

УДК 001.89
UDC 001.89

ПРО СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
В НАЦІОНАЛЬНОМУ ТРАНСПОРТНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Шпиг А.Ю., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

STATE AND PERSPECTIVES OF SCIENTIFIC RESEARCH
IN THE NATIONAL TRANSPORT UNIVERSITY

Dmytrychenko M.F., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Dmytriiev M.M., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Gutarevych Yu.F., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Korpach A.O., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Shpyh A.Yu., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В НАЦИОНАЛЬНОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

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

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

Шпиг А.Ю., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Відповідно до Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [1], наукові дослідження є одним з основних видів діяльності, без якого не може існувати вищий навчальний заклад. Для належного виконання своїх функціональних обов'язків – навчального процесу – вищий навчальний заклад, як структурний елемент освітньої системи України, зобов'язаний вести науково-дослідницьку діяльність. Проблема проведення наукових досліджень в дорожньо-транспортній галузі для вирішення нагальних проблем на основі створення нових наукових підходів є особливо актуальною на даний час.

Постановка завдання.

Аналіз організації науково-дослідних робіт в Національному транспортному університеті.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Наукова діяльність в Національному транспортному університеті (НТУ) здійснюється через науково-дослідний інститут «Проблем транспорту і будівельних технологій» (НДІ), який був створений наказом ректора у 2000 році. Структуру науково-дослідного інституту наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура науково-дослідного інституту «Проблем транспорту і будівельних технологій»

Основними напрямками наукових досліджень є:

- 1) Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави:
 - математичне моделювання та методи комп'ютерної математики;
 - механіка деформівного твердого тіла;
 - механіка рідини, газу та плазми;
 - проблеми освіти у сучасних умовах;
 - інтеграція науки і освіти в світовий простір;
 - культура сучасного українського суспільства: сутність, національна своєрідність, функції, закономірності розвитку.
- 2) Енергетика та енергоефективність:
 - оптимізація тягово-швидкісних, економічних та екологічних властивостей засобів транспорту;
 - забезпечення надійності та системної ефективності методів, моделей технологій їх виробництва, ремонту і експлуатації;
 - механіка транспортних засобів та споруд;
 - методологічні аспекти розвитку транспортного будівництва в умовах ринкової економіки;
 - будівництво та експлуатація автомобільних доріг, аеродромів та мостів і тунелів.
- 3) Інформаційні та комунікаційні технології:
 - проблеми формування раціональних транспортних та логістичних систем і забезпечення ефективного функціонування їх складових елементів;
 - розробка математичних моделей, комп'ютерне моделювання.
- 4) Раціональне природокористування:
 - енергозберігаючі технології при автомобільних перевезеннях;
 - покращення паливної економічності та екологічних показників транспортних засобів;

- комплексне вирішення проблем раціонального вибору транспортних засобів при їх експлуатації.

5) Нові речовини і матеріали:

- дослідження, створення та впровадження нових будівельних матеріалів.

На початку кожного року науково-дослідним інститутом формуються тематичні плани науково-дослідних робіт:

- тематичний план на виконання науково-дослідних робіт (фундаментальні дослідження та прикладні розробки), що фінансуються за рахунок коштів Міністерства освіти і науки України (МОН України) – держбюджетний тематичний план;
- тематичний план на виконання науково-дослідних робіт на замовлення підприємств і організацій за їх кошти – госпдоговірний тематичний план;
- тематичний план науково-дослідних робіт другої половини робочого дня (в межах робочого часу) викладачів.

Науковці університету виконують фундаментальні дослідження, метою яких є здійснення наукової, теоретичної та експериментальної діяльності, спрямованої на одержання нових знань про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку та створення теоретичної бази для проведення подальших прикладних розробок і впровадження їх результатів у виробництво.

Фінансування здійснюється за рахунок коштів державного бюджету Міністерства освіти і науки України.

Результати завершених фундаментальних досліджень сприяють підвищенню професійної підготовки виконавців, широко використовуються в навчальному процесі і реалізуються на практиці шляхом укладання господарчих договорів.

Основною метою конкурентноспроможних прикладних розробок та новітніх технологій за пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки є наукова і науково-практична діяльність, спрямована на одержання і використання знань для практичного використання.

На основі наказу МОН України «Про проведення конкурсного відбору проектів наукових досліджень і розробок» ректором видається наказ «Про проведення внутрішньо університетського конкурсу». Під керівництвом співробітників НДІ науковці університету готують проекти наукових досліджень. Після завершення формування проектів, наукові роботи розглядаються Науково-технічною радою університету щодо допущення їх до участі в другому етапі конкурсного відбору, який проводиться експертними радами МОН України.

Відповідно до наказу МОН України «Про результати конкурсного відбору проектів наукових досліджень та розробок», університет формує тематичний план на виконання науково-дослідних робіт, що фінансуються за кошти державного бюджету.

Формування тематичного плану на виконання науково-дослідних робіт на замовлення підприємств і організацій за їх кошти відбувається за процедурою тендерних закупівель, які проводяться в інформаційній системі Prozorro, відповідно до Закону України «Про публічні закупівлі» [2]. Науково-дослідний інститут, який є представником університету в тендерних закупівлях, проходить процедуру реєстрації в системі Prozorro. Співробітники НДІ спільно з науковцями університету готують ряд документів відповідно до вимог тендерної документації замовника для участі в кваліфікаційному етапі тендеру. Після подачі підготовлених документів, які прикріплюються в інформаційну систему Prozorro, замовник проводить перший – кваліфікаційний – етап тендерних закупівель.

Так як інформаційна система Prozorro є відкритою для всіх бажаючих прийняти участь в тендерних закупівлях, замовник проводить кваліфікаційний етап для відбору учасників, які можуть якісно проводити наукові дослідження. Результатом завершення першого етапу є допущення тендерних пропозицій університету до конкурсних торгів, які відбуваються в три етапи. Кожен з етапів має свій крок пониження в ціні, яка встановлюється на рівні 1 % від вартості кожної тендерної пропозиції. Після проведення торгів по кожній з пропозицій замовник вибирає переможцем того учасника, який відповідає кваліфікаційним вимогам та виставив найменшу ціну на виконання роботи. Таким чином, система Prozorro забезпечує якість виконання робіт та економію коштів замовника, а у випадку, коли замовником виступає державна організація – економію державних коштів.

В результаті проведених тендерних закупівель, у яких університет приймає участь та визначений переможцем, формується госпдоговірний тематичний план.

За пропозиціями кафедр формується тематичний план науково-дослідних робіт другої половини робочого дня викладачів, який затверджується на засіданні Науково-технічної ради університету.

Науково-дослідна робота в університеті виконується на базі трьох науково-дослідних лабораторій та наукових структур кафедр (рис. 1).

При виконанні НДР НТУ використовує багатоканальну систему фінансування своїх досліджень.

Серед джерел фінансування, які використовує університет, слід навести такі:

- державний бюджет за рахунок коштів Міністерства освіти і науки України;
- кошти зацікавлених міністерств і відомств та підпорядкованих їм установ та організацій;
- участь у конкурсах на одержання грантів на проведення наукових досліджень;
- участь у конкурсах на одержання міжнародних грантів на проведення наукових досліджень;
- укладання договорів і меморандумів.

Як наслідок проведеної роботи, тематичний план університету на 2016 рік мав таку структуру:

- кількість держбюджетних робіт, що фінансуються за рахунок коштів МОН України – 14;
- кількість робіт, що виконуються на замовлення на госпдоговірних засадах – 80;
- за міжнародними проектами і грантами – 4;
- кількість робіт, що виконуються викладачами в межах їх робочого часу – 42.

За джерелами фінансування загальний обсяг робіт розподіляється таким чином (рис. 2):

- держбюджетні – 2545,4 тис.грн.;
- замовлення на госпдоговірних засадах – 3612,9 тис.грн.
- міжнародні проекти -266,6 тис.грн.
- міжнародна конференція – 35,0 тис.грн. та інші.

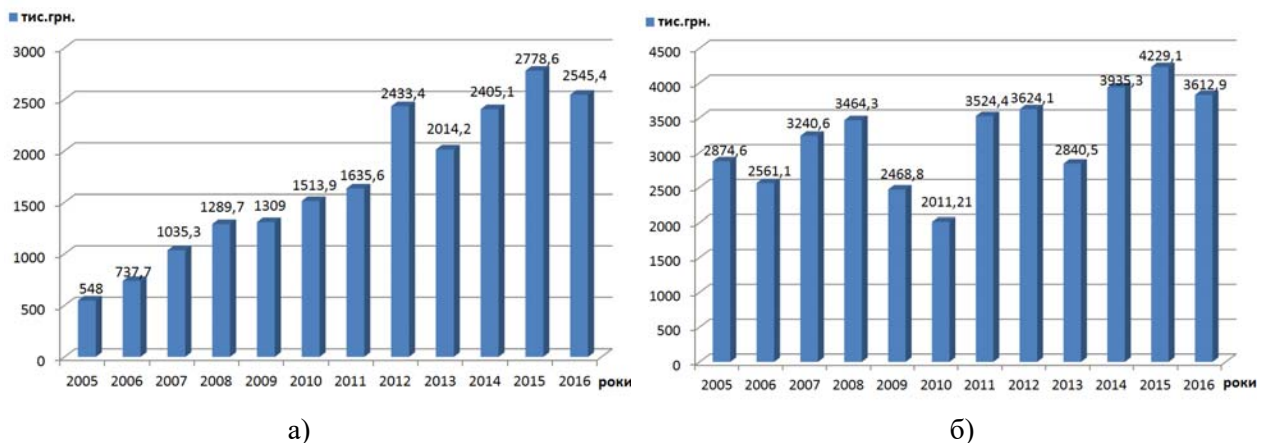


Рисунок 2 – Обсяг фінансування із загального фонду (а) та надходження до спеціального фонду (б)

Таким чином, загальний обсяг НДР у 2016 році склав 6459,86 тис.грн., обсяг держбюджетних робіт становив 2545,4 тис.грн., або 39,4 % від загального. Обсяг робіт, що фінансувався замовниками на госпдоговірних засадах становив 60,6 % (рис. 2 а,б).

Проведена в університеті реструктуризація наукових досліджень, дозволила збільшити обсяг робіт, що виконувалася на замовлення на госпдоговірних засадах. На 1 грн. держбюджетних асигнувань університет забезпечив 1,54 грн. госпдоговірних.

Основними замовниками НДР університету були:

- Державне агентство автомобільних доріг України (Укравтодор) – 1038,3 тис.грн. (27,11 % від загального обсягу);
- Служби автомобільних доріг в областях – 151,3 тис.грн. (3,95 %);
- Київська міська державна адміністрація – 295,9 тис.грн. (7,73 %);
- Державне підприємство «ДерждорНДІ імені М.П. Шульгіна» - 213,8 тис.грн. (5,58 %);
- Міжнародна діяльність – 301,6 тис.грн. (7,88 %);
- Інші замовники – 1828,5 тис.грн. (47,75 %).

У 2016 році завершено 80 науково-дослідних робіт, в тому числі 8 держбюджетних. Результати закінчених робіт прийняті замовниками, а 69 з них впроваджено у виробництво. Гарантією високого науково-технічного рівня одержаних результатів є те, що наукове керівництво більшості з них здійснювали доктори наук та професори.

В навчальний процес впроваджено результати 60 розробок, одержаних в процесі виконання наукових досліджень. Впровадження здійснювалося шляхом оновлення курсів лекцій, постановки

нових лабораторних робіт, підготовки методичних матеріалів, написання навчальних посібників та підручників, виконання дипломних проектів та магістерських робіт та інше.

За результатами проведеної наукової діяльності авторами розробок подано 66 заявок на видачу охоронних документів, отримано 7 патентів України на винаходи та 59 Свідоцтв про реєстрацію авторського права на науковий твір (рис. 3а).

Щорічно здобуті досягнення у науковій діяльності університету представляються на міжнародних та вітчизняних виставках, конференціях, семінарах та форумах.

У 2016 році активну участь у проведенні науково-дослідної роботи приймають молоді вчені, серед яких доценти Міронова В.Л., Лемешко Ю.В. та Бугайчук О.С. отримували стипендії Президента України. Багато студентів проявляють інтерес до наукової діяльності про що свідчить те, що у 2016 році серед студентів денної форми навчання 1033 брали участь в НДР, з них 22 на платній основі при виконанні госпдоговірних робіт та 17 – держбюджетних НДР. Результати своєї наукової діяльності студенти представляють на Всеукраїнських конкурсах студентських наукових робіт з природничих, технічних і гуманітарних наук.

З використанням результатів виконання досліджень видано (рис. 3б):

- 20 монографій, обсягом 178,17 д.а.;
- 7 підручників, обсягом 71,230 д.а.;
- 49 навчальних посібників, обсягом 276,88 д.а.;
- більше 1527 наукових статей.

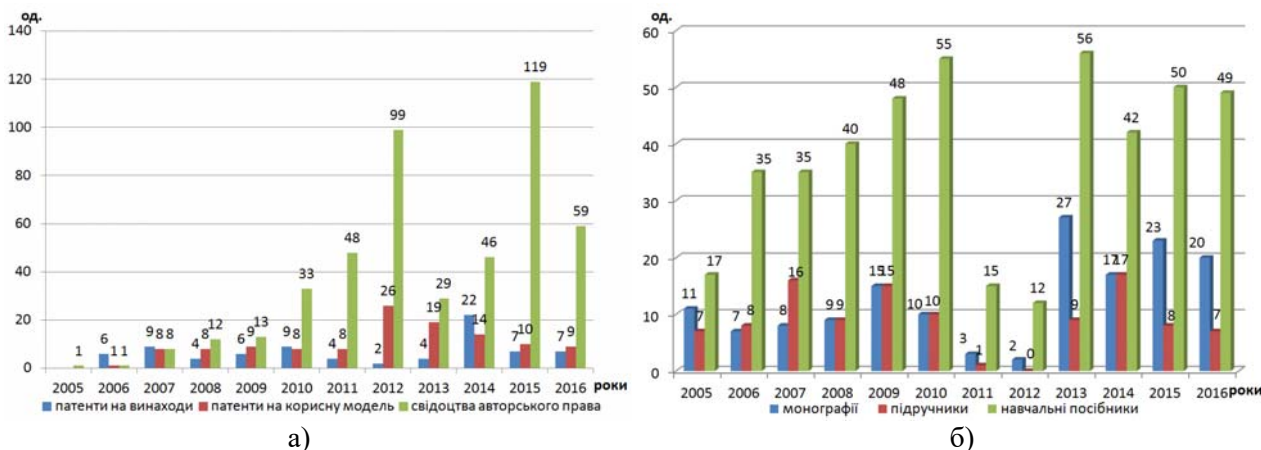


Рисунок 3 – Досягнення університету з отримання охоронних документів (а) та видавничої діяльності (б)

Сьогодення вимагає закладення основ кардинальної реструктуризації економіки країни в напрямі інноваційної моделі розвитку. Все це неможливо без поглиблення інноваційних процесів у всіх сферах суспільного життя країни. Ефективний розвиток дорожньо-транспортного комплексу України неможливий без застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій, які в свою чергу підвищують економічну ефективність транспорту, зменшують його негативний вплив на навколишнє природне середовище, а також, що не менш важливо, забезпечують високі соціальні стандарти транспортних послуг.

Аналіз наявної в Україні інфраструктури інноваційної діяльності на базі ВНЗ і наукових установ свідчить про недосконалість ланок і механізмів комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій. Існує ряд чинників, які перешкоджають ефективному трансферу новітніх науково-технічних результатів:

1. недостатньо розвинені механізми виявлення технологічних потреб компаній і підприємств та інформування про них наукових організацій;
2. інноваційна інфраструктура фрагментарна, слабкі механізми стимулювання компаній і підприємств щодо розвитку технологічної кооперації та використання науково-дослідних результатів;
3. недостатні зв'язки (обмін досвідом, методологією, кращою практикою) між суб'єктами інноваційної інфраструктури;
4. недостатня інформованість компаній і підприємств про існування новітніх технологій і можливостях доступу до них за допомогою ланок інноваційної інфраструктури.

Вищезазначене настановляє нас на висновок про необхідність створення у ВНЗ-відповідних ланок інноваційної інфраструктури, відпрацюванні ефективних механізмів для комерціалізації завершених науково-технічних розробок і технологій.

Система трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій для розвитку дорожньо-транспортного комплексу України створена на базі Національного транспортного університету відповідно наказу МОН України № 1611 від 22 листопада 2013 року з метою вирішення проблем організації комерціалізації науково-технічних результатів університетських розробок.

Основними задачами системи трансферу енерго- та ресурсозберігаючих технологій є:

- обмін технологіями та розробками між науковими секторами і промисловістю;
- пошук партнерів та інвесторів для кооперації в розробці і впровадженні високотехнологічного наукового продукту як в Україні, так і за її межами;
- співробітництво з міжнародними мережами трансферу технологій.

Система діє за наступними принципами:

- унітарність форматів. Технологічна інформація, якою обмінюються учасники мережі, надається в єдиному форматі;
- орієнтація на професійних учасників процесу трансферу технологій;
- контроль якості інформації, що надається учасникам/учасниками мережі трансферу технологій;
- відкритість мережі для нових учасників.

У базі Системи на сьогоднішній день розміщені 360 технологічних пропозицій. Створена англomовна версія Системи, що дозволяє зацікавленим закордонним організаціям отримувати інформацію про розробки нашого університету і сторонніх організацій. Система, крім пошуку потенційних покупців, містить інформацію з питань, пов'язаних з дорожньо-транспортною галуззю, в тому числі автомобільним сектором. Система дозволяє знаходити партнерів (фахівців в конкретних областях) для спільної розробки або фінансування інноваційних технологій.

Система є однією з форм інноваційного розвитку університету, яка забезпечує комплексність і синергію як освітнього процесу, так і науково-дослідної, науково-технічної та інноваційної діяльності на всіх стадіях і етапах трансферу технологій, а також забезпечує залучення в процес трансферу науково-педагогічних працівників університету.

Система спрямована на створення сприятливого середовища для наступного покоління і просування інноваційних проєктів від початкової ідеї до безпосередньої комерціалізації готового продукту. Створюються необхідні умови для підготовки фахівців вищого рівня для розвитку і впровадження інноваційних розробок.

Для належної організації функціонування Системи та забезпечення захисту інтелектуальної власності університету наказом ректора № 2 від 4 січня 2016 року створений науковий відділ з питань трансферу технологій, інноваційної діяльності та інтелектуальної власності.

Відділ є науковим підрозділом Науково-дослідного інституту «Проблем транспорту і будівельних технологій» університету і здійснює свою діяльність в єдиному комплексі наукової, науково-технічної, науково-дослідної діяльності університету, підпорядковується першому проректору-проректору з наукової роботи та директору Науково-дослідного інституту.

Основними завданнями Відділу є:

- участь у межах своєї компетенції в реалізації державної політики у сфері трансферу технологій, інноваційної діяльності, охорони прав інтелектуальної власності;
- проведення та організація досліджень з метою виявлення об'єктів права інтелектуальної власності, що створюються в результаті наукової та науково-технічної діяльності університету;
- виявлення (ідентифікація) конкурентоспроможної науково-технічної продукції університету для подальшої комерціалізації;
- визначення технологій та їх складових за результатами ідентифікації конкурентоспроможних наукових і науково-технічних розробок університету;
- методичне забезпечення, охорона прав на винаходи, корисні моделі, комерційні таємниці, комп'ютерні програми, бази даних та інші об'єкти інтелектуальної власності (ОІВ), що створюються в університеті;
- проведення та організація маркетингових, патентно-кон'юнктурних досліджень;
- здійснення заходів з використання результатів науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДККР), об'єктів права інтелектуальної власності наукоємної продукції університету, підтримка ліцензійної діяльності університету, трансферу технологій.

Важливим результатом роботи відділу є підписання договорів з надання консультаційних послуг та підготовки документів на отримання патентів України на корисну модуль, промислові зразки, свідоцтв України на знак для товарів і послуг, свідоцтв авторського права на наукові твори з Комунальним підприємством «Вінницька транспортна компанія» (м. Вінниця), Комунальним підприємством «Міський тролейбус» (місто Кривий Ріг), «Київпастрс» (м. Київ), ТОВ «ДиЕлком Україна» (м. Кривий Ріг).

Зокрема, у листопаді 2016 року був підписаний Договір про співробітництво в сфері трансферу технологій з ТОВ «Технобазальт-Інвест», результатом стало виконання університетом науково-дослідної роботи.

Це свідчить, що Університет виходить на новий рівень в напрямку комерціалізації науково-технічних розробок.

Міжнародне співробітництво є невід’ємною частиною діяльності Національного транспортного університету, важливим інструментом у забезпеченні якості освіти та його відповідності міжнародним стандартам, а розвиток – стратегічною метою університету.

Міжнародна діяльність НТУ спрямована на підвищення положення університету в системі вищої освіти України і подальшу інтеграцію у світовий освітній та науковий простір.

Стратегічними завданнями реалізації планів міжнародної діяльності університету є: інтернаціоналізація навчального процесу шляхом розвитку академічної мобільності викладачів і студентів, забезпечення високого рівня конкурентоспроможності результатів навчальної та науково-дослідної діяльності співробітників, науковців і студентів нашого університету на світовому ринку та підвищення ефективності шляхом подальшого розвитку міжнародного співробітництва, що передбачає розширення інтернаціональних зв’язків і контактів через виконання освітніх та наукових проектів, розвиток двосторонніх відносин з університетами інших країн, участь у проведенні конкурсів на отримання грантів щодо фінансування виконання наукових досліджень від міжнародних фондів та громадських організацій.

Одним з пріоритетів реалізації заходів, щодо міжнародної діяльності університету є плідна співпраця з Європейськими вищими навчальними закладами, науковими установами та організаціями в рамках виконання міжнародних освітніх проектів TEMPUS, починаючи з 2006 року.

На сьогоднішній день Національний транспортний університет є національним координатором виконання трьох проектів TEMPUS, а саме: «Екологічна освіта в Білорусі та Україні (EcoBRU)», «Центри для молодих вчених (CERES)» та «Розвиток трикутника знань в Білорусі, Україні та Молдові» (FKTBUM). Обсяг фінансування проектів на 2016 рік склав 216,5 тис.грн., та 1131,0 тис.грн. на придбання обладнання.

З 2015 року в Національному транспортному університеті функціонує національний контактний пункт з виконання міжнародної програми ЄС HORIZON 2020.

У січні 2017 році для участі в конкурсах програми ЄС “Horizon 2020” в Брюсселі (Бельгія) зареєстровані 3 наукові проекти, в яких Національний транспортний університет входить до складу учасників.

Висновки. Умови сьогодення вимагають створення в університеті концепції виконання наукових досліджень в рамках європейських вимог та впровадження закордонного досвіду при організації, управлінні та проведенні науково-дослідної діяльності в університеті. Розробка такої концепції передбачається при виконанні міжнародного українсько-німецького науково-дослідного проекту «Розробка та поширення концепції Сприяння інтеграції науки, освіти та інновацій в Національному транспортному університеті м.Київ (CIREI)».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Наукову і науково-технічну діяльність» № 848-VIII від 25 листопада 2015 р. – Голос України від 15.01.2016 – № 6.
2. Закон України «Про публічні закупівлі» № 922-VIII від 25 грудня 2015 р. – Голос України від 18.02.2016 – № 30.

REFERENCES

1. Law of Ukraine "Scientific and technical activities» № 848-VIII of November 25, 2015 – Voice of Ukraine of 15.01.2016 – Num. 6.
2. Law of Ukraine "On public procurement» № 922-VIII of December 25, 2015 - Voice of Ukraine of 18.02.2016 – Num. 30.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф., Дмитрієв М.М., Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.О., Шпиг А.Ю. Про стан та перспективи наукових досліджень в Національному транспортному університеті / М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Ю. Шпиг // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті зроблено огляд здійснення науково-дослідної діяльності у вищому навчальному закладі та шляхів комерціалізації отриманих результатів.

Мета роботи – аналіз організації науково-дослідних робіт в Національному транспортному університеті.

Наукова діяльність університету здійснюється через науково-дослідний інститут «Проблем транспорту і будівельних технологій». В результаті конкурсних відборів формуються тематичні плани університету науково-дослідних робіт, що виконуються за визначеними основними напрямками наукових досліджень. Впровадження отриманих результатів відбувається шляхом укладання господарчих договорів з підприємствами та організаціями за їх кошти, а також через трансфер технологій.

Окремим напрямом проведення наукової діяльності є міжнародна діяльність, яку університет вдало проводить в рамках виконання міжнародних освітянських проектів TEMPUS та програми ЄС HORIZON 2020.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ, НАУКОВО-ДОСЛІДНІ РОБОТИ, КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ, ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ, МІЖНАРОДНА ДІЯЛЬНІСТЬ.

ABSTRACT

Dmytrychenko M.F., Dmytriiev M.M., Gutarevich Yu.F., Korpach A.O., Shpyh A.Yu. State and perspectives of scientific research in the National Transport University. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article reviews the implementation of research activities in higher education and ways to commercialize the results.

Purpose – analysis of the organization of scientific research at the National Transport University.

Science of University realizes through Research Institute «Transport and Construction Technologies». As a result of competitive selections emerging thematic plans for university research projects performed by identified key areas of research. Implementation of the results obtained is through the conclusion of economic agreements with companies and organizations for their money, as well as through technology transfer.

Another focus of research activities is an international activity that the University successfully held in the framework of international educational TEMPUS projects and programs HORIZON 2020.

KEY WORDS: SCIENTIFIC ACTIVITY, RESEARCH WORK, COMMERCIALIZATION, TECHNOLOGY TRANSFER, INTERNATIONAL ACTIVITY.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф., Дмитриев Н.Н., Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.А., Шпиг А.Ю. О состоянии и перспективах научных исследований в Национальном транспортном университете / Н.Ф. Дмитриченко, Н.Н. Дмитриев, Ю.Ф. Гутаревич, А.А. Корпач, А.Ю. Шпиг // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье сделан обзор осуществления научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении и путей коммерциализации полученных результатов.

Цель работы – анализ организации научно-исследовательских работ в Национальном транспортном университете.

Научная деятельность университета осуществляется через научно-исследовательский институт «Проблем транспорта и строительных технологий». В результате конкурсных отборов формируются тематические планы университета научно-исследовательских работ, выполняемых по определенным основным направлениями научных исследований. Внедрение полученных результатов происходит путем заключения хозяйственных договоров с предприятиями и организациями за их счет, а также через трансфер технологий.

Отдельным направлением проведения научной деятельности является международная деятельность, которую университет удачно проводит в рамках выполнения международных образовательных проектов TEMPUS и программы ЕС HORIZON 2020.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ, ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 318.

Дмитрієв Микола Миколайович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Аеропорти», e-mail: ntudnn327@ukr.net,

тел. (044)2808448, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 327.

Гутаревич Юрій 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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 302.

Корпач Анатолій Олександрович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри «Двигунів і теплотехніки», e-mail: korpach@mail.ru, тел. +380663470688, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 325.

Шпиг Альона Юріївна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, заступник директора Науково-дослідного інституту «Проблем транспорту і будівельних технологій» НТУ, e-mail: alena-87@ukr.net, тел. +380988123982, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. i258.

AUTHOR:

Dmytrychenko Mykola F., Doctor of Technical Science, National Transport University, professor of the Manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044)2808203, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 318.

Dmytriiev Mykola M., Doctor of Technical Science, National Transport University, professor of the airfields department, e-mail: ntudnn327@ukr.net, tel. (044)2808448, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 327.

Gutarevich Yuri F., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, head of the engines and heating department, e-mail: kafedradvz.ntu@gmail.com, tel. +380442804716, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 302.

Korpach Anatoly O., Ph.D in Technical Science, National transport university, professor of the engines and heating department, e-mail: korpach@mail.ru, tel. +380663470688, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1.

Shpyh Alona Yu., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Head's assistant of Research Institute «Transport and Construction Technologies» NTU, e-mail: alena-87@ukr.net, tel. +380988123982, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. i258.

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 318.

Дмитриев Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Аэропорты», e-mail: ntudnn327@ukr.net, тел. +380442808448, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 327.

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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 302.

Корпач Анатолий Александрович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Двигателей и теплотехники», e-mail: korpach@mail.ru, тел. +380663470688, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Шпиг Алёна Юрьевна, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, заместитель директора Научно-исследовательского института «Проблем транспорта и строительных технологий» НТУ, e-mail: alena-87@ukr.net, тел. +380988123982, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. i258.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

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

REVIEWER:

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

Sakhno V.P., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Head of the automobiles department, Kyiv, Ukraine.

УДК 504.054
UDC 504.054

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОНЕНТІВ ТРАДИЦІЙНИХ І АЛЬТЕРНАТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ

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

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL PROPERTIES OF THE COMPONENTS OF TRADITIONAL AND ALTERNATIVE AVIATION GASOLINE

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

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ТРАДИЦИОННЫХ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ АВИАЦИОННЫХ БЕНЗИНОВ

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

Вступ

Знаходячись тисячоліттями під товщею землі, нафта, не спричиняла токсичного впливу на навколишнє середовище, але людина вилучила її з надр та інтенсивно використовує для своїх цілей. Нафта, яка приносить користь людині, ставить під питання існування не тільки людей, а й усього живого на Землі.

Токсичність нафтопродуктів і газів що виділяються визначається, головним чином, поєднанням вуглеводнів які входять до їх складу. Важкі нафти є більш токсичними в порівнянні з легкими, а суміш вуглеводнів є більш токсичною за окремі компоненти. Значно збільшується токсичність нафтопродуктів при переробці сірчистих нафт. Найбільш шкідливою для організму людини є комбінація вуглеводню і сірководню, вражається центральна нервова система та мозок.

Мета: аналіз екологічних властивостей компонентів традиційних і альтернативних авіаційних бензинів.

Об'єкт: забезпечення екологічної чистоти традиційних і альтернативних авіаційних бензинів.

Предмет: компонентний склад традиційних і альтернативних авіаційних бензинів

Аналіз компонентного складу традиційних бензинів.

На більшості легкових і вантажних автомобілів, а також на деяких літаках встановлені поршневі двигуни внутрішнього згоряння з примусовим запалюванням. За родом палива ці двигуни поділяють на двигуни рідкого палива і газові, за способом заповнення циліндра свіжим зарядом – на чотири тактні і двотактні.

Для перетворення рідкого палива в пари і змішання його з повітрям в двигунах внутрішнього згоряння з примусовим запалюванням від іскри, як правило, використовують процес карбюрації, який полягає в роздробленні рідкого палива на дрібні краплі, інтенсивному перемішуванні з повітрям і випаровуванні. Прилад, в якому відбувається цей процес, називають карбюратором. В авіаційних поршневих двигунах процес приготування паливної суміші виробляють як із застосуванням карбюраторів, так і при безпосередньому вприскуванні.

Основним (базовим) компонентом палив для автомобільних двигунів з запалюванням від іскри довгий час був бензин прямої перегонки нафти. Цей продукт через його низькі експлуатаційні якості повсюдно замінюється бензинами каталітичного риформінгу і крекінгу. Крім них до складу бензинів включають алкілат, продукти ізомеризації легких бензинових фракцій, бензинові фракції вісбрекінгу, термічного крекінгу і коксування, рафінувати від екстракційного виділення бензолу і толуолу, піролізні бензини, бутан, бутан-бутиленову фракцію. Для поліпшення властивостей і збільшення ресурсів до складу автомобільних бензинів у все зростаючих кількостях вводять кисеньвмісні компоненти – метиловий і вторинний бутиловий спирти, метилтретбутиловий і метилтетраміловий ефіри (МТБЕ і МТАЕ).

Як палива для автомобільних карбюраторних двигунів останнім часом застосовують стиснутий або скраплений природний газ, зріджений пропан-бутанову суміш.

Як базові компоненти авіаційних бензинів використовують бензини каталітичного крекінгу, в деяких випадках-каталізати риформінгу. Для поліпшення експлуатаційних властивостей додають алкілат, толуол, Антидетонаційні і антиокислювальні присадки. Випускають авіаційні бензини марок Б-95/130, Б-91/115, Б-70 (в чисельнику - октанове число, в знаменнику - сортність на багатій суміші).

Експлуатаційні характеристики бензинів повинні забезпечувати нормальну роботу двигунів в різних режимах. Основними показниками якості автомобільних палив є детонаційна стійкість, фракційний склад, хімічна та фізична стабільність, вміст сірки. Авіаційні бензини, крім цього, характеризуються температурою кристалізації, змістом смолистих речовин, теплотою згорання [1-2].

Аналіз компонентного складу реформульованих бензинів.

Реформульований бензин — це бензин зі зміненою формулою його складу, використання якого спричиняє менше забруднення довкілля. Використання реформульованого бензину почалося у січні 1995 р. в регіонах США з недостатньою товщиною озонового шару і надмірним забрудненням повітря токсичними речовинами. Загальні вимоги до реформульованих бензинів передбачають наявність у бензині мінімум 2,0% мас. кисню та не більше 1,0% об. бензолу, а також відсутність важких металів (свинець, марганець) і присутність проти-нагарних присадок [3].

Реформульовані бензини виробляються з тих самих компонентів і нафт (табл. 1), що й звичайні бензини, але реформулювання бензинів полягає у зменшенні в них загального вмісту аренів і алкенів, зниженні температури википання 90% палива, обмеженні вмісту бензолу, зменшенні ТНП і залученні до складу бензинів кисневмісних сполук.

Таблиця 1 – Склад звичайних і реформульованих бензинів [4]

Найменування компоненту	Склад бензинів, % об.			
	Звичайний бензин		Реформульовані й бензин США	Авіаційні бензини
	Європа	США		
Бутани	5,7	5,5	3,5	-
Бензин каталітичного реформінгу	46,9	40,3	24,6	0 – 57 % мас.
Бензин каталітичного крекінгу	27,1	33,0	28,1	0 - 73 %
Алкілат	4,1	9,4	16,5	20 – 40 % мас.
Полімеризат	1,8	1,0	1,4	-
Ізомеризат	5,0	5,5	11,6	-
Бензин гідрокрекінгу	7,6	1,6	3,5	-
Кисневмісні сполуки	1,8	3,4	10,8	-
Тетраетилсвинець	-	-	-	0,56 гРб/л
Ароматичні компоненти	-	-	-	Не більше 6 %
Бензин прямої перегонки	-	-	-	0 - 10 % (легкого компонента)

Бензини – один з основних видів палива для двигунів сучасної техніки. Автомобільні та мотоциклетні, човнові та авіаційні поршневі двигуни споживають бензини. Частка бензинів у виробництві всіх нафтопродуктів в різних країнах неоднакова і коливається від 20 до 50% [5].

Катастрофічне забруднення навколишнього середовища продуктами згорання палив, виникнення парникового ефекту призвели до формування вимог до викидів двигунами токсичних продуктів.

Контролювання повітря робочої зони під час роботи з бензинами провадять по наявності парів вуглеводнів (ГДК = 300 мг/м³, 4 клас небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.005), бензину (ГДК = 100 мг/м³, 4 клас небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.005), оксиду вуглецю (ГДК = 20 мг/м³, 4 клас небезпеки згідно з ГОСТ 12.1.005).

Токсичність обумовлюється хімічним і фракційним складом палив.

Для попередження забруднення навколишнього природного середовища й забезпечення безпеки встановлено єдині гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин.

Токсичність і пожежонебезпеку нафтових палив відносять до 4 класу згідно ГОСТ 12.1007-76 за ступенем впливу на організм. Клас небезпечності шкідливих речовин встановлюють залежно від норм і показників, зазначених у таблиці 2.

Найнебезпечнішим є отруєння парами палив через органи дихання з повітрям. Пара легко проходить через альвеоли легень і потрапляє безпосередньо у коло кровообігу, минаючи печінку, що відіграє важливу роль у затримці й знешкодженні токсичних речовин.

У таблиці 3 наведені ГДК деяких токсичних рідких і газоподібних компонентів палив.

