, оскільки не вимагає лабораторних аналізів, а використання дистанційної апаратури дозволяє тестування великих площ рослинності за короткий час.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОСЛИНИ ПШЕНИЦІ, МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ, БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД, ДИСТАНЦІЙНИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Sheremeta A. Y. Lukianova V.V. The effect of mineral nutrition on pigment composition and optical properties of wheat. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

In the article was study the relationship between spectral indicators and chlorophyll, and establish that rapid analysis much faster than chemistry.

Object of study – plant winter wheat.

Subject of study – the relationship between chlorophyll and spectral indicators.

The aim is the study of the possibility to determine mineral elements in wheat by remote sensing of leaf spectral indicators.

In our case, reducing grain yield is often caused by inadequate provision of plant mineral nutrition. In this situation rapid diagnosis of plant mineral nutrition security will primarily apply fertilizer on fields that suffer the most from lack of nutrients.

The distance measurements performed spectrophotometer, which is very expensive and difficult. The alternative is a camera that is cheap, they are easy to operate and can be installed on unmanned vehicles.

It is set that rapid analysis faster than biochemical analysis because it does not require laboratory analysis, and the use of remote test equipment allows large areas of vegetation in a short time.

KEYWORDS: PLANT WHEAT, MINERAL NUTRITION, BIOCHEMICAL COMPOSITION, DISTANCE ANALYSIS.

РЕФЕРАТ

Шеремета А. Ю. Лукьянова В.В. Влияние минерального питания на пигментный состав и оптические характеристики растений пшеницы / А.Ю. Шеремета // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2016. – Вып. 2 (35).

В статье было исследовано зависимость между спектральными показателями и хлорофиллом, и установлено, что экспрес-анализ значительно быстрее за биохимический.

Объект исследования - это растения озимой пшеницы разных сортов.

Предметом исследования является взаимосвязь между содержанием хлорофилла и спектральными показателями и минеральным питанием.

Целью работы является исследование возможности определения содержания минеральных элементов в растениях пшеницы с помощью дистанционного анализа спектральных показателей листьев.

В наших условиях снижения урожайности зерновых часто обусловлено недостаточным обеспечением растений минеральным питанием. В этой ситуации экспресс-диагностика обеспеченности растений минеральным питанием позволит вносить удобрения в первую очередь на поля, которые больше всего страдают от недостатка питательных веществ.

Дистанционно измерения выполняются спектрофотометрами, что довольно дорого и сложно. Альтернативой являются фотокамеры, которые сейчас дешевые, ими легко оперировать и можно устанавливать на беспилотные аппараты.

Установлено, что экспресс-анализ быстрее за биохимический, поскольку не требует лабораторных анализов, а использование дистанционной аппаратуры позволяет тестирования больших площадей растительности за короткое время.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ДИСТАНЦИОННЫЙ АНАЛИЗ.

АВТОРИ:

Шеремета Анжела Юріївна, Національний транспортний університет, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, тел. +380671928764, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

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:

Sheremeta A. Y., National Transport University, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, tel. +380671928764, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

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:

Шеремета Анжела Юрьевна, Национальный транспортный университет, e-mail: anzhela.sheremeta@gmail.com, тел. +380671928764, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

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 629.113
UDK 629.113

WPLYW OBCIĄŻENIA NA WŁASNOŚCI STATYCZNE ŁOŻYSKA ŚLIZGOWEGO W OLEJOWEJ POMPIE ZĘBATEJ

ZŁOMANČZUK Elżbieta, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ВПЛИВ НАВАНТАЖЕННЯ НА СТАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ В МЕХАНІЗМАХ НАСОСУ ДЛЯ ОЛИВИ

ЗЛОМАНЧУК Ельжбета, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

THE EFFECT OF LOAD ON THE STATIC PROPERTIES OF SLIDE BEARINGS OF OIL PUMP GEAR

ZLOMANCZUK Elzbieta, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Pompy są urządzeniami służącymi do przenoszenia cieczy. Są to maszyny, w których następuje przekazanie energii od wału czynnego silnika napędowego do przepływającej przez nią cieczy [1]. Wśród wielu typów pomp na szczególną uwagę zasługują olejowe pompy zębate, ponieważ pełnią istotną rolę w układzie smarowania różnego rodzaju silników. Służą one przede wszystkim do podawania oleju do powierzchni trących silnika. Wszechstronne pompy zębate poradzą sobie doskonale z pompowaniem każdego rodzaju cieczy niezależnie od lepkości czy temperatury, tj. asfalt, żywice czy plastik.