Таблиця 2 – Класифікація небезпечності шкідливих речовин [6]

	Норма для класу небезпеки			
	1 надзвичайно небезпечні	2 високо- небезпечні	3 помірно небезпечні	4 мало- небезпечні
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	<0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	>10,0
Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	<100	100-504	501-2500	>2500
Середня смертельна концентрація повітря, мг/м ³	<500	504-5000	5001-50000	>50000

Таблиця 3 – Токсичність деяких рідких та газоподібних речовин [6]

Речовина	Клас небезпеки	Гранично допустима концентрація			
		В повітрі робочої зони, мг/м³	В атмосфері населених пунктів, мг/м³		У воді водойм, санітарно-побутового використання, мг/л
			Максимальна	Середньодобова	
Компоненти палив					
Вуглеводні (C ₂ – C ₁₀)	4	300	115	0,65	-
Ацетон	4	200	0,35	0,35	-
Бензол	2	5	1,5	0,8	0,5
Ксилол	3	50	0,2	0,2	0,05
Спирт метиловий	3	5	1	0,5	3
Спирт етиловий	4	1000	5	5	-
Тетраетилсвинець	1	0,05	-	0,0007	-
Толуол	3	50	0,6	0,6	0,5
Викиди					
Діоксид азоту	2	5	0,085	0,085	-
Оксид вуглецю	-	20	3	1	-
Бенз(а)пірен	1	-	0,00001	0,00001	-

До компонентного складу палив можуть входити:

Вуглеводні (C₂ – C₁₀) – аліфатичні, аlicиклічні та ароматичні сполуки, молекули яких складаються з атомів вуглецю і водню.

Вуглеводні утворюють гомологічні ряди. У природі вуглеводні зустрічаються в рідкому, твердому і газоподібному стані. У розсіяному вигляді присутні в атмосфері, воді, твердих породах (короген), в концентрованому – у покладах вугілля, нафти, газу, газогідратів.

Залежно від будови розрізняють ациклічні вуглеводні, в молекулах яких атоми утворюють лінійні або розгалужені ланцюги, та ізоциклічні (карбоциклічні), молекули яких являють собою цикли (кільця) трьох і більше атомів вуглецю.

Вплив на організм вуглеводнів різноманітний, насамперед страждає центральна нервова система, ушкоджується вищий центр нервової системи – мозок.

Вуглеводні впливають і на серцево-судинну систему, на гемолітичні показники крові (вміст гемоглобіну й еритроцитів), можливими є ушкодження печінки і порушення в роботі ендокринного апарату [7].

Ацетон (CH₃-C(O)-CH₃) – найпростіший представник кетонів. Безбарвна легко рухлива летюча рідина з характерним запахом [8].

Повністю змішується з водою і більшістю органічних розчинників.

Температура спалаху – мінус 18 °С; температура самозаймання – 500 °С; температурні межі займання парів у повітрі: нижній – мінус 20 °С, верхній – 6 °С; концентраційні межі запалення парів в повітрі: нижній – 2,2% (за обсягом), верхній – 13% (за об'ємом); мінімальна енергія запалювання парів в повітрі – 0,6 мДж. Показники пожежонебезпеки визначені по ГОСТ 12.1.044.

Відповідно до ГОСТ 12.1.007 за ступенем впливу на організм ацетон відноситься до четвертого класу небезпеки – речовини малонебезпечні.

ГДК парів ацетону в повітрі робочої зони – 200 мг/м³.

Ацетон має наркотичну дію. При тривалому вдиханні парів ацетон накопичується в організмі, може всмоктуватися через неушкоджену шкіру. Отруєння ацетоном можливо при вдиханні парів ацетону в концентрації, що перевищує гранично допустиму концентрацію [9].

Бензол (C_6H_6) – являє собою безбарвну прозору горючу рідину з характерним запахом; він погано розчинний у воді, змішується зі спиртом, ефіром та іншими органічними розчинниками.

Бензол – безбарвна, легкозаймиста рідина з характерним ароматичним запахом. Пари бензолу з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Концентраційні межі поширення полум'я: нижній – 1,43% (за обсягом), верхній – 8,0% (за обсягом). Температурні межі: нижній – мінус 15 °С, верхній – плюс 13 °С. Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню (МВСК) при розведенні суміші азотом 11,5% (за обсягом).

Температура спалаху – мінус 11 °С. Температура самозаймання – 560 °С. Засоби гасіння пожежі: піна, порошок ПСБ-3 (великі протоки), порошок ПСБ, вуглекислота (невеликі осередки).

Бензол за ступенем впливу на організм людини відноситься до речовин 2-го класу небезпеки за ГОСТ 12.1.005-88. Гранично допустима концентрація його в повітрі робочої зони виробничих приміщень – 5 мг/м³ середньозмінна і 15 мг/м³ максимальна, ГДК бензолу у воді водойм господарсько-питного призначення – 0,5 мг/дм³ [10]

Ксилол – безбарвні рідини з характерним запахом. Малорастворими в воді, добре розчиняються в органічних розчинниках. Температура плавлення – 25,2 °С (о-ксилол), - 47,8 °С (м-ксилол), 13,26 °С (п-ксилол). Температура кипіння 144,4 °С (о-ксилол), 139,1 °С (м-ксилол), 138,3 °С (п-ксилол). Густина – 0,8802 г/см³ (20 °С) (о-ксилол), 0,8642 г/см³ (м-ксилол), 0,8611 г/см³ (п-ксилол). Виявляють властивості ароматичних з'єднань, легко алкілюються, хлоруються, сульфуються і нітруються [11].

Нафтовий ксилол за ступенем впливу на організм відноситься до третього класу небезпеки.

Пари ксилолу при високих концентраціях діють наркотично, шкідливо впливають на нервову систему, надають подразнюючу дію на шкіру та слизову оболонку очей.

Нафтовий ксилол відноситься до пожежо-, вибухонебезпечних продуктів: температура самозаймання вище 450 °С, температура спалаху в закритому тиглі не нижче 23 °С, концентраційні межі спалаху парів ксилолу в суміші з повітрям (за обсягом): нижній 1%, верхній – 6% .

ГДК парів ксилолу в повітрі робочої зони складає 50 мг/м³ згідно з ГОСТ 12.1.005-88. [12]

Спирт метиловий (CH_3OH) – найпростіший одноатомний спирт, безбарвна рідина зі слабким спиртовим запахом.

Згідно Національного стандарту України ДСТУ 3057-95 (ГОСТ 2222-95) метанол – особливо небезпечна легкозаймиста рідина. Температура спалаху 6 °С. Температура спалаху 13 °С. Температура самозаймання 440 °С. Температурні межі поширення полум'я: нижня – 5 °С, верхня – 39 °С; концентраційні межі поширення полум'я 6,98% - 35,5% (об.).

Метанол за ступенем впливу на організм людини відноситься до помірно небезпечних речовин (3-й клас небезпеки) по ГОСТ 12.1.005. ГДК в повітрі робочої зони – 5 мг/м³, максимальна разова концентрація в атмосферному повітрі населених місць – 1 мг/м³, середньодобова – 0,5 мг/м³.

Метанол має політропну дію з переважним впливом на нервову систему, печінку і нирки. Володіє вираженою кумулятивною дією. Метанол являє собою небезпеку, аж до смертельного результату, при надходженні через шлунково-кишковий тракт. Гострі отруєння при вдиханні парів зустрічаються рідко. Метанол має слабовиражену місцеву дію на шкіру, може проникати через неушкоджені шкіряні покриви (ГДР забруднення шкірних покривів становить 0,02 мг/см²).

Симптоми отруєння – головний біль, запаморочення, нудота, блювота, біль у шлунку, загальна слабкість, подразнення слизових оболонок, мерехтіння в очах, а в тяжких випадках – втрата зору і смерть [13].

Спирт етиловий (C_2H_5OH) – органічна сполука, представник ряду одноатомних спиртів складу. За звичайних умов є безбарвною, легкозаймистою рідиною. Згідно Національного стандарту України ДСТУ 4221:2003 етанол – це токсична речовина з наркотичною дією, за ступенем впливу на організм людини належить до четвертого класу небезпечних речовин. Має канцерогенні властивості. гранично допустима концентрація (ГДК) парів спирту етилового ректифікованого в повітрі робочої зони виробничих приміщень – 1000 мг/м³ згідно з ГОСТ 12.1.005,

Спирт етиловий ректифікований – легкозаймиста прозора рідина. Колір полум'я під час горіння – блакитний. Продукти згорання – нетоксичні і складаються з парів води і діоксиду вуглецю.

Температура спалаху – 13 °С (в закритому тиглі). Температура самозаймання – 400 °С.

Концентраційні межі поширення полум'я у сумішах спиртової пари з повітрям (в об'ємних частках): нижня – 3,6. верхня – 17,7 за 101,3 кПа (760 мм рт.ст.).

Температурні межі поширення полум'я у сумішах спиртової пари з повітрям нижня – 11 °С, верхня – 41 °С за 101,3 кПа (760 мм рт.ст.).

Суміш парів спирту етилового ректифікованого з повітрям – вибухонебезпечна. Мінімальний тиск вибуху в закритому об'ємі становить 682 кПа. Швидкість вигорання становить 3,7 10-2 кг/(м³ с). Категорія і група вибухонебезпечної суміші спирту з повітрям II А-Т2 – згідно з ГОСТ 12.1 011 [14].

Тетраетилсвинець – безбарвна, масляниста, отруйна летюча рідина; має щільність 1,65 г/см³, кипить при температурі 195 °С з розкладанням. Отримують тетраетилсвинець при взаємодії хлористого етилу C₂H₅Cl і сплаву свинцю з натрієм PbNa (близько 10% Na). Тетраетилсвинець широко застосовується в складі етилової рідини як антидетонатор моторних палив в карбюраторних двигунах внутрішнього згорання.

Отруєння тетраетилсвинцем можливі при отриманні тетраетилсвинцю і етилової рідини, транспортуванні і зберіганні етилової рідини і етилованого бензину, ремонті та експлуатації двигунів внутрішнього згорання. Тетраетилсвинець проникає в організм через дихальні шляхи, неушкоджену шкіру, шлунково-кишковий тракт. Виділяється з організму з сечею та калом. Депонується в паренхіматозних органах (печінка, нирки) і головному мозку. При гострому отруєнні прихований період – від декількох годин до декількох діб. Перші ознаки отруєння: різкий головний біль, слабкість, ейфорія. Сон переривчастий, з жахливими сновидіннями. Характерні вегетативні розлади - зниження тиску, температури тіла, уповільнення пульсу, посилене слиновиділення. Можливі порушення ходи, ослаблення пам'яті, емоційна нестійкість. Хронічні отруєння тривалий час протікають приховано. Легкі форми виявляються у вигляді астенії і вегетативних розладів, важкі - інтоксикаційними психозами. Можливий розвиток енцефалопатії, ослаблення інтелекту. Лікування: при гострому отруєнні - промивання шлунка, снодійні, седативні, серцево-судинні засоби; при хронічному отруєнні застосовують також загальнозміцнююче лікування. Профілактика: дотримання санітарних вимог до технологічного процесу і обладнання, правил особистої гігієни; використання засобів індивідуального захисту; дистанційне керування; обробка приміщень несорбуючим тетраетилсвинцем і легко очищаючимися матеріалами; медичний контроль за станом здоров'я робітників [15-17].

Толуол (C₇H₈) – являє собою безбарвну летючу рідину із запахом бензолу, яка може займатися і вибухати в повітрі. В атмосферному повітрі толуол швидко реагує з гідроксильними радикалами і утворює різноманітні продукти окислення.

Не розчиняється в воді, розчинний в ацетоні, змішується в будь-яких співвідношеннях з абсолютним спиртом і ефіром. Густина – 0,867 г/см³. Температура самозаймання 536 °С. Температура спалаху 4 °С. Межі самозаймання: нижня 0 °С, верхня 30 °С [18].

Нафтовий толуол відноситься до числа токсичних продуктів третього класу небезпеки. Пари толуолу при високих концентраціях діють наркотично, шкідливо впливають на нервову систему, надають подразнюючу дію на шкіру та слизову оболонку очей [19].

ГДК парів толуолу в повітрі робочої зони становить 150 мг/м³ (максимально разова) і 50 мг/м³ (середньозмінна) [18].

Основними викидами згорання палив є:

Діоксид азоту (NO₂) – газ, червоно-бурого кольору, з характерним гострим запахом або жовтувата рідина.

Оксиди азоту, потрапляючи в атмосферу, представляють серйозну небезпеку для екологічної ситуації, так як здатні викликати кислотні дощі, а також самі по собі є токсичними речовинами, що викликають подразнення слизових оболонок.

Двоокис азоту впливає в основному на дихальні шляхи і легені, а також викликає зміни складу крові, зокрема, зменшує вміст в крові гемоглобіну.

Азотна кислота, що утворюється в результаті взаємодії діоксиду азоту з водою є сильним корозійним агентом [20].

Оксид вуглецю (CO) – безбарвний газ без смаку і запаху, щільність 0,967, коефіцієнт розчинення в крові людини 0,1709. Токсичність оксиду вуглецю для людини пов'язана з високою його здатністю вступати в реакцію з залізом гемоглобіну, утворюючи карбоксигемоглобін, нездатний транспортувати кисень з легень до споживаючих тканин. Настає анемія, що відбувається, перш за все, на центральній нервовій системі, посилюється атеросклеротичний процес [21].

При вдиханні повітря з вмістом CO більше 10 ppm з'являються ознаки отруєння, 200 ppm – легке отруєння, 1200 ppm – через 30 хв підвищене серцебиття. Концентрація CO в 2000-2500 ppm призводить до непритомного стану [22-24].

Бенз(а)пірен – поліциклічний ароматичний вуглеводень (ПАВ), найбільш стійкий і сильний канцероген серед ПАВ. Є індикатором наявності канцерогенних ПАВ в навколишньому середовищі. Надходження бенз(а)пірену в атмосферу відбувається в основному за рахунок спалювання вугілля, деревини, виробництва коксу, пожеж лісових і степових – понад 5000 т/рік [25,26].

Бенз(а)пірен є найбільш типовим хімічним канцерогеном навколишнього середовища, він небезпечний для людини навіть при малій концентрації, оскільки має властивість біоаккумуляції. Будучи хімічно порівняно стійким, бенз(а)пірен може довго мігрувати з одних об'єктів в інші. В результаті багато об'єктів і процеси навколишнього середовища, самі не володіють здатністю синтезувати бенз(а)пірен, стають його вторинними джерелами. Бенз(а)пірен надає також мутагенну дію [27].

Висновок

Транспортний комплекс є найпотужнішим джерелом забруднення природного середовища.

Товарне паливо – це те паливо, яке надходить на підприємства і являє собою суміш компонентів, що отримуються в результаті різних технологічних процесів переробки нафти.

На підставі аналізу даних літератури вплив товарних палив на організм залежить від їх компонентного складу. Найбільш токсичними є бензапірен і тетраетилсвинцеві віднесені до 1 класу небезпеки (надзвичайно небезпечні). Вони спричиняють токсичну дію на організм людини і при певних ситуаціях становлять небезпеку для його здоров'я.

На сучасному етапі розвитку перспективою альтернативних екологічних палив є використання спиртів як добавки до палив нафтового походження або як самостійних палив. Найбільш широкого використання у світі на сьогодні набув етанол – відноситься до 4 класу небезпеки (мало-небезпечні), метанол – 3 клас небезпеки (помірно небезпечні) та бутанол – 3 клас небезпеки (помірно небезпечні).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Химия нефти и газа: Учеб, пособие для вузов/Л. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др./Под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1989. – 424 с.
2. Химия нефти и газа: Учеб, пособие для вузов/А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.; Под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. – 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995. – 448 с.
3. Кулик Н.С. Авиационная химмотология: топлива для авиационных двигателей. Теоретические и инженерные основы применения./ Н.С. Кулик, А.Ф. Аксёнов, Л.С. Яновский, С.В. Бойченко, А.И. Запорожец — К.: НАУ, 2015. — 610 с.
4. Бойченко С.В., Спіркін В.Г. Вступ до хімотології палив та олив: навчальний посібник: у 2-х ч. – Одеса: Астропринт, 2009. – Ч. 1. – 236 с.
5. Химия и технология горючего, смазочных материалов и специальных жидкостей. Методы получения реактивных топлив. Учебное пособие. / Бейко О.А. Лопатенко С.К. Новикова В.Ф. Янко Н.П. – Киев: КИИГА, 1982. – 64с.
6. Качество автомобильных топлив. Эксплуатационные свойства. Требования к качеству Методы испытаний. НПИКЦ, 2006 - 400 с.
7. Транскордонні проблеми токсикології докільля Мазур Шендрік; Торочешников Н.С., Родионов А.И., Кельцев Н.В., Клушин В.Н. Техника зашити окружающей среде: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 1981. – 368 с., ил.
8. Ацетон: химические и физические свойства [Электронный ресурс] // Химический портал ChemPort.Ru. URL: http://www.chemport.ru/chemical_substance_27.html (дата обращения: 2013-04-09)
9. ГОСТ 2768-84. Ацетон технический. Технические условия. – Введ. 1985-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. –15 с.
10. ГОСТ 5955-75. Реактивы. Бензол. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 1975-03-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1994. –12 с.
11. Быков Г.В. История органической химии: Открытие важнейших органических соединений. — М.: Наука, 1978. — С. 94. — 379 с.
12. ГОСТ 9410-78. Ксилол нефтяной. Технические условия. – Введ. 1980-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. –5 с.
13. Метанол технический. Технические условия: ДСТУ 3057-95. – [Чинний від 1997-01-01]. — К.: Держстандарт України, 1997. — 5 с. — (Національні стандарти України).
14. Метанол технический. Технические условия: ДСТУ 4221:2003. – [Чинний від 2004-10-14]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 8 с. — (Національні стандарти України).

15. Наметкин С.С. Химия нефти, Моторные и реактивные масла и жидкости, под ред. К. К. Папок, М., [1964];
16. Ермаков Е. В., Хроническое отравление тетраэтилсвинцом, Л., 1963;
17. Дрогичина Э. А., Профессиональные болезни нервной системы, Л., 1968.
18. ГОСТ 14710-78. Толуол нефтяной. Технические условия. – Введ. 1980-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
19. Воздействие толуола на организм человека и меры профилактики С.В.Витрищак, В.В.Бондаренко, И.И.Изоркина, С.Ю.Гаврик, М.В.Бондаренко, Е.В.Санина Український журнал клінічної та лабораторної медицини, 2013 том 8, №2 С. 12 – 16.
20. Стаскевич Н.Л. Справочник по сжиженным углеводородным газам, Кнулянец И.Л. Краткая химическая энциклопедия Том 1
21. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДО. 2004. – 163 с.: ил.
22. Гольберг В.М. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В.М. Гольберг, В.П. Зверев, А.М. Арбузов и др. - М.: Наука, 2001.
23. Н.Ф. Маркизова, А.Н. Гребенюк, В.А. Башарин. Токсикология нефтепродуктов; 2003г.
24. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Ермакова. – изд. 28-е, переработанное и дополненное – М.: Интеграл-Пресс, 2000. – 728 с.
25. Панькова В.Н. Экология и природопользование: Словарь-справочник. – Новосибирск: «Сибирское соглашение», 2000. – 212 с.
26. Вронский В.А. Экология: Словарь-справочник. Изд. 2-е, Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 576 с.: ил.
27. Справочник инженера по охране окружающей среды (эколога) Под.ред. Перхуткина В.П. М.: «Инфра-Инженерия», 2005. – 864 с. 16 с. Иллюстр.

REFERENCES

1. Chemistry of oil and gas: Textbook, manual for universities / L. I. Bogomolov, A. A. Gayle, V. V. Gromov and. Others / Ed. VA Proskuryakova, AE Drabkina - 2 nd ed., Pererab. - L. : Chemistry, 1989.- 424 p.
2. Chemistry of oil and gas: Textbook, manual for vo-zoov / A. I. Bogomolov, AA Gayle, VV Gromov and others; Ed. VA Proskuryakova, AE Drabkina. - 3rd ed., Ext. And corrected. - St. Petersburg: Chemistry, 1995. - 448 p.
3. Kulik N.S. Aviation chemotherapy: fuel for aircraft engines. Theoretical and engineering bases of application. Kulik, A.F. Aksenov, L.S. Yanovsky, S.V. Boychenko, A.I. Zaporozhets-K. : NAU, 2015. - 610 p.
4. Boychenko S.V., Spirkin V.G. The entry up to the helmotology casts that olive: the head of the village: at 2 o'clock. - Odesa: Astroprint, 2009. - Part I. - 236 p.
5. Chemistry and technology of fuel, lubricants and special liquids. Methods for producing jet fuels. Tutorial. / Beyko OA Lopatenko S.K. Novikov V.F. Yanko N.P. - Kiev: KIIGA, 1982. - 64 p.
6. The quality of automotive fuels. Operational properties. Requirements for quality Test methods. NPIKTS, 2006 - 400 with.
7. Transcurdon problems of toxicology dovkiyla Mazur Shendrik; Torocheshnikov NS, Rodionov AI, Keltsev N.V., Klushin V.N. Технология защитытi окружающей среды: Textbook for high schools. - Moscow: Chemistry, 1981. - 368 p., Ill.
8. Acetone: chemical and physical properties [Electronic resource] // Chemical portal ChemPort.Ru. URL: http://www.chemport.ru/chemical_substance_27.html (reference date: 2013-04-09)
9. GOST 2768-84. Acetone is technical. Technical conditions. - Enter. 1985-07-01. - M.: IPK Publishing House of Standards, 2001. -15 p.
10. GOST 5955-75. Reagents. Benzene. Technical conditions (with Changes N 1, 2). - Enter. 1975-03-01. - M.: IPK Publishing house of standards, 1994. -12 p.
11. Bykov G.V. History of organic chemistry: discovery of the most important organic compounds. - Moscow: Nauka, 1978. - P. 94. - 379 p.
12. GOST 9410-78. Xylene oil. Technical conditions. - Enter. 1980-01-01. - M.: IPK Publishing House of Standards, 2004. -5 p.
13. Technical methanol. Specifications: DSTU 3057-95. - [Chinniy vid 1997-01-01]. - K. : Derzhstandart of Ukraine, 1997. - 5 p. - (National Standard of Ukraine).

14. Technical methanol. Specifications: DSTU 4221: 2003. - [Chinniy vid 2004-10-14]. - K .: Derzhospozhivstandart of Ukraine, 2004. - 8 p. - (National Standard of Ukraine).
15. Nametkin S.S. Chemistry of oil, Motor and jet oils and fluids, Ed. KK Papok, M., 1964.
16. Ermakov E.V., Chronic poisoning with tetraethyl lead, L., 1963;
17. Drogichina EA, Professional diseases of the nervous system, Leningrad, 1968.
18. GOST 14710-78. Toluene is an oil. Technical conditions. - Enter. 1980-01-01. - M.: IPK Publishing House of Standards, 2004. -5 p.
19. Effect of toluene on the human body and preventive measures SVVitrischak, VVBondarenko, Ilyzorkina, S.Yu. Gavrik, MVBondarenko, E.V.Sanina The Ukrainian Journal of Clinical Laboratory Studies Medicine, 2013 volume 8, number 2 C. 12 - 16.
20. Staskevich N.L. Handbook on liquefied petroleum gases, Knunyants I.L. Brief Chemical Encyclopedia Volume 1
21. Davydova S.L., Tagasov V.I. Oil and oil products in the environment: Textbook. Allowance. - Moscow: Publishing House of Russian Ore. 2004. - 163 p .
22. Golberg V.M. Technogenic pollution of natural waters by hydrocarbons and its ecological consequences / V.M. Golberg, V.P. Zverev, A.M. Arbuzov et al. - Moscow: Nauka, 2001.
23. N.F. Markizova, A.N. Grebenyuk, V.A. Basharin. Toxicology of petroleum products;
24. Glinka N.L. General Chemistry: Textbook for high schools / Ed. A.I. Ermakova. - ed. 28th, revised and enlarged - M .: Integral-Press, 2000. - 728 p.
25. Pankova V.N. Ecology and nature management: Dictionary-reference. - Novosibirsk: "Siberian Agreement", 2000. - 212 p.
26. Vronsky V.A. Екологія: Dictionary-reference book. Ed. 2 nd, Rostov n / a: Phoenix, 2002. - 576 p.
27. The reference book of the engineer on preservation of the environment (ecologist) Под.ред. Perkhutkina V.P. Moscow: Infra-Engineering, 2005. - 864 p.

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Аналіз екологічних властивостей компонентів традиційних і альтернативних авіаційних бензинів / Бойченко С.В., Кондакова О.Г. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Токсичність нафтопродуктів і газів що виділяються визначається, головним чином, поєднанням вуглеводнів які входять до їх складу. Важкі нафти є більш токсичними в порівнянні з легкими, а суміш вуглеводнів є більш токсичною за окремі компоненти. Значно збільшується токсичність нафтопродуктів при переробці сірчистих нафт. Найбільш шкідливою для організму людини є комбінація вуглеводню і сірководню, вражається центральна нервова система та мозок.

Під час використання палива відбувається забруднення навколишнього середовища, а саме ґрунтів, водних об’єктів та атмосферного повітря паливом та продуктами його згорання. Основною екологічною властивістю палива є токсичність відпрацьованих газів двигуна. Оскільки, при цьому в атмосферу надходить понад 200 різних сполук — продуктів неповного згорання, часткового окиснення й термічного розкладання палив.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАДИЦІЙНІ ПАЛИВА, АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА, АВІАЦІЙНИЙ БЕНЗИН, ЕКОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

ABSTRACT

Boichenko S.V., Kondakova O.G., Analysis of the environmental properties of the components of traditional and alternative aviation gasoline. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The toxicity of oil and gas released is determined primarily by a combination of hydrocarbons within their structure. Heavy oil is more toxic as compared with light, and a mixture of hydrocarbons are more toxic for the individual components. Significantly increases the toxicity of oil products in the processing of sulfur oils. The most harmful to the human body is a combination of hydrocarbon and hydrogen, affected the central nervous system and brain.

When fuel is contamination of the environment, such as soil, water bodies and air fuel and its combustion products. The main feature of ecological fuel is toxic exhaust gases of the engine. Because,

while in the atmosphere comes over 200 different compounds - products of incomplete combustion, partial oxidation and thermal decomposition fuels.

KEY WORDS: TRADITIONAL FUELS, ALTERNATIVE FUELS, AVIATION GASOLINE, ENVIRONMENTAL PROPERTIES

РЕФЕРАТ

С.В. Бойченко. Анализ экологических свойств компонентов традиционных и альтернативных авиационных бензинов / Бойченко С.В., Кондакова А.Г. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

Токсичность нефтепродуктов и выделяемых газов определяется, главным образом, сочетанием углеводородов входящих в их состав. Тяжелые нефти являются более токсичными по сравнению с легкими, а смесь углеводородов более токсична за отдельные компоненты. Значительно увеличивается токсичность нефтепродуктов при переработке сернистых нефтей. Наиболее вредной для организма человека является комбинация углеводородов и сероводорода, поражается центральная нервная система и мозг.

При использовании топлива происходит загрязнение окружающей среды, а именно почв, водных объектов и атмосферного воздуха топливом и продуктами его сгорания. Основной экологической свойством топлива является токсичность отработанных газов двигателя. Поскольку, при этом в атмосферу поступает более 200 различных соединений - продуктов неполного сгорания, частичного окисления и термического разложения топлива.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАДИЦИОННЫЕ ТОПЛИВА, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА, АВИАЦИОННЫЙ БЕНЗИН, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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:

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 the Ecology and Safety of Vital Functions Department, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43+621.43.016.4+681.518+629.113+656.3.44.083
UDC 621.43+621.43.016.4+681.518+629.113+656.3.44.083

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ І ВЗАЄМОЗВ’ЯЗКУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
БОРТОВОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ ITS ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Волков В.П., доктор технічних наук, Харківський Національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

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

Симоненко Р.В., кандидат технічних наук, Державне підприємство «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут», Київ, Україна

Грицук Ю.В., кандидат технічних наук, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, Краматорськ, Україна

Волков Ю.В., Харківський Національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

THE FEATURES OF THE STRUCTURE AND THE RELATIONSHIP OF FUNCTIONAL
POSSIBILITIES OF ONBOARD INFORMATION COMPLEX FOR PROVIDING
THE INFORMATION EXCHANGE BETWEEN THE ELEMENTS OF ITS OF A VEHICLE

Volkov V. P. Doctor of Technical Sciences, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

Grytsuk I.V., Doctor of Technical Sciences, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

Symonenko R.V., state enterprise "State Road Transport Research and Design Institute", Kyiv, Ukraine

Grytsuk Yu.V. Candidate of Technical Sciences (PhD), Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Kramators'k, Ukraine

Volkov Yu.V. Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ВЗАИМОСВЯЗИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОРТОВОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕН МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ITS
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Волков В.П., доктор технических наук, Харьковский Национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

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

Симоненко Р.В., кандидат технических наук, Государственное предприятие «Государственный автотранспортный научно-исследовательский и проектный институт», Киев, Украина

Грицук Ю.В., кандидат технических наук, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Краматорск, Украина

Волков Ю.В., Харьковский Национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Вступ. Суттєва просторова протяжність, складність і розподіленість умов експлуатації транспортних засобів (ТЗ) та транспортної інфраструктури зі своїми особливостями і різноманіттям можуть вважатися об’єктом автоматизації сучасних інформаційних систем в умовах інтелектуальних транспортних систем (ITS).

Знання основ теорії експлуатації транспортних засобів є фундаментом при розробці прогресивних систем нормування і планування на транспорті за допомогою сучасних інформаційних систем [1].

Більшість завдань в процесі удосконалення методів оперативного управління працездатності автомобіля, які вирішують технічні служби експлуатації ТЗ, мають інформаційну складову оцінювання: дорожніх умов експлуатації ТЗ в частині висоти дороги над рівнем моря, прокольного профілю (рельєфу місцевості), типу і стану дорожнього покриття; ремонту, будівництва і обслуговування об’єктів дорожньої інфраструктури; їх моніторинг; прогнозування можливих аварійних ситуацій, транспортних умов в частині насиченості і інтенсивності руху ТЗ, особливостей вантажу, режиму і швидкості руху; атмосферно-кліматичних умов, культури експлуатації ТЗ тощо [2 – 4]. Перераховані та подібні їм завдання поки в основному вирішуються застарілими методами, які вже не забезпечують необхідної якості і ефективності [2]. Оцінка умов експлуатації, аналіз планів і профілів автомобільних доріг, як правило, складаються вручну в паперовому вигляді, оновлення карт і схем здійснюється вкрай рідко, дані про стан більшості об’єктів не систематизовані

і, відповідно, важкодоступні. Така ситуація ускладнює завдання керування класифікацією умов експлуатації ТЗ в інформаційних умовах ITS.

Основний матеріал. Для дослідження способів і технологічних процесів експлуатації ТЗ, удосконалення організації та розробки методів і технічних засобів автоматизації, комп'ютеризації та інформатизації процесів експлуатації доцільно використовувати нові можливості для отримання технічної інформації про окремі ТЗ шляхом моніторингу її параметрів стану за допомогою сучасних засобів ITS. Реалізація вказаних можливостей забезпечується поєднанням сучасних комп'ютерних технологій та мережею навігаційних супутникових технологій, а саме GPS, a-GPS, ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet, локальною мережею тощо [5 - 8]. До бортових засобів ITS на транспорті сьогодні відносять традиційні та опційні об'єкти сучасної автомобільної електроніки, автономні мікропроцесорні системи автоматичного контролю та керування ТЗ тощо.

Для забезпечення формального підходу до процесу моделювання і побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ в умовах ITS була розроблена загальна методика побудови і моделювання системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ. Для формування дослідної інформаційної системи для аналізу і взаємодії ТЗ з оточуючим середовищем, у вигляді умов експлуатації, визначені принципи системної взаємодії та запропонована методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу ITS [5, 9 - 13] (рис.1).

При створенні інформаційної системи моніторингу технічного стану ТЗ в залежності від умов експлуатації в умовах ITS, для формування структури бортового комплексу ITS з урахуванням його функціональних можливостей, були визначені, узагальнені та порівняні наявні відомості про застосування ITS на ТЗ. Крім цього, це було виконано з урахуванням того, що це є продуктивним тільки для таких складових їх проблем і таких варіантів рішень, для яких буде істотною інформатизація ТЗ і АТ в цілому. Для цього і була, з використання системного підходу, вирішена поставлена задача, а саме, виконано обґрунтування перспективи формування системи моніторингу для отримання технічної інформації про окремі ТЗ і умови їх експлуатації.

Розроблена інформаційна система моніторингу технічного стану ТЗ забезпечує постійний контроль технічний стан ТЗ, дій водія, умови використання ТЗ в залежності від умов експлуатації в умовах ITS. Основні етапи роботи щодо структури системи дистанційного моніторингу ТЗ на основі бортового інформаційного комплексу ITS були виконані і описані авторами попередніх досліджень кафедри ТЕСА ХНАДУ [5, 6, 8 - 10], а саме етапи 1, 2, 4, 5. Для забезпечення взаємодії складових і створення бази даних і алгоритмів інформаційного програмного комплексу був удосконалений етап 3 в частині створення моделей, що описують предметну область ТЗ за складовими множинами.

На рис. 2 показана розроблена авторами схема інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу для виконання дистанційного дослідження швидкозмінних робочих процесів експлуатації ТЗ в процесі зміни умов експлуатації [5, 9, 14].

Особливості інформаційної взаємодії між елементами ITS транспортного засобу і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг в процесах дистанційного управління його працездатністю описані в [14 - 17]. Для забезпечення дистанційного моніторингу параметрів технічного стану і робочих процесів експлуатації ТЗ в реальному часі в процесі проведеного дослідження була використана структура системи моніторингу ТЗ, описана в [5, 14, 9].

Схема інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг в процесах моніторингу параметрів технічного стану в межах віртуального підприємства з експлуатації автомобільного транспорту в умовах експлуатації [5, 14, 9] показана на рис. 2.

Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для отримання інформації про умови експлуатації ТЗ у межах з віртуальним підприємством з експлуатації автомобільного транспорту (ВПЕАТ) показані на рис. 3. В основу системної взаємодії покладені наступні основні функції бортового інформаційного комплексу, а саме забезпечення визначення положення ТЗ (трекінг положення ТЗ), забезпечення моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, вирішення задачі допомоги водієві ТЗ в процесах експлуатації ТЗ, забезпечення транспортної безпеки ТЗ. Функціонування основних функцій БІнК забезпечується виконанням покладених на нього функцій за допомогою системної взаємодії конструктивних особливостей ТЗ і складових елементів ITS, а саме (рис. 3) в частині: роботи з інформацією (при наявності різних протоколів), отриманою від датчиків ТЗ, поєднаними *K*, *L* або *CAN* лініями; роботи з різними інтерфейсами програмних комплексів; ідентифікації ТЗ в транспортному потоці; передачі і обробці даних при одночасній взаємодії між основними функціями; експлуатації транспортного двигуна і ТЗ з визначенням: параметрів двигуна і ТЗ в роботі, ТО і ремонті та їх зміну, відхилень від нормативів працездатності, термінових (часових) станів експлуатації двигуна і ТЗ, з формуванням геозон щодо параметрів експлуатації ТЗ; транспортної безпеки ТЗ при виконанні функцій спостереження і фіксації (відео-, фото-, аудіо-); навігації при роботі з картами і сервісами; реєстрації стану транспортного двигуна і ТЗ; вхід і вихід на програмні додатки сервера; допомоги водієві: з інформуванням про похибки і несправності в роботі, з усуненням похибок і несправностей в роботі; з передачею інформації про похибки і несправності в роботі в зовнішнє сховище інформації, тощо.

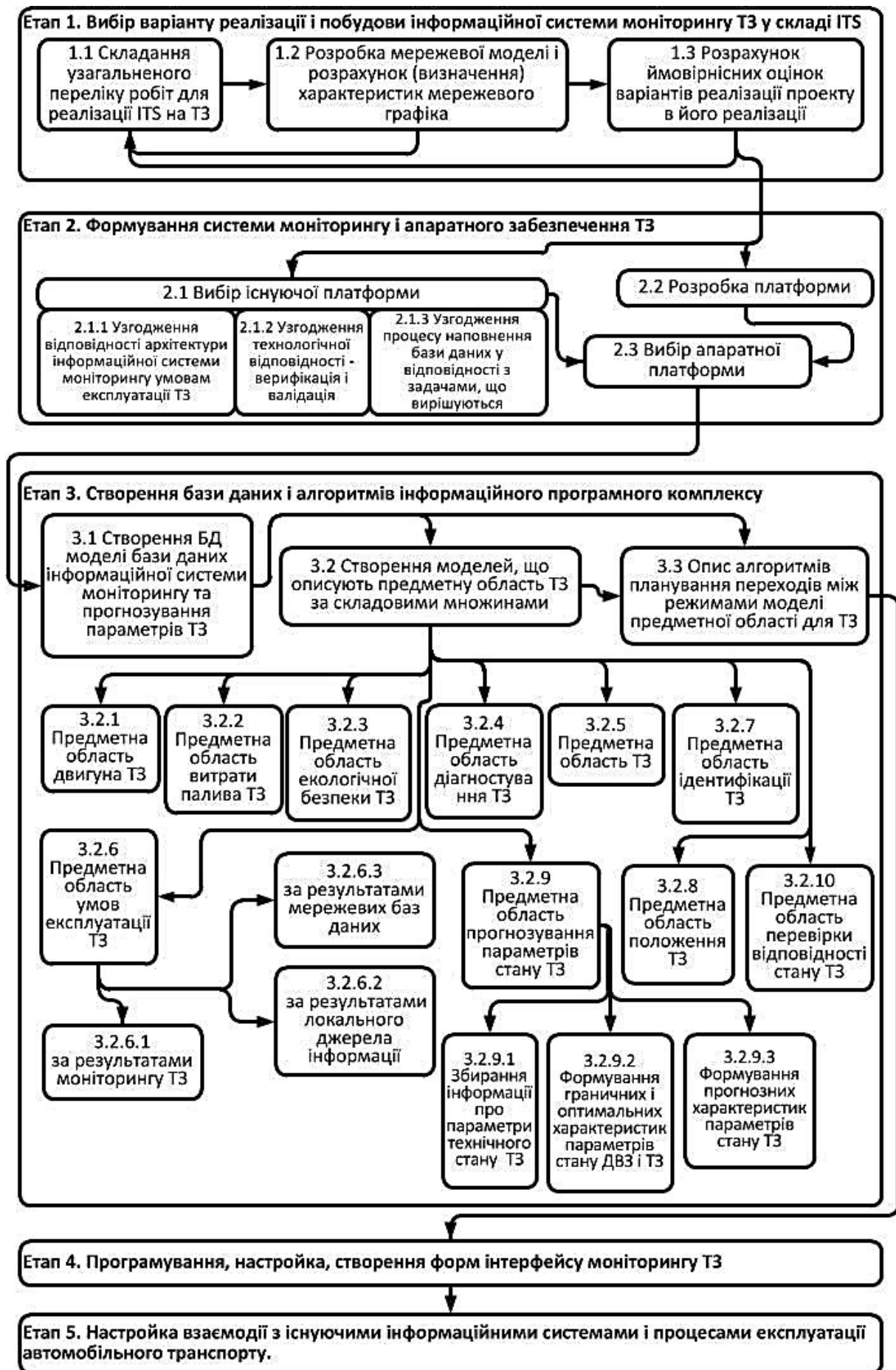


Рисунок 1 – Загальна методика моделювання та побудови інформаційної системи моніторингу ТЗ на основі бортового комплексу ITS

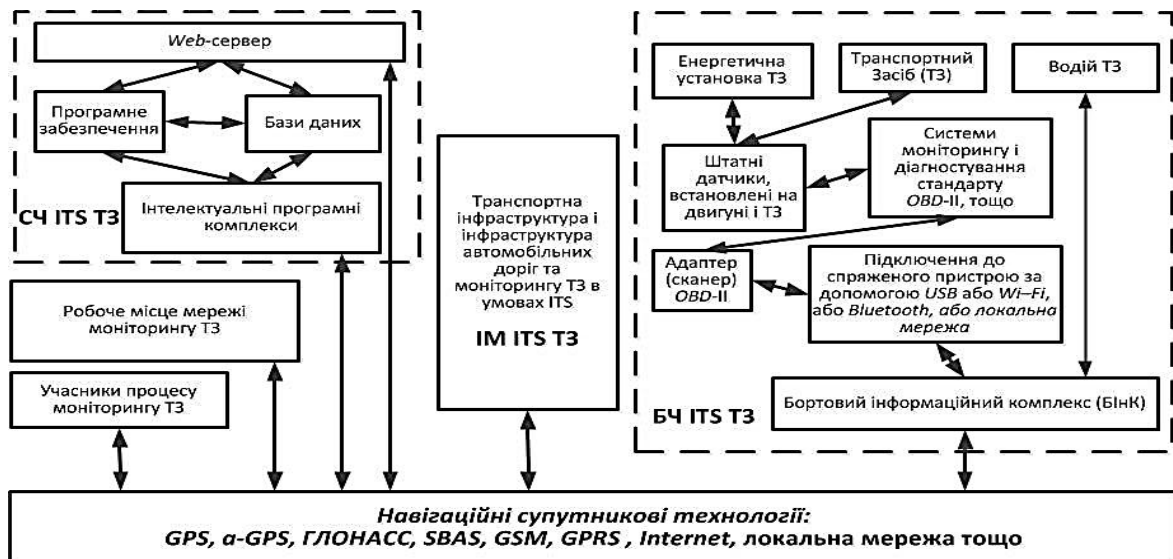


Рисунок 2 – Схема інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу і транспортної інфраструктури та інфраструктури автомобільних доріг в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації (СЧ ITS ТЗ – серверна частина ITS ТЗ; IM ITS ТЗ – інфраструктура моніторингу ITS ТЗ в транспортній інфраструктурі та інфраструктурі автомобільних доріг; БЧ ITS ТЗ – бортова частина ITS ТЗ у складі бортового інформаційного комплексу (БІНК))

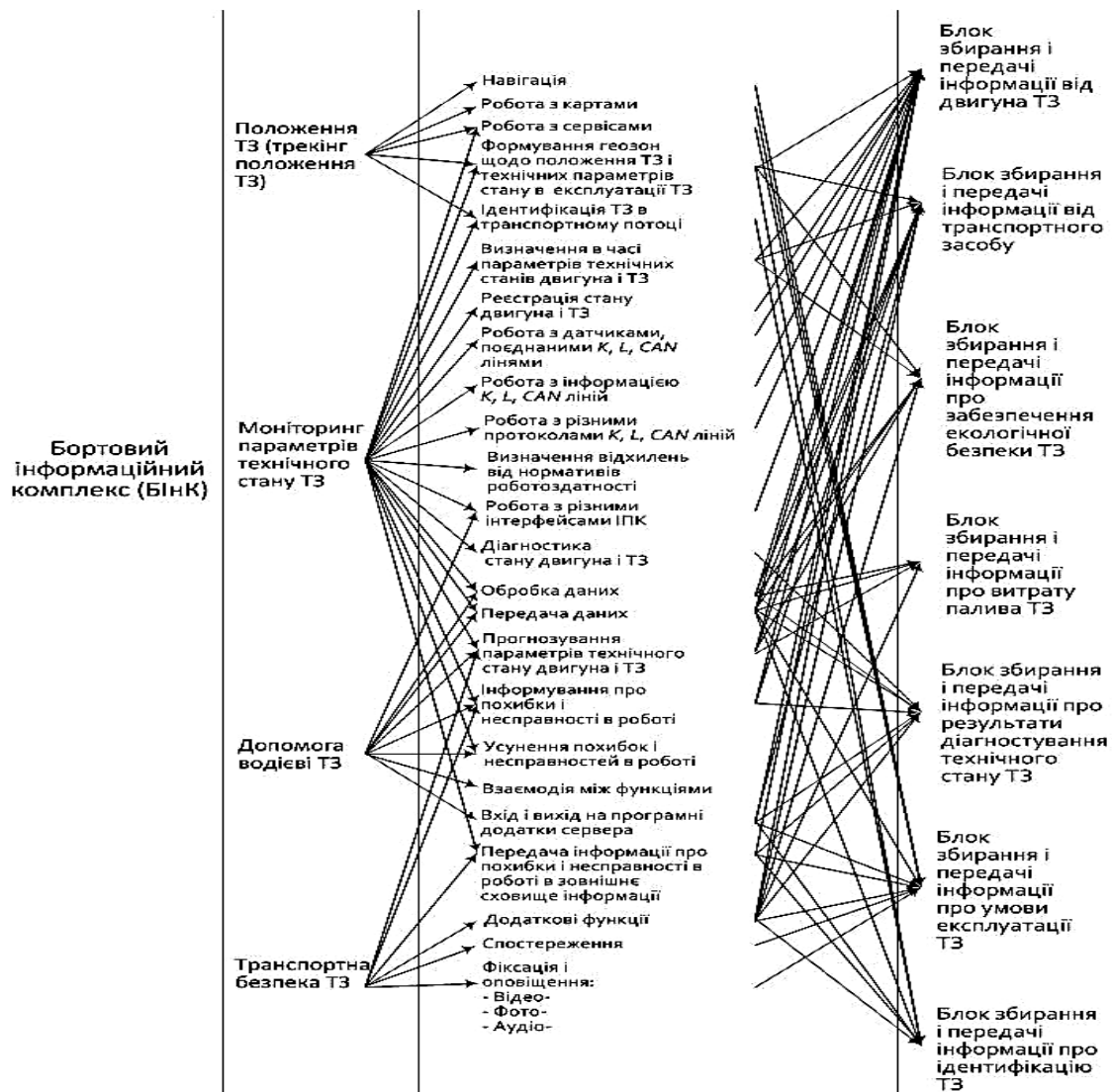


Рисунок 3 – Структура і взаємозв'язок функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу

В схемі запропонована системна взаємодія основних складових процесу моніторингу параметрів стану ТЗ (табл. 1 і 2) для забезпечення і формування класифікації умов експлуатації, а саме СЧ ITS ТЗ – серверна частина ITS ТЗ; ІМ ITS ТЗ – інфраструктура моніторингу ITS ТЗ в транспортній інфраструктурі та інфраструктурі автомобільних доріг; БЧ ITS ТЗ – бортова частина ITS ТЗ у складі бортового інформаційного комплексу (БІНК).

Таблиця 1 – Дійсні дані про структурні елементи інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування	Блоки збирання і передачі інформації
1	d_1	Тиск моторної оливи (наявність нормального тиску моторної оливи)	від двигуна ТЗ
2	d_2	Температура охолоджуючої рідини двигуна	
3	d_3	Частота обертання двигуна	
4	d_4	Положення колінчастого валу	
5	d_5	Положення розподільного валу	
6	d_6	Температура у впускному колекторі	
7	d_7	Тиск повітря у впускному колекторі	
8	d_8	Масова витрата повітря	
9	d_9	Тиск палива в паливній магістралі	
10	d_{10}	Тиск парів в системі подачі палива	
11	d_{11}	Кут випередження запалювання	
12	d_{12}	Абсолютне положення дроселя	
13	d_{13}	Відносне положення дроселя	
17	d_{17}	Напруга бортової мережі (акумуляторної батареї) ТЗ	
18	d_{18}	Напруга в системі керування двигуном	
26	d_{26}	Температура каталізатора	про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
29	d_{29}	Напруга на датчику O_2 каталізатора (лямбда-датчик у банці 1)	
30	d_{30}	Напруга на датчику O_2 каталізатора (лямбда-датчик у банці 2)	
31	d_{31}	Пробіг (відстань) від моменту появи похибки, км	про результати діагностування технічного стану ТЗ
32	d_{32}	Час пробігу ТЗ від моменту появи похибки, сек	
36	d_{36}	Передача інформації про визначену несправність	
44	d_{44}	Швидкість ТЗ (OBD)	про умови експлуатації ТЗ
46	d_{46}	Пробіг (відстань) ТЗ загальний, км	
49	d_{49}	Час пробігу ТЗ, сек	
55	d_{55}	Середня температура оточуючого середовища	
56	d_{56}	Середній тиск оточуючого середовища	
59	d_{59}	VIN-код	про ідентифікацію ТЗ
60	d_{60}	Час збирання інформації	

В подальшому, для формування бази даних про технічний стан і умови експлуатації ТЗ на основі ITS, отримана інформація системно перерозподіляється між основними інформаційними блоками у складі об'єктів автоматизації транспортного засобу, а саме між: блоком збирання і передачі інформації від двигуна ТЗ, блоком збирання і передачі інформації про витрату палива ТЗ, блоком збирання і передачі інформації про забезпечення екологічної безпеки ТЗ, блоком збирання і передачі інформації про результати діагностування технічного стану ТЗ, блоком збирання і передачі інформації від транспортного засобу, блоком збирання і передачі інформації про умови експлуатації ТЗ і блоком збирання і передачі інформації про ідентифікацію ТЗ.

Таблиця 2 – Логічні дані про структурні елементи інформаційної системи моніторингу параметрів технічного стану ТЗ

№ п/п	Позначення	Найменування	Блоки збирання і передачі інформації
14	d_{14}	Абсолютне значення навантаження на двигун	від двигуна ТЗ
15	d_{15}	Основне паливо – повітряне співвідношення для керування двигуном (од.)	
16	d_{16}	Основне співвідношення повітря – паливо, л / л	
19	d_{19}	Рівень палива в баку ТЗ	про витрату палива ТЗ
20	d_{20}	Миттєва витрата палива, літр / км (км / літр)	
21	d_{21}	Середня витрата палива, літр / км (км / літр)	
22	d_{22}	Витрата палива на 100 км. пробігу	
23	d_{23}	Середня витрата палива на 100 км. пробігу	
24	d_{24}	Передбачувана витрата палива на відповідний пробіг	
25	d_{25}	Положення (органу керування паливоподачею) педалі акселератора	
27	d_{27}	Викиди CO ₂ , г / км	про забезпечення екологічної безпеки ТЗ
28	d_{28}	Викиди CO ₂ , середні, г / км	
33	d_{33}	Виявлення несправності	про результати діагностування технічного стану ТЗ
34	d_{34}	Розпізнавання несправності	
35	d_{35}	Попередження про наявність несправності	
37	d_{37}	Крутний момент транспортного двигуна (в русі ТЗ)	від транспортного засобу
38	d_{38}	Потужність двигуна ТЗ на пересування (в русі ТЗ)	
39	d_{39}	Прискорення ТЗ (загальне)	
40	d_{40}	Прискорення ТЗ (вісь X)	
41	d_{41}	Прискорення ТЗ (вісь Y)	
42	d_{42}	Прискорення ТЗ (вісь Z)	
43	d_{43}	Швидкість ТЗ (GPS)	про умови експлуатації ТЗ
45	d_{45}	Порівняння (різниця) значень швидкостей GPS і OBD	
47	d_{47}	Пробіг (відстань) від початку вимірювань, км	
48	d_{48}	Пробіг (відстань) добовий, км	
50	d_{50}	Час пробігу ТЗ загальний, сек	
51	d_{51}	Час пробігу ТЗ в русі, загальний, сек	
52	d_{52}	Час відстою ТЗ загальний, сек	
53	d_{53}	Час пробігу ТЗ після запуску двигуна, сек	
54	d_{54}	Номер сесії (вимірювання на відповідному кроці сесії)	
57	d_{57}	Координата ТЗ - довгота (GPS)	
58	d_{58}	Координата ТЗ – широта (GPS)	про ідентифікацію ТЗ
60	d_{60}	Час збирання інформації	

При цьому, за допомогою сканера-адаптера Scanmaster ELM327 для зчитування інформації про параметри технічного стану через рознімання OBD-II зі штатних датчиків двигуна і ТЗ (БЧ ITS ТЗ) отримана інформація, через підключення до спряженого пристрою, за допомогою мережі зв'язку передається до СЧ ITS, автоматизованого робочого місця мережі моніторингу ТЗ і інших учасників процесу моніторингу ТЗ.

Висновок. Інформаційний обмін між елементами ITS ТЗ, транспортної інфраструктури і інфраструктури автомобільних доріг, в процесах моніторингу параметрів технічного стану в умовах експлуатації, здійснювався в ручному, автоматизованому і автоматичному режимах. Результатом процесів моніторингу робочих процесів ТЗ в умовах експлуатації було визначення фактичних параметрів технічного стану самого ТЗ, корегування умов експлуатації, а також точного визначення місця розташування і точного часу за параметрами, прийнятими від навігаційних супутникових систем, що виконується GPRS приймачем, та обміну цією інформацією з робочим місцем моніторингу ТЗ і іншими учасниками моніторингу робочих процесів ТЗ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
2. Алексеев В.В. ГИС мониторинга транспортных сетей / В.В. Алексеев, Н.И. Куракина, Н.В. Орлова, А.А. Минина // Data+. Геоинформационные системы для бизнеса и общества. №2 (69). 2014 [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=17802&SECTION_ID=1058.
3. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / [Н.Я.Говорущенко]. - Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984. – 312 с.
4. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монографія / Н.Я.Говорущенко. Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.
5. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуру и процессы интеллектуальных транспортных систем: монографія / [Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А.]. - Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 400с.
6. Приходько В.М. Формирование функциональных возможностей интеллектуальной транспортной системы для автомобильного транспорта / В.М. Приходько, С.М. Мороз, А.Н. Ременцов // Журнал Автомобильных Инженеров. – 2011. – №4 (69). – С. 23–27.
7. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем // Автотранспортное предприятие. – 2010. – № 7(45). – С. 2–10.
8. Власов В.М. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учебн. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богумил. – М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
9. Інтелектуальні системи моніторингу транспорту: монографія / [Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Грицук І.В., Смешек М., Волкова Т.В., Цюман М.П.]. - Харків: Вид-во НТМТ, 2015. – 246 с.
10. Матейчик В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов, І.В. Грицук, А.П. Комов, Ю.В. Волков // Управління проектами, системний аналіз і логістика: науковий журнал. – К.: НТУ, 2014. – Випуск 13. – С. 126–138.
11. Ахмедов Т.Н. Основы системы контроля состояния транспортного средства в процессе выполнения перевозок / Т.Н. Ахмедов, С.В. Жанказиев, А.Е. Финкель // Научные аспекты развития транспортно-телематических систем – М.: МАДИ, 2010. – С. 138–164.
12. Матейчик В.П. Особливості структури систем моніторингу транспортних засобів на основі бортового комплексу ITS / В.П. Матейчик, В.П. Волков, І.В. Грицук, М.П. Цюман, Ю.В. Волков // Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті. – 2014. – Вип. 2. – С. 180–188.
13. Autonomous car. Wikipedia. The Free Encyclopedia [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car – 01.10.2014 г.
14. Волков В.П. Особливості інформаційного обміну в процесі дистанційного управління роботоздатністю транспортних засобів / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, І.В. Грицук, А.П. Комов // Вісник Національного транспортного університету. – 2014. – Вип. 29. – С. 63–74.
15. Європейська угода, яка доповнює Конвенцію про дорожній рух, відкрита для підписання у Відні 08 листопада 1968 року.
16. Зведена резолюція стосовно конструкції транспортних засобів (СР.3) – (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2 від 30 червня 2011 року – документ Європейської економічної комісії ООН).
17. Порядок перевірки технічного стану транспортних засобів автомобільними перевізниками. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 05 серпня 2008 року № 974, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 01 вересня 2008 року за № 794/15485.

REFERENCES

1. Hovorushchenko, N.Ya., Turenko, A.N. Systemotekhnika transporta (na prymere avtomobyl'noho transporta) [System engineering of transport (by the example of motor transport)]. Kharkov, RYO KhHADTU, 1999, 468 p.
2. Alekseev, V.V., Kurakyna, N.I., Orlova, N.V., Mynyn,a A. A. HYS monytorynha transportnykh setei [GIS monitoring of transport networks]. Data+. Heoynformatsyonnye systemy dlia byznesa y obshchestva – Data +. Geoinformation systems for business and society 2014, №2 (69). Available at: https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=17802&SECTION_ID=1058
3. Hovorushchenko, N. Ya. Tekhnicheskaya ekspluatatsyya avtomobyley [Technical operation of cars]. Khar'kov, Vyshcha shkola Publ., 1984. 312 p.
4. Hovorushchenko, N. Ya. Systemotekhnika avtomobyl'noho transporta (raschetnye metody yssledovanyy) [System technic of vehicles (calculation methods of research)]. Khar'kov, KhNADU Publ., 2011. 292 p.
5. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Nykonov, O.Ya., Komov, P.B., Grytsuk, I.V., Volkov, Yu.V., Komov, Ye.A. Intehratsiya tekhnicheskoi ekspluatatsyy avtomobylei v strukturu i protsessy intellektualnykh

transportnykh system: monografiia [Integration of technical operation of cars into the structure and processes of intelligent transport systems: monograph]. Donetsk, Noulydzh Publ., 2013. 400 p.

6. Prykhodko, V.M., Moroz, S.M., Rementsov, A.N. Formyrovanye funktsyonalnykh vozmozhnostei intellektualnoi transportnoi systemy dlya avtomobylnoho transporta [Forming the functional capabilities of an intelligent transport system for road transport]. Zhurnal Avtomobylnykh Inzhenerov [Journal of Automotive Engineers]. 2011. Issue 4 (69). pp. 23–27.

7. Nauchnye podkhody k formyrovaniyu hosudarstvennoi stratehiy razvitiya intellektualnykh transportnykh system [Scientific approaches to the formation of the state strategy for the development of intelligent transport systems]. Avtotransportnoe predpriyatie [Motor transport enterprise]. 2010. Issue 7(45). pp. 2–10.

8. Vlasov V.M. Yefymenko D.B., Bohumyl V.N. Transportnaia telematyka v dorozhnoi otrasly: uchebn. posobyie [Transport telematics in the road sector: training. allowance] Moscow, MADI Publ., 2013. 80 p.

9. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Komov, P.B., Grytsuk, I.V., Smeshek, M., Volkova, T.V., Tsiuman, M.P. Intelektualni systemy monitorynhu transportu: monografiia [Intelligent transport monitoring system: monograph]. Kharkiv, HTMT Publ., 2015. 246 p.

10. Mateichyk, V.P., Volkov, V.P., Komov, P.B., Grytsuk, I.V., Komov, A.P., Volkov, Yu.V. Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv [Features of monitoring of condition of vehicle using onboard diagnostic systems] Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka: naukovi zhurnal [Project management, systems analysis and logistics: scientific journal.]. Kiyv, NTU, 2014. Issue 13. pp. 126–138.

11. Ahmedov, T.N., Zhankaziev, S.V., Finkel, A.Ye. Osnovy sistemy kontrolya sostoyaniya transportnogo sredstva v protsesse vypolneniya perevozok [Fundamentals of system of state control of the vehicle on carrying out the transportation]. Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system [Scientific aspects of transport and telematics systems]. Moscow, MADI Publ. 2010. pp. 138 – 164.

12. Mateichyk, V.P., Volkov, V.P., Grytsuk, I.V., Tsiuman, M.P., Volkov, Yu.V. Osoblyvosti struktury system monitorynhu transportnykh zasobiv na osnovi bortovoho kompleksu ITS [Features of the structure of the monitoring systems of vehicles from onboard complex ITS]. Informatsiini protsesy, tekhnolohii ta systemy na transporti [Information processes, technologies and transport system]. 2014. Vol. 2. pp. 180–188.

13. Autonomous car. Wikipedia. The Free Encyclopedia. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_car

14. Volkov, V.P., Mateichyk, V.P., Komov, P.B., Grytsuk, I.V., Komov A.P. Osoblyvosti informatsiinoho obminu v protsesi dystantsiinoho upravlinnia robotozdatnistiu transportnykh zasobiv [Features information exchange during remote control working capacity of vehicles]. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu [Proceedings of the National Transport University]. 2014. Vol. 29. pp. 63–74.

15. Yevropeiska uhoda, yaka dopovniuie Konventsiuu pro dorozhnii rukh, vidkryta dlia pidpysannia u Vidni 08 lystopada 1968 roku [European Agreement supplementing the Convention on Road Traffic, opened for signature at Vienna on 8 November 1968]

16. Zvedena rezoliutsiia stosovno konstruksii transportnykh zasobiv (SR.3) – (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2 vid 30 chervnia 2011 roku – dokument Yevropeiskoi ekonomichnoi komisii OON) [Overall resolution concerning the construction of vehicles (RE3) - (ECE / TRANS / WP.29 / 78 / Rev.2 of 30 June 2011 - document UNECE)]

17. Poriadok perevirky tekhnichnoho stanu transportnykh zasobiv avtomobilnymy pereviznykamy. Nakaz Ministerstva transportu ta zviazku Ukrainy vid 05 serpnia 2008 roku № 974, zareiestrovanyi v Ministerstvi yustytisii Ukrainy 01 veresnia 2008 roku za № 794/15485 [The procedure for checking the technical state of vehicles on carriers. Order of the Ministry of Transport and Communications of Ukraine dated August 5, 2008 № 974, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on September 1, 2008 under number 794/15485]

РЕФЕРАТ

Волков В.П. Особливості структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу / В.П. Волков, І.В. Грицук, Р.В. Симоненко, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков// Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

В статті запропонований системний підхід до вирішення проблеми формування структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу. Запропонований підхід може служити методичним інструментом для обґрунтування технічних завдань на розробку і формування бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну у елементах ITS засобів транспорту.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS в процесах моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації.

Мета роботи – на основі системного підходу до вирішення проблеми інформаційного забезпечення між елементами ITS в процесах експлуатації транспортного засобу визначені, розроблені і обґрунтовані складові структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу на основі транспортного засобу.

Метод дослідження – аналіз, визначення, узагальнення та порівняння наявних відомостей про умови експлуатації, вимоги виробників, конструктивні особливості транспортних засобів, складових бортового інформаційного комплексу і ITS транспортного засобу при здійсненні забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS в процесах моніторингу параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації.

Для урахування умов експлуатації, особливостей конструкції транспортних засобів та вимог до них, функціональних особливостей забезпечення інформацією користувачів за допомогою бортового інформаційного комплексу в статті були визначені, розроблені і обґрунтовані складові структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу на основі транспортного засобу. Для цього було системно вирішено проблему інформаційного забезпечення між елементами ITS в процесах експлуатації транспортного засобу, а саме: визначені, розроблені і обґрунтовані складові структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу на основі транспортного засобу. Запропонований підхід до вирішення проблеми розробки і формування бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну у елементах ITS засобів транспорту.

Результати статті можуть бути впроваджені при створенні і формуванні бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS в процесах експлуатації транспортного засобу.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимального системного підходу до вирішення проблеми формування структури і взаємозв'язку функціональних можливостей бортового інформаційного комплексу для забезпечення інформаційного обміну між елементами ITS транспортного засобу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, БОРТОВИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС, ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБМІН, ТЕХНІЧНИЙ СТАН, ПАРАМЕТРИ, ЕЛЕМЕНТИ, УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.

ABSTRACT

Volkov V.P., Grytsuk I.V., Symonenko R.V., Grytsuk Yu.V., Volkov Yu.V. The features of the structure and the relationship of functional possibilities of onboard information complex for providing the information exchange between the elements of ITS of a vehicle. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In the article it is proposed a systematic approach to solving the problem of formation the structure and relationship of functional possibilities of onboard information complex for providing the information exchange between the elements of ITS of a vehicle. The proposed approach can serve as a methodological tool for the justification of technical tasks on developing and formation of information onboard complex to provide the information exchange in the elements of ITS means of means of transport.

Object of study – is the process of providing the information exchange between ITS elements in the process of monitoring the parameters of technical condition of the vehicle in operation.

Objective is based on a systematic approach to solving the problem of information support between the ITS elements in the operation of a vehicle the developing and grounding the aspects of structure and relationship of functional possibilities of onboard information complex based of a vehicle in operation.

Method study - is analysis, identification, generalization and comparison of existing data about the operating conditions, the requirements of manufacturers design features of vehicles components of onboard information complex and ITS of the vehicle in carrying out the information exchange between the elements of ITS in the monitoring of parameters of technical condition of a vehicle in terms of operation.

For considering the conditions of operation, the design features of vehicles and requirements to them, the functional characteristics of providing the information of users with the help of onboard information complex have been identified, developed and grounded the aspects of the structure and interconnection of functional possibilities of onboard information complex on the basis of a vehicle. To accomplish this was systematically decided the problem of information support between the ITS elements in the operation of a vehicle, namely it was identified, developed and grounded the aspects of structure and interconnection of functional possibilities of onboard information complex on the basis of a vehicle. The approach to solving the problems of developing and formation of information onboard complex for providing the information

exchange in the elements of ITS by means of transport was proposed.

The results of the article can be introduced in creating and shaping the onboard information complex for providing the information exchange between the elements of ITS in operation of a vehicle.

Forecast assumptions about the object of study - is the search for optimal system approach to solving the problem of formation the structure and relationship of functional possibilities of onboard information complex for providing the information exchange between the elements of ITS of a vehicle.

KEY WORDS: VEHICLE, ON-BOARD INFORMATION SYSTEMS, INFORMATION EXCHANGE, TECHNICAL CONDITION, PARAMETERS, ITEMS, OPERATING CONDITIONS

РЕФЕРАТ

Волков В.П. Особенности структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена между элементами ITS транспортного средства / В.П. Волков, И.В. Грицук, Р.В. Симоненко, Ю.В. Грицук, Ю.В. Волков // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье предложен системный подход к решению проблемы формирования структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена между элементами ITS транспортного средства. Предложенный подход может служить методическим инструментом для обоснования технических заданий на разработку и формирование бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена в элементах ITS средств транспорта.

Объект исследования – процесс обеспечения информационного обмена между элементами ITS в процессах мониторинга параметров технического состояния транспортного средства в условиях эксплуатации.

Цель работы – на основе системного подхода к решению проблемы информационного обеспечения между элементами ITS в процессах эксплуатации транспортного средства определены, разработаны и обоснованы составляющие структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса на основе транспортного средства.

Метод исследования – анализ, определение, обобщение и сравнение имеющихся сведений об условиях эксплуатации, требования производителей, конструктивные особенности транспортных средств, составляющих бортового информационного комплекса и ITS транспортного средства при осуществлении обеспечения информационного обмена между элементами ITS в процессах мониторинга параметров технического состояния транспортного средства в условиях эксплуатации.

Для учета условий эксплуатации, особенностей конструкции транспортных средств и требований к ним, функциональных особенностей обеспечения информацией пользователей с помощью бортового информационного комплекса в статье были определены, разработаны и обоснованы составляющие структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса на основе транспортного средства. Для этого была системно решена проблема информационного обеспечения между элементами ITS в процессах эксплуатации транспортного средства, а именно: определены, разработаны и обоснованы составляющие структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса на основе транспортного средства. Предложен подход к решению проблемы разработки и формирования бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена в элементах ITS средств транспорта.

Результаты статьи могут быть внедрены при создании и формировании бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена между элементами ITS в процессах эксплуатации транспортного средства.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования – поиск оптимального системного подхода к решению проблемы формирования структуры и взаимосвязи функциональных возможностей бортового информационного комплекса для обеспечения информационного обмена между элементами ITS транспортного средства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС, ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ПАРАМЕТРЫ, ЭЛЕМЕНТЫ, УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

АВТОРИ:

Волков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: volf949@mail.ru, тел.: (067) 747-21-77, 61002, м. Харків, вул. Петровського, 25.

Грицук Ігор Валерійович, доктор технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра технічна експлуатація і сервіс автомобілів, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, тел. (050) 627-38-13, Україна, 61002, м. Харків, вул.Петровського, 25.

Симоненко Роман Вікторович, кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник, Державне підприємства «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут», e-mail: kkolobov@insat.org.ua, тел.: (044) 455-67-74, Україна, 03113, м. Київ, пр. Перемоги, 57.

Грицук Юрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальної інженерної підготовки, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com, тел.: (050) 620-47-02, Україна, 84333, м. Краматорськ, вул. Героїв Небесної Сотні, 14.

Волков Юрій Володимирович – аспірант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: yura_volkov_88@mail.ua, тел.: (098) 853-99-52, Україна, 61002, м. Харків, вул.Петровського, 25.

AUTHORS:

Volkov Volodymyr P., Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Head of the Department of "Technical operation and service vehicles", Kharkiv National Automobile and Highway University (KhNAHU), e-mail: volf949@mail.ru, tel.: (067) 747-21-77, Ukraine, 61002, Kharkiv, Str.Petrovskogo, 25

Gritsuk Igor V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of "Technical operation and service vehicles", Kharkov National Automobile and Highway University, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, tel. (050) 627-38-13, Ukraine, 61002, Kharkiv, Str.Petrovskogo, 25.

Symonenko Roman V. Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher, State Enterprise "State Road Transport Research and Design Institute», e mail: kkolobov@insat.org.ua, tel. : (044) 455-67-74, Ukraine, 03113, m. Kyiv, pr. Victory, 57.

Grytsuk Yurii V., Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor at the Department of general engineering training, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com, tel.: (050) 620-47-02, Ukraine, 84333, Kramatorsk, Heroiv Nebesnoy Sotni str., 14.

Volkov Yurii V., Postgraduate Student at the Department of "Technical operation and service vehicles", Kharkiv National Automobile and Highway University (KhNAHU), e-mail: yura_volkov_88@mail.ua, tel.: (098) 853-99-52, Ukraine, 61002, Kharkiv, Str.Petrovskogo, 25

АВТОРЫ:

Волков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: volf949@mail.ru, тел.: (067) 747-21-77, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

Грицук Игорь Валериевич, доктор технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, тел. (050) 627-38-13, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

Симоненко Роман Викторович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Государственное предприятие «Государственный автотранспортный научно-исследовательский и проектный институт», e mail: kkolobov@insat.org.ua, тел. : (044) 455-67-74, Украина, 03113, г.. Киев, пр. Победы, 57.

Грицук Юрий Валериевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общей инженерной подготовки, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, e-mail: yuri.gritsuk@gmail.com, тел.: (050) 620-47-02; Украина, 84333, г. Краматорск, ул. Героев Небесной Сотни, 14.

Волков Юрий Владимирович, аспирант кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: yura_volkov_88@mail.ua, тел.: (098) 853-99-52, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Наглюк І.С., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри технічна експлуатація і сервіс автомобілів, м. Харків, Україна.

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

REVIEWERS:

Naglyuk Ivan S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Department Technical maintenance and service of vehicles, Kharkiv, Ukraine.

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

УДК 504.06
UDC 504.06

WPLYW NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA EMISJĘ DWUTLENKU WĘGLA
DLA WYBRANEGO DWUPASMOWEGO SKRZYŻOWANIA O RUCHU OKRĘŻNYM

BALAWENDER Krzysztof, Dr. Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
JAWORSKI Artur, Dr Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
KUSZEWSKI Hubert, Dr Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LEJDA Kazimierz, Prof. Dr hab. Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
MĄDZIEL Maksymilian, Mgr Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
USTRZYCKI Adam, Dr Inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ВПЛИВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВИКИДИ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ
ДЛЯ ОБРАНОГО ДВОСМУГОВОГО КРУГОВОГО ПЕРЕХРЕСТЯ

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЯВОРСКИ Артур, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
КУШЕВСКИ Губерт, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЕЙДА Казімеж, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
МАДЗЕЛЬ Максиміліан, магістр інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща
УСТШИЦКІ Адам, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

THE IMPACT OF ROAD TRAFFIC ON CARBON DIOXIDE EMISSION
ON THE SELECTED TWO-LANE ROUNDABOUT

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
LEJDA Kazimierz, Prof., DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Obecnie jednym z większych zagrożeń ludzkości jest wzrost temperatury na ziemi wynikający z tzw. „efektu cieplarnianego”. Zjawisko to jest związane z ciągłym wzrostem emisji antropogenicznego CO₂ do atmosfery. W sektorze transportu, zasadniczym źródłem emisji CO₂ jest silnik spalinowy. W związku z ciągle rosnącą liczbą pojazdów samochodowych wzrasta również sumaryczna emisja toksycznych składników spalin. Prowadzi to do pogorszenia jakości powietrza, jak i zdrowia mieszkańców. Pomimo tego, że podjęto się eliminacji tego problemu poprzez wprowadzenie norm, realizacji wielu kampanii społecznych oraz projektów badawczych, to emisja spalin z transportu drogowego jest wciąż istotnym zagrożeniem. Emisja zanieczyszczeń w spalinach z transportu drogowego zależy od wielu czynników, m.in. wielkości ruchu drogowego, charakterystyki drogi i samochodów, warunków atmosferycznych, zachowań kierowców, jak również rodzaju zastosowanych skrzyżowań. Na skrzyżowaniach pojazdy zazwyczaj zwalniają albo się zatrzymują, co prowadzi do zakłócenia przepływu potoków ruchu. Skrzyżowania typu rondo są bezpieczne i efektywne, potrafią również poprawić przepływ pojazdów w porównaniu do konwencjonalnych skrzyżowań z sygnalizacją świetlną. Jednakże nie jest pewne, w jakim stopniu różne rozwiązania tego typu redukują emisję toksycznych składników spalin samochodowych [4,6,8].