Obecnie olejowe pompy zębate, są bardzo rozpowszechnione, mają zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, tj.: spożywczym, naftowym, lakierniczym, chemicznym, petrochemicznym, ważne znaczenie mają także w budownictwie, w przemyśle cukierniczym oraz papierniczym. Ich istotną zaletą jest prosta konstrukcja pozwalająca na łatwą obsługę. Do ich naprawy nie wymaga się specjalistycznych urządzeń. Obecnie pompy zębate uznawane są jako urządzenia wysoko zaawansowane technologicznie o bardzo wysokich właściwościach eksploatacyjnych.

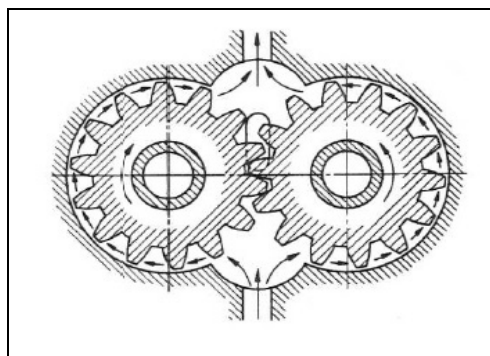
KLASYFIKACJA I CHARAKTERYSTYKA OLEJOWYCH POMP ZĘBATYCH

Olejowe pompy zębate to urządzenia służące do transportu cieczy. Ich działanie polega na wytworzeniu różnicy ciśnień pomiędzy stroną ssawną a stroną tłoczną pompy. Służą one do przetłaczania cieczy z przestrzeni o ciśnieniu niższym do przestrzeni o ciśnieniu wyższym. Ze względu na niezawodność działania oraz prostą konstrukcję, pompy zębate znajdują coraz szersze zastosowanie w współczesnej technice. Szczególnymi zaletami pomp zębatych jest ich wszechstronność i duża wytrzymałość na różnego rodzaju uszkodzenia [3].

Ze względu na sposób działania olejowe pompy zębate można podzielić na [1]:

- pompy o zazębieniu zewnętrznym,
- pompy o zazębieniu wewnętrznym.

Pompy zębate o zazębieniu zewnętrznym zbudowane są z dwóch kół zębatych ciasno osadzonych w korpusie (rys.1). Współpracujące koła zębate podczas obracania się w kierunku roboczym zabierają ciecz z komory ssawnej do wolnych przestrzeni znajdujących się między zębami i dalej transportowana jest ona wraz z obrotem wału do przestrzeni tłocznej [3].



Rys. 1. Pompa oleju o zazębieniu zewnętrznym [10]

Pompa o zazębieniu wewnętrznym zbudowana jest z dwóch kół zębatach umieszczonych w korpusie urządzenia. Transportuje olej w przestrzeniach między zębami współpracujących ze sobą kół zębatach, które znajdują się w specjalnej obudowie ze ścianami bocznymi. Taka konstrukcja jest bardzo precyzyjna, odległości między ścianami bocznymi a kołami zębatymi są bardzo dokładne, zęby kół zębatach są wykonane z bardzo dużą dokładnością. Pompy zębate o zazębieniu wewnętrznym umiejscowione są blisko lustra oleju. Wykonane są z wysokiej jakości stali węglowej. Dużą zaletą tych urządzeń jest prosta konstrukcja wykonania oraz wysoka niezawodność. Pompy olejowe o zazębieniu wewnętrznym są znacznie droższe w wykonaniu i obsłudze w porównaniu z pompami o zazębieniu zewnętrznym. Pompy olejowe o zazębieniu wewnętrznym stosuje się w silnikach, które potrzebują większych ilości oleju w układzie smarowania. Przykład takiej konstrukcji pokazano na rysunku nr 2.