Celem niniejszej pracy jest określenie wielkości emisji CO₂ w spalinach z środków transportu drogowego dla wybranego dwupasmowego ronda w Rzeszowie. Do uzyskania danych drogowych parametrów ruchu samochodów, przeprowadzono mikrosymulację przepływu ruchu drogowego w programie Vissim z użyciem założonych hipotetycznie wartości natężenia ruchu drogowego o wartościach: 800 poj./h (po 200 poj./h na każdym wlocie), 2000 poj./h (po 500 poj./h na każdym wlocie) i 4000 poj./h (po 1000 poj./h na każdym wlocie).

METODYKA BADAŃ

Do analizy emisji przyjęto rondo dwupasmowe znajdujące się na terenie Rzeszowa na przecięciu ulic Warszawskiej, Marszałkowskiej, Rycerskiej oraz Lubelskiej. Rondo to posiada cztery główne wloty, z których trzy są wlotami z dwoma pasami ruchu. Widok skrzyżowania przedstawiono na rys. 1. W analizie pominięto ruch pieszych. Dane geometrii skrzyżowania pobrane zostały na podstawie zdjęcia satelitarnego dostępnego w serwisie Google Maps. Zdjęcie zostało odpowiednio wyskalowane do pracy w programie do mikrosymulacji ruchu Vissim. Wartości natężenia ruchu drogowego z poszczególnych wlotów na rondo założono jednakowe.



Rysunek 1 – Widok przyjętego do badań skrzyżowania

Model emisji VERSIT+ [13], który wykorzystywany jest w programie Enviver, jest to wieloczynnikowy regresyjny model, w którym zmienną jest cykl jezdny danego pojazdu (model emisji A). Wymaga to wcześniejszego uzyskania profili prędkości w programie Vissim, na podstawie których możliwe jest oszacowanie współczynników emisji, wyrażonych w jednostkach emisji drogowej [g/km], dla różnych klas pojazdów [12]. Programy symulacyjne i utworzone w nich modele dostarczają dokładnych danych emisji odpowiednich dla skali mikro [1,2,4]. VERSIT+ zawiera serię 246 klas modeli emisji, których algorytmy są odpowiednio wyznaczone dla każdej z kategorii pojazdów oraz rodzaju toksycznych składników spalin. W przeciwieństwie do wskaźników emisji uzyskanych z Nowego Europejskiego Cyklu Jezdnego (NEDC) wykorzystywane w tym modelu profile prędkości są reprezentatywne dla rzeczywistych warunków drogowych [11]. Wskaźniki emisji uzyskiwane są z wielokrotnej regresji liniowej w celu znalezienia empirycznych relacji pomiędzy stopniem emisji, profilem prędkości oraz zmiennymi dynamicznymi [13].

Emisja spalin transportu drogowego (g/h) dla określonego składnika spalin z jednej lub większej ilości sekcji drogi obliczona jest z równania [13]:

$$TE_j = \sum_{k,m} (E_{j,k,l}^F * TV_{k,m} * L_m) \quad (1)$$

gdzie:

$E_{j,k,l}^F$ - średni wskaźnik emisji [g/km],

j – składnik emisji spalin,

k – klasa pojazdu,

l – profil prędkości,

$TV_{k,m}$ - natężenie ruchu drogowego [pojazdy/h],

m – sekcja drogi,

L_m – długość sekcji drogi (km).

W badanym przypadku obliczono emisję CO₂ w rozdzielczości przestrzennej 5x5m z wykorzystaniem programu Enviver. Emisję badano dla warunków miejskich, czyli model uwzględniał pewien odsetek pojazdów, które cechują się zwiększoną emisją zanieczyszczeń w spalinach w związku z zimnym startem silnika.

Час трwania симуляції руху дорожового в програмі Vissim установлений застав на вартість 3600s. Прийето 2 класу пояздів: самоходу особову (котре становили 80% вшстьких пояздів) oraz самоходу цягарову i автобусу (в илості 20%). Полова баданых пояздів напідзана була паливем бензинowym, natomiast pozostała полова олеєм напідзowym. Средни вйек пояздів для самоходів особовых установлений застав на 8 lat. Для класу самоходів цягаровых i автобусів прийето средни вйек пояздів wynoszacy 9 lat.

WYNIKI BADAŃ

Дане niezbęдне до wyznaczenia czasowych profili прѣдкості для каждого з пояздів, uzysкано при ужитиу програму VISSIM з часową rozdzielczością 5s. Дане те служыли до обличення przez програм ENVIVER средних прѣдкості jazdy пояздів для siatki komórek o rozdzielczości 5x5m. W ten sposób uzyskano дане zmian прѣдкості i przyspieszeń, występujących podczas przejazdu пояздів przez rondo, котре прикладово для wybranych пояздів в залежності од напідзения руху przedstawiono на rys. 2.

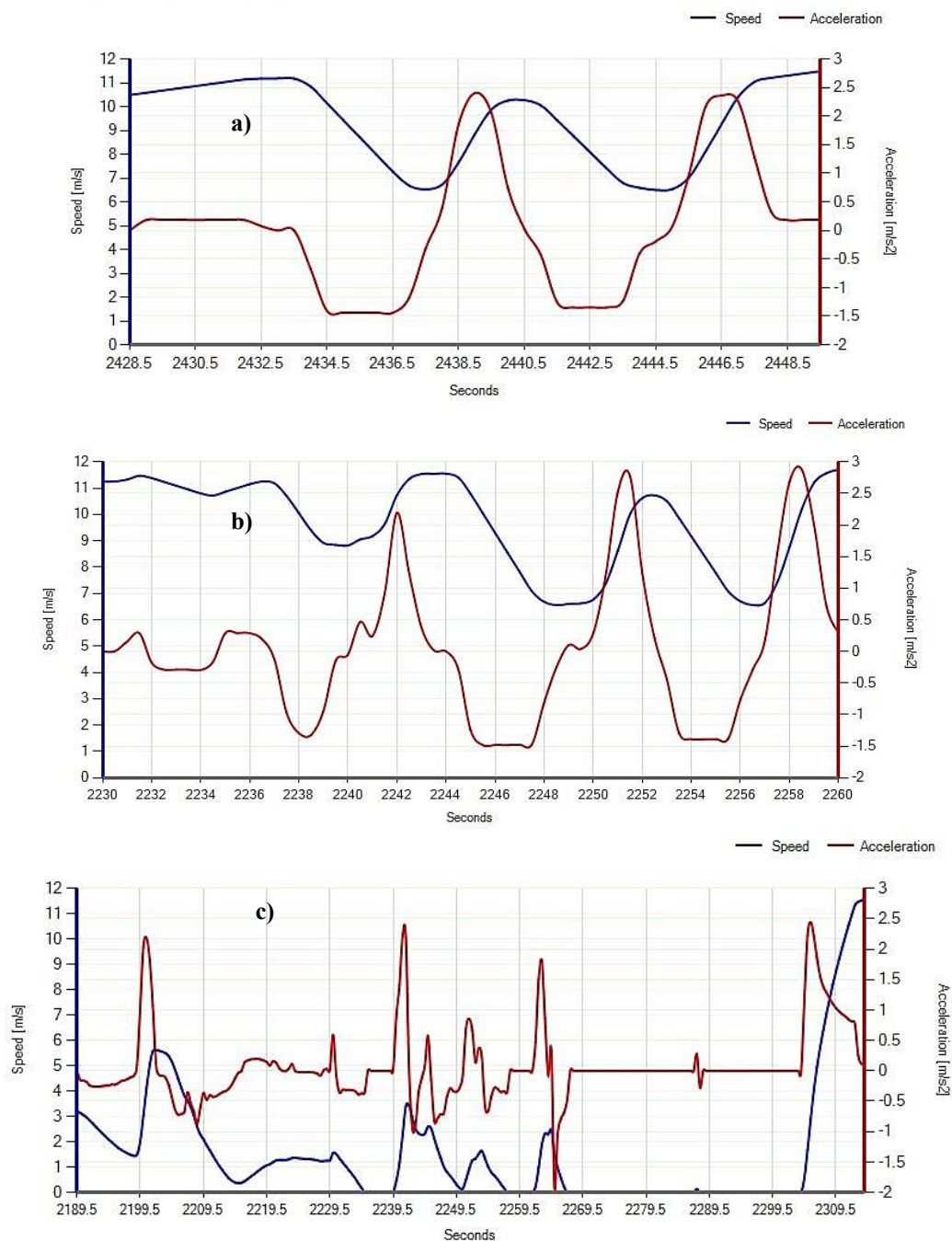
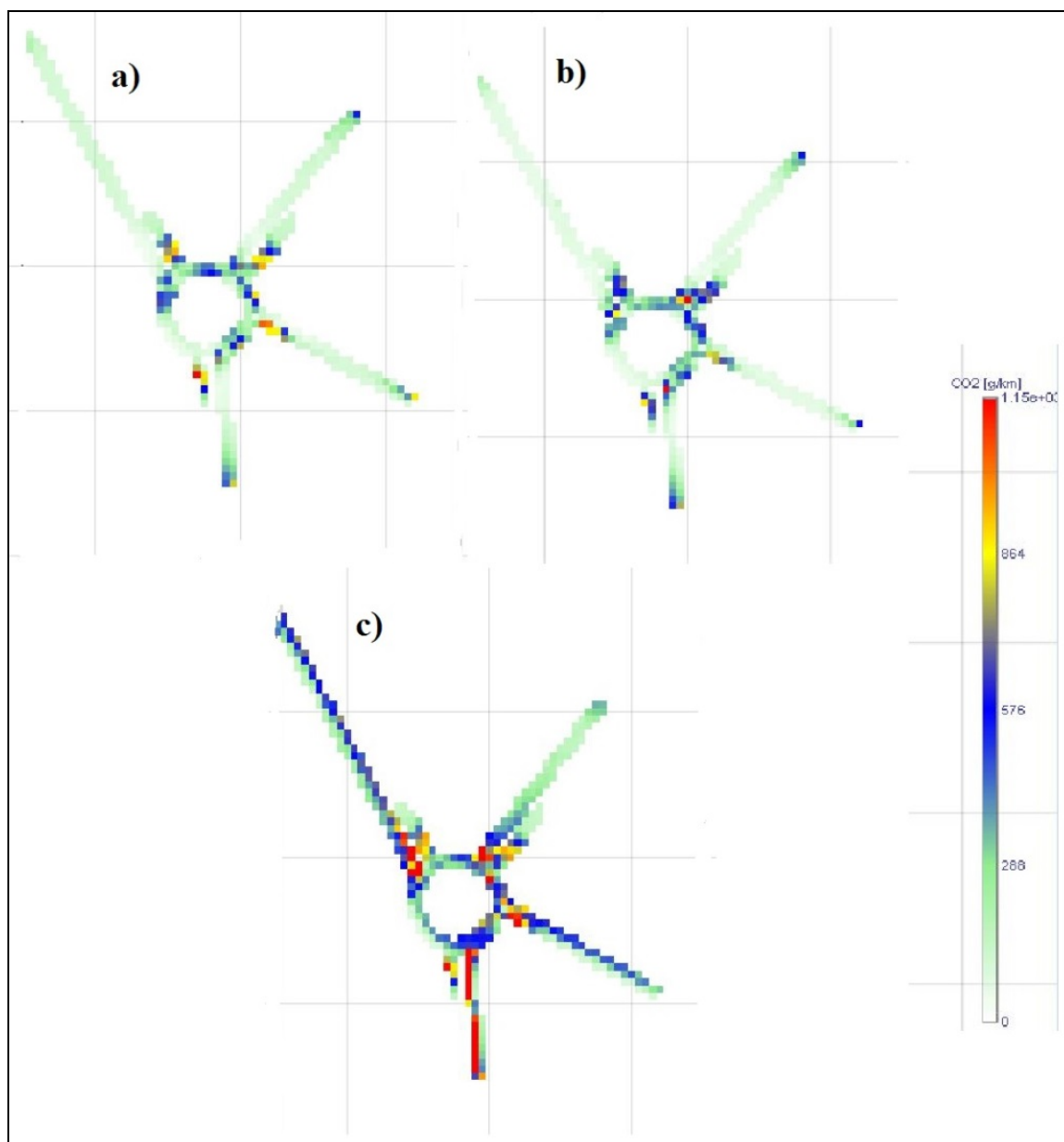


Рисунок 2 – Прикладовуе wykresy прѣдкості i przyspieszeń в warunkach: a) напідзения руху 800 poj./h; b) напідзения руху 2000 poj./h; c) напідзения руху 4000 poj./h

Na rys. 3 zilustrowano obliczone wartości emisji CO₂ dla założonych warunków natężenia ruchu w rozdzielczości przestrzennej 5x5m. Natomiast tabela 1 przedstawia wyniki sumarycznej emisji oraz wskaźnika emisji dla CO₂.



Rysunek 3 – Emisja CO₂ [g/km] w warunkach: a) natężenia ruchu 800 poj./h b) natężenia ruchu 2000 poj./h, c) natężenia ruchu 4000 poj./h

Tabela 1 – Zestawienie wyników emisji CO₂ dla założonych scenariuszy natężenia ruchu

Natężenie ruchu (poj./h)	Wskaźnik emisji CO ₂ [g/km]	Sumaryczna emisja CO ₂ [g]
800	270,4	59055
2000	323,25	176400
4000	459,8	385300

PODSUMOWANIE

Zmiany dotyczące ocieplania klimatu zauważalne są od wielu lat. Znacząco wpływają na nie działania człowieka. Należy do nich ciągle rosnąca liczba pojazdów, która prowadzi również do wzrostu zużycia paliw węglowodorowych i emisji gazów cieplarnianych, w tym dwutlenku węgla.

Mając na uwadze wpływ natężenia ruchu samochodów na wielkość sumarycznej emisji, uzyskano istotny jej wzrost przy zwiększeniu liczby samochodów przejeżdżających przez badane skrzyżowanie. W analizowanym przypadku zwiększenie natężenia ruchu z 800 poj./h do 2000 poj./h wiązało się z ok. 3-krotnym wzrostem sumarycznej emisji CO₂, natomiast wzrost do 4000 poj./h związany był z niemal 7-krotnym wzrostem sumarycznej emisji CO₂. Największa emisja charakteryzowała wlot na rondo od strony centrum miasta ulicą Marszałkowską (rys. 3). Związane jest to z pogorszeniem płynności ruchu i koniecznością zatrzymywania się samochodów (rys. 2).

Dlatego ważne jest, aby mając świadomość negatywnego wpływu transportu na środowisko prowadzić działania zapobiegawcze temu zjawisku. Należy do nich doskonalenie środków transportu pod kątem minimalizacji zużycia paliwa i emisji zanieczyszczeń w spalinach, mając na względzie rzeczywiste cykle jezdne. Bardzo istotne jest takie modernizowanie infrastruktury drogowej, aby ruch pojazdów był w największym stopniu płynny.

LITERATURA

1. Al Alami Y.R., Application of traffic emission models to the estimation of local pollutant hotspots in South Kensington. 1st Civil and Environmental Engineering Student Conference Energy Vol. 11. Imperial College London 2012.
2. Bigazzi A., Van Lint J.W.C., Klunder G., Stelwagen U., Ligterink N., Traffic data for local emissions monitoring at a signalized intersection, 13th International IEEE Conference "Intelligent Transportation Systems (ITSC)". Madeira Island, Portugal 2010.
3. Brzeżański M.: Emisja dwutlenku węgla w aspekcie stosowanych paliw silnikowych. SILNIKI SPALINOWE, nr 4/2007 (131).
4. Csikós A., Varga I., Real-time modeling and control objective analysis of motorway emissions, Proceedings of Ewgt 2012 - 15th Meeting of the Euro Working Group on Transportation Vol. 54, 2012.
5. Chłopek Z., Polichnowski T.: Simulation researches of the pollution emission by the vehicles engines used in cities. Journal of KONES Internal Combustion Engines. No. 3-4. 2002.
6. Franco V.; Kousoulidou M., Muntean M., Ntziachristos L., Haus-berger S., Dilara P., Road vehicle emission factors development: A review, Atmos, vol.7. Environ. 2013.
7. Jaworski A., Lejda K., Mądziel M., Analiza opóźnienia ruchu drogowego dla wybranych rozwiązań odnośnie pierwszeństwa przejazdu na skrzyżowaniu typu X, Monografia pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy, Rzeszów 2016.
8. Maykut N.N., Lewtas J., Kim E., Larson T.V., Source apportionment of PM 2.5 at an urban IMPROVE site in Seattle, Washington. Environ. Sci. Technol. vol. 37, 2003.
9. Pielecha J., Merkis J., Markowski J., Jasiński R., Magdziak A.: Wybrane zagadnienia dotyczące drogowych testów emisyjnych. AUTOBUSY 12/2016.
10. Querol X., Viana M., Alastuey, A., Amato F., Moreno T., Castillo S., Pey J., de la Rosa J., de La Campa A.S., Artíñano B., Source origin of trace elements in PM from regional background, urban and industrial sites of Spain. Atmos, vol. 41. Environ, 2007.
11. Rexeis M., Hausberger S., Trend of vehicle emission levels until 2020 – prognosis based on current vehicle measurements and future emission legislation, Atmos. Environ. 43, 2009.
12. Smit R., McBroom J., Development of a new high-resolution traffic emissions and fuel consumption model, Road Transp. Res. 18 (4), 2009.
13. Smit R., Smokers R., Rabe E., A new modelling approach for road traffic emissions: VERSIT+, Transp. Res. Part D: Transp. Environ. 12 (6), 2007.
14. Smit R., Smokers R., Shoen E., Hensema A., A new modelling approach for road traffic emissions: VERSIT+ LD – background and methodology, Report 06.ORPT.016.1/RS, The Hague. TNO Science and Industry, 2006.

STRESZCZENIE

BALAWENDER Krzysztof. Wpływ natężenia ruchu drogowego na emisję dwutlenku węgla względem wybranego dwupasmowego skrzyżowania o ruchu okrężnym / BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Artur, KUSZEWSKI Hubert, LEJDA Kazimierz, MĄDZIEL Maksymilian, USTRZYCKI Adam // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Praca przedstawia ocenę porównawczą emisji CO₂ w spalinach pojazdów samochodowych. Analizę przeprowadzono dla wybranego ronda dwupasmowego w oparciu o trzy przypadki natężenia ruchu drogowego, tj. 800 poj./h, 2000 poj./h i 4000 poj./h. Wyniki emisji dwutlenku węgla uzyskano na podstawie obliczeń z modelu emisji VERSIT+ Enviver, dla danych wejściowych z programu Vissim.

РЕФЕРАТ

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф. Вплив дорожнього руху на викиди діоксиду вуглецю для обраного двосмугового кругового перехрестя / БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, ЯВОРСКИ Артур, КУШЕВСКИ Хуберт, ЛЕЙДА Казімеж, МАДЗЕЛЬ Максиміліан, УСТІШЦЬКИ Адам // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Робота являє собою порівняльну оцінку викидів CO₂ в автомобільних вихлопних газах. Аналіз був проведений для обраного двосмугового перехрестя з круговим рухом на основі трьох випадків інтенсивності руху транспортних засобів, а саме: 800 авт./год., 2000 авт./год. і 4000 авт./год.. Результати вмісту діоксиду вуглецю у відпрацьованих газах отримано на підставі обчислень з моделі викидів шкідливих речовин VERSIT+ Enviver, на основі вихідних даних з програми Vissim.

ABSTRACT

BALAWENDER Krzysztof, JAWORSKI Artur, KUSZEWSKI Hubert, LEJDA Kazimierz, MĄDZIEL Maksymilian, USTRZYCKI Adam. The impact of road traffic on carbon dioxide emission on the selected two-lane roundabout. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The work presents a comparative assessment of CO₂ emissions in automotive exhaust gases. The analysis was carried out for the selected two-lane roundabout based on three cases of traffic, i.e. 800 veh./h, 2000 veh./h and 4000 veh./h. Carbon dioxide emissions were derived from VERSIT + Enviver emission modeling for Vissim input data.

AUTORZY:

BALAWENDER Krzysztof, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

JAWORSKI Artur, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

KUSZEWSKI Hubert, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

БАЛАВЕНДЕР Кшиштоф, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

ЯВОРСКИ Артур, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

КУШЕВСКИ Хуберт, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

МАДЗЕЛЬ Максиміліан, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

УСТШЦКИ Адам, Доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHOR:

BALAWENDER Krzysztof, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 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 1531, 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 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 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 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

Добржанська М., кандидат технічних наук, Жешовська політехніка, доцент кафедри кількісних методів, Жешув, Польща.

REVIEWERS:

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

Dobrzanska M., Ph.D., Rzeszow University of Technology, Assistant Professor of Department of Quantitative Methods, Rzeszow, Poland

УДК 621.891
UDK 621.891

ПРОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ СИЛОВИХ УСТАНОВОК АВІАЦІЙНОЇ НАЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Білякович О.М., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Варюхно В.В., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Кулініч А.В., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Довгаль А.Г., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Коба В.П., старший науковий співробітник Національний авіаційний університет, Київ, Україна

EXTENDING THE RESOURCE PARTS POWER PLANTS AVIATION GROUND EQUIPMENT IN OPERATION

Dmytrychenko M.F, Doctor of Technical Science, National Transport University, Kiev, Ukraine
Bilyakovych O.N., Ph.D, National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Varyuhno V.M., Ph.D., National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Kulinich A.V, Ph.D., National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Dougal A.G., Ph.D., National Aviation University, Kyiv, Ukraine
Koba V.P., senior researcher, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК АВИАЦИОННОЙ НАЗЕМНОЙ ТЕХНИКОЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Білякович О.Н., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Варюхно В.В., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Кулинич А.В., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Довгаль А.Г., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Коба В.П., старший научный сотрудник, Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поршні двигунів внутрішнього згоряння працюють в дуже важких умовах. Температура вихлопних газів в бензинових двигунах може досягати 950-980°C. Тиск в циліндрі в момент робочого ходу досягає 100 кг/см² (рис. 1).

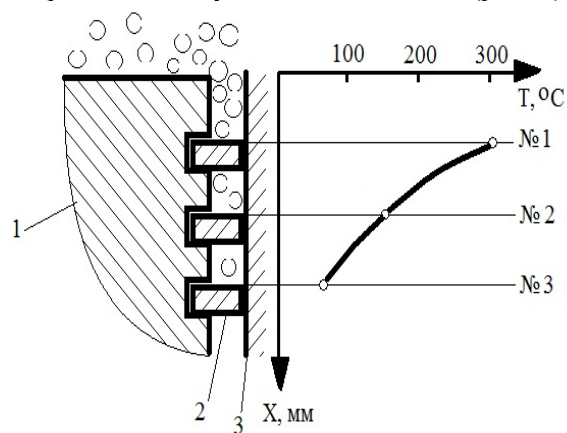


Рисунок 1 – Температурний режим роботи компресійних кілець дизеля ЯМЗ-238:
1 – поршень; 2 – кільце; 3 – гільза

Проблема зміцнення деталей циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння триває вже більше ста років з моменту винайдення та серійного застосування в умовах народного господарства перших двигунів внутрішнього згоряння. Не вщухає цікавість до цього питання і в наш час. Зокрема в роботі [1] було проведено фундаментальне дослідження застосування для зміцнення

алюмінієвих деталей авіаційної техніки електроіскровими покриттями та досліджена можливість застосування дискретних електроіскрових покриттів ті їх вплив на зносостійкість. Автори статті [2] досліджували вирішення проблематики першої канавки шляхом застосування електропроменевої обробки та було запропоновано цей вид обробки для всього складу деталей двигунів внутрішнього згоряння. В результаті було розроблено ряд експериментальних установок, що міг бути використаним для серійного виробництва.

Дослідник роботи [3] пропонує використовувати різноманітний розподіл кремнію в заготовці поршня саме під час відливання силуміну, що дозволить створити зони значно міцніші щодо термічних навантажень в ділянці майбутніх компресійних кілець, що працюватимуть в умовах підвищених температур. Це дуже цікавий підхід, але ускладнює процес виготовлення поршнів, та не має відповіді, що діяти, якщо відбудеться дифузійна гомогенізація складу в процесі експлуатації деталі.

Авторський колектив публікації [4] провадив фундаментальне дослідження застосування вставок в проблемні зони стосовно термічної міцності ті зносостійкості. Вставки пропонувалося виготовляти з алюмінієвого сплаву зміцненого волокнами з оксидів алюмінію, кремнію та заліза в різній концентрації. Дослідники здобули суттєвих результатів високотемпературної зносостійкості порівняної з чавуном, з якого інколи виготовляються компресійні кільця.

Продовжуються дослідження в царині застосування термостійких вставок в першу канавку компресійного кільця. Зокрема в роботі [5] науковці вирішували відому проблему адгезії вставки до тіла поршня. Зокрема було встановлено, що основною причиною адгезійного відшарування вставки є накопичення на межі пластівчастого графіту. Тому для уникнення відшарування пропонується модифікувати структуру силуміну в зоні вставки.

В публікації [6], використовуючи аналітичні та емпіричні методи, автор визначив величини максимального зносу сполучення канавка-кілець, коли воно цілком виходить з ладу в 0,4 мм, порівняно з вихідним 0,08 мм та запропонував формули для розрахунку довговічності сполучення від навантаження, температури та швидкості тертя, визначивши їх як основні фактори, що впливають на зносостійкість сполучення. Про суттєвий вплив режимів роботи та навантаженості двигуна на величини зносу його поршневих канавок було відомо давно, наприклад в роботі [7] дані по режимам роботи різних дизельних двигунів на тисячу годин роботи (табл. 1).

Таблиця 1 – Знос канавок алюмінієвих поршнів дизельних двигунів внутрішнього згоряння в залежності від режимів роботи та матеріалу

Pe, МПа	n, хв-1	Pz, МПа	Температура над кільцем	Матеріал		Знос канавки, мм/тис. год
				поршня	кілця	
0,65	1500	7,5	190-200	АК4	чавун	0,03-0,04
0,65	1500	7,5	190	АК4	чавун	0,02-0,03
0,96	1500	9,0	205	АК4	чавун	0,04-0,05
0,65	1500	7,5	190	АК4	сталь 65Г	0,02-0,03
0,78	1500	9,5	210	АК4	сталь 65 Г	0,04-0,05
0,66	1800	8,6	220-230	АЛ25	чавун	0,05-0,07
0,95	1500	9,5	200-210	АЛ25	чавун	0,03-0,04
0,7 0,88	2200- -2600	9,5 14,0	240-260	АК4	сталь 65Г	0,4-0,6
1,45	1500	13,0-14,0	200-205	АЛ25	сталь 65Г	0,1-0,2
1,22	2200	11,0-12,0	250-260	АК4	сталь 65Г	0,2-0,3

Ця таблиця дає змогу зробити дуже важливий висновок, що більш навантажений двигун, то швидше зноси його компресійних канавок наближаються до критичних, а отже для продовження ресурсу циліндрово-поршневої групи бажано знижувати режими роботи двигунів.

В роботі [8] визначено, що основною технологією зміцнення та відновлення поршневих канавок є електроіскрове легування, що є дуже ефективним та перспективним для алюмінієвих сплавів, так як не вчиняє суттєвої термічної дії на легкоплавкий метал (а температура плавлення деяких силумінів складає 510°C, а суттєвої поверхневої пластифікації уже при 300°C) та не створює суттєвої динамічної дії.

Отже з посеред усіх технологічних заходів вирішення проблеми відновлення першої канавки поршня двигунів внутрішнього згоряння важливо визначити такі заходи, що були б дешеві при збереженні ефективності, не вимагали складного та витратного обладнання та були доступні в умовах експлуатаційних підприємств в межах чергових профілактичних робіт по двигуну. Все вище викладене дозволяє сформулювати мету дослідження.

Постановка завдання. Основним агрегатом силової установки сучасної авіаційної наземної техніки є двигун внутрішнього згоряння, що значно ефективніший та економічніший за авіаційні реактивні двигуни, але потужніший за електричні аналоги. Найбільш навантаженим вузлом двигунів внутрішнього згоряння являється циліндрово-поршнева група. Поршні двигунів виготовляються з високоміцних алюмінієвих ливарних сплавів, що втричі легше сталі, а отже значно полегшується проблема балансування цих двигунів. Але водночас з цим постає питання локального підвищення зносостійкості цих сплавів, особливо в умовах високих температур. Зносостійкість поршнів прямо впливає не лише на ресурс, а і на компресію циліндра, а отже і паливну ефективність двигуна. За умовами експлуатації окремих видів авіаційної наземної техніки обладнаної високопотужними та форсованими двигунами внутрішнього згоряння нерідкі випадки, коли двигун авіаційної наземної техніки працює від 25% до 40% свого робочого часу на холостому ходу в режимі прогрівання та вибігу, що примушує в деяких видах авіаційної наземної техніки застосовувати інші види силових установок та інші енерго- та ресурсозберігаючі технології. Отже підвищення паливної ефективності та продовження ресурсу енергетичних установок авіаційної наземної техніки значно покращує працездатність обладнання та економічну ефективність експлуатації окремих видів авіаційної наземної техніки. Важливим аспектом усіх технологічних заходів являється їх низька вартість, можливість застосування в умовах експлуатаційних підприємств та ефективність.

Метою дослідження є наукова розробка нових захисних покриттів для зміцнення та відновлення поршнів двигунів авіаційної наземної техніки та аеродромних машин, що містять не коштовні складники та наносяться не дорого коштуючи ми та енергоємними технологічними методами, та були б цілком доступні в умовах експлуатаційних підприємств спецмашин.

Методика проведення дослідження, обладнання та витратні матеріали. Для вивчення взаємозв'язків між властивостями покриттів з їх фазовим складом і структурою, а також впливом зовнішніх факторів велике значення має вибір методів дослідження. Отримання достовірних результатів дослідження в даній роботі забезпечено використанням сучасного обладнання і приладів, перевірених і каліброваних службами метрологічного забезпечення, апробованих методик, необхідною відтворюваністю дослідів, ретельною обробкою зразків до і після експерименту, суворим дотриманням порядку проведення експерименту.

Для проведення дослідження використовувалися натурні поршні серійного двигуна ЯМЗ-238 (рис. 2), що мав напрацювання 3000 тис. мото-годин. Саме з оцупок поршня цього двигуна і виготовлялися зразки для лабораторних випробувань на зносостійкість з нанесеними електроіскровими покриттями.



a)

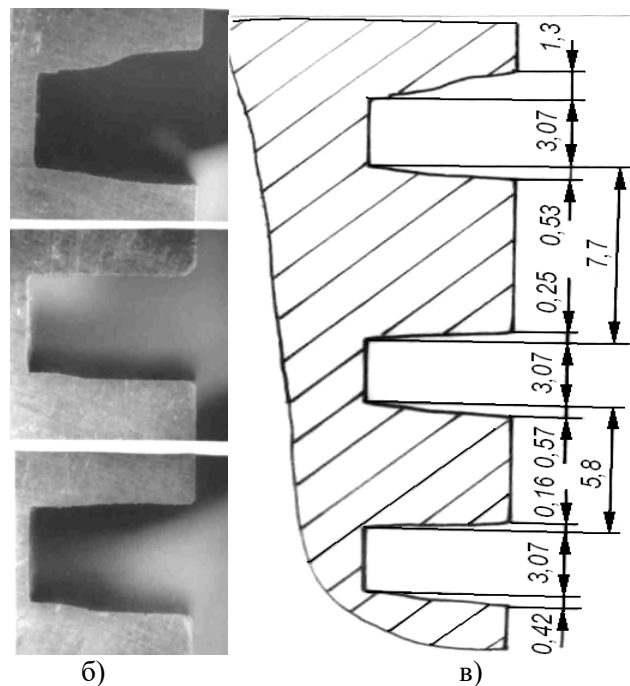


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд поршня (а), канавок поршня зб. 15 (б) та їх профіль зносу (в) двигуна ЯМЗ-238 після 3000 тис. годин експлуатації

Для отримання зразків з алюмінієвого сплаву Ал-25 (ГОСТ 1583-93) циліндричної форми $\varnothing 20 \times 20$ мм наносили електроіскрові покриття електродами з міді М1 (ГОСТ 1535-91) у вигляді прутка. Для підбору металу легуючого електроду були використані матеріали, що вказані в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристики компактних матеріалів для електроіскрового легування

Матеріал	Марка	Умови
алюмінієвий сплав	Ал25	ГОСТ 1583-93
мідь	М1	ГОСТ 1535-91
нікель	НП2	ГОСТ 13083-77

Електроіскрові покриття наносили на установці «Елітрон-22» с з вібратором встановленим в пістолеті з вимикачем, промислове застосування установки дозволяє використовувати в комплекті з токарно-гвинторізним верстатом. Установками такого типу можна наносити будь-який струмопровідний матеріал чи то композицію.

Режим обробки – струм короткого замкнення $I_{кз}=80\ldots 100$ А, робочий струм $I_p=10\ldots 20$ А, колова швидкість заготовки $V_c=3,5\ldots 7$ м/хв, частота імпульсів 50 Гц. Таким чином товщина отриманих покриттів складала $0,1\ldots 0,4$ мм.

Дослідження процесу зношування електроіскрових покриттів, в умовах тертя коливання за високих температур в умовах фретинг процесу проводили на лабораторній торцевій машині тертя МФК-1, конструкція якої дозволяє визначати в процесі експерименту коефіцієнт тертя. Підігрів до робочих температур виконувався за допомогою високочастотної індукційної котушки довкола вузла тертя.

В якості контр тіла (рухомого зразка) використовували сталевий зразок 40Х9С2 (HRC 75–80), виходячи з наступних міркувань, компресійні кільця двигунів внутрішнього згоряння здебільш виготовляються з сірого чавуну марок СЧ але для підвищення теплостійкості до $350\text{--}400^\circ\text{C}$ в нього додавали легуючі присадки Cr, Ni, Mo, Cu, W. До того ж поверхня чавунних компресійних кілець двигунів внутрішнього згоряння вкривається електролітичним пористим хромовим покриттям $0,1\text{--}0,2$ мм завтовшки. Тож такий склад легованої хромом сталі якнайкраще моделює склад та властивості чавунного вкритого хромом компресійного кільця. Нагрівальний елемент дозволяв підвищувати температуру до 700°C , а саме використовувалися три режими 20°C , 150°C , та 300°C , для дослідження впливу температури та моделювання окремо роботи першого, другого та третього компресійного

кільця. В процесі експерименту на кожне значення випробовувалось 3–5 зразків, а остаточні параметри визначались як середні значення з отриманих даних.

Для дослідження структури і фазового складу ЕІЛ покриттів на сплаві Ал-25, а також поверхонь їх тертя проводили металографічний, рентгенофазовий (РФА) і мікрорентгеноспектральний (МРСА) аналізи. Металографічний аналіз досліджуваних матеріалів проводили на оптичних мікроскопах МИМ-8 і ЛСМ.

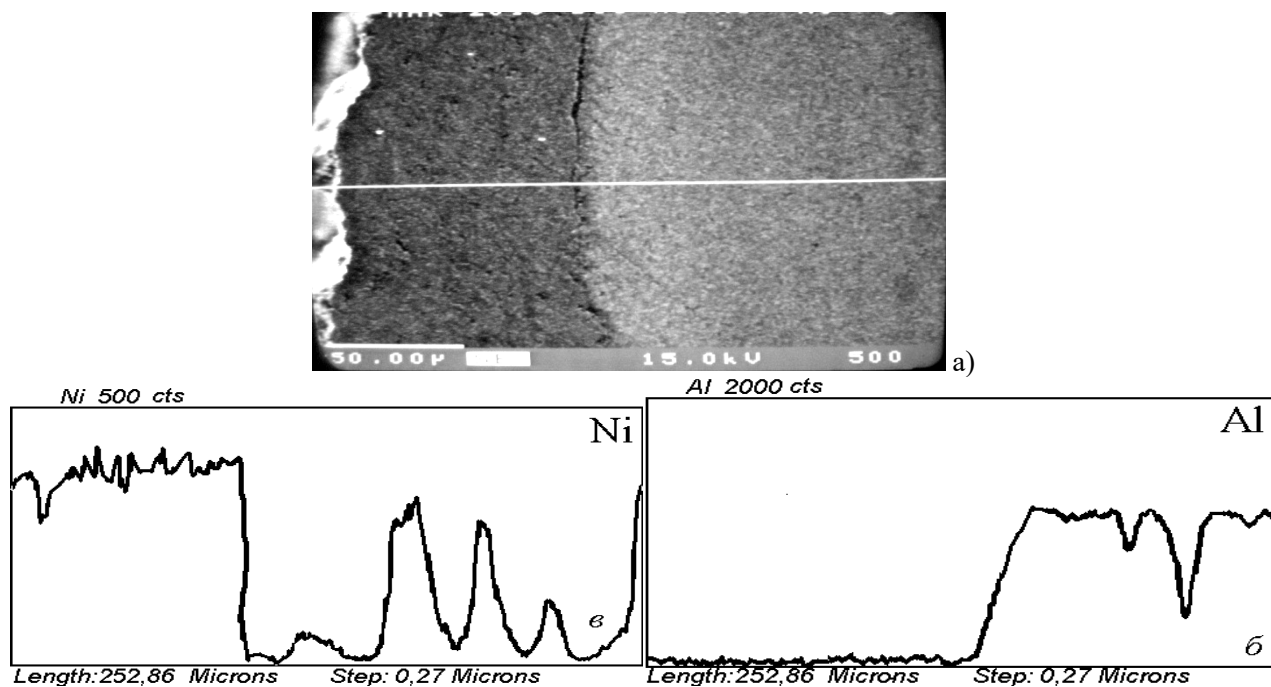
Рентгенофазовий аналіз зразків виконували на рентгеновському дифрактометрі ДРОН-2.0в Сука-випроміненні. Мікрорентгеноспектральний аналіз та отримання електронних зображень поверхонь проводили на електронних мікроскопах Самеса SX 50 та РЭМ-106И.

Для дослідження структури, фазового складу, а також розподілу і складу елементів в кожній з фаз поверхонь тертя електроіскрових покриттів, використовували мікрорентгеноспектральний аналіз (МРСА) на мікроаналізаторі Самеса SX 50 і електронному мікроскопі РЭМ-106И.

Результати досліджень та їх обговорення. Правильний вибір структурних складових являється одним із головних завдань для створення захисних зносостійких покриттів. Для отримання захисних покриттів з використанням електрофізичних методів нанесення потрібно ретельно дослідити сумісність матеріалів та кінетику масо переносу та його напрямку. Кінетика масопереносу та сумісність матеріалів електродів з алюмінієвими сплавами були ретельно досліджені в роботі [1], у результаті чого було встановлено, що для легування алюмінієвих сплавів доцільно використовувати мідні та нікелеві електроди.

Для з'ясування адгезійних властивостей майбутнього покриття та мінімізації впливу на матеріалі підкладки Ал-25, що володіє досить низькими фізико-механічними властивостями, були нанесені два покриття з цих металів на зразки зі сплаву Ал-25 та ретельно досліджена їх мікроструктура на електронному мікроскопі “САМЕСА”. Покриття наносили на установці електроіскрового легування «Элитрон-22» з використанням наступних режимів нанесення. Для отримання нікелевого покриття на сплаві Ал-25 методом визначення найбільш інтенсивного масопереносу було обрано наступні режими ($I_p \leq 10 \dots 15A$). Для отримання мідного покриття на сплаві Ал-25 методом визначення найбільш інтенсивного масопереносу було використано режим ($I_p \leq 10 \dots 30A$). Мікроструктура отриманих покриттів показана на рис. 3. та рис. 4. відповідно.

Таким чином нікелеве електроіскрове покриття на сплаві Ал-25, структура чого представлена на рис. 3. (а) відрізняється різкою межею «пориття-підкладка» та низькою дифузійною проникністю основного компоненту підкладки алюмінію в нікелеве покриття, що можливо і зумовило виникнення адгезійних тріщин на межі (угорі рис. 3. а). Мікрорентгеноспектральний аналіз цього покриття по трьом основним (що мають найбільшу концентрацію) елементам дає підстави зробити висновки, що кремній, невід'ємна складова силуміну, вступає в активну реакцію з дифузійно проникним нікелем з утворення нових хімічних з'єднань – сіліцидів нікелю, що також будучи новими хімічними утвореннями в цій системі значно погіршують фізико-механічні властивості «покриття-підкладка».



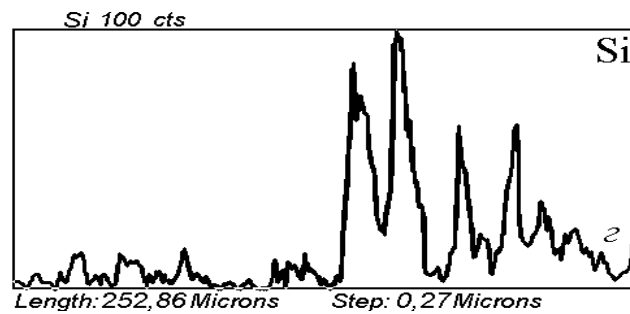


Рисунок 3 – Мікроструктура електро-іскрового легованого покриття на основі нікелю (а) на підкладці зі сплаву Ал-25 та розподіл в ній: б) – алюмінію; в) – нікелю; г) – кремнію

На цій підставі нікель, як компонент для електрофізичного покриття для канавок поршнів двигунів внутрішнього згоряння авіаційної наземної техніки було відкинута, як покриття, що матиме низьку адгезію.

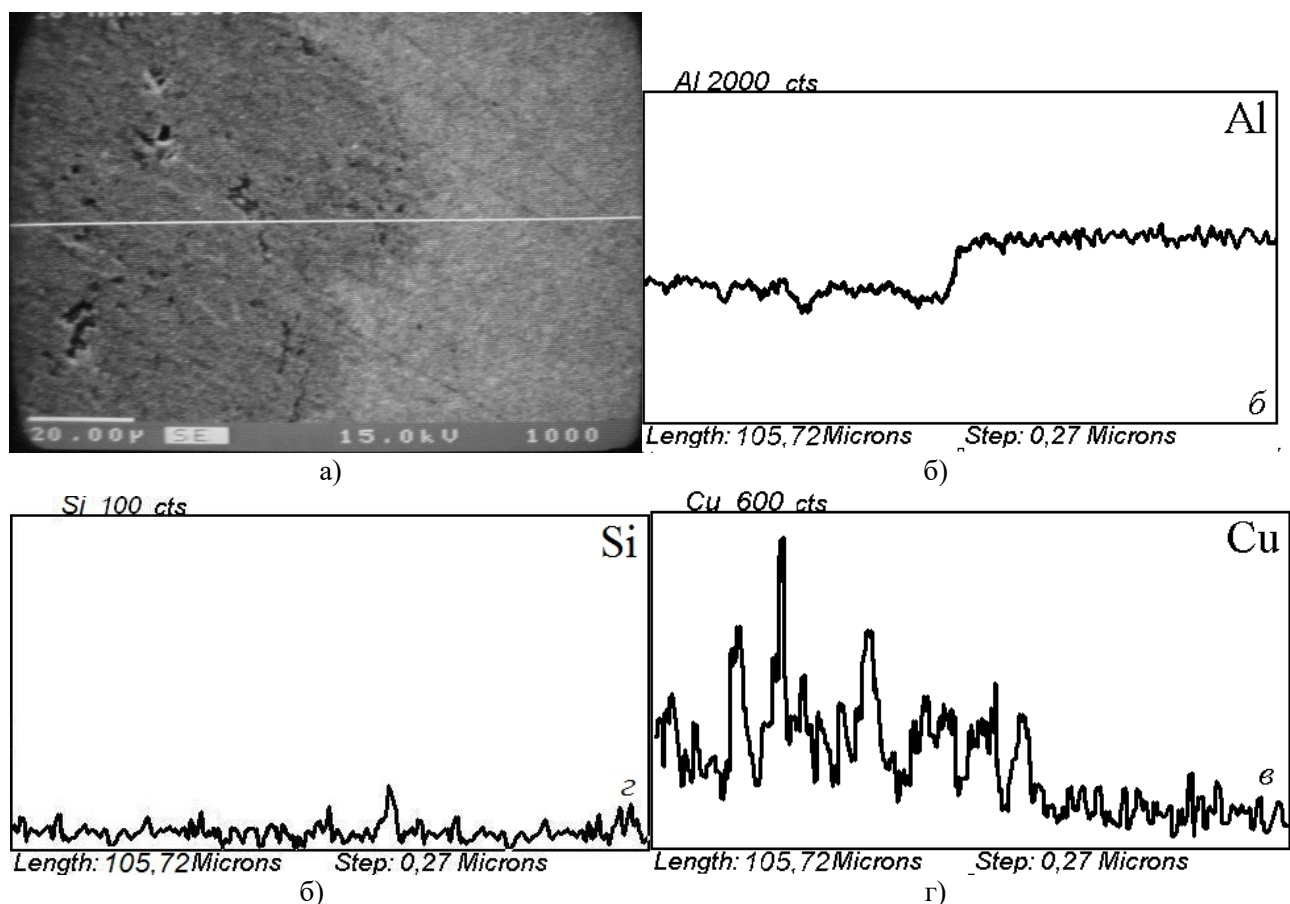


Рисунок 4 – Мікроструктура електро-іскрового легованого покриття на основі міді (а) на підкладці зі сплаву Ал-25 та розподіл в ній: б) – алюмінію; в) – міді; г) – кремнію

Мідне електроіскрове (ЕІЛ) покриття, структура якого представлена на рис. 4 (а) має дуже розмити та хвилясту межу «покриття-підкладка» та більш світлий фазовий контраст покриття свідчить про те, що має місце перехідний дифузійний шар мідних та алюмінієвих сполук.

Слід також відзначити про підвищений вміст шлакових включень, усунути які можна оптимізацією режимів. Про елементний склад цього електрофізичного покриття дають вичерпне уявлення результати мікрорентгеноспектрального аналізу.

Так, як видно з рис. 4 (б) та (в) основа покриття це сполуки на основі міді та алюмінію, що містять фази різного стехіометричного вмісту. Мідь дуже активно проникає в підкладку та фіксується в ній на рівні 100 імпульсів. Кремній, як основний компонент силуміну, рівномірно розподіляється, як в покритті,

так і в підкладці не утворюючи суттєвих агрегатів та хімічних з’єднань, це узгоджується з матеріалознавчою природою кремнію, і в міді, і в алюмінію він обмежено розчинний та утворює механічні суміші. Отже загальний металографічний та компонентний аналіз електроіскрових покриттів на основі нікелю та міді дає можливість зробити остаточний вибір компоненту покриття на користь міді, що вимагає більш ретельного дослідження мідного покриття на основі силуміну.

Мікроструктура мідного електроіскрового покриття на сплаві Ал-25 отримана на мікроскопі РЕМ-106И показана на рис. 5., де зазначені ділянки мікрорентгеноспектрального аналізу відсоткового вмісту елементів кожної з найбільш характерних ділянок фазового контрасту. Вміст основних елементів цих фаз, концентрація котрих суттєво перевищує фоновий рівень домішок наведена в таблиці 3. Як можна констатувати з проведеного аналізу матриця покриття (спектр 2) являє собою твердий розчин алюмінію в міді, бо, як відомо, алюміній розчинний в міді до 10% в твердому стані. Основні зміцнюючі фази покриття найбільш ймовірно являють собою хімічні з’єднання інтерметалідного характеру алюмінію та міді різного стехіометричного співвідношення. Структура підкладки змінилася не суттєво та складається з фаз 4, 5 та 6 на сонові алюмінію та кремнію з дифузійним проникненням міді та дещо підкисленими.

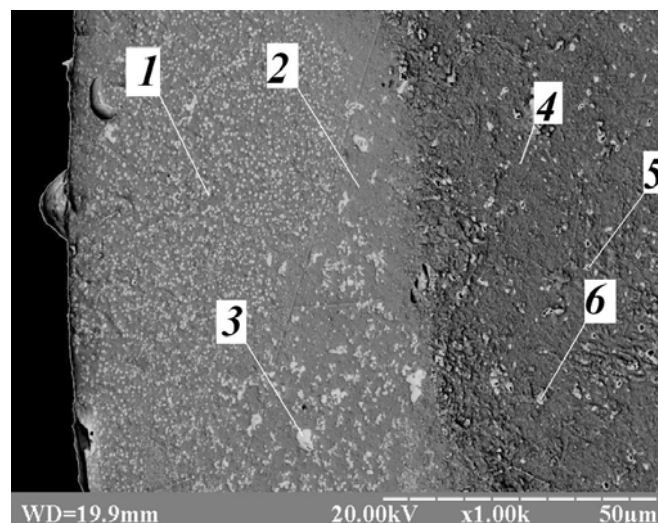


Рисунок 5 – Мікроструктура електроіскрового покриття мідним електродом на зразках зі сплаву Ал-25 у вторинних електронах зі вказанням ділянок мікрорентгено-спектрального аналізу (табл. 3)

Вичерпне уявлення про фазовий склад електроіскрового мідного покриття на алюмінієвій матриці надає рентгенофазовий аналіз, результати якого представлені на рис. 6. Так, в результаті розшифрування рентгенограми було виявлено фази Cu, Al та хімічні з’єднання інтерметаллідів Cu_3Al , Cu_3Al_4 та ще однієї інтерметалічної фази проміжного стехіометричного співвідношення.

Таблиця 3 – Результати МРСА ділянки покриття рис. 5

Спектри	Al	Cu	Si	O
Спектр 1	58.53	34,45	-	0.89
Спектр 2	18,99	73,44	-	0,98
Спектр 3	29.90	65,14	-	0.93
Спектр 4	89.02	1,02	10.98	0,01
Спектр 5	85.02	0,15	12.98	0,07
Спектр 6	81.02	0,07	14.98	5,03

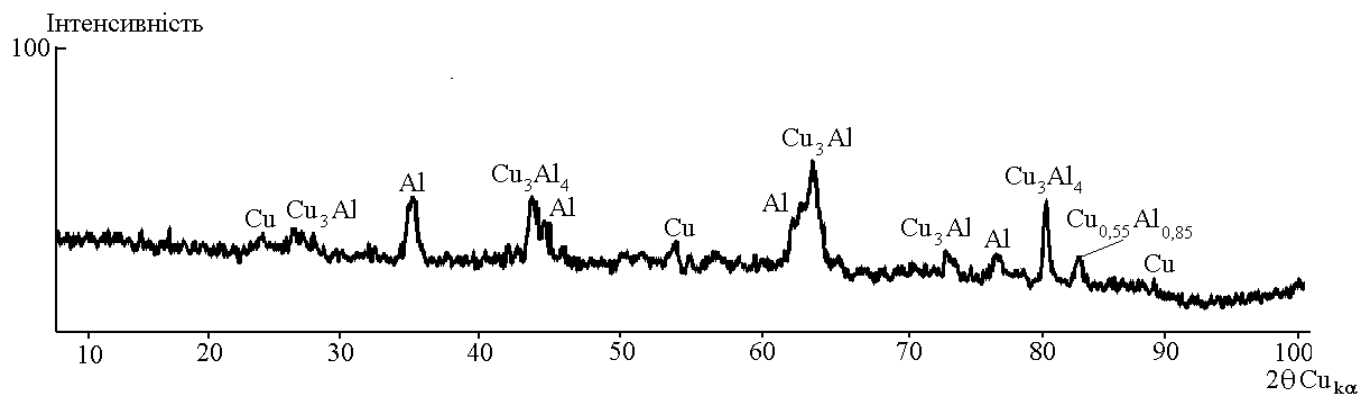


Рисунок 6 – Рентгенограма поверхні електроіскрового мідного покриття на підкладці Ал-25

Ці проміжні інтерметалічні фази мабуть і являються зміцнюючими включеннями в електроіскровому покритті, що мають суттєво підвищити його зносостійкість.

Так, як електроіскрові однокомпонентні покриття призначалися для роботи в якості захисту канавок компресійних поршневих кілець двигунів внутрішнього згоряння, то і режими триботехнічних випробувань були вибрані такими, які моделюють умови роботи пари канавка-кілець в умовах найбільш сталих режимів роботи двигунів внутрішнього згоряння. А саме, за частот коливання 30 Гц, що відповідає середнім частотам обертання колінчатого валу, що вчиняє циклічну дію на ущільнюючий вузол поршня для частот обертання колінчастого 1800 об/хв відповідно до номінального режиму роботи двигунів внутрішнього згоряння і навантажень у 1000 Н, що відповідає навантаженню на контактну ділянку тертя у 20 МПа, так як саме така максимальна величина тиску на бічну контактну ділянку системи «канавка-кілець» в момент робочого ходу [6], амплітуда складала 10 мкм – в межах робочих зазорів нової пари, база випробувань складала 5×10^5 циклів, – ці показники залишалися постійними та незмінними при всій серії випробувань мідних електроіскрових покриттів різного режиму нанесення, а решта факторів варіювалася для оптимізаційних цілей технологічних рішень.

Триботехнічні випробування проводились за схемою «площина-площина» на модифікованій машині тертя МФК-1, що дозволяє контрольований підігрів зони тертя та вимірювання середнього значення коефіцієнта тертя. В якості матеріалу контртіла було вибрано сталь 40X9C2 (HRC 75–80), що близька за складом до чавунних кілець з електролітичним хромовим покриттям для дослідження можливості застосування покриття в парі тертя "канавка-кілець". При цьому досліджувались при постійному робочому струмі нанесення $I_p = \text{const}$, досліджували вплив температури в зоні трибоконтакту на інтенсивність зношування і коефіцієнти тертя відповідно, так як три компресійні кільця поршня працюють у вкрай різноманітних температурних умовах (рис. 1), отже можуть вимагати й різних режимів зміцнення.

Для дослідження впливу режиму нанесення, а мідь є дуже чутливою до режиму нанесення [1], використовувалися три режими (табл. 4).

Таблиця 4 – Режими нанесення покриттів (електро-іскрове легування)

Режим нанесення	Робочий струм, I_p А	Час обробки поверхні, с
1 режим	10	160
2 режим	20	160
3 режим	30	160

Результати триботехнічних випробувань електрофізичних покриттів за постійного режиму нанесення показали, що зі збільшенням температури інтенсивність зношування монотонно зростала для всіх режимів нанесення крім першого, у якого спостерігається підвищення зносостійкості до 300°C.

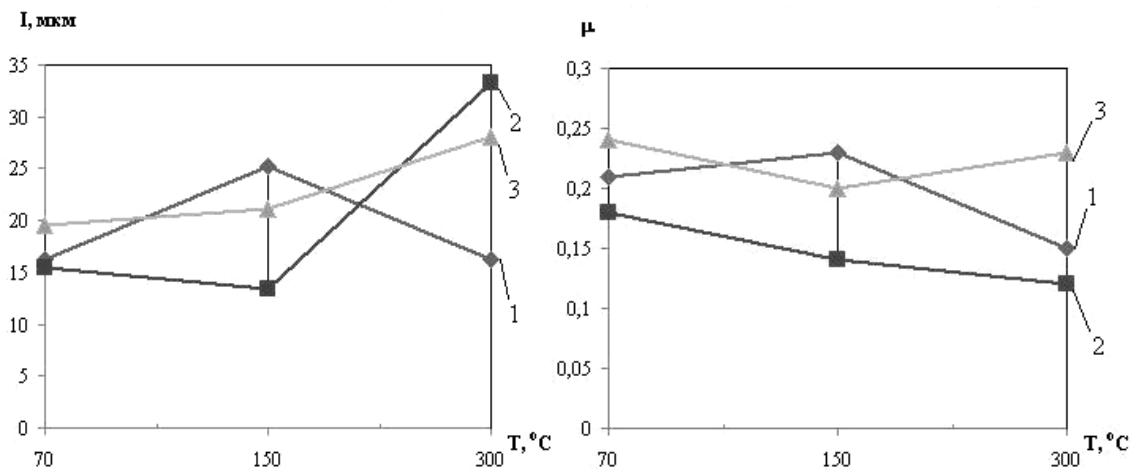


Рисунок 7 – Залежність інтенсивності зношування (а) і коефіцієнту тертя (б) від температури випробування для різних режимів нанесення мідного покриття (електро-іскрове легування): 1 – 10 А; 2 – 20 А; 3 – 30 А

Таким чином у діапазоні робочих температур для першої поршневої канавки (300°C) найкращі характеристики 16,2 мкм показав режим 1.

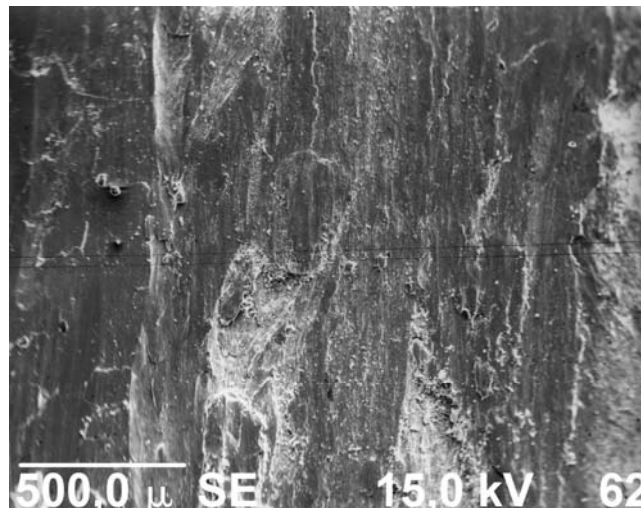


Рисунок 8 – Мікрофотографія поверхні тертя для зразка з мідним покриттям (електро-іскрове легування) 1-го режиму нанесення випробуваного за температури 300°C. зб. 62

Для другої канавки поршня (150°C) мінімальні значення зношування 13,47 мкм показав 2-гий режим нанесення покриття, тому цей режим найбільш пасує для другої канавки, а для першої канавки найбільш оптимальним значенням для робочої температури є другий режим нанесення зі значенням зношування 15,5 мкм (рис. 7).

Коефіцієнти тертя при випробуванні електрофізичних покриттів в залежності від температури у зоні тертя змінюється в межах від 0,12 до 0,24. Для обраних режимів нанесення у випадку першої канавки поршня в робочих режимах випробувань коефіцієнт тертя складає 0,21, для режимів зміцнення другої канавки поршня 0,14, а для режиму зміцнення третьої канавки коефіцієнт тертя складає 0,18, що свідчить про те, що матеріали працюватимуть в антифрикційній зоні, та до суттєвих задирів схоплювання та спотворювання ущільненої поверхні не призведе, до того ж в другу та третю канавки поршня можливе проникнення суттєвої кількості оливи.

Для пояснення отриманих результатів поверхні тертя зразків з розроблених електрофізичних покриттів були досліджені на електронному мікроскопі «CAMECA SX 50». Структура зони тертя композиційних матеріалів при збільшенні 62 представляє собою поверхню досить гладкої морфології без суттєвих пошкоджень (рис. 8.), що має ділянки, що нагадують лускаті нашарування. Ці острівні

ділянки були більш ретельно досліджені (при збільшенні $\times 200$, рис. 9.) та було встановлено, що поверхня тертя представляє собою суцільну складну окисну плівку, що містить оксиди міді, алюмінію та заліза, що було перенесено з поверхні матеріалу контр тіла.

Про це свідчать результати поелементного мікрорентгеноспектрального аналізу, що розміщено під (рис. 9б-д). Ця потрійна окисна система з амфотерних металів в певному стехіометричному співвідношенні створює вищу окисну сполуку з вільним обміном киснем між металами – учасникам цієї системи. Така структура має міцний адгезійний зв'язок до основи покриття, та надійно у якості «третього тіла» захищає від адгезійної взаємодії та мінімізує зношування. В тих місцях де відбувається відхилення від стехіометричного складу трикомпонентної окисної системи вона втрачає свої аморфні властивості та відшаровується від поверхні, як це має місце праворуч зображення (рис. 9а). Такий механізм зношування описано в роботі Б.І. Костецького, він відноситься до окиснювального типу і являється сприятливим з точки зору зносостійкості пари тертя, оскільки продукти взаємодії у вигляді вивільненого вуглецю грають роль твердого мастила.

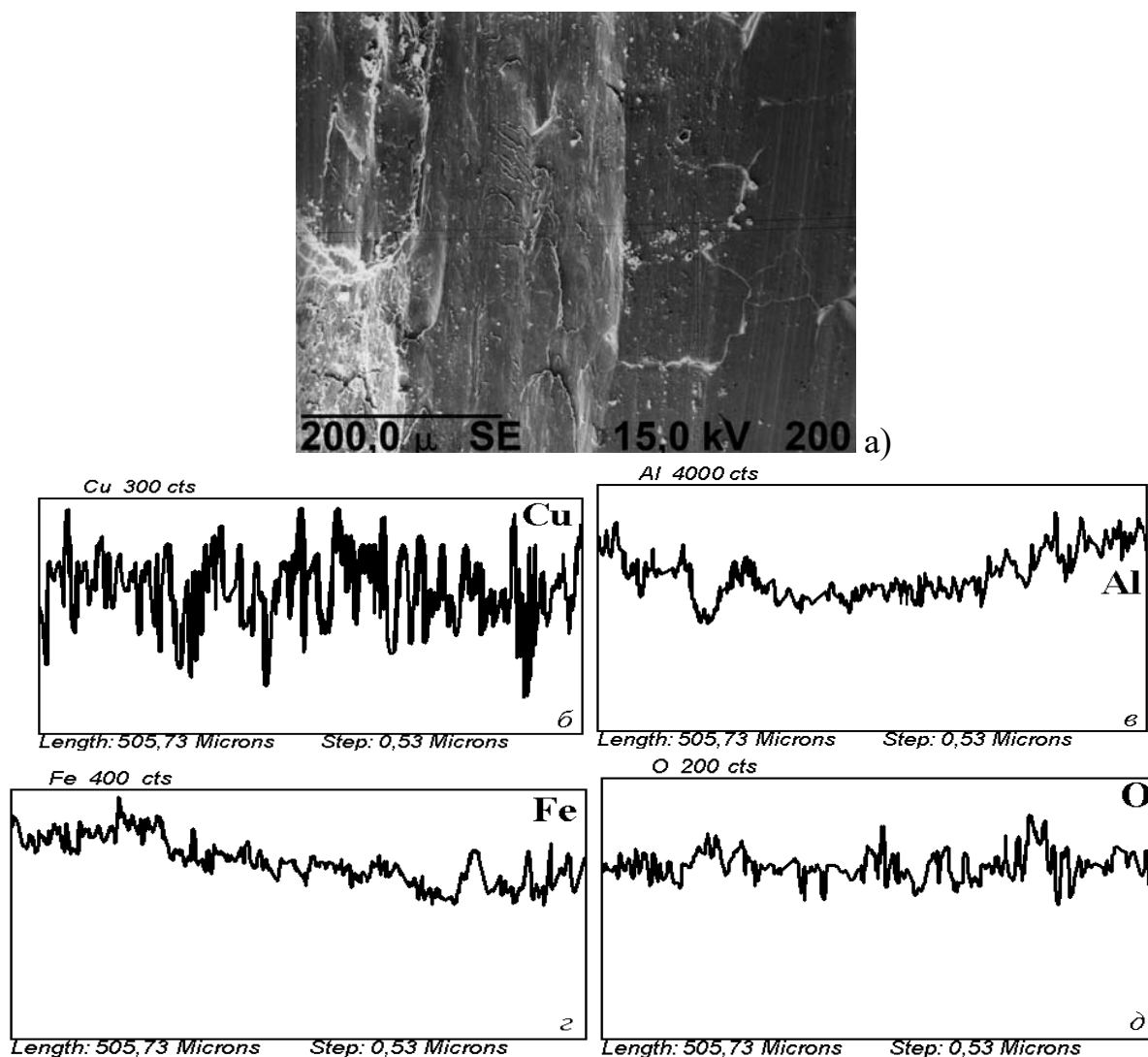


Рисунок 9 – Мікрофотографія поверхні тертя (а) для зразка з покриттям 2-го режиму та розподіл в ній: (б) – хрому; (в) – нікелю; (г) – кисню; (д) – заліза

Отже в результаті структуроутворення електрофізичного покриття та випробування його на зносостійкість в умовах близьких до роботи майбутніх виробів було визначений такий його технологічний режим отримання, що інтенсифікує його окисний механізм зношування та є оптимальним для його поверхневої міцності.

Висновки

1. Дослідження структури та адгезійних якостей електроіскрового покриття на основі нікелю та міді було визначено, що нікелеві покриття досить компактні та володіють низькою адгезією до силуміну Ал-25, а мідні покриття мають високу адгезію, та задовільно наносяться з моменту встановлення прямої полярності електроіскрового процесу.

2. Досліджені триботехнічні характеристики розроблених електрофізичних покриттів в умовах, що моделюють роботу пари «поршнева канавка-кільце», встановлено, що при для першої поршневої канавки компресійного кільця доцільно використовувати 1 режим зміцнення електро-іскровим легуванням, а для 2 та 3 канавки 2-гий режим зміцнення мідним електродом.

3. Встановлені механізми зношування розроблених електрофізичних покриттів і сталі при терті в умовах фретинг-зношування без мастильних матеріалів в парі зі сталевим контртілом із 40Х9С2. Показано, що високі значення триботехнічних характеристик покриттів пояснюються утворенням в процесі тертя складних плівок на основі оксидів міді, заліза та алюмінію, тобто реалізується окиснювальний механізм зношування.

4. Синтез та дослідження отриманих покриттів дозволяє рекомендувати їх впровадження в якості захисних покриттів для канавок компресійних кілець сучасних двигунів внутрішнього згоряння авіаційної наземної техніки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Довгаль А.Г., Бурдюженко Л.В., Ткаченко І.В. Зносостійкі електроіскрові покриття для підвищення довговічності кінематичних сполучень авіаційної техніки. // Сучасні процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин. Серія Г. Збірка наукових праць. – К.: 2003. С. 313-320.

2. Радченко М.В., Радченко В.Г., Шевцов Ю.О., Кровяков К.С. Проблемы и перспективы использования электроннолучевых технологий в дизелестроении. – Ползуновский вестник. – № 4, – 2006. – С. 325-329.

3. Jonathan A. Lee Cast Aluminium Alloy for High Temperature Application. –The Minerals, Metals & Materials Society, 2003, 245-247.

4. Wu Shenqing, Li Jun Application of ceramic short fiber reinforced Al alloy matrix composite on piston for internal combustion engines. – China foundry. – 2010. – Vol. 7. – No. 4. P. 408-411.

5. Ahu Fahriye Acar, Fahrettin Ozturk, Mustafa Bayrak Effects of variations in alloy content and machining parameters on the strength of the intermetallic bonding between diesel piston and ring carrier. – Materials and technology. – No. 44. – 2010. – P. 391–395.

6. Гасангусенов О.Г. Расчетно-экспериментальное исследование влияния температуры, нагрузки и скорости скольжения на долговечность сопряжения канавка-поршневое кольцо малоразмерного дизеля. – Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. – 2013. - № 1. С. 111-116.

7. Исследование износостойкости и контактной выносливости упрочненных поверхностей материалов для гильз и поршней внутреннего сгорания. Отчет о НИР. х/д 287., Отв. исп. В. В. А. П. Полешко. – К, КПИ, - 1979. –131 с.

8. Дударева Н.Ю. Упрочнение верхних поршневых канавок двигателя й внутреннего сгорания методом искрового упрочнения. – Вестник УГАТУ, 2010. – Т. 14, № 3 (38). – С. 111-115.

REFERENCES

1. Dougal AG, Burdyuzhenko LV, Tkachenko IV Wear-resistant electrical discharge coating for durability kinematic connections aircraft. // Modern processes of machining tools from the STM and the surface quality of machine parts. Series G. The collection of scientific works. . - Moscow: 2003, 313-320 pp.

2. Radchenko M.V., Radchenko V.G., Shevtsov J.O., Krovnyakov K.S. Problems and prospects of using electron-beam technologies in diesel building. - Polzunovsky Gazette. - № 4 - 2006. - P. 325-329.

3. Jonathan A. Lee Cast Aluminium Alloy for High Temperature Application. –The Minerals, Metals & Materials Society, 2003, 245-247.

4. Wu Shenqing, Li Jun Application of ceramic short fiber reinforced Al alloy matrix composite on piston for internal combustion engines. – China foundry. – 2010. – Vol. 7. – No. 4. P. 408-411.

5. Ahu Fahriye Acar, Fahrettin Ozturk, Mustafa Bayrak Effects of variations in alloy content and machining parameters on the strength of the intermetallic bonding between diesel piston and ring carrier. – Materials and technology. – No. 44. – 2010. – P. 391–395.
6. Gasangusenov O.G. Design and experimental study of the effect of temperature, load and sliding speed on the durability of coupling groove-small-sized diesel engine piston ring. - Herald ASTU. Ser. : Marine engineering and technology. - 2013. - № 1. P. 111-116.
7. Study of wear resistance and contact fatigue surface hardening materials for liners and pistons of internal combustion. Research report. x / d 287, Ed. App. VV AP Poleshko. - K, KPI - 1979. -131 p.
8. Dudareva N.Y. Hardening grooves upper piston internal combustion engine by the spark hardening. – Herald USATU, 2010. - T. 14, № 3 (38). – P. 111-115.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Продовження ресурсу деталей силових установок авіаційної наземної техніки в умовах експлуатації / М.Ф. Дмитриченко, О.М. Білякович, В.В. Варюхно, А.В. Кулініч, А.Г. Довгаль, В.П. Коба // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті розглянуто питання продовження ресурсу та відновлення деталей циліндрово-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння. Розроблена методика моделювання умов роботи пари «канавка-кільце» двигунів та проведено дослідження зносостійкості алюмінієвого сплаву Ал-25 з електроіскровими покриттями різного складу в парі з легованою хромом сталлю в умовах високотемпературного фретинг-процесу. Досліджено механізми зношування та визначені оптимальні режими зміцнюючої обробки канавок для поршневих кілець поршнів двигунів внутрішнього згоряння.

Об'єкт дослідження – захисні покриття для зміцнення та відновлення поршнів двигунів авіаційної наземної техніки та аеродромних машин.

Метою дослідження є наукова розробка нових захисних покриттів для зміцнення та відновлення поршнів двигунів авіаційної наземної техніки та аеродромних машин, що містять не коштовні складники та наносяться не дорого коштуючи ми та енергоємними технологічними методами, та були б цілком доступні в умовах експлуатаційних підприємств спецмашин.

Метод дослідження – для дослідження структури і фазового складу електроіскрових покриттів на сплаві Ал-25, а також поверхонь їх тертя проводили металографічний, рентгенофазовий (РФА) і мікрорентгеноспектральний (МРСА) аналізи.

В результаті структуроутворення електрофізичного покриття та випробування його на зносостійкість в умовах близьких до роботи майбутніх виробів було визначений такий його технологічний режим отримання, що інтенсифікує його окисний механізм зношування та є оптимальним для його поверхневої міцності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВІАЦІЙНА НАЗЕМНА ТЕХНІКА, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ, ЛЕГУВАННЯ.

ABSTRACT

Dmytrychenko M.F. Extending the resource aviation ground equipment propulsion components under operating conditions / N.F. Dmitrichenko, O.N. Bilyakovich, V.V. Varyuhno, A.V. Kulinich, A.G. Dougal, V.P. Koba / Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In the article the question of extending the service life and the restoration of parts is cylindrical-piston internal combustion engines. A method for modeling a pair of working conditions "groove-ring" motors and studied durability of aluminum alloy Al-25 with electric-spark coatings of different composition paired with a chromium alloyed steel for high temperature fretting process. The mechanisms of wear and identify optimal modes of hardening of grooves for piston rings pistons of internal combustion engines.

The object of the study is coatings for reinforcing and restoring the pistons of engines of aircraft ground equipment and airfield vehicles.

The purpose of the research is the scientific development of new protective coatings for strengthening and restoring piston engines of aircraft ground equipment and airfield machines containing inexpensive

components and are applied inexpensively and by non-energy-intensive technological methods and would be quite accessible in the conditions of the operating enterprises of special vehicles.

Research method – metallographic, X-ray phase (XRF) and micro-X-ray spectral analyzes (MRSA) were used to study the structure and phase composition of the electrospray coatings on the Al-25 alloy and also their friction surfaces.