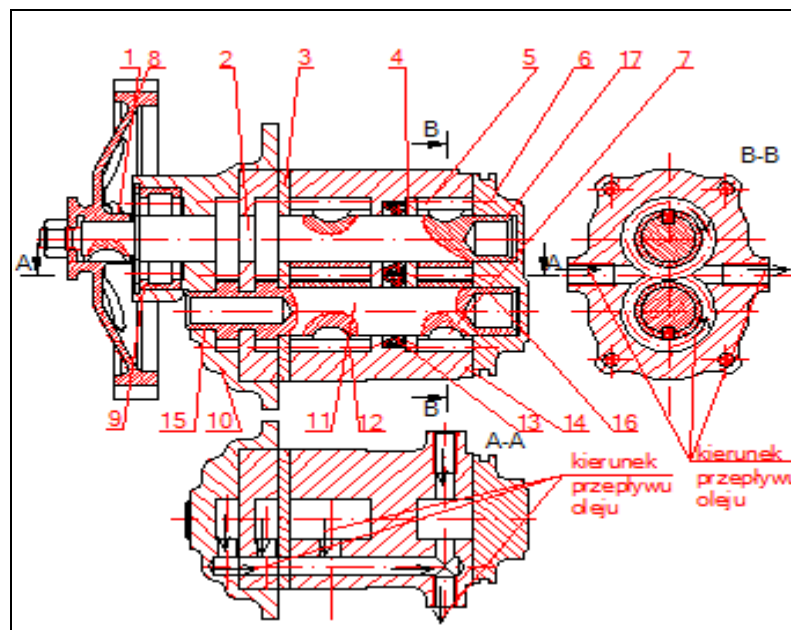


Rys. 2. Pompa olejowa o zazębieniu wewnętrznym [9]

OCENA PROBLEMU PRACY OLEJOWEJ POMPY ZĘBATEJ

Przedmiotem badań jest pompa olejowa o zazębieniu zewnętrznym stosowana w konstrukcjach lotniczych w silnikach turbinowych. Pompa olejowa zbudowana jest z dwóch wałków: czynnego i biernego. Wałek czynny napędzany jest przez przekładnię z paskiem zębatym, natomiast wałek bierny napędzany jest od wałka czynnego. Pompa olejowa składa się z głównej sekcji podającej ciśnienie, zamkniętej z jednej strony pokrywą a z drugiej strony pierścieniem uszczelniającym, oraz z trzech sekcji pomocniczych. Sekcje pomocnicze mają za zadanie zabezpieczyć przed wyciekami oleju na zewnątrz. Koła zębata głównej sekcji osadzone są na wałkach przy pomocy wpustów czółenkowych. Do podparcia wału głównego zastosowane są dwa łożyska wałeczkowe i ślizgowe.

Po 150 h pracy pompy olejowej, główna obudowa pompy ciśnieniowej wykazała duże zużycie łożyska ślizgowego. Dokonano analizy problemu badając właściwości łożyska ślizgowego zastosowanego w zębatej pompie olejowej silnika lotniczego. Na rys.3 przedstawiony został schemat konstrukcji omawianej zębatej pompy olejowej.



Rys. 3. Schemat konstrukcji pompy zębatej: 1 – pierścień osadzony sprężynujący W30, 2 - wał czynny, 3 - podkładka dystansowa, 4 - podkładka dystansowa, 5 - koło zębate głównej sekcji, 6 - pokrywa, 7 - wpust czółenkowy 3 x 3,7, 8 - koło pasowe, 9 - łożysko walcowe bez pierścienia wewnętrznego w wykonaniu specjalnym, 10 - korpus łożyskowy, 11 - wał bierny, 12 - koło zębate sekcji pomocniczej, 13 - pierścień uszczelniający, 14 - korpus, 15 - łożysko ślizgowe, 15 - łożysko ślizgowe, 16 - łożysko ślizgowe, 17 - łożysko ślizgowe

W skład pompy wchodzi dwa wały: czynny i bierny. Na wałach osadzone są koła zębate. Olej zasysany jest w wolne przestrzenie znajdujące się pomiędzy zębami współpracujących kół zębatach po stronie ssawnej i dalej jest transportowany wraz z obrotem wału na stronę tłoczną. Wał czynny wraz z osadzonymi na nim elementami znajduje się w dwóch łożyskach tocznym i ślizgowym. Natomiast łożyska wału biernego są łożyskami ślizgowymi.

MODEL FIZYCZNY I MATEMATYCZNY ŁOŻYSKA ŚLIZGOWEGO

Celem niniejszego artykułu jest zbadanie wpływu obciążenia na parametry pracy łożyska za pomocą modelu fizycznego i matematycznego. W badaniu określono wpływ zmiany obciążenia czopa łożyskowego na parametry pracy łożyska, tj. mimośrodowość względną, maksymalną temperaturę, minimalną wysokość filmu smarnego oraz maksymalne ciśnienie.

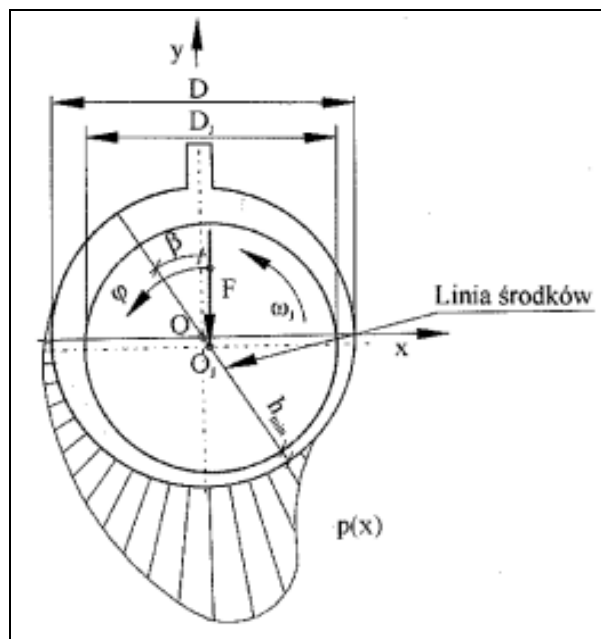
Model fizyczny

Badanie przeprowadzono przyjmując adiabatyczny model łożyska ślizgowego. W modelu tym zakłada się, że całe ciepło wytworzone w łożysku jest odprowadzane przez przepływający olej, czop łożyskowy oraz obudowa czopa nie biorą udziału w wymianie ciepła. W niniejszym artykule do modelu fizycznego przyjęto następujące założenia [4,5,6,7]:

- przepływ oleju jest laminarny,
- oś czopa jest równoległa do osi panewki,
- elementy konstrukcji łożyska są nieodkształcalnymi idealnie gładkimi powierzchniami,
- olej jest płynem newtonowskim o zmiennej lepkości,
- temperatura oleju na zasilaniu jest stała ($T_z = \text{const}$),
- wartość ciśnienia oleju na zasilaniu oraz wartość ciśnienia otoczenia są stałe.

Podczas pracy łożyska ze smarowaniem hydrodynamicznym w stanie ustalonym występuje tarcie płynne. Dla zadanych wielkości: obciążenie F , prędkość obrotowa czopa łożyskowego N , czop w panewce zajmuje położenie, które można opisać za pomocą mimośrodowości względnej ε jak również przez kąt β , określający położenie linii środków czopa i panewki. Wielkościami opisującymi właściwości stanu ustalonego są:

$h_{\min}$ - minimalna wysokość filmu olejowego rozkładu ciśnienia i temperatury $T(\varphi, z)$.



Rys. 4. Geometria poprzecznego łożyska ślizgowego [2]: β – kąt położenia linii środków czopa i panewki, $h_{\min}$ - minimalna wysokość filmu olejowego, φ - współrzędna kątowa, ω_j - prędkość kątowa czopa łożyskowego, D_j - średnica czopa łożyskowego, D - średnica panewki [5]

Model matematyczny

Zjawiska zachodzące w szczelinie smarnej w układzie między czopem łożyskowym a filmem olejowym i panewką opisano za pomocą zespołu równań [4,5,6,7]:

- zachowania pędu,
- zachowania masy (równanie ciągłości),
- zachowania energii.

Przyjęto model płynu newtonowskiego, zakładając:

- przepływ jest laminarny,
- siły masowe drobin oleju są pomijalnie małe,
- przepływ oleju odbywa się w dwóch kierunkach: obwodowym i osiowym, nie ma zaś przepływu w kierunku promieniowym,
- olej jest cieczą newtonowską,
- olej jest nieściśliwy,
- współczynnik ciepła właściwego i współczynnik przewodności cieplnej oleju są wartościami stałymi.