As a result of structuring and testing of electro coating it on wear resistance in conditions close to the future products was defined such its technology acquisition mode that intensifies its oxidative deterioration mechanism and is optimal for its surface strength.

KEY WORDS: AVIATION GROUND EQUIPMENT, WEAR RESISTANCE, DOPING.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Продление ресурса деталей силовых установок авиационной наземной техники в условиях эксплуатации / Н.Ф.Дмитриченко, О.Н.Билякович, В.В. Варюхно, А.В. Кулинич, А.Г. Довгаль, В.П. Коба / Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье рассмотрен вопрос продления ресурса и восстановления деталей цилиндрично-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания. Разработана методика моделирования условий работы пары «канавка-кольцо» двигателей и проведено исследование износостойкости алюминиевого сплава Ал-25 с электроискровыми покрытиями различного состава в паре с легированной хромом сталью в условиях высокотемпературного фреттинг-процесса. Исследованы механизмы изнашивания и определены оптимальные режимы упрочняющей обработки канавок для поршневых колец поршней двигателей внутреннего сгорания.

Объект исследования – покрытия для укрепления и восстановления поршней двигателей авиационной наземной техники и аэродромных машин.

Целью исследования является научная разработка новых защитных покрытий для укрепления и восстановления поршней двигателей авиационной наземной техники и аэродромных машин, содержащие не дорогие составляющие и наносятся недорогостоящими и неэнергоёмкими технологическими методами, и были бы вполне доступны в условиях эксплуатационных предприятий спецмашин.

Метод исследования – для исследования структуры и фазового состава электроискровых покрытий на сплаве Ал-25, а также поверхностей их трения проводили металлографический, рентгенофазовый (РФА) и микрорентгеноспектральный (МРСА) анализы.

В результате структурообразования электрофизического покрытия и испытания его на износостойкость в условиях близких к работе будущих изделий было определен такой его технологический режим получения, что интенсифицирует его окислительный механизм износа и является оптимальным для его поверхностной прочности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВИАЦИОННАЯ НАЗЕМНАЯ ТЕХНИКА, ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ, ЛЕГИРОВАНИЕ

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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 318.

Билякович 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.

Варюхно Володимир Васильович, к.т.н., доцент кафедри технологій аеропортів аерокосмічного інституту національного авіаційного університету, 406-76-94, 0973236508, varijukhno@ukr.net

Кулінич Олексій Васильович, к.т.н., доцент кафедри технологій аеропортів аерокосмічного інституту національного авіаційного університету, 406-76-94, 0671348252, kafedra_ta@mail.ru

Довгаль Андрій Григорович, к.т.н., доцент кафедри технологій аеропортів аерокосмічного інституту національного авіаційного університету, 406-76-94, 0977253879, 270579@ukr.net

Коба Віктор Петрович с.н.с., доцент кафедри технологій аеропортів аерокосмічного інституту національного авіаційного університету, 406-76-94, 0986033076, kafedra_ta@mail.ru

AUTHOR:

Dmytrychenko Mykola F., Doctor of Technical Science, National Transport University, professor of the Manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044)2808203, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, of. 318.

Bilyakovich Oleg N., associate professor, National Aviation University, associate professor department of technologies of air-ports, e-mail: oleg65@voliacable.com, tel. (044)4067694, Ukraine, 03680, Kyiv, b. Cosmonaut of Komarova, 1, of. 1.409.

Varyuhno Vladimir, V., National Aviation University, Associate Professor of Technology airports Institute of Aerospace, 406-76-94, 0973236508, varijukhno@ukr.net

Kulinich Olexsey V., National Aviation University, Associate Professor of Technology airports Institute of Aerospace, 406-76-94, 0671348252, kafedra_ta@mail.ru

Dougal Andrey G., National Aviation University, Associate Professor of Technology airports Institute of Aerospace, 406-76-94, 0977253879, 270579@ukr.net

Koba Victor P., National Aviation University, Associate Professor of Technology airports Institute of Aerospace, 406-76-94, 0986033076, kafedra_ta@mail.ru

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 318.

Биликович Олег Николаевич, кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологий аэропортов», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Киев, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409.

Варюхно Владимир Васильевич, к.т.н., доцент кафедры технологий аэропортов аэрокосмического института национального авиационного университета, 406-76-94, 0973236508, varijukhno@ukr.net

Кулинич Алексей Васильевич, к.т.н., доцент кафедры технологий аэропортов аэрокосмического института национального авиационного университета, 406-76-94, 0671348252, kafedra_ta@mail.ru

Довгаль Андрей Григорьевич, к.т.н., доцент кафедры технологий аэропортов аэрокосмического института национального авиационного университета, 406-76-94, 0977253879, 270579@ukr.net

Коба Виктор Петрович, с.н.с., доцент кафедры технологий аэропортов аэрокосмического института национального авиационного университета, 406-76-94, 0986033076, kafedra_ta@mail.ru

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

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

REVIEWER:

Gutarevych Yu.F. Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the of engines and heating department, Kyiv, Ukraine.

Tamargazin O.A., Doctor of Technical Science, National Aviation University, Professor department ecology and safety of vital functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.017
UDC 629.017

ДО АНАЛІЗУ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ

Іванушко О.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF THE PERIODICITY PERFORMANCE OF TECHNICAL INFLUENCE

Ivanushko A.N., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sahno V.P., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

К АНАЛИЗУ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ВЛИЯНИЙ

Іванушко А.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Основою системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) є структура і нормативи. Структура системи визначається видами (ступенями) відповідних впливів і їх числом. Нормативи включають конкретні значення періодичності впливів, трудомісткості, переліку операцій та ін.

Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість складають режими технічного обслуговування.

На структуру системи ТО і ремонту впливають рівні надійності і якості автомобілів; цілі, що поставлені перед автомобільним транспортом і ТЕА (Технічною експлуатацією автомобілів); умовами експлуатації; існуючі ресурси; організаційно-технічні обмеження.

Окремі елементи структури системи ТО і Р експлуатованого автомобільного транспорту впливають на витрати по забезпеченню роботоздатності наступним чином: обґрунтованість переліку профілактичних операцій і їх періодичність – 80-87%; число ступенів (видів) ТО і кратність їх періодичності – 13-20%. Таким чином, головним фактором, що визначає ефективність системи ТО і ремонту, є правильно визначені переліки (що робити) і періодичності (коли робити) профілактичних операцій, потім кількість видів ТО і їх кратність (як організувати виконання сукупності профілактичних операцій) [1].

Нормативи ТО і ремонту, встановлені вітчизняними та закордонними нормативними документами, а також викладені в сервісних книжках автомобілів, відносяться до певних умов експлуатації, що називаються еталонними.

При роботі в інших умовах експлуатації змінюється безвідмовність і довговічність автомобілів, а також витрата трудових і матеріальних ресурсів на ТО і ПР (поточний ремонт). Тому нормативи коригуються [2].

Будь-яке державне, муніципальне або приватне підприємство може ефективно працювати, маючи відповідні плани і програми виробництва і його розвитку. Для складання і реалізації цих планів і програм підприємство повинно мати обґрунтовані нормативи [1].

В зв'язку з тим, що перелік (а в деяких випадках і технологія виконання) ремонтно-обслуговуючих операцій вже визначений заводом-виробником автотранспортного засобу (АТЗ), з яким потрібно узгоджувати будь-які зміни даного переліку робіт або брати на себе відповідальність за наслідки від самовільної їх зміни – то, для забезпечення можливості корегування нормативів, доцільно корегувати періодичність виконання технічних впливів, тим паче, що це допускається згідно «Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту», що діє в Україні, а також деякими автовиробниками згідно їхньої сервісної інформації наведеної, наприклад, в [3, 4 і 5].

В такій ситуації виникає потреба у визначенні та обґрунтуванні оптимальних періодів проведення технічних впливів, що забезпечить підтримання в працездатному технічному стані (ТС) АТЗ за відведений час експлуатації у певних умовах роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найважливіша умова підтримки заданого рівня надійності автомобілів в процесі експлуатації призначення оптимальних режимів ТО і їх періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування.

Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних витратах коштів на ТО і ремонт.

Проблема оптимізації ТО дуже складна, і її можна розглядати в різних аспектах. Проте як би її не розв’язували, треба враховувати надійність і готовність автомобілів, вплив на них профілактичних робіт [6].

При технічному обслуговуванні застосовується дві тактики доведення виробу до потрібного технічного стану: за напрацюванням і за станом. При першій тактиці визначається періодичність контролю, яка переходить у виконавчу частину, з коефіцієнтом повторюваності $K_1 = 1$. При другій тактиці визначається періодичність контролю, а виконавча частина операції виконується по потребі в залежності від результатів контролю, тобто $1 \geq K_2 \geq 0$ [1].

Періодичність контрольно-діагностичних робіт нерозривно пов’язана з надійністю окремих вузлів і агрегатів автомобіля в конкретних умовах експлуатації внаслідок випадкового характеру виникнення його відмов [6]. При цьому майже кожна операція має свою, відмінну від іншої, оптимальну періодичність: $l_{01} \neq l_{02} \neq l_{03} \neq \dots \neq l_{0s}$ [1].

Питанню визначення періодів ТО і Р присвячені роботи Авдонькіна Ф.М., Арініна І.М., Волошиної Н.А., Говоруценка М.Я., Кузнецова Є.С., Лисого О.В., Лудченка О.А., Полянського О.С., Сметани С.О., Форнальчика Є.Ю. та багатьох інших вчених. Кожен з них розглядав способи визначення раціональної періодичності виконання ТО і Р АТЗ за різними показниками, зокрема за коефіцієнтом готовності (K_T) парку автомобілів, імовірністю безвідмовної роботи ($P(t)$), критерієм ефективності (K_E), ступенем спрацювання моторного мастила, гарантійним періодом експлуатації, діагностичною інформацією про ТС, кліматичним умовам експлуатації та ін. Але при цьому, вони використовували прості, аналітичні та імітаційні методи, що були доцільними за певних умов.

В такому випадку, виникає потреба в структуруванні та аналізі існуючих методів визначення періодичності виконання технічних впливів для визначення оптимального і найбільш придатного до використання на теперішній час.

Метою даної статті є дослідження методів визначення періодичності виконання технічних впливів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На теперішній час існує тенденція переходу від планово-попереджувальної системи до системи обслуговування за станом (Рис. 1.).



Рисунок 1 – Технічні напрями організації технічних обслуговувань і ремонтів машин [7].

Суть системи за напрацюванням полягає в тому, що через певний пробіг, незалежно від технічного стану агрегатів, виконується технічний вплив (певний вид технічного обслуговування, ремонт, заміна). Ця проста модель із-за значної вартості може застосовуватися тільки для спеціальних машин, а на автомобільному транспорті – для окремих вузлів і деталей, від яких залежить безпека руху. При такій системі значна частина ресурсу не використовується, тому вона дуже дорога (неекономічна) [7].

Суть системи за станом інша – технічні впливи виконуються при досягненні контрольованого параметра свого критичного рівня (гранично допустимого стану). Ця система дозволяє не виконувати «зайвих» ремонтів, якщо ризик відмови невеликий. Вона більш дешева (економічна), але вимагає вміння вимірювати безперервно або періодично контрольовані (діагностичні) параметри. Для її втілення необхідне спеціальне контрольо-діагностичне обладнання [7]. А ще можлива ситуація, коли із-за складної конструкції АТЗ або використання в ній складних електричних та електронних систем, необхідні досить дороге діагностичне обладнання і висококваліфікований персонал, що в сумі може призвести до здорожчування використання даної системи.

Система обслуговування і ремонту за станом передбачає три види робіт: обов’язкові (ОР), контрольо-діагностичні (Д), усунення виявлених несправностей (УН).

Для транспортних, сільськогосподарських, будівельних та інших машин застосовується третя система (змішана), яка об’єднує в собі елементи першої і другої. В свою чергу змішана система в залежності від методу встановлення періодичності і об’єму технічних впливів поділяється на середньостатистичну і діагностичну. Для середньостатистичної системи в якості основного математичного апарату широко застосовується теорія ймовірності і математична статистика. Для діагностичної систем в основу повинна бути покладена теорія надійності, що об’єднує в розумних межах детерміновані і ймовірнісні розрахунки. [7].

Якою б не була система, для організації її роботи необхідно мати чіткі нормативи, як для періодів ТО і Р так і для контрольо-діагностичних робіт. Розглянемо існуючі методи визначення періодичності ТВ.

Метод групування по стержневим операціям ТО базується на тому, що виконання операцій ТО приурочені до оптимальної періодичності l_{CT} так званих стержневих операцій, що мають наступні ознаки:

- а) впливають на екологічну і дорожню безпечність автомобіля;
- б) впливають на роботоздатність, безвідмовність, економічність автомобіля;
- в) характеризуються більшою трудомісткістю, вимагають спеціального обладнання і конструкції постів;
- г) регулярно повторюються.

Прикладом подібних стержневих операцій або груп операцій є: перевірка і регулювання гальмівних систем (всі ознаки); перевірка токсичності відпрацьованих газів і відповідне регулювання двигуна (всі ознаки); зміна мастила в картері двигуна (ознака в, г). Таким чином, по цьому методу періодичність ТО стержневих операцій l_{CT} приймається за періодичністю виду ТО або групи операцій (рис. 2) [1].

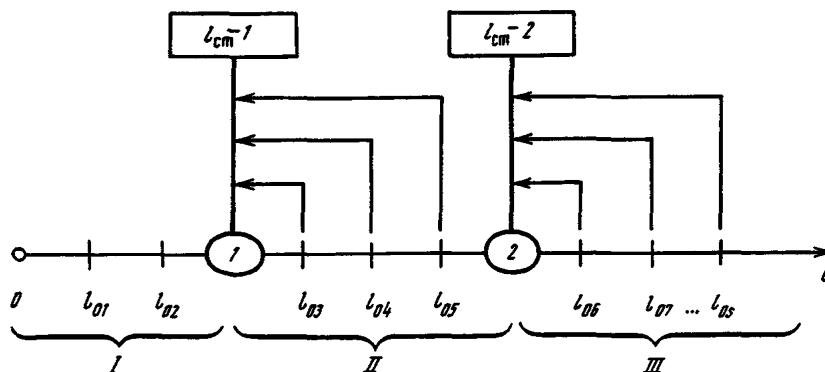


Рисунок 2 – Групування по стержневим операціям [1].

За даним методом профілактичні операції можуть бути зведені в три групи:

I-група: $l_{0i} < (l_{CT} - I)$ виконується щоденно (ЩО) або за потребою (при ПР), так як виключаються із складу профілактичних;

II-група: $(l_{CT} - 1) \leq l_{0i} < (l_{CT} - 2)$ операція 3, 4, 5 виконуються одночасно з першою стержневою з періодичністю операції $l_{CT} - 1$;

III-група: $l_{0i} \geq (l_{CT} - 2)$ виконується одночасно з другою стержневою операцією або із складу профілактичних (переводяться в поточний або попереджувальний ремонт).

Операція, оптимальна періодичність якої l_{0i} більше періодичності стержневої операції, виконується з коефіцієнтом повторюваності [1]:

$$K_i = l_{CT} / l_{0i} = (l_{TO})_1 / l_{0i}, \text{ де } 0 < K_i \leq 1 \quad (1)$$

Переваги методу:

- дозволяє спростити режими ТО і Р;
- дозволяє оптимізувати технологічний процес виконання операцій ТО і Р;
- збільшує значення ймовірності безвідмовної роботи.

Недоліки методу:

- неповне використання ресурсу виробу;
- може передбачати різні, за проміжком часу, періоди виконання операцій ТО і Р;
- відсутність економічних оцінок застосування методу;
- визначає індивідуальні періоди виконання операцій ТО і Р в залежності від

конструктивних-експлуатаційних особливостей використання ТЗ.

Метод природнього групування застосовується для об'єктів, що обслуговуються і мають досить близькі раціональні періодичності. Для застосування даного методу, необхідно виконати групування операцій за видами ТО. Збільшення числа ступенів (видів ТО) теоретично благополучно впливає на надійність і сумарні затрати на забезпечення роботоздатності окремих об'єктів, але одночасно збільшує витрати, пов'язані з організацією виробничих процесів ТО і ремонту автомобілів [1].

Даний метод є різновидом попереднього і тому має такі ж переваги і недоліки.

Метод визначення періодичності ремонтно-обслуговуючих дій (РОД) за допустимим рівнем безвідмовності автомобілів (імовірнісний метод). Він враховує вибір такої періодичності, за якої імовірності відмов $P_b = F$ АТЗ не перевищить заданої допустимої величини, яку називають ризиком, або допустимою імовірністю його відмов – R_d (рис. 3). Якщо брати до уваги протилежну величину, тобто імовірність безвідмовної роботи АТЗ, то:

$$P_{op} (l_i \geq l_0) = 1 - P_b = 1 - F \geq R_d = \gamma, \text{ тобто } l_0 = l_\gamma \quad (2)$$

де l_i – пробіг автомобіля на відмову;

l_0 – оптимальна періодичність РОД;

R_d – задана допустима імовірність його безвідмовної роботи;

$F \approx 1 - \gamma$ – ризики відмов АТЗ з імовірністю γ -відсотків;

l_γ – γ -відсотковий пробіг АТЗ на відмови (тут γ -відсотковий пробіг АТЗ – це його пробіг, протягом якого він не досягне граничного стану із заданою імовірністю γ , вираженому у відсотках) [1].

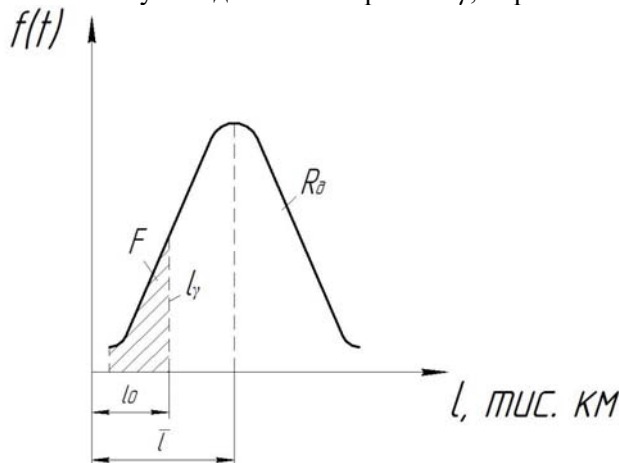


Рисунок 3 – До визначення періодичності ремонтно-обслуговуючої діяльності автомобілів за критерієм безвідмовності [1].

Показником R_d задаються залежно від типу агрегатів та механізмів автомобіля: для тих, які безпосередньо впливають на безпеку руху, $R_d = 0,9-0,98$; для решти усіх – $R_d = 0,85-0,90$ [1].

Оптимальна періодичність l_0 пов'язана з середнім пробігом $\bar{l}$ через коефіцієнт раціональної періодичності β :

$$l_0 = \beta \cdot \bar{l} \quad (3)$$

Цей коефіцієнт враховує значення та характер варіації пробігів АТЗ на відмови, а також прийняті допустимі імовірності безвідмовної роботи [1].

Переваги методу:

- простота;
- облік ризику.

Недоліки методу:

- неповне використання ресурсу виробу, так як $l_0 \leq \bar{l}$, а R_d виробу має наробіток на відмову $x_i > l_0$;
- відсутність прямих економічних оцінок наслідків відмов.

Техніко-економічний метод визначення періодичності ТО, який ґрунтується на мінімізації питомих витрат на ремонт C_P та таких же витрат на ТО $C_{ТО}$. Чим з більшою періодичністю l виконуються операції ТО (менше витрачається коштів), тим частіше вони відмовляють, потребуючи виконання більших обсягів робіт (рис. 4) [8].

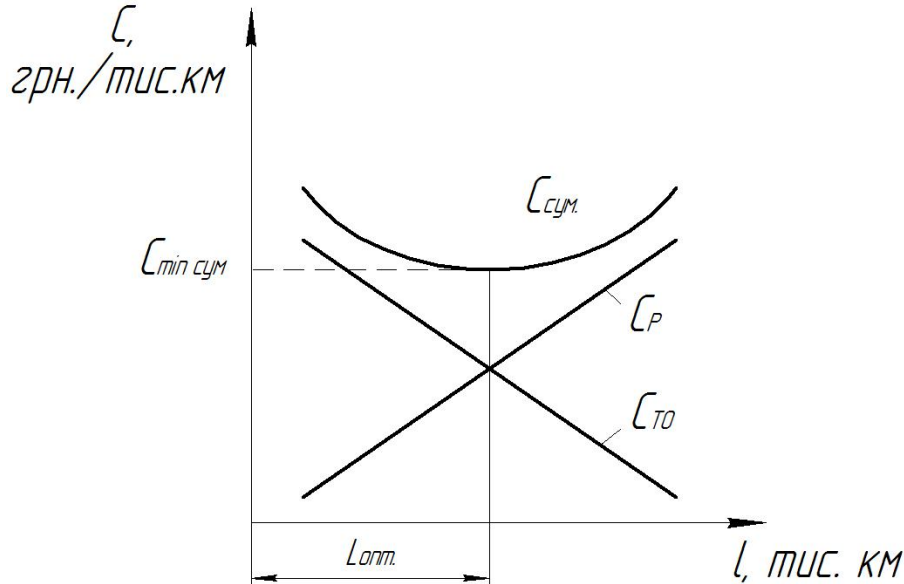


Рисунок 4 – Графічна ілюстрація техніко-економічного методу визначення оптимальної періодичності виконання ремонтно-обслуговуючих дій [8].

Оптимальна періодичність виконання профілактичних робіт буде, очевидно, при досягненні мінімуму сумарних витрат на ТО і ПР. Аналітично у загальному вигляді відшукування цього мінімуму записується так:

$$C_{\min \text{ сум}} = C_P + C_{ТО} = \frac{c}{L} + \frac{d}{l} \rightarrow \min, \quad (4)$$

де c, d – відповідно, зведені витрати на ремонт і виконання операцій ТО, грн./тис. км;

L, l – відповідно, ресурс автомобіля до ремонту і періодичність ТО [8].

Також, техніко-економічний метод визначає таку групову періодичність $l_{0,г}$, що відповідає мінімальним сумарним затратам $C_{\Sigma\Sigma}$ на ТО і ремонт автомобіля по всім розглядуваним об'єктам (рис. 5):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_i C_{ix} + \sum_j C_{jix} \quad (5)$$

Тобто оптимальна періодичність $l = l_{0,Г}$ при $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$, де C_{IS} і C_{IIS} – питомі затрати на ТО і ремонт i -го об'єкта; s – число операцій в групі (види ТО). На рис. 5 Δ_s – це збільшення питомих затрат s -операції при її виконанні в результаті групування, з груповою $l_{0,Г}$, а не з властивою їй оптимальною періодичністю l_{0s} .

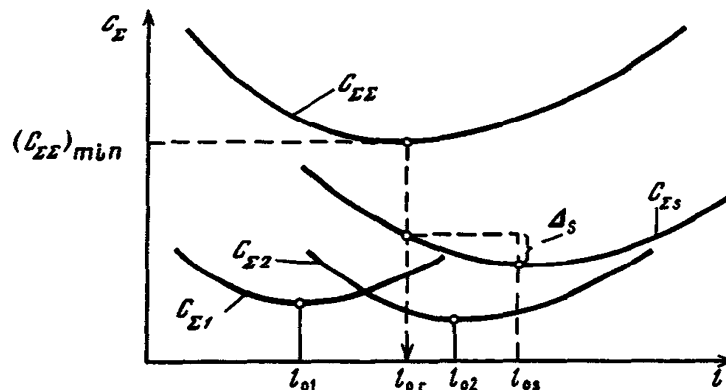


Рисунок 5 – Визначення періодичності ТО техніко-економічним методом [1].

Якщо в групу входить операція, періодичність якої обмежена в розглядуваних межах умовами безпеки, екології або технічними критеріями, то вибрана групова періодичність повинна задовольняти вимогам $l_{0,Г} \leq l_{0i}$; i – номер операції з періодичністю, обмеженою вимогами безпеки або іншими технічними критеріями [1].

Переваги методу:

- облік економічних наслідків прийняття рішення;
- простота, ясність, універсальність.

Недоліки методу:

- потреба в достовірній інформації про вартість операцій ТО і Р, впливу періодичності ТО на ресурс елемента;
- відсутній облік варіації всіх показників (L , x , d , c);
- відсутність гарантії визначеного рівня безвідмовності.

Економіко-ймовірнісний метод, може визначити доцільність виконання даної операції не з оптимальної для неї, а з заданою періодичністю стержневих операцій.

Цей метод охоплює попередні і враховує економічні та імовірнісні чинники, а також дає змогу порівняти різні стратегії і тактики підтримання і відновлення працездатності автомобіля.

Як вже відмічалось, одна із систем (C_{II}) полягає в усуненні несправностей виробу по мірі їх виникнення, тобто за потребою. Питомі затрати при цьому:

$$U_{II} = C_{II} = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} x f(x) dx} \quad (6)$$

де $\bar{x}$, x_{min} , x_{max} – середнє, мінімальне і максимальне напрацювання на відмову;

c – разові затрати на ремонт, тобто на усунення відмови.

Альтернативна стратегія (C_I) передбачає попередження відмови і несправностей, відновлення вихідного або близького до нього стану виробу до того, як буде досягнутий граничний стан. Ця стратегія реалізується у попереджувальному ТО, попереджувальній заміні деталей, вузлів, механізмів і та ін. При цьому можливі дві тактики реалізації цієї стратегії: за напрацюванням (C_{I-I}) і за технічним станом (C_{I-II}) [1].

Величина цільової функції питомих витрат за напрацюванням при оптимальній періодичності ТО l_{0I} :

$$U_{I-I} = C_{I-I} = \frac{cF + dR}{l_p F + l_{01} R} \quad (7)$$

де $cF + dR$ – середньозважена вартість виконання операцій ТО і Р;

$l'_p F + l_{01} R$ – середньозважене напрацювання виконання операції ТО і Р;

c – вартість усунення відмов;

F – ймовірність відмови при виконанні ТО з періодичністю ТО l_p при виконанні за наробітком і ймовірністю виконання ремонтної операції (усунення відмови);

d – разова вартість операції ТО;

R – ймовірність виконання операції ТО;

l'_p – середнє напрацювання елементів, що відмовили з ймовірністю F .

Якщо $C_{II} > C_{I-I}$, то для даного елемента доцільно проводити ТО за напрацюванням з оптимальною періодичністю l_{01} .

Якщо $C_{I-I} > C_{II}$, то для даного елемента нераціонально попереджувати відмови (ТО), а достатньо їх усувати, тобто реалізувати стратегію – ремонт по потребі з середнім наробітком до відмови $\bar{x}$ [1].

Величина цільової функції питомих витрат за технічним станом при оптимальній періодичності ТО l_{01} :

$$U_{I-II} = C_{I-II} = \frac{cF + R_1(d_K + d_B) + R_2 d_K}{Fl_p + l_p R_1 + 2l_p R_2} \quad (8)$$

При даній тактиці всі вироби можна розділити на три групи:

- вироби, що відмовили з ймовірністю F при напрацюванні $x < l_p$;
- вироби, що мають з ймовірністю R_1 потенційне напрацювання на відмову $2l_p > x_i > l_p$.

Якщо їм не проводити ТО при l_p , то вони з вірогідністю R_1 опиняться в інтервалі $l_p - 2l_p$. Відповідно, цим вироби при l_p необхідно виконати контроль вартістю d_K і виконавчу частину операції вартістю d_B ;

- вироби, що мають з ймовірністю $R_2 = 1 - F - R_1$ потенційне напрацювання на відмову $x > 2l_p$, яких при l_p достатньо обмежитися контролем (d_K), а виконавчу частину операції «відкласти», що найменше, до наробітку $2l_p$ [1].

В економіко-ймовірнісному методі, також як і при визначенні оптимальної періодичності за безвідмовністю, використовують коефіцієнт раціональності періодичності:

$$\beta_0 = \frac{l_0}{\bar{x}} = \left(\frac{2k_{\pi} v_x}{(1 + v_x^2)(1 - v_x)} \right)^{v_x} \text{ при } v_x < 1 \quad (9)$$

де $k_{\pi} = d/c$;

v_x – коефіцієнт варіації наробітку на відмову.

Переваги методу:

- облік ймовірності і вартості факторів;
- гарантія при проведенні ТО з оптимальною періодичністю певних рівнів безвідмовності R і ризику F при відомих витратах на реалізацію цієї стратегії;
- ймовірність реалізувати попереджувальний ремонт;
- більш повне використання потенційного ресурсу виробу;
- можливість збільшити періодичність ТО в порівнянні з профілактикою за напрацюванням ($l_{02} > l_{01}$);
- можливість скоротити середню трудомісткість профілактичних операцій, так як її виконавча частина виконується за потребою в залежності від технічного стану.

Недоліки методу:

- недовикористання ресурсу елементів, які мають потенційне напрацювання до відмови $x_i > 2l_p$;
- умова застосування цієї тактики, пов'язана з ростом вартості профілактичних операцій [1].

Останнім часом широко застосовується *метод математичного моделювання*. Математичне моделювання можна розглядати як засіб вивчення реальної системи шляхом її заміни зручнішою для експериментального дослідження системою (моделлю), що зберігає істотні риси оригіналу. При моделюванні здійснюється апроксимація функції опису більш простою і зручною для практичного аналізу функцією – моделлю [9]. Метод математичного моделювання дозволяє описати всі вище згадані методи в спеціальному програмному середовищі і дослідити їх, для виявлення найбільш оптимального варіанту в тій чи іншій ситуації.

Переваги методу:

- дозволяє аналітично визначити оптимальний період ТО і Р з врахуванням особливостей роботи автомобіля;
- менше використовує часу для повторних розрахунків при зміні певного параметру;
- спрощує обробку статистичної інформації, що застосовується для певних розрахунків.

Недоліки методу:

- вимагає спеціального програмного забезпечення і відповідних знань, умінь і навичок у оператора;
- вимагає реально-існуючу інформацію для порівняння, яку необхідно перевести у зрозумілу для певного програмного забезпечення мову.

Розглянуті вище методи є основними для визначення оптимального періоду ТО і Р автомобілів згідно теорії технічної експлуатації автомобілів. Для вибору методу визначення періодичності ТО і Р необхідно користуватися критеріями, згідно яких визначають ефективність і доцільність його застосування. Виходячи з конструктивних особливостей АТЗ і умов їх експлуатації, з факторами і чинниками, що впливають на їх технічний стан, доцільно використовувати комплексні показники надійності, зокрема:

Коефіцієнт готовності K_g – імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено;

Коефіцієнт простою $U(t)$ – імовірність того, що об'єкт виявиться непрацездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено;

Коефіцієнт технічного використання $K_{тв}$ – відношення математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта у працездатному стані за деякий період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта в працездатному стані та у простоях, зумовлених технічним, обслуговуванням і ремонтом за той самий період [10].

Як критерії для визначення оптимальної періодичності контрольно-діагностичних робіт можна використати такі характеристики експлуатаційної надійності автомобілів: імовірність безвідмовної роботи і справного стану $P(t)$ (з урахуванням відновлення), параметр потоку відмов $\lambda(t)$, середнє напрацювання на відмову $R(t)$ тощо. Це пояснюється тим, що вони охоплюють багато конструктивно-технологічних та експлуатаційних чинників і, отже, досить повно характеризують надійність автомобіля в заданих умовах експлуатації [6].

Підсумовуючи все вище розглянуте, можна визначити основні недоліки існуючих методів визначення періодичності ТО і Р, зокрема:

- 1) відсутній комплексний підхід до визначення технічного стану окремих частин АТЗ;
- 2) не враховується взагалі або враховується частково вплив контрольно-діагностичних і профілактичних робіт на зміну технічного стану окремих частин АТЗ;
- 3) не враховується взагалі або враховується частково вплив умов експлуатації на зміну технічного стану окремих частин АТЗ;
- 4) присутній необґрунтований ухил в сторону надійності об'єкта або його економічної складової, при якому надто великі матеріальні ресурси направляються на підтримання високої надійності або з метою мінімізації витрат на ТО і Р передбачають тільки операції, які направлені на забезпечення безпеки дорожнього руху та інших вимог до АТЗ, при цьому економічний аспекти який залежить від простою АТЗ в ремонті не враховується;
- 5) неефективність даних методів при прогнозуванні працездатного стану (імовірності безвідмовної роботи) до автомобілів, що були у вжитку на момент передачі в експлуатацію певним автотранспортним підприємством в зв'язку з мінімальною інформацією про їх реальний технічний стан і рівнем надійності;
- 6) не враховується взагалі або враховується частково заданий рівень надійності АТЗ при визначенні періодичності виконання операцій ТО і Р для певних (випадкових і різноманітних) умов експлуатації АТЗ;
- 7) складність оперативно перейти від одного методу до іншого або їх комбінування для забезпечення економічного ефекту який, в свою чергу, складно спрогнозувати для різнотипних елементів конструкції АТЗ, що мають різні характеристики напрацювання на відмову.

Висновок. Аналіз літературних джерел показує, що існує багато методів по визначенню оптимального періоду виконання ТВ, кожен з яких має місце при певних умовах, зокрема конструктивних особливостях АТЗ, умов його роботи або завдань, що ставляться перед системою ТО і Р або самим АТЗ. Існуючі методи не є, в повній мірі, комплексними та універсальними, а їх застосування є компромісним випадком при організації роботи системи ТО і Р.

Перспективи подальшого дослідження. На теперішній час з розвитком технологій, зокрема виробництва автомобілів, а також змінами, що відбуваються в економіці країни, до автомобільного транспорту, як важливої складової будь-якої галузі господарства, висувається ряд вимог, зокрема: високий і прогнозований рівень надійності, відповідність умовам експлуатації, а також мінімально-можливі витратами на утримання АТЗ та багато іншого. В такому випадку виникає потреба у розробці комплексних або комбінованих методів визначення оптимальної періодичності виконання ТВ по підтриманню АТЗ в працездатному стані з заданим рівнем надійності і при цьому, мінімальними (оптимальними) витратами, що є основою будь-якої системи ТО і Р.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
2. Макарова А.Н. Методика оперативного корректирования нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий эксплуатации автомобилей / Дис... канд. техн. наук 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Макарова А.Н.; Тюмен. гос. нефтегаз. ун. — Тюмень, 2015. — 208 с. — рус.
3. Карты проведения технического обслуживания, ТО-1000, ТО-1, ТО-2, СТО автомобилей КрАЗ 6х4. – АвтоКрАЗ, 2007 г. – 62 с.
4. Сервисная книжка КАМАЗ. Модели: 65115, 65116, 65117, 6540, 43253, 43255. / Акинин С.А., Нурмехамитов М. Н., Якунин В.Н. – Набережные Челны, 2010 г. – 79 с.
5. Руководство по эксплуатации автомобилей МАЗ // Официальный сайт Минского автомобильного завода [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://maz.by/ru/services/documentation/customer-info/manual-avto/>.
6. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
7. Техническая эксплуатация автомобилей. Говорущенко Н.Я. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. Ун-те, 1984. – 312 с.
8. Форнальчик Є.Ю., Олісевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навч. посіб / За загальною ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.
9. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р.Н., Богач І.В., Бойко О.Р., Софина О.Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193с.
10. ДСТУ 2860-94: Надійність техніки. Терміни та визначення. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 34 с.