Do opisu zjawisk w filmie olejowym zastosowane jest równanie Reynoldsa (równanie rozkładu ciśnienia w szczelinie smarowej):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^3}{12\eta} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{h^3}{12\eta} \frac{\partial p}{\partial z} \right) = \frac{1}{2} (u_1 + u_2) \frac{\partial h}{\partial x} + \left(\frac{\partial h}{\partial t} \right) \quad (1)$$

gdzie: u_1 - prędkość liniowa powierzchni czopa [m/s], u_2 - prędkość liniowa powierzchni panewki [m/s], x - współrzędna w kierunku prędkości liniowej u_1 - powierzchni czopa,

z - współrzędna normalna do u_1 , η - lepkość dynamiczna smaru [Pa·s], h - wysokość szczeliny smarowej [m], t - czas [s], p - ciśnienie w warstwie oleju [Pa].

Powyższe równanie jest niejednorodnym równaniem różniczkowym dwóch zmiennych o pochodnych cząstkowych, opisującym rozkład ciśnień w filmie olejowym w adiabatycznym poprzecznym łożysku ślizgowym, w zależności od prędkości u_1 i u_2 od miejscowej i czasowej zmiany wysokości warstwy oleju oraz lepkości oleju η [2,6,7].

CHARAKTERYSTYKI STATYCZNE

Badany model adiabatyczny został opisany za pomocą [4,5]:

- wielkości zadanych,
- wielkości zakładanych,
- wielkości wynikowych.

Wielkości zadane przyjęto jak w tabeli 1, wielkości wynikowe: ε - mimośrodowość względna, $h_{\min}$ - minimalna wysokość filmu olejowego, β - kąt położenia linii środków czopa i panewki, $p_{\max}$ - maksymalne ciśnienie w łożysku, $T_{\max}$ - maksymalna temperatura filmu olejowego, wyznaczono dla następujących wielkości zadanych: F - obciążenie łożyska, N_j - prędkość obrotowa czopa, D - średnica panewki, D_j - średnica czopa, $\Psi = C_R/R$ - luz względny łożyskowy, właściwości oleju takie jak: lepkość dynamiczna η , gęstość środka smarnego - ρ , c_p - ciepło właściwe, temperatura zasilania i otoczenia oraz ciśnienie zasilania: T_o, T_z, p_z .

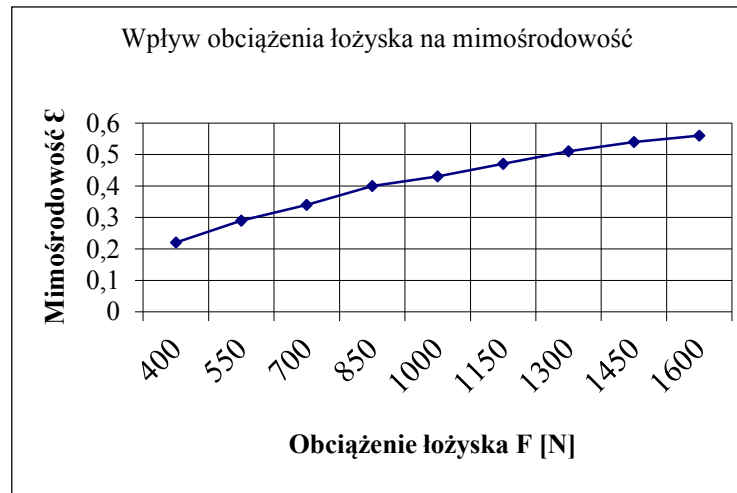
Tabela 1. Dane do przykładu obliczeniowego

Lp.	Parametry	Wielkości zadane
1.	Średnica nominalna czopa [m]	$D_I = 17,726 \cdot 10^{-3}$
2.	Średnica nominalna panewki [m]	$D = 17,780 \cdot 10^{-3}$
3.	Obciążenie łożyska [N]	$F = 400 - 1600$
4.	Prędkość obrotowa czopa [obr./min]	$N_I = 3500$
5.	Lepkość dynamiczna [Pa·s]	$\eta_0 = 0,110$
6.	Chropowatość zewnętrzna czopa [m]	$R_{ZI} = 1,6 \times 10^{-6}$
7.	Chropowatość wewnętrzna panewki [m]	$R_{ZB} = 2 \times 10^{-6}$
8.	Ciepło właściwe [J/(kg·K)]	$c_p = 2000$
9.	Gęstość środka smarnego [kg/m ³]	$\rho = 900$
10.	Kąt opasania	$\Omega = 330^\circ$
11.	Luz względny czop – panewka [%]	$\Psi = 3,03$
12.	Szerokość względna panewki	$B = 1$
13.	Temperatura zasilania i otoczenia oraz ciśnienie zasilania [N/m ²]	$T_O = 40^\circ \text{C}$, $T_Z = 60^\circ \text{C}$, $p_Z = 1,3 \cdot 10^5$

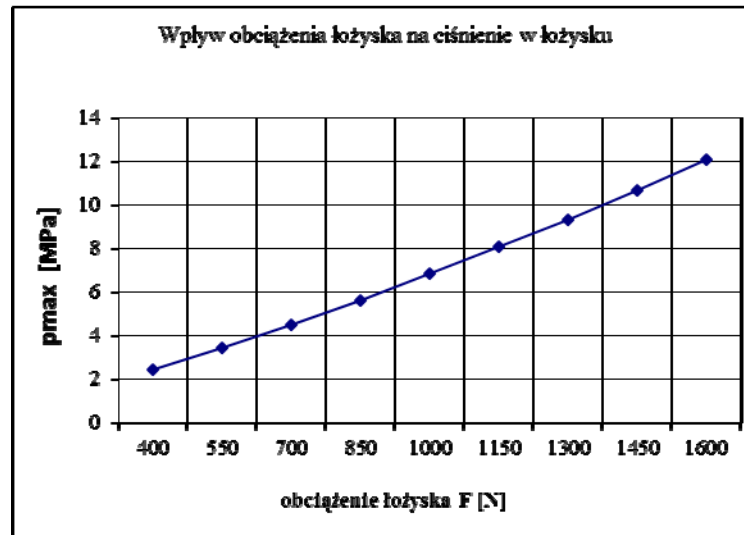
Obliczeń dokonano przyjmując wielkości zadane jako wielkości wejściowe, przyjmując wielkości wynikowe: położenie czopa względem panewki mimośrodowość (ε), β – kąt położenia linii środków czopa i panewki, maksymalne ciśnienie w filmie olejowym oraz maksymalna temperatura filmu olejowego ($p_{\max}$, $T_{\max}$) i minimalna wysokość filmu olejowego ($h_{\min}$). Do wyznaczenia zbioru rozwiązań dopuszczalnych przyjęto następujące ograniczenia brzegowe do: $T_{\max} = 100 [^\circ\text{C}]$, $p_{\max} = 8 [\text{MPa}]$, $h_{\min} = 10 [\mu\text{m}]$. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 2 oraz na wykresach (rys. 5-8).

Tabela 2. Przykład obliczeniowy

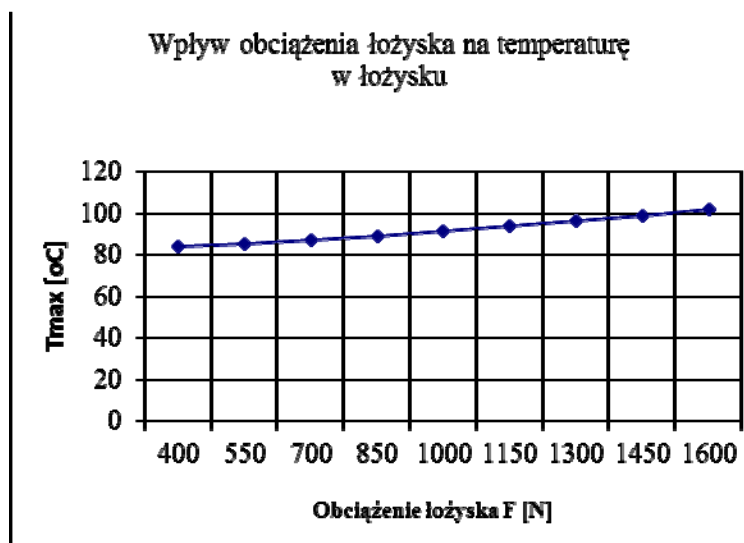
Obciążenie łożyska [N]	Mimośrodowość ε	Maksymalne ciśnienie w filmie olejowym $p_{\max} [\text{MPa}]$	Maksymalna temperatura w filmie olejowym $T_{\max} [^\circ\text{C}]$	Minimalna wysokość filmu olejowego $h_{\min} [\mu\text{m}]$	Kąt położenia linii środków czopa i panewki B
F = 400	$\varepsilon = 0,226$	2,428	84,527	20,9	70,538
F = 550	$\varepsilon = 0,291$	3,422	85,746	19,15	68,132
F = 700	$\varepsilon = 0,349$	4,472	87,301	17,57	65,702
F = 850	$\varepsilon = 0,401$	5,588	89,211	16,18	63,319
F = 1000	$\varepsilon = 0,439$	6,825	91,517	15,16	61,306
F = 1150	$\varepsilon = 0,477$	8,061	93,912	14,13	59,278
F = 1300	$\varepsilon = 0,515$	9,298	96,398	13,1	57,234
F = 1450	$\varepsilon = 0,544$	10,638	99,094	12,31	55,497
F = 1600	$\varepsilon = 0,568$	12,045	101,96	11,67	53,955