REFERENCES

1. E.S. Kuznetsov, A.P. Boldin, V.M. Vlasov and other. Technical operation of automobiles: Textbook for universities. 4th ed., Rev. and complementary. Moscow: Nauka, 2001. 535 p. (Rus)
2. Makarova A.N. Technique of operative correction of specifications of periodicity of maintenance service taking into account actual conditions of operation of cars: Dis ... Cand. tehn. Sciences: 05.22.20 «Maintenance and repair of means of transport». Tyumen state. oil and gas un. Tyumen. 2015. 208 p. (Rus)
3. Maps of maintenance TO-1000 TO-1, TO-2, STO KrAZ 6x4 vehicles. AutoKrAZ, 2007. 62 p. (Rus)
4. Service book KAMAZ. Models: 65115, 65116, 65117, 6540, 43253, 43255. Akinin S.A., Nurmehamitov M.N., Yakunin V.N. Naberezhnye Chelny. 2010. 79 p. (Rus)
5. Operating Instructions MAZ. Official site of the Minsk Automobile Plant [Electron resource]. Access: <http://maz.by/ru/services/documentation/customer-info/manual-avto/>. (Rus)

6. Ludchenko A.A. Technical operation and maintenance of cars: Technology: Textbook. Kiev: High school, 2007. 527 p. (Ukr)
7. Govorushchenko N.Y. Technical operation of the vehicle Kharkov: Vishcha school. Publishing house at Kharkov University, 1984. 312 p. (Rus)
8. Fornalchyk E.Y., Oliskevych M.S., Mastykash O.L., Pegli R.A. Technical operation and reliability of cars: Teach. guidances. Lviv: Bill, 2004. 492 p. (Ukr)
9. R.N. Kvyetnyy, I.V. Bogach, O.R. Boyko, O.Y. Sofina, O.M. Shushura. Computer modeling of systems and processes. Methods of computation. Part 1: A Training Manual. Vinnitsa: VNTB, 2012. 193 p. (Ukr)
10. DSTU 2860-94: Reliability engineering. Terms and Definitions. [Acting 01-01-1996]. Kiev: State Standard of Ukraine, 1994. 34 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Іванушко О.М. До аналізу методів визначення періодичності виконання технічних впливів / Іванушко О.М., Сахно В.П. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті проведено аналіз методів визначення періодичності виконання технічного обслуговування і ремонту, що використовуються в існуючій системі технічного обслуговування і ремонту.

Об’єкт дослідження – методи визначення періодичності виконання технічних обслуговувань і ремонтів.

Мета роботи – дослідження існуючих методів визначення періодичності виконання технічних обслуговувань і ремонтів, що використовуються в системі технічного обслуговування і ремонту.

Методи дослідження – аналітичний, порівняльний.

Основою системи технічного обслуговування і ремонту є структура і нормативи. Перелік виконуваних операцій, їх періодичність і трудомісткість складають режими технічного обслуговування. Будь-яке державне, муніципальне або приватне підприємство може ефективно працювати, маючи відповідні плани і програми виробництва і його розвитку. Для складання і реалізації цих планів і програм підприємство повинно мати обґрунтовані нормативи.

Нормативи ТО і ремонту, встановлені вітчизняними та закордонними нормативними документами, а також викладені в сервісних книжках автомобілів, відносяться до певних умов експлуатації, що називаються еталонними. В такій ситуації виникає потреба у визначенні та обґрунтуванні оптимальних періодів проведення технічних впливів, що забезпечить підтримання в працездатному технічному стані АТЗ за відведений час експлуатації у певних умовах роботи.

Найважливіша умова підтримки заданого рівня надійності автомобілів в процесі експлуатації призначення оптимальних режимів ТО і їх періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування. Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних витратах коштів на ТО і ремонт.

На теперішній час існує тенденція переходу від планово-попереджувальної системи до системи обслуговування за станом. Якою б не була система, для організації її роботи необхідно мати чіткі нормативи, як для періодів ТО і Р так і для контрольно-діагностичних робіт. Для вибору методу визначення періодичності ТО і Р необхідно користуватися критеріями, згідно яких визначають ефективність і доцільність його застосування.

Аналіз літературних джерел показує, що існує багато методів по визначенню оптимального періоду виконання ТВ, кожен з яких має місце при певних умовах, зокрема конструктивних особливостях АТЗ, умов його роботи або завдань, що ставляться перед системою ТО і Р або самим АТЗ.

Прогнозовані припущення щодо розвитку об’єкта досліджень – на теперішній час з розвитком технологій, зокрема виробництва автомобілів, а також змінами, що відбуваються в економіці країни, до автомобільного транспорту, як важливої складової будь-якої галузі господарства, висувається ряд вимог, зокрема: високий і прогнозований рівень надійності, відповідність умовам експлуатації, а також мінімально-можливі витратами на утримання АТЗ та багато іншого. В такому випадку виникає

потреба у розробці комплексних або комбінованих методів визначення оптимальної періодичності виконання технічних впливів по підтриманню АТЗ в працездатному стані з заданим рівнем надійності і при цьому, мінімальними (оптимальними) витратами, що є основою будь-якої системи ТО і Р.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ, МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТО І Р, ОПТИМАЛЬНА ПЕРІОДИЧНІСТЬ.

ABSTRACT

Ivanushko A.N., Sahno V.P. Analysis for the determination of the periodicity performance of technical influence. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article analysis methods for determining the frequency of performance of maintenance used in the existing system maintenance.

The object of study – methods for determining the frequency of execution of technical maintenance and repairs.

Objective – to study existing methods for determining the frequency of execution of technical maintenance and repairs that are used in system maintenance.

Research Methods – analytical and comparative.

The basis of maintenance and repair of the structure and standards. A list of the operations, their frequency and complexity make maintenance regime. Any state, municipal or private enterprise can work effectively with the relevant plans and programs of production and development. The preparation and implementation of plans and programs must have a reasonable business regulations.

Standard maintenance established by domestic and foreign regulations and stated in the service book cars belonging to certain conditions, called the reference. In this situation there is a need to identify and substantiate the optimum period of technical effects, ensuring the maintenance of working condition of the vehicle in the allotted time in certain operating conditions.

The most important condition for maintaining a given level of reliability of cars in the process of operating the designation of optimal maintenance regimes i and periodicity, the list and the complexity of operations or the type of service. Under optimal it is necessary to understand such a regime that ensures reliable operation of the car and its components with minimal costs of maintenance and repairs.

Currently, there is a tendency to shift from a preventive maintenance system to a state-of-the-art maintenance system. Whatever the system, for the organization of its work it is necessary to have clear specifications, both for periods of maintenance and repair and for monitoring and diagnostic work. To select the method for determining the frequency of maintenance and repair, it is necessary to use the criteria according to which the effectiveness and expediency of its application are determined.

Analysis of literature sources shows that there are many methods for determining the optimal period for the performance of technical impacts, each of which takes place under certain conditions, in particular the design features of the motor vehicle, the conditions of its operation or tasks that are placed before the maintenance and repair system or the road transport facilities.

The forecasted assumptions regarding the development of the research object - at present, with the development of technologies, in particular the production of cars, as well as the changes taking place in the country's economy, to automobile transport as an important component of any branch of the economy, a number of requirements are put forward, in particular: a high and predictable level Reliability, compliance with operating conditions, as well as the minimum possible costs for the maintenance of the vehicle and much more. In this case, there is a need to develop integrated or combined methods for determining the optimal frequency of performing technical actions to maintain a motor vehicle in a working condition with a specified level of reliability and, at the same time, with minimal (optimal) costs, is the basis of any technical maintenance and repair system.

KEY WORDS: SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR, METHODS OF DETERMINING THE FREQUENCY OF MAINTENANCE AND REPAIR, THE OPTIMAL PERIODICITY.

РЕФЕРАТ

Иванушко А.Н. К анализу методов определения периодичности исполнения технических влияний / Иванушко А.Н., Сахно В.П. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье проведен анализ методов определения периодичности выполнения технического обслуживания и ремонта, используемых в существующей системе технического обслуживания и ремонта.

Объект исследования – методы определения периодичности выполнения технических обслуживаний и ремонтов.

Цель работы – исследование существующих методов определения периодичности выполнения технических обслуживаний и ремонтов, используемых в системе технического обслуживания и ремонта.

Методы исследования – аналитический, сравнительный.

Основой системы технического обслуживания и ремонта является структура и нормативы. Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания. Любое государственное, муниципальное или частное предприятие может эффективно работать, имея соответствующие планы и программы производства и его развития. Для составления и реализации этих планов и программ предприятие должно иметь обоснованные нормативы.

Нормативы ТО и ремонта, установленные отечественными и зарубежными нормативными документами, а также изложены в сервисных книжках автомобилей, относятся к определенным условиям эксплуатации, называются эталонными. В такой ситуации возникает необходимость в определении и обосновании оптимальных периодов проведения технических воздействий, обеспечит поддержание в работоспособном техническом состоянии АТС за отведенное время эксплуатации в определенных условиях работы.

Важнейшее условие поддержания заданного уровня надежности автомобилей в процессе эксплуатации назначения оптимальных режимов ТО и их периодичности, перечню и трудоемкости операций или вида обслуживания. Под оптимальным надо понимать такой режим, который обеспечивает надежную работу автомобиля и его элементов при минимальных затратах средств на ТО и ремонты.

В настоящее время существует тенденция перехода от планово-предупредительной системы к системе обслуживания по состоянию. Какой бы ни была система, для организации ее работы необходимо иметь четкие нормативы, как для периодов ТО и Р так и для контрольно-диагностических работ. Для выбора метода определения периодичности ТО и Р необходимо пользоваться критериями, согласно которым определяют эффективность и целесообразность его применения.

Анализ литературных источников показывает, что существует много методов по определению оптимального периода выполнения ТВ, каждый из которых имеет место при определенных условиях, в частности конструктивных особенностях АТС, условий его работы или задач, которые ставятся перед системой ТО и Р или же АТС.

Прогнозируемые предположения относительно развития объекта исследований – в настоящее время с развитием технологий, в частности производства автомобилей, а также изменениями, происходящими в экономике страны, к автомобильному транспорту, как важной составляющей любой отрасли хозяйства, выдвигается ряд требований, в частности: высокий и прогнозируемый уровень надежности, соответствие условиям эксплуатации, а также минимально-возможные расходы на содержание АТС и многое другое. В таком случае возникает потребность в разработке комплексных или комбинированных методов определения оптимальной периодичности выполнения технических воздействий по поддержанию АТС в работоспособном состоянии с заданным уровнем надежности и при этом минимальными (оптимальными) затратами, является основой любой системы ТО и Р.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА, СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО И Р, ОПТИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОДИЧНОСТЬ.

АВТОРИ:

Іванушко Олександр Миколайович, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», аспірант кафедри «Автомобілі», e-mail: ivanushko_o@ukr.net, тел.(044) 280-56-21, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

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. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

AUTHOR:

Ivanishko Oleksandr M., assistant department of technical operation of cars and service station, postgraduate, department of automobile, e-mail: ivanushko_o@ukr.net, tel.(044)280-56-21, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 410.

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 301.

АВТОРЫ:

Иванушко Александр Николаевич, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», аспирант кафедры «Автомобили», e-mail: ivanushko_o@ukr.net, тел.(044) 280-56-21, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

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. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Левківський О.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», Київ, Україна.

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Вінниця, Україна.

REVIEWER:

Levkivskyi O.P. Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Manufacturing, repair and materials engineering department Kyiv, Ukraine

Bilichenko V.V. Doctor of Technical Science, professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the Vehicles and transport management department, Vinnitsa, Ukraine.

УДК 627.325
UDC 627.325

MAGAZYN JAKO ELEMENT GOSPODARKI W PRZEDSIĘBIORSTWIE

LATAŁA Dawid, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
MĄDZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

СКЛАД ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОНОМІКИ ПІДПРИЄМСТВА

ЛАТАЛА Давид, магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
МОНДЗЕЛЬ Максиміліан, магістр інженер, Жешовська політехніка, Жешув, Польща

WAREHOUSE AS AN ELEMENT OF ENTERPRISE ECONOMY

LATAŁA Dawid, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
MADZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Koniecznym ogniwem systemu logistycznego w przedsiębiorstwie jest magazyn. W zależności od rodzaju prowadzonej działalności magazyny dzielimy na różne typy. Jednak definicja magazynu, różnorodnie formułowana, jasno określa czym jest i odnosi się do każdego przedsiębiorstwa – branży, w której działa.

Magazyn jest to zatem wyodrębniona przestrzeń w przedsiębiorstwie, gdzie przechowuje się i składowe materiały/towary. Magazyn, wg Polskiej Normy PN-84/N-01800; Gospodarka magazynowa; Terminologia Podstawowa, to jednostka organizacyjno-funkcjonalna, która służy do składowania zapasów w wyodrębnionej budowli magazynowej zgodnie z ustaloną technologią oraz wyposażona jest w odpowiednie środki techniczne i urządzenia. Obsługa magazynu odbywa się przez wykwalifikowany zespół ludzi [9]. Źródła internetowe magazyn określają natomiast jako obiekt budowlany, gdzie w wyodrębnionej przestrzeni składują się zapasy i gdzie następuje ich przemieszczanie. Przestrzeniami tymi są place nieosłonięte lub w połowie osłonięte. Tworzą je budowle częściowe, całe lub składające się z więcej niż jednego obiektu [10].

Podstawowymi elementami magazynu są więc:

- wydzielona przestrzeń,
- wyposażenie techniczne wraz z urządzeniami wspomagającymi,
- przechowywane dobra materialne,
- technologia procesów magazynowych,
- struktura organizacyjna i zarządzanie.

Z magazynem ściśle związane jest pojęcie gospodarki magazynowej. Tak, jak w przypadku magazynu można znaleźć wiele źródeł przedstawiających jej definicję. Gospodarka magazynowa to, najogólniej ujmując, zarządzanie powierzchnią magazynową w przedsiębiorstwie. Polega ono na odpowiednim rozmieszczeniu partii towaru w magazynie. Gospodarka magazynowa nadzoruje dwustronny ruch magazynu – z jednej strony przyjmowanie materiałów, z drugiej wyprowadzanie, czyli sprzedaż towaru. Pełni ważną rolę w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, z uwagi na fakt, że magazyn to jeden z elementów infrastruktury logistycznej firmy.

RODZAJE MAGAZYNÓW

Magazyn nazywany również budowlą magazynową jest specjalnie zaprojektowaną konstrukcją inżynierską. Wykonanie jej musi spełniać odpowiednie wymogi w celu sprawnego przebiegu procesów magazynowych oraz zapewnienia odpowiednich warunków do przechowywania zapasów. W związku z powyższym magazyny można podzielić wg różnych kryteriów. Do podstawowych należą [1]:

- podział ze wzgl. na przeznaczenie i funkcje gospodarcze magazynu,
- podział ze wzgl. na rodzaj i podatność magazynowanych towarów,
- podział ze wzgl. na zastosowane rozwiązania budowlano – technicznych i zabezpieczenia podatności zapasów,
- podział ze wzgl. na wprowadzoną mechanizację.

Z. Dudziński i M. Kizyn wyróżniają następujące rodzaje magazynów wynikających z ich funkcji przeznaczenia [7]:

- hurtowe, skupiające jedną lub wiele branż,
- produkcyjne, które zapewniają zapotrzebowanie materiałowe w procesie produkcyjnym,
- usługowe,
- skupu,
- spedycyjne.

Ze wzgl. na podatność i rodzaj przechowywanych towarów magazyny dzielimy na [8]:

- zbiorniki, które przeznaczone są dla towarów gazowych i ciekłych,
- silosy przeznaczone dla towarów sypkich,
- magazyny uniwersalne przeznaczone dla towarów bez opakowań i w opakowaniach.

Z punktu widzenia rozwiązań technicznych i zabezpieczenia zapasów magazynowych Polska Norma PN-81/B01012 Budowle magazynowe; Podział nazwy i określenia wyróżnia [7]:

- magazyny otwarte,
- magazyny półotwarte,
- magazyny zamknięte,
- magazyny specjalne.

Magazyny otwarte przeznaczone są do magazynowania materiałów odpornych na silne działanie czynników atmosferycznych. Należą do nich głównie place, odpowiednio przystosowane i zaprojektowane do przechowywania określonych towarów. W tego rodzaju obiektach magazynowane są wyroby stalowe, żeliwne, materiały pochodzenia mineralnego, drewno itp. [1]. Magazyny te można zakwalifikować do najtańszych w utrzymaniu, ze względu na niski wkład środków w przygotowanie. Nie wymagają specjalnych warunków przechowywania, czy też określonych technologii składowania. Jedynym wymogiem są odpowiednie nawierzchnie placów, w zależności od rodzaju przechowywanych materiałów. Mowa tutaj o placach z nawierzchnią utwardzoną bądź nie.

Magazyny półotwarte charakteryzują się tym, że posiadają dach oraz od jednej do trzech ścian. Mogą one składać się ze stałej konstrukcji lub mogą być zbudowane z elementów przenośnych. Przykładem mogą być wiaty, szopy. Wymogiem jest, aby elementy konstrukcyjne były wykonane z materiałów odpornych na ogień. Magazyny te chronią materiały przed bezpośrednim wpływem warunków atmosferycznych. Są w nich składowane materiały odporne na działanie temperatury lecz podatne na oddziaływanie warunków atmosferycznych. Przykładem takich materiałów są wyroby ceramiczne [4].

Magazyny zamknięte to te, których konstrukcja składa się z pełnych, zabudowanych ścian, drzwi, podłogi i w niektórych przypadkach z okna. Należą one do najliczniejszych odmian magazynów. Najprostsze w tej grupie są magazyny, które nie posiadają wyposażenia. Są w nich składowane m.in. nawozy sztuczne, druty, gwoździe. Przykładem tego typu budowli są pomieszczenia naziemne lub podziemne. Muszą być wyposażone w odpowiednie instalacje, jak oświetlenie, klimatyzację, ogrzewanie, zabezpieczenia przeciwpożarowe, instalacje wodno-kanalizacyjne [5].

Magazyny wysokiego składowania to jednocześnie magazyny o budowie zamkniętej. Stosuje się je w zakładach montażowych przemysłu maszynowego, gdzie przechowywane materiały zajmują często od kilku do kilkunastu tysięcy pozycji. Są to magazyny zautomatyzowane lub zmechanizowane. Wysokość ich jest znaczna. Zazwyczaj przekracza 12 m. Magazyny te często wyposażone są w zautomatyzowane urządzenia sterowane komputerowo. Obsługiwane są przez układnice regałowe [3]. Infrastruktura techniczna takiego magazynu jest bardzo kapitałochłonna dla przedsiębiorstw – przewyższa kilkukrotnie koszt budowy magazynu niskiego składowania. Do najbardziej efektywnych względem eksploatacji i nakładów zalicza się magazyny dwunastometrowe. Efektywność funkcjonowania magazynów wysokiego składowania zapewniają również zintegrowane systemy informatyczne.

Magazyny specjalne to pomieszczenia, które służą do przechowywania określonego typu towaru. Zaliczamy do nich m.in. materiały wybuchowe i łatwopalne, które wydzielają szkodliwe gazy i opary. Są to też pomieszczenia do przechowywania np. owoców, gdzie musi być utrzymana odpowiednia temperatura. Ważne jest zatem magazynowanie materiałów jednego rodzaju. Wyróżniamy następujące rodzaje magazynów specjalnych [8]:

- zbiorniki stalowe do przechowywania cieczy, np. smoły,
- silosy do magazynowania materiałów sypkich, np. zbóż,
- spichlerze,
- chłodnie.

Ze względu na stopień zastosowanej mechanizacji procesów i urządzeń na magazynie wyróżniamy [7]:

- magazyny ręczne,

- magazyny zmechanizowane,
- magazyny zautomatyzowane.

Magazyny o procesie magazynowym ręcznym charakteryzują się użyciem ręcznych urządzeń przeładunkowych. Aktualnie występują w mniejszości. Są to zazwyczaj magazyny o małej powierzchni.

Magazyny zmechanizowane to magazyny, gdzie przy przemieszczeniach towarów stosuje się ręczne urządzenia zmechanizowane, takie jak np. suwnice, przenośniki, wózki widłowe podnośnikowe i unoszące. Takie magazyny stały się bardzo popularne w dzisiejszych czasach. Rozwijająca się technologia znacznie ułatwiła proces przeładunkowy. Powstawanie nowych magazynów z dużą ilością pozycji asortymentowych wręcz wymusza zastosowanie tych urządzeń.

Magazyny zautomatyzowane obsługiwane są za pomocą urządzeń mechanicznych sterowanych automatycznie. Stosuje się je w celu maksymalnego wykorzystania powierzchni i efektywnego przeprowadzenia procesów magazynowych. Jednostkami ładunkowymi są tzw. układnice magazynowe sterowane automatycznie. Wykonanie takiego magazynu jest z pewnością bardzo kosztowną inwestycją, jednak z czasem dającą wymierne korzyści.

LOKALIZACJA MAGAZYNU

Efektywne działanie gospodarki magazynowej uzależnione jest w znacznym stopniu od lokalizacji magazynu. Rozpatrując to zagadnienie z jednej strony należy wziąć pod uwagę otoczenie, w którym ma powstać magazyn, z drugiej usytuowanie magazynu wewnątrz przedsiębiorstwa. Decydujące znaczenie ma tutaj funkcja danego magazynu oraz wynikający z niej zakres czynności i działań. Przesłankami do tego są również warunki logistyczne, techniczne i ekonomiczne. W związku z tym przyjmuje się oddzielne kryteria przy lokalizacji magazynów hurtowych, detalicznych, a inne przy tworzenia magazynów w przedsiębiorstwach przemysłowych.

Pierwszym czynnikiem zewnętrznym decydującym o odpowiednio dobranej lokalizacji magazynu jest wybór obszaru. Pod uwagę bierze się wielkość działki w aktualnym planie inwestycji, jak i ewentualne przyszłe możliwości rozbudowy. Istotnym jest też dostęp do mediów - prądu, wody, telefonu oraz urządzeń komunalnych. W praktyce przedsiębiorcy szukają miejsc wyposażonych w przyłącza, z uwagi na bardzo pracochłonny i czasochłonny proces uzyskania odpowiednich pozwoleń. Również wysokie koszty z tym związane wykluczają lokalizację magazynów na tych terenach. Przy wyborze działki należy zaznajomić się z właściwościami terenu. Ważna jest chociażby nośność gruntu, tj. nacisk budowli na grunt. Każdy magazyn musi spełniać wymogi bezpieczeństwa, zgodne z ustanowionymi przepisami prawnymi.

W przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych trendem stało się lokowanie magazynów w tzw. „Specjalnych Strefach Ekonomicznych”. Przedsiębiorcom przysługuje pomoc publiczna w postaci zwolnienia podatkowego. Korzyścią jest również możliwość wynajmu lub zakupu już istniejącego magazynu czy też dostępność do gruntu z niezbędną infrastrukturą. Przykładem takiego miejsca jest „SSE Euro-Park Mielec” lub „Podkarpacki Park Naukowo Technologiczny – Aeropolis”, skupiający przede wszystkim branżę przemysłu lotniczego. Miejsca te są stworzone do prowadzenia działalności dla małych i średnich przedsiębiorstw. W przypadku PPNT – Aeropolis ulokowanie go przy porcie lotniczym i drogach szybkiego ruchu daje wiele korzyści dla inwestorów. Dlatego ważnym kryterium w doborze lokalizacji magazynu jest dostęp do infrastruktury transportowej. Bliskie sąsiedztwo dobrze rozwiniętych dróg transportowych (w transporcie wodnym, kolejowym, kołowym, rurociągowym) czy lotnisk w znacznym stopniu ułatwia przeładunek, załadunek towaru, jak i skracając czas dostawy od odbiorców i do dostawców.

Przedsiębiorcy oprócz przeanalizowania warunków terenowych biorą także pod uwagę możliwości nabycia siły roboczej. Trudno sobie wyobrazić prowadzenie działalności gospodarczej w miejscach położonych z dala od miast, gdzie odległość do miejsc pracy byłaby dużym problemem dla potencjalnych pracowników. Cechami w wyborze miejsca lokowania magazynu w stosunku do siły roboczej jest więc [4]:

- stopa bezrobocia – im większe tym łatwiejszy dostęp,
- wykształcenie i umiejętności potencjalnych pracowników – poszukuje się zazwyczaj kadry wykwalifikowanej,
- przedział wiekowy – młodzi ludzie są dużym potencjałem dla firm,
- wysokość płac – możliwości finansowe inwestorów, wyższe płace mogą wiązać się ze starszymi pracownikami.

Powyższe kryteria odnoszą się do ogólnych warunków lokalizacji magazynu. Jednak w przypadku magazynu wysyłkowo – handlowego i hurtowni nacisk kładzie się na [1]:

- względy komunikacyjne i geograficzne – dostęp do rozbudowanej sieci dróg transportowych,
- ilość asortymentu i branża w jakiej się specjalizują,
- zakres obsługi dostawców i konsumentów,

- wielkość obrotu z kontrahentami.

Magazyny w branży detalicznej natomiast uwzględniają następujące kryteria [3]:

- sieć drogowa i transportowa – sąsiedztwo autostrad,
- bliskość magazynu w odniesieniu do obsługiwanej sieci sprzedaży,
- wartość działki pod zabudowę,
- możliwości uzyskania pozwolenia na budowę.

Lokalizacja każdego rodzaju magazynu wiąże się z kosztami. Niektórzy przedsiębiorcy korzystają z magazynów pod wynajem, co w znacznym stopniu zmniejsza poniesione nakłady inwestycyjne. Zaletą korzystania z wynajętych pomieszczeń jest dostęp do środków trwałych i wykorzystanie potrzebnej powierzchni, unikając w ten sposób inwestowania w sprzęt i płacenia za niewykorzystane przestrzenie. Miesięczny koszt wynajmu takiego magazynu jest znacznie mniejszy w stosunku do magazynów własnych. Magazyny własne generują bardzo wysokie koszty stałe. Związane jest to z budową, ciągłym inwestowaniem, stałymi kosztami magazynowania, kosztami za niewykorzystane powierzchnie magazynowe. Zaletą natomiast jest budowa zgodnie z potrzebami i wytycznymi docelowej funkcji magazynu. Tego typu magazyny są wykorzystywane głównie przez przedsiębiorstwa obracające dużą ilością towarów i zapasów oraz przy stabilnym popycie na dane dobra. Magazyny pod wynajem natomiast skierowane są do inwestorów o mniejszych możliwościach finansowych, obracających niewielką ilością towaru, o krótkookresowych potrzebach, szukających dogodnej lokalizacji. Ponadto w przypadku braku popytu na oferowane towary istnieje możliwość wycofania się z wynajmu magazynu, a magazyn własny musimy sprzedać, co nie jest łatwe.

Rozpatrując lokalizację magazynu jako obiektu wewnątrz przedsiębiorstwa należy kierować się kilkoma zasadami. Należy wziąć pod uwagę dostępność i optymalne wykorzystanie powierzchni magazynowych, warunki w jakich przechowywane są surowce/materiały, bezpieczeństwo oraz automatyzację magazynu. Odpowiednio zorganizowana gospodarka magazynowa ma zapewnić przede wszystkim łatwy i szybki dostęp do surowców, materiałów oraz wyrobów gotowych.

Właściwa lokalizacja magazynu musi być dobrze przemyślaną decyzją każdego przedsiębiorcy. Tylko właściwe rozmieszczenie magazynu może zagwarantować odpowiedni przepływ materiałów w łańcuchu logistycznym. Bez względu na rodzaj lub właściwości magazynu, projekt budowy przestrzeni magazynowej związany jest z zachowaniem odpowiednich zasad i reguł. Nie stosowanie się do nich może doprowadzić do przykrych konsekwencji dla przedsiębiorcy, jak chociażby zbyt wysokie nakłady inwestycyjne, przebudowa istniejącego magazynu, straty wynikające ze złego przystosowania powierzchni i warunków do przechowywania odpowiednich surowców, towarów, wysokie nakłady pracy itp.

FUNKCJE MAGAZYNU W PRZEDSIĘBIORSTWIE

W przeszłości magazyny pełniły jedynie funkcję przechowywania materiałów przez określony czas. Obecnie magazyny stały się nierozłącznym elementem każdego przedsiębiorstwa i integralną częścią gospodarki magazynowej. Rozwój magazynów przyczynił się do wprowadzenia nowych rozwiązań technicznych i informatycznych przez co znacznie zwiększyła się rola magazynu. Operacje magazynowe zostały zintegrowane z procesami biznesowymi przedsiębiorstwa, a przepływ informacji stał się precyzyjniejszy.

Zasadnicze funkcje magazynu, jakie możemy wyróżnić to [4]:

- regulowanie wielkości popytu i podaży w przypadku wahań,
- wspieranie procesów produkcyjnych poprzez utrzymywanie zapasów,
- zmniejszenie kosztów transportu przez zwiększenie ilości dostarczanej partii w jednej dostawie,
- wspieranie procesów marketingowych przez gromadzenie zapasów do udziału w akcjach promocyjnych.

W związku z powyższym funkcje magazynu dzielimy na dwie grupy [1]:

- gospodarczą
- technologiczną.

Funkcja gospodarcza odnosi się do przechowywania materiałów zgodnie z zapotrzebowaniem podaży i popytu poprzez rytmiczne wspieranie procesów produkcyjnych.

Funkcja technologiczna dotyczy procesów transportowo - magazynowych od momentu przyjęcia do wydania towarów.

Funkcją magazynu w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest utrzymywanie zapasów poprzez zaspokajanie zapotrzebowania na materiały, surowce i półfabrykaty w celu zapewnienia ciągłości procesu produkcyjnego. Gromadzone zapasy w dalszym etapie wydawane są zgodnie z potrzebami produkcyjnymi.

W zależności od wielkości produkcji lub zmian asortymentowych produkowanych wyrobów ilość przechowywanych zapasów może stale zmieniać się. Magazyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym jest więc miejscem, gdzie przechowuje się surowce, materiały pomocnicze i podstawowe, składa części i półfabrykaty oraz wydaje wyroby gotowe.

W przedsiębiorstwach dystrybucyjnych występuje wiele ogniw pośrednich między produkcją a handlem, z których najważniejszym jest magazyn producenta i jego wyroby gotowe. Ważną rolę tych magazynów jest zapewnienie odpowiedniej wielkości i przepustowości zapasów, w celu optymalnego zaspokojenia obrotu towarowego. Prawidłowe sterowanie strumieniami przepływu wyrobów gotowych do odbiorców decyduje o konkurencyjności na rynku.

Magazyny w przedsiębiorstwach usługowych, np. spedycyjnych i transportowych, zapewniają szybki przepływ ładunków w łańcuchu logistycznym. Dlatego przechowywanie wyrobów jest zazwyczaj krótkie w stosunku do innych magazynów. Zadaniem tego magazynu jest właściwe rozmieszczenie partii towaru, krótkookresowe przechowywanie, a następnie kompletacja i wydanie do poszczególnych odbiorców.

Istotną funkcją magazynu jest zapewnienie swobodnego przepływu materiałów. Realizowane jest to przez odpowiednio wydzielone przestrzenie magazynowe oraz zastosowanie technologicznego wyposażenia. W skład wyposażenia wchodzi [3]:

- urządzenia do składowania, np. stojaki, legary, regały,
- środki transportu wykorzystywane w magazynie, np. wózki, przenośniki, dźwignice,
- pomocnicze urządzenia do transportu, magazynowania i kontroli, np. rampy, pomosty, palety, pojemniki, kontenery, wagi, dozowniki,
- urządzenia zabezpieczające, np. gaśnice, hydranty, alarmy.

Wprowadzanie nowoczesnych technologii informatycznych decyduje o kolejnej ważnej funkcji magazynu, jaką jest zapewnienie sprawnego zarządzania procesami magazynowymi. Powszechnym stało się stosowanie systemów komputerowych i informatycznych. Ciągłe zmiany technologiczne i organizacyjne w magazynie wymuszały na przedsiębiorcach dążenie do obniżania kosztów, ulepszania procesów, eliminowania pojawiających się błędów oraz podwyższanie jakości obsługi klienta. Wpływały na to miały stale powiększające się ilości pozycji asortymentowych, wzrost zamówień od klientów oraz czas realizacji zamówień. Wykorzystanie różnorodnego oprogramowania w przedsiębiorstwach pozwoliło na zautomatyzowanie procesów i lepszy przepływ informacji. Zarządzanie procesami w magazynie zaczęło być realizowane poprzez następujące funkcje magazynu [5]:

- automatyczną identyfikację towarów,
- identyfikację cech towarów,
- wspomaganie procesów kompletacji.

PODSUMOWANIE

Każde przedsiębiorstwo chcąc produkować, a zarazem sprzedawać towar wie jak bardzo przydatne jest posiadanie magazynu. Nie da się bowiem produkować i sprzedawać wszystkich rzeczy jednocześnie.

Przestrzeń magazynowa pozwala na składowanie surowców niezbędnych do produkcji, jak również tworzenie zapasów wyprodukowanej partii towarów. Dzięki zastosowaniu odpowiedniej lokalizacji oraz systemów zarządzających magazynem możliwe jest planowanie zharmonizowanej produkcji, właściwe rozmieszczenie materiałów/towarów oraz weryfikacja wielkości zapasów.

LITERATURA

1. Dudziński Z., Kizyn M.: *Vademecum Gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2002.
2. Fijałkowski J.: *Technologia magazynowania*, wybrane zagadnienia, Politechnika Warszawska 1995.
3. Grzybowska K.: „Gospodarka zapasami i magazynem, Część II, Zarządzanie magazynem”, Difin S.A., Warszawa 2010.
4. Murphy P.R., Wood D.F.: „Nowoczesna logistyka”, Wydanie X, Wydawnictwo Helion S.A., Gliwice 2011.
5. Niemczyk A.: „Zapasy i magazynowanie, Tom II, Magazynowanie, Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007.
6. Wojciechowski Ł., Wojciechowski A., Kosmatka T.: *Infrastruktura magazynowa i transportowa*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2009.
7. Praca zbiorowa „Kompedium wiedzy o logistyce” – Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa-Poznań 1999.
8. PN-81/B01012 Budowle magazynowe; Podział nazwy i określenia, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
9. PN-84/N-01800 Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa.
10. Strony internetowe dotyczące gospodarki magazynowej.

STRESZCZENIE

LATAŁA Dawid. Magazyn jako element gospodarki w przedsiębiorstwie / LATAŁA Dawid, MAȢZIEL Maksymilian // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Gospodarkę magazynową traktuje się jako jedną z najważniejszych ogniw w sferze logistyki. W niniejszej pracy szczególnie scharakteryzowano rodzaje, funkcję magazynów, jak również czynniki wpływające na ich lokalizację.

РЕФЕРАТ

ЛАТАЛА Давид. Склад як елемент економіки підприємства / ЛАТАЛА Давид, МАДЗЕЛЬ Максиміліан // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Економіка складу розглядається як одна з найважливіших ланок в області логістики. У цьому дослідженні розглянуті типи склдів, функції, а також фактори, що впливають на їх розташування.

ABSTRACT

LATALA Dawid, MAȢZIEL Maksymilian. Magazine as an element of enterprise economy. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

Economy Warehouse is treated as one of the most important links in the field of logistics. In this study, particularly characterized types , the function of warehouses, as well as factors influencing their location.

AUTOR:

LATAŁA Dawid, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Absolwent Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

MAȢZIEL Maksymilian, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЛАТАЛА Давід, магістр інженер, Жешовська Політехніка, Випускник факультету Машинобудування і Авіації, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

МАДЗЕЛЬ Максиміліан, магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHOR:

LATALA Dawid, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Graduate of Department of Mechanical Engineering and Aviation, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

MAȢZIEL Maksymilian, Master engineer, Rzeszow University of technology, Department of Combustion Engines and Transport, Powstańców Warszawy 12 street, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Polska

РЕЦЕНЗЕНТИ:

ЗЕЛІНСЬКА Е., доктор інженер, Жешовська Політехніка, кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

Савін Ю.Х., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Київ, Україна.

REVIEWERS:

ZELINSKA E., PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

Savin Yu.F, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Technical operation of cars and car services department, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113.004.67
UDC 629.113.004.67

РЕСУРСНА І ФУНКЦІОНАЛЬНА ДИНАМІКА ЗМІНИ ТРИБОТЕХНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ШВИДКОЗНОШУВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Головащук М.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

RESOURCE AND FUNCTIONAL DYNAMICS OF CHANGE OF TRIBOTECHNICAL
PROPERTIES OF QUICKWEARED MOTOR-CAR DETAILS

Levkivskiy O.P., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Golovaschuk M.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

РЕСУРСНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ БЫСТРОИЗНАШИВАЕМЫХ АВТОМОБильНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Левковский А.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Головащук М.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Процес збору вихідної інформації для оцінки технічного стану швидкозношуваних деталей (складальних одиниць), неосвоєних у ремонтному виробництві, забирає тривалий час і вимагає залучення значних матеріальних і трудових ресурсів.