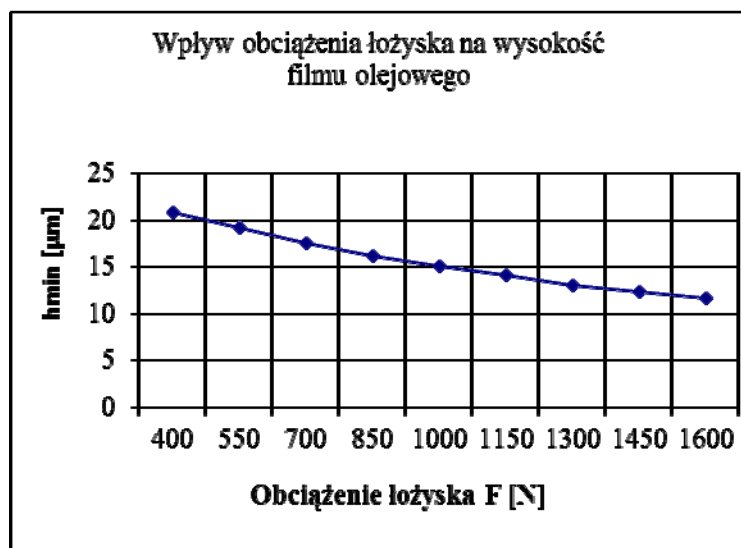
Rys. 5. Charakterystyki statyczne: $\varepsilon = \varepsilon(F)$



Rys. 6. Charakterystyki statyczne: $p = p_{\max}(F)$



Rys. 7. Charakterystyki statyczne: $T = T_{\max}(F)$



Rys. 8. Charakterystyki statyczne: $h_{min} = h_{min}(F)$

ANALIZA WYNIKÓW

Na rysunkach 5-8 przedstawiono w formie wykresów charakterystyki statyczne łożyska ślizgowego, analizując przebiegi tych funkcji można zauważyć, że:

- Wzrost obciążenia F powoduje wzrost ciśnienia p_{max} w łożysku, dla funkcji $p = p_{max}(F)$, $p_{max} = 8$ [MPa] jest wartością graniczną przy obciążeniu $F = 1150$ [N].
- Wraz ze wzrostem obciążenia zaobserwować można niewielki wzrost temperatury oleju T_{max} w łożysku, funkcja $T = T_{max}(F)$, osiąga wartość graniczną $T_{max} = 100^{\circ}C$ dla obciążenia $F = 1600$ N, maleje natomiast minimalna wysokość filmu olejowego h_{min} , funkcja $h_{min} = h_{min}(F)$ osiąga wartość graniczną dla $h_{min} = 10 \mu m$.
- Ze wzrostem obciążenia rośnie mimośrodowość względna, dla obciążenia $F = 1450$ [N] na rys. 5, funkcja $\varepsilon = \varepsilon(F)$ osiąga wartość $\varepsilon_{lim} = 0,54$ [μm].

LITERATURA

- [1] Błaszczyk A.: Pompy spełniające specjalne wymagania ruchowe. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2011.
- [2] Hebda M.: Procesy tarcia, smarowania i zużywania maszyn. Wyd. Instytutu Technologii Eksploatacji – PBI, Warszawa 2007.
- [3] Juin E.M.: Pompy zębate. Główne parametry i ich obliczanie. Państwowe Wydawnictwo Techniczne, Warszawa 1958.
- [4] Mazurkow A.: Właściwości statyczne i dynamiczne, metoda projektowania łożysk ślizgowych z panewką pływającą. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2009.
- [5] Mazurkow A.: Łożyskowanie ślizgowe podstawy teoretyczne właściwości uszkodzenia. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2013.
- [6] Sęp J.: Zastosowanie programu MATLAB do rozwiązywania problemów w hydrodynamicznej teorii smarowania. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 177 (Mechanika z. 53), Rzeszów 2000.
- [7] Sęp J.: Właściwości filmu olejowego w poprzecznych łożyskach ślizgowych z nietypową geometrią czopa. Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2006.
- [8] DIN 31652, Teil 1, 2, 3: Hydrodynamische Radial – Gleitlager im stationärem Betrieb.
- [9] <http://autokult.pl/13330,transport-oleju-w-silniku-pompy-olejowe-wideo>
- [10] <https://www.google.pl/>

STRESZCZENIE

ZŁOMAŃCZUK Elżbieta. Wpływ obciążenia na własności statyczne łożyska ślizgowego w olejowej pompie zębatej / ZŁOMAŃCZUK Elżbieta // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2016. – № 35.

W artykule przedstawiono wpływ obciążenia czopa łożyskowego na własności statyczne łożyska ślizgowego w olejowej pompie zębatej. W pracy przedstawiono klasyfikację i charakterystykę pomp zębatych oraz ocenę problemu pracy olejowej pompy zębatej. Dalej zbudowano model fizyczny i matematyczny łożyska ślizgowego w celu zbadania wpływu obciążenia czopa łożyskowego na parametry pracy łożyska ślizgowego.

Badanie przeprowadzono przyjmując adiabatyczny model łożyska ślizgowego. Badany model został opisany za pomocą wielkości wejściowych, zadanych oraz wynikowych. Obliczeń charakterystyk dokonano przyjmując jako wielkości wynikowe: położenie czopa względem panewki (ϵ - mimośrodowość, β - kąt położenia linii środków czopa i panewki), maksymalne ciśnienie i temperaturę w filmie olejowym oraz minimalną wysokość filmu olejowego. Do wyznaczenia zbioru rozwiązań dopuszczalnych zostały przyjęte ograniczenia dla temperatury, ciśnienia i minimalnej wysokości filmu olejowego.

РЕФЕРАТ

ЗЛОМАНЧУК Ельжбета. Вплив навантаження на статичні властивості підшипників ковзання в механізмах насосу для оливи / ЗЛОМАНЧУК Ельжбета // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 2 (35).

У цій статті представлено вплив статичного навантаження на властивості підшипника ковзання в шестерні насосу для оливи. У статті подано класифікацію і характеристики зубчастих насосів, а також оцінку експлуатації шестеринчастого насосу для оливи. Побудовано фізичну і математичну модель підшипника ковзання з метою вивчення впливу статичного навантаження підшипника на параметри підшипника ковзання. Дослідження проведено за умови адіабатичної моделі підшипника ковзання. Дана модель описана з використанням вхідних і вихідних значень. Розрахунок характеристик виконано з огляду на отримані значень. Для того, щоб визначити набір можливих рішень були прийняті граничні значення температури, тиску і мінімальної висоти масляної плівки.

ABSTRACT

ZLOMANCZUK Elzbieta. The effect of load on the static properties of slide bearings of oil pump gear. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2016. – Issue 2 (35).

This paper presents of load bearing journal on the properties of static bearing slide in oil pump gear. In the paper presents the classification and characteristics of gear pumps as well as evaluating the problem of oil operation of the gear pump. Next the model of the physical and mathematical slide bearing in order to examine the load of the bearing journal on the parameters of the sliding bearing. The study was conducted assuming adiabatic model of a plain bearing. The tested model was described by the size of the input and output setpoint. The calculations were made assuming the characteristics of the resulting size: the position of carrier with respect to the acetabulum (ϵ - eccentricity, β - the angle of the line means the bushing and bearings), maximum pressure and temperature in the oil film, and the minimum height of the oil film. To determine the set of feasible solutions have been adopted limits for temperature, pressure and a minimum height of the oil film. The results of the study are presented in a table and graphs.

AUTOR:

ZŁOMANŃCZUK Elżbieta, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszów, Polska.

АВТОР:

ЗЛОМАНЧУК Ельжбета, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща.

AUTHOR:

ZLOMANCZUK Elzbieta, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мусійко В. Д., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри дорожніх машин, Київ, Україна.

Міхальські Я., Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

REVIEWERS:

Musiiko V. D., Ph.D in Technical Science, Professor, National Transport University, Head of Department of Road Machines, Kyiv, Ukraine

Michalski J., Prof. DSc, Rzeszow Polytechnic, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.