На кафедрі виробництва, ремонту та матеріалознавства Національного транспортного університету проводяться дослідження зі створення методики, що дозволяє в короткий термін і за мінімально необхідної інформації розробляти тимчасові технічні умови на відновлення деталей, що потім у міру нагромадження даних про їх надійність – корегується й уточнюється. Ця методика передбачає створення технічних умов (ТУ) для деталей або складальних одиниць, неосвоєних в ремонті, базуючись на ТУ аналогічних деталей, які тривалий час були в експлуатації і достатньо освоєні в ремонтному виробництві.

Загальний підхід універсальний, тобто можна застосовувати до будь-яких складальних одиниць або деталей. Але в кожному конкретному випадку методика повинна враховувати ресурсні і функціональні особливості деталі чи складальної одиниці у цілому.

Метою дослідження є розробка методики побудови математичної моделі для визначення ресурсних і функціональних параметрів технічного стану деталі (складальної одиниці) в процесі експлуатації.

Передумови забезпечення ресурсних і функціональних параметрів автомобільних деталей

Ресурсний параметр – параметр, вихід якого за граничне значення обумовлює втрату роботоздатності швидкозношуваних автомобільних деталей через вичерпання ресурсу. Цей параметр формується в процесі розробки і виготовлення деталі. В процесі експлуатації автомобіля забезпечують ресурсні властивості деталі відновленням окремих складових частин деталі.

Функціональний параметр – параметр, вихід якого за граничне значення обумовлює втрату роботоздатності окремих складових частин деталі чи несправність складальної одиниці. Функціональні властивості залежать від середовища цільового використання деталей за призначенням. Забезпечують функціональні властивості швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) шляхом відновлення окремих складових частин деталі. Функціональні параметри сукупно відбивають технічний стан швидкозношуваних деталей (складальних одиниць).

Дослідження ресурсних і функціональних властивостей деталей. Дослідити ресурсні і функціональні властивості швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) у реальних умовах експлуатації можна за допомогою моделей ресурсної M_p і функціональної M_ϕ динамік [1, 2, 3].

Модель ресурсної динаміки описує зміну системних властивостей швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) в процесі експлуатації, а модель функціональної динаміки характеризує умови експлуатації і виробничо-технологічні процеси відновлення ресурсу деталей.

Проведеними дослідженнями встановлено, що одним із основних показників, який характеризує ресурсну і функціональну динаміку швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) є безвідмовність [4, 5].

Безвідмовність швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) за параметрами ресурсної динаміки оцінюють показниками, що характеризують ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, середній параметр потоку відмов.

До числа основних показників, що забезпечують функціональну динаміку можна віднести: умови експлуатації швидкозношуваних деталей (складальних одиниць), рівень кваліфікації водіїв і ремонтників, якість виконання робіт з відновлення та зміцнення деталей, стан і наявність виробничо-технологічної бази тощо.

Взаємозв'язок між властивостями ресурсної і функціональної динаміки швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) показано на рис 1.

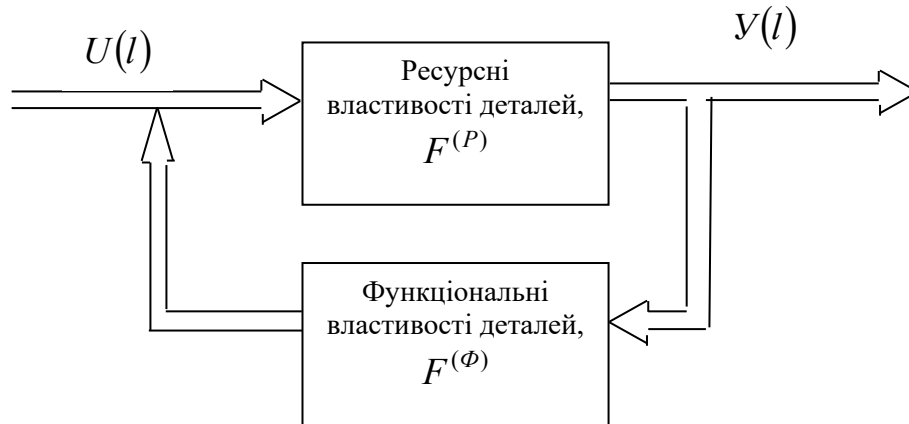


Рисунок 1 – Структурна схема забезпечення триботехнічних властивостей швидкозношуваних автомобільних деталей

Залежність між вхідними і вихідними показниками, що характеризують ресурсну динаміку триботехнічних властивостей швидкозношуваних автомобільних деталей можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} Y(l) &= F^{(P)}[U(l)]; \\ U(l) &= U(l) \{ U_1(l), U_2(l), \dots, U_k(l) \}; \\ k &= 1, 2, \dots, K, \end{aligned} \quad (1)$$

де $Y(l)$ – відмови швидкозношуваних автомобільних деталей у процесі експлуатації;

$F^{(P)}$ – оператор перетворення вектора вхідних показників у вихідні;

$U(l)$ – вектор показників керування.

Показники $U(l) = U(l) \{ U_1(l), U_2(l), \dots, U_k(l) \}$ є стохастичними, результати яких наперед неможливо передбачити і, відповідно, побудова математичної моделі для дослідження ресурсної динаміки швидкозношуваних автомобільних деталей у процесі експлуатації вимагає визначення щільності розподілу ймовірностей відмов деталей (складальних одиниць) $f(l)$.

Враховуючи, що автомобіль складається з 15000...20000 деталей, із яких: 7000...9000 – змінюють свої властивості в процесі експлуатації; 3000...4000 – мають ресурс експлуатації менше технічного ресурсу автомобіля; 150...300 – лімітують надійність [6], функції розподілу ймовірностей $f_j(l)$, $j = 1, 2, \dots, M$, можна записати:

$$Y(l) = \sum_{j=1}^M Y_j(l), \quad (2)$$

де $Y(l)$ – сумарна кількість відмов деталей;

$Y_j(l)$ – кількість відмов окремих деталей (складальних одиниць).

Отримавши якісні закономірності динаміки зміни надійності окремих деталей можна досліджувати ступінь впливу конструктивних, технологічних і експлуатаційних факторів на системні властивості складальної одиниці в процесі експлуатації.

Для дослідження впливу різних факторів на функціональну динаміку деталей будуються факторні моделі

$$Y^{(\Phi)}(l) = F^{(\Phi)}(x_1, x_2, \dots, x_k); \quad (3)$$

$$k = 1, 2, \dots, K,$$

де x_k – фактори, що впливають на функціональні параметри деталей (інтенсивність витрат ресурсу, умови експлуатації, технологія ремонту та відновлення деталей тощо).

Висновки. Модель ресурсної і функціональної динамік швидкозношуваних деталей (складальних одиниць) дозволяє проаналізувати ресурсні властивості деталей і реалізувати технічні, технологічні та економічні аспекти підвищення зносостійкості деталей. На основі даних ресурсної і функціональної динамік відновлених деталей та відремонтованих складальних одиниць корегуються параметри авторемонтних виробничих структур.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Левковець П.Р. Управління проектами виробництва і технічної експлуатації автотransпортних засобів / П.Р.Левковець, О.П.Левківський // Монографія. – К.: НТУ, 2006 – 142 с.
2. Канарчук В.Є. Побудова математичної моделі для дослідження ресурсної і функціональної динамік автотransпортних засобів / В.Є.Канарчук, П.Р.Левковець, О.П.Левківський // Вісник Національного транспортного університету і Транспортної академії України. – К.: ТАУ НТУ, 2002. – №7 – С. 3 – 7.
3. Левківський О.П. Методика визначення ресурсної і функціональної динамік системних властивостей транспортних засобів в процесі експлуатації / О.П. Левківський, О.С. Труба // LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: Тези доповідей. – К.: НТУ, 2015. – С. 8.
4. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я.Говорущенко, – Харьков: Вища школа, 1984. – 312 с.
5. Канарчук В.Є. Експлуатаційна надійність автомобілів / В.Є.Канарчук, О.А.Лудченко, А.Д.Чигринець // Підручник: Ч. 1., кн. 1. – К.: Вища шк., 1999. – 609 с.
6. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е.С. Кузнецов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

REFERENCES

1. Levkovets P.R. Upravlinnya proektamy vyrobnytstva I tekhnichoi ekspluatatsii avtotransportnykh zasobiv / P. Levkovets, O. Levkivskyi // Monografiya. – K.: NTU, 2006. – 142 p. (Ukr)
2. Kanarchuk V.E. Pobudova matematychoi modeli dlia doslidzhenia resursnoi I funktsionalnoi dynamic avtotransportnykh zasobiv / V. Kanarchuk, P. Levkovets, O. Levkivskyi // Visnyk Natsionalnogo transportnogo universytetu I Transportnoi akademii Ukrainy – K.: NTU, TAU – 2002. – Vol. 7 – P. 3 – 7. (Ukr)
3. Levkivskyi O.P. Metodyka vyznachenia resursnoi I funktsionalnoi dynamic systemnykh vlastyvostei avtotransportnykh zasobiv v protsesi ekspluatatsii / O. Levkivskyi, O. Truba // LXXI naukova konferentsiiz profesorsko-vykladatskogo skladu, aspirantiv, studentiv ta spivrobitnykiv vidokremlenykh strukturnykh pidrozdiliv universytetu: Tezy dopovidei. – K.: NTU, 2015. – P. 8. (Ukr)
4. Govorutshenko N.Ya. Tehnicheskaja ekspluatatsija avtomobileyi / N. Govorutshenko. – Harkov: Vytscha shkola, 1984. – 312 p. (Rus)
5. Kanarchuk V.E. Eksplutatsiina nadiinist avtomobiliv / V. Kanarchuk, O.Ludchenko, A.Chygrynets // Pidruchnyk: H.1., kn. 1. – Vysha shkola, 1999. –609 p. (Ukr)
6. Kuznetsov E.S. Upravlenie tehniceskoi ekspluatatsiei avtomobileyi / E.Kuznetsov – M.: Transport, 1990. – 272 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Левківський О.П. Ресурсна і функціональна динаміка зміни триботехнічних властивостей швидкозношуваних автомобільних деталей. / О.П.Левківський, М.В.Головащук // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

На основі проведеного аналізу зміни триботехнічних властивостей автомобільних деталей у реальних умовах експлуатації запропонована методика побудови математичної моделі визначення динаміки ресурсних і функціональних властивостей швидкозношуваних деталей.

Об’єкт дослідження – триботехнічні властивості швидкозношуваних автомобільних деталей.

Мета роботи – розробка методики побудови математичної моделі для визначення ресурсних і функціональних параметрів технічного стану деталі (складальної одиниці) в процесі експлуатації.

Методи дослідження – системне проектування та об’єктно-орієнтоване управління.

Результати статті можуть бути використанні при розробці технічних умов для деталей або складальних одиниць неосвоєних в ремонті.

Прогнозні припущення щодо подальших досліджень – дослідження динаміки зміни триботехнічних властивостей швидкозношуваних деталей в процесі експлуатації автомобілів та пошук оптимальної виробничої структури авторемонтного виробництва з максимальним охопленням всіх взаємозв’язків технологічних процесів відновлення деталей.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РЕСУРСНА ДИНАМІКА, ФУНКЦІОНАЛЬНА ДИНАМІКА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, АВТОРЕМОНТНЕ ВИРОБНИЦТВО.

ABSTRACT

Levkivskiy O.P. The resource and functional dynamics of change tribotechnical properties of high-wear car parts. / O. Levkivskiy, M. Golovaschuk // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

On basis of conducted analysis of change tribotechnical properties motor-car details in the real terms of exploitation are offered methodology construction the mathematical model determination dynamics resource and functional properties of high-wear details.

The object of study – tribotechnical properties of high-wear car details.

Purpose – Development of methodology construction of mathematical model for determination resource and functional parameters of the technical state detail (frame-clamping unit) in the process of exploitation.

Research Methods – system planning and object-oriented management.

The results of the article can be using for development technical requirements details on frame-clamping units unmastered under repair.

Prognosis suppositions in relation further researches - research the dynamics of change tribotechnical properties of high-wear details in process of exploitation cars and search optimal productive pattern of car repair service production with the maximal scope all intercommunications technological processes on repair details.

KEY WORDS: RESOURCE DYNAMICS, FUNCTIONAL DYNAMICS OF PROCEEDING IN DETAILS, CAR REPAIR SERVICE PRODUCTION.

РЕФЕРАТ

Левковский А.П. Ресурсная и функциональная динамика изменения триботехнических свойств быстроизнашиваемых автомобильных деталей. / А.П. Левковский, М.В. Головащук // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

На основе проведенного анализа изменения триботехнических свойств автомобильных деталей в реальных условиях эксплуатации предложенная методика построения математической модели определения динамики ресурсных и функциональных свойств быстроизнашиваемых деталей.

Объект исследования – триботехнические свойства быстроизнашиваемых автомобильных деталей.

Цель работы – разработка методики построения математической модели для определения ресурсных и функциональных параметров технического состояния детали (сборочной единицы) в процессе эксплуатации.

Методы исследования – системное проектирование и объектно-ориентированное управление.

Результаты статьи могут быть использованы при разработке технических условий для деталей или сборочных единиц неосвоенных в ремонте.

Прогнозные предположения относительно дальнейших исследований – исследование динамики изменения триботехнических свойств быстроизнашиваемых деталей в процессе эксплуатации автомобилей и поиск оптимальной производственной структуры авторемонтного производства с максимальным охватыванием всех взаимосвязей технологических процессов восстановления деталей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РЕСУРСНАЯ ДИНАМИКА, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИНАМИКА, ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ, АВТОРЕМОНТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

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. М.Омеляновича-Павленка 1, к. 107.

Головащук Михайло Володимирович, аспірант, Національний транспортний університет, аспірант кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. М.Омеляновича-Павленка 1, к. 103.

AUTHORS:

Levkivskyi Oleksandr P., 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, M.Omeljanovycha-Pavlenka 1, r. 107.

Golovaschuk Mihaiylo V., Doctoral Student, National Transport University, Doctoral Student of the manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: material@ntu.edu.ua, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, M.Omeljanovycha-Pavlenka 1, r. 103.

АВТОРЫ:

Левковский Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой производства, ремонта и материаловедения, e-mail: levkovskyy@ukr.net, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. М.Омеляновича-Павленка 1, к. 107.

Головащук Михаил Владимирович, аспирант, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: material@ntu.edu.ua, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. М.Омеляновича-Павленка 1, к. 103.

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:

Voytук 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 automobile department, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.113.004
UDC 629.113.004

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ІНТЕГРУВАННЯ ЗАСОБІВ САМОДІАГНОСТИКИ В БОРТОВІ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Пони́пал'як Д.Д., Національний транспортний університет, Київ, Україна

MODERN APPROACHES TO SELF-DIAGNOSTIC INTEGRATION IN ON-BOARD VEHICLE SYSTEMS

Levkivskyi O.P., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Ponypalyak D.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ СРЕДСТВ САМОДИАГНОСТИКИ В БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Левковский А.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Поны́пал'як Д.Д., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Одним із можливих напрямків поліпшення технічного обслуговування і ремонту автомобілів є реалізація в їх конструкціях інтегрованих діагностичних приладів, що забезпечать своєчасне отримання інформації від бортових систем в режимі онлайн про несправності та інформування власника автомобіля через телекомунікаційні пристрої – смартфони з модулем Bluetooth, wi-fi або через Інтернет.

Застосовуючи інтегровані діагностичні бортові системи можна досягнути кращих умов забезпечення технічного стану автомобіля за рахунок інформативності, що відповідно впливатиме на безпеку руху, економічність та екологічність [1].

Розвиток систем самодіагностики – ефективний спосіб отримання достовірної інформації про технічний стан автомобіля [2].

Метою роботи є визначення перспективи інтегрування засобів самодіагностики в бортові системи автомобіля для забезпечення своєчасного інформування автовласника про технічний стан автомобіля.

Передумови розвитку самодіагностики автомобілів. Питання поліпшення обслуговування автомобіля та надання більш якісного сервісу шляхом впровадження нових діагностичних систем стоїть відкритим. Звичайні методи пошуку несправностей в бортовому обладнанні автомобіля мають великі втрати за часом. Наприклад, при використанні звичайного методу діагностики, необхідно роз'єднати численні роз'єми, щоб послідовно перевірити ланцюги і електронні модулі. Хоча при цій перевірці усуваються несправності, викликані ослабленням або корозією контактів, але виключити появу подібних несправностей в подальшому не можливо. Крім того, наслідком частого роз'єднання роз'ємів може з'явитися випадковий вигин контактів або перелом кабелів, що в свою чергу викличе додаткові несправності автомобіля.

Приклад найпростішої системи самодіагностування є вмонтована сигнальна лампа на панелі приладів автомобіля, яка видає інформацію про несправності у формі мигаючого сигналу. У інших системах діагностична інформація може записуватись на зовнішній запам'ятовуючий пристрій, наприклад, у автомобілях Volkswagen міститься у ключах запалення, куди постійно записується уся інформація, яка потім зчитується на станціях технічного обслуговування.

Недоліком всіх систем є інформування про несправність тільки в обмеженому діапазоні, що не забезпечує повної інформації про технічний стан автомобіля. Тестери та діагностуючі системи застосовуються тільки на станціях технічного обслуговування при проведенні ТО та ремонту автомобіля.

Шлях до одержання власником автомобіля інформації про технічний стан автомобіля лежить через загальний розвиток самодіагностики, яка повинна бути поширена на всі категорії автомобілів і

бути доступною для водія будь-якого автомобіля, як сьогодні доступний показник температури рідини системи охолодження [2].

Основна частина. Самодіагностуюча система складається з окремих електронних блоків керування (ECU), які оснащені датчиками з'єднаними між собою шиною CAN (Controller Area Network). Особливістю використання шини CAN є передача даних всіма блоками одночасно, які отримують сигнали з датчиків та використовують ці дані відповідно до потреби певного блока. Наприклад, за час перемикання передачі крутний момент двигуна може зменшуватися шляхом зменшення подачі пального [3].

Цифрові блоки керування постійно обмінюються між собою даними шляхом переведення електричних сигналів з датчиків на цифрові сигнали по мережі CAN [4]. Обмін даними між блоками проводиться на уніфікованій базі, яку називають «протоколом» [5]. До шини CAN зазвичай прикріплені наступні блоки:

- блок керування двигуном;
- блок керування АБС;
- блок керування системою курсової стабілізації (ESP);
- блок керування коробкою передач;
- блок керування подушками безпеки;
- комбінація приладів.

Автовиробники використовують діагностичні системи як і з центральним блоком управління так і децентралізованими мережами з декількома блоками управління об'єднанні шиною CAN (рис. 1).

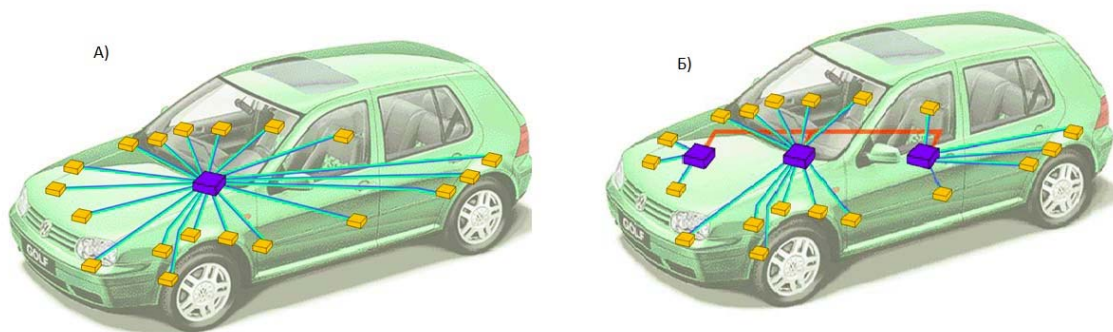


Рисунок 1 – Блок керування з центральним блоком керування (А) та децентралізованими блоками керування (Б), які об'єднанні шиною CAN.

У системах електронних блоків керування можуть виникати несправності, наприклад, через перезавантаженість шини, що впливатиме на постійну передачу правильних даних і впливатиме на роботоздатність системи, і деякі функції можуть бути не враховані. Для ефективного функціонування система повинна бути оснащена блоком самодіагностики. Блок самодіагностики відповідає за своєчасне інформування про несправності блоків управління та шини CAN [5].

Блок самодіагностики кріпиться, так як і всі блоки, до шини і включає в себе датчики які перевіряють саму шину CAN та контролюють бортові блоки діагностичної системи. Блок самодіагностики зберігає інформацію про помилки та несправності, забезпечуючи належну історію експлуатації автомобіля. Окрім того, він зберігає дані про всі втручання в систему при ремонті та за необхідності показує на помилки, які вже траплялись [6].

Для запуску самодіагностики підключають автосканер (рис. 2.) в штатний блок діагностики автомобіля. Оскільки блок самодіагностики не передбачений заводом-виробником, необхідно автомобіль доукомплектувати засобами самодіагностики.

Наприклад, через роз'єм діагностики відключають автосканер ELM-327 wi-fi, а на мобільний пристрій встановлюють програму Torque PRO, які авторизуються. Діагностують за допомогою програм: OBDCardoctor, Auto Doctor, EOBD Facilite, Active OBD.

Таким чином автовласник маючи автомобіль оснащений самодіагностуючою системою має можливість самостійно провести діагностику та отримати повну інформацію щодо технічного стану автомобіля. Для використання пристроїв самодіагностики необхідно, щоб автомобіль був оснащений

пристроєм синхронізації та передачі інформації між автомобілем та комп'ютером автовласника. Від бортового блока керування (рис. 3.), який отримує інформацію від всіх блоків та пристроїв, надходить сигнал через автосканер для телекомунікаційної діагностики. Модуль може бути як wi-fi, Bluetooth так і оснащеним модулем стільникового зв'язку з Інтернетом, що забезпечить не тільки теледіагностику але й систему охорони, при певному програмному забезпеченні.



Рисунок 2 – Блок для запуску самодіагностики.



Рисунок 3 – Приклад сучасної системи самодіагностування:
а) автосканер; б) мобільний пристрій.

Висновки. Самодіагностика є ефективним сучасним способом контролю технічного стану автомобіля в процесі експлуатації.

На основі проведених досліджень автовласникам пропонується конфігурація системи самодіагностики автомобіля, яка дозволяє самостійно провести діагностику та отримати повну інформацію про технічний стан автомобіля, що відповідно впливатиме на безпеку руху, економічність та екологічність.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Лабораторний практикум з діагностування та технічного обслуговування автомобілів Scania / Андрусенко С.І., Клименко Ю.М., Далакян А.Ю., Тицький О.Ю., Кривонос В.Л. – НТУ – Київ – 2016 – 111 с.

2. Марков О.Д. Як вирішити проблему справності автомобілів? [Електронний ресурс] www.autocentre.ua/ua/avtopravo/avtobiznes/kak-reshit-problemu-ispravnosti-avtomobilej-315116.html

3 Програма самонавчання 256. VAS 5052 – Volkswagen. Audi. – 29 с.

4. Steve Corrigan. Application Report SLOA101A – August 2002, Dallas, Texas – Revised July 2008 – Introduction to the Controller Area Network (CAN) – 15 с.
5. Програма самонавчання 238. Обмін даними за допомогою шини CAN I. – Volkswagen. Audi. – 32 с.
6. Програма самонавчання 269. Обмін даними за допомогою шини CAN II. – Volkswagen. Audi. – 59 с.

REFERENCES

1. Laboratory workshop with diagnosis and maintenance of vehicles Scania / Andrusenko S.I., Klimenko Y.M., Dalakyan A.Y., Titsky A.Y., Kryvonos V.L.– NTU – Kyiv – 2016 – 111 p.
2. Markov O.D. How to solve the problem of serviceability cars? [Electronic resource] www.autocentre.ua/ua/avtopravo/avtobiznes/kak-reshit-problemu-ispravnosti-avtomobilej-315116.html (Ukraine).
3. Steve Corrigan. Application Report SLOA101A – August 2002, Dallas, Texas – Revised July 2008 – Introduction to the Controller Area Network (CAN) – 15 p.
4. Volkswagen. Audi. Self-study program 256. VAS 5052 – 29 p.
5. Volkswagen. Audi. Self-study program 238. Communication via bus CAN I – 32 p.
6. Volkswagen. Audi. Self-study program 269. Communication via bus CAN II – 59 p.

РЕФЕРАТ

Левківський О.П. Сучасні підходи до інтегрування засобів самодіагностики в бортові системи автомобіля / О.П.Левківський, Д.Д.Поніпал'як // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

На основі проведеного аналізу стану сучасного розвитку самодіагностики розглянуто принцип дії діагностуючих засобів та обґрунтовано доцільність інтегрування самодіагностуючих систем в бортові системи автомобіля для забезпечення своєчасного інформування автовласника про технічний стан автомобіля.

Об'єкт дослідження – системи самодіагностики автомобіля.

Мета роботи – визначення перспективи інтегрування систем самодіагностики в бортові системи автомобіля.

Методи дослідження – системний аналіз засобів самодіагностики автомобіля.

Результати статті можуть бути впровадженні при проектуванні легкових автомобілів та для своєчасного сповіщення про несправності у автомобілі в процесі експлуатації.

Прогнозні припущення щодо подальших досліджень – пошук оптимальної інформативності з максимальним охопленням всіх відмов в автомобілі для досягнення достовірної інформації про технічний стан автомобіля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬ; САМОДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ; ТЕХНІЧНИЙ СТАН; ІНФОРМАТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

Levkivskyi O.P. Modern approaches to self-diagnostic integration in on-board vehicle systems / O.P. Levkivskyi, D.D. Ponypalyak // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The author investigates and analyzes the state of the modern scientific and technical development of diagnostic systems of vehicles. He examines principles of using diagnostic means and determines the expediency of integration autonomous diagnostic systems of vehicles for ensure timely inform car owners about the technical condition of the machine.

The object of research is. The aim of scientific work is determination the prospects of integration of autonomous diagnostic systems to the vehicle. The main method of investigation is the overall analysis of diagnostics systems of the vehicle. Results of the study we can use in introducing in designing cars and improvements ensure the timely notification of malfunctions in modern cars.

The author has given personal reasoned thesis of the further development of autonomous diagnostics of a car.

KEY WORDS: CAR, AUTONOMOUS DIAGNOSTIC SYSTEMS OF A CAR, TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES, DESCRIPTIVENESS.

РЕФЕРАТ

Левковский А.П. Современные подходы к интегрированию средств самодиагностики в бортовые системы автомобиля / О.П. Левковский, Д.Д. Поньпалык // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

На основе проведенного анализа состояния современного развития самодиагностики рассмотрены принцип действия диагностируемых средств и обоснована целесообразность интегрирования самодиагностирующих систем в бортовые системы автомобиля для обеспечения своевременного информирования автовладельца о техническом состоянии автомобиля.

Объект исследования – системы самодиагностики автомобиля.

Цель работы – определение перспективы интеграции систем самодиагностики в бортовые системы автомобиля.

Методы исследования – системный анализ систем самодиагностики автомобиля.

Результаты статьи могут быть внедрены при проектировании легковых автомобилей и для своевременного оповещения о неисправности в автомобиле в процессе эксплуатации.

Прогнозные предположения о дальнейших исследованиях – поиск оптимальной информативности с максимальным охватом всех отказов в автомобиле для достижения достоверной информации о техническом состоянии автомобиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬ, СИСТЕМЫ САМОДИАГНОСТИКИ, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ИНФОРМАТИВНОСТЬ.

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. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 107.

Поньпалык Дмитро Дмитрович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: dmitry.ponypalyak@gmail.com, тел. (044) 280-98-05, м. Київ, вул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 102.

AUTHORS:

Levkivskiy Oleksandr P., 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, M.Omeljanovycha-Pavlenka 1, r. 107.

Ponypalyak Dmitro D., National Transport University, Senior lecturer of manufacturing, repair and materials engineering department, e-mail: dmitry.ponypalyak@gmail.com, tel. (044) 280-98-05, Kyiv, M.Omeljanovycha-Pavlenka 1, r. 102.

АВТОРЫ:

Левковский Александр Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой производства, ремонта и материаловедения, e-mail: levkovskyy@ukr.net, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 107.

Поньпалык Дмитрий Дмитриевич, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: dmitry.ponypalyak@gmail.com, тел. (044) 280-98-05, г. Киев, ул. М.Омеляновича-Павленка, 1, к. 102.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Далека В.Х., доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова, професор кафедри електричного транспорту, Харків, Україна.

Мельниченко О.І., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

REVIEWER:

Daleka V.F., Doctor of Technical Science, professor, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Professor Department of Electrical Transport, Kharkiv, Ukraine.

Melnichenko O.I., Ph.D in Technical Science, professor, National Transport University, Professor of Department Transport and Logistics law, Kyiv, Ukraine.

УДК 502.55
UDC 502.55

RETROSPEKTYWNY PRZEGLĄD LEGISLACJI ODNOŚNIE CZYSTOŚCI SPALIN SILNIKOWYCH W TRANSPORCIE SAMOCHODOWYM

LEJDA Kazimierz, Prof. Dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

RETROSPECTIVE REVIEW OF LEGISLATION ON THE ENGINE EXHAUST GAS CLARITY IN CAR TRANSPORTATION

ЛЕЙДА Казімеж, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

ОГЛЯД ЗАКОНОДАВСТВА З ПИТАНЬ НОРМУВАННЯ ВИКИДІВ ШУДИЛИВИХ РЕЧОВИН НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WPROWADZENIE

Motoryzacja należy do najważniejszych dziedzin gospodarki światowej, stymulując poprzez kwestie transportowe ludzi i towarów, prawie wszystkie inne dziedziny w skali globalnej, poszczególnych krajów oraz regionalnej i lokalnej. Generowane przez rozwój motoryzacji względy ekonomiczne, choć niezwykle ważne dla rozwoju tej branży, są zdeterminowane również przez problemy dotyczące ochrony środowiska i zwiększenie bezpieczeństwa przewozów. Powoduje to niezwykle dynamiczny postęp w konstrukcji i technologii środków transportowych oraz źródeł napędu ukierunkowanych na paliwa alternatywne.

Dominującym powodem dla rozwoju transportu drogowego stała się na przestrzeni ostatnich ok. 20 lat problematyka ochrony środowiska przed destrukcyjnym oddziaływaniem motoryzacji na otoczenie przyrodnicze i ludzkie zdrowie. Sformułowana przez Stowarzyszenie Prawa Międzynarodowego (ILA – International Law Association) definicja „zanieczyszczenia” wydaje się stosunkowo adekwatna do obecnych naszych warunków środowiskowych i jest określona jako: *„każde wprowadzenie przez człowieka bezpośrednio lub pośrednio do środowiska substancji lub energii, która powoduje szkodliwe konsekwencje, takie jak: zagrożenie zdrowia ludzkiego, szkodę dla żywych zasobów ekosystemów i dóbr materialnych przez obniżenie walorów środowiska lub utrudnienie w innym dozwolonym korzystaniu z niego”* [4].

Podstawowym środkiem napędu w transporcie samochodowym od początku istnienia tej branży pozostaje silnik spalinowy. W procesie spalania paliw, dla wytworzenia energii do napędu pojazdu, emituje on do otoczenia ze spalinami różne składniki zagrażające środowisku naturalnemu. Należą do nich gazowe związki toksyczne, dwutlenek węgla oraz cząstki stałe, stanowiące w sumie barierę rozwoju współczesnych silników spalinowych, zwłaszcza w aplikacjach do pojazdów drogowych. Niezwykle szkodliwe dla organizmów żywych cząstki stałe (PM) są generowane przez silniki o zapłonie samoczynnym oraz zapłonie iskrowym z bezpośrednim wtryskiem benzyny [2,3].

Powodowane zagrożenia stymulują powstawanie odpowiednich przepisów i norm, narzucających producentom pojazdów samochodowych coraz bardziej restrykcyjne limity emisyjne toksyn w spalinach dla spełnienia kryteriów homologacyjnych.

POWSTANIE I EWALUACJA PRZEPISÓW NORMUJĄCYCH POZIOMY ZANIECZYSZCZENIE EMITOWANYCH PRZEZ SAMOCHODOWE SILNIKI SPALINOWE

Początki zainteresowania zanieczyszczeniami motoryzacyjnymi należy lokować w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku w Kalifornii. Pojawiły się wówczas problemy dotyczące zanieczyszczenia powietrza, których nie obserwowano wcześniej. Podczas słonecznych dni letnich i jesiennych w powietrzu występował rodzaj zawiesiny do ok. 150-200m, ograniczającej widoczność do ok. 600m i powodującej podrażnienie oczu. Podjęte badania doprowadziły do wyjaśnienia istoty tego zjawiska, nazwanego smogiem kalifornijskim (również fotochemicznym). Okazało się, że jego powstawanie jest związane z zachodzącymi skomplikowanymi reakcjami chemicznymi pomiędzy składnikami spalin samochodowych (głównie węglowodorów i tlenków azotu) w intensywnym nasłonecznieniu i występującej w tych porach roku odpowiedniej wilgotności i temperaturze powietrza. Podjęte w tej sprawie czynności zaradcze przez władze stanowe Kalifornii doprowadziły do powołania komisji pn. *State Motor Vehicle Pollution Control Board*, która opracowała w 1961r. pierwsze w świecie przepisy prawne dotyczące emisji zanieczyszczeń z pojazdów

samochodowych. Na terenie całych Stanów Zjednoczonych przepisy dotyczące zanieczyszczeń powietrza przez samochody zostały wprowadzone przez władze federalne od 1968r., ponieważ obserwowano efekty i skutki osiągnięte w Kalifornii [2].

Prace dotyczące limitów emisji zanieczyszczeń z pojazdów samochodowych w Europie rozpoczęto z pewnym opóźnieniem w stosunku do USA. Wynikało to z faktu mniejszego motoryzacyjnego zanieczyszczenia powietrza niż w Kalifornii, powodowanego mniejszą ilością eksploatowanych pojazdów przypadających na dany obszar. Natomiast istotnym bodźcem do wprowadzenia tych przepisów było spełnienie norm amerykańskich dla zapewnienia eksportu na ten rynek produkowanych samochodów przez koncerny europejskie.

Podobnie jak w Stanach Zjednoczonych, pierwsze przepisy w Europie dotyczyły emisji zanieczyszczeń z pojazdów samochodowych napędzanych silnikami o ZI. Metoda pomiaru tej emisji na początku ustaleń legislacyjnych była podobna jak w USA i w zasadzie obowiązuje ona bez zasadniczych zmian do chwili obecnej [3]. Dotyczy to stosowania przy pomiarach emisji odpowiednich cykli jezdnych, które charakteryzują uśrednione warunki eksploatacji w danym kraju lub grupie krajów. Zachowano podstawową zasadę metody ustalonej w przepisach amerykańskich, tj. pomiary realizowane na hamowni podwoziowej. W Europie pierwsze badania nad opracowaniem cyklu jezdno prowadzono niezależnie w RFN i Francji. Słusznie jednak uznano, że wprowadzenie różnych metod pomiaru i cykli jezdnych w poszczególnych krajach europejskich jest niecelowe i opracowano kompromisowy cykl UDC (*Urban Driving Cycle*), symulujący średnie warunki w ruchu miejskim dla samochodów z silnikami o ZI i dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3500kg [2,5].

To istotne porozumienie dotyczące przyjęcia jednolitych warunków homologacji i wzajemnego uznawania homologacji wyposażenia i części pojazdów zostało wprowadzone w życie 11.03.1970r., zgodnie z Regulaminem 15 ECE ONZ (*Economic Commission for Europe*). W ramach ECE równolegle weszła jako obowiązująca Dyrektywa 70/2020/EEC (*European Economic Community*), której przepisy były skorelowane z ustalonymi w Regulaminie 15 ECE [6].

Od chwili wejścia jako obowiązujących wymienionych przepisów, z uwagi na rozwój gospodarczy zwłaszcza krajów stowarzyszonych w UE, nastąpił bardzo szybki wzrost ilości pojazdów samochodowych o różnym przeznaczeniu. Spowodowało to również negatywne oddziaływanie na środowisko, co skutkowało wprowadzeniem określonych limitów emisyjnych dla zanieczyszczeń wydalaných ze spalinami oraz rozwój metod kontroli pojazdów drogowych. Kolejne unijne Dyrektywy dotyczące tzw. norm Euro były coraz bardziej zastrzeżone dla poszczególnych składników, co sprawiło, że aktualnie obowiązująca norma Euro 6 jest nieporównywalna z wartościami homologacyjnymi zawartymi w Euro 1, wprowadzonej w roku 1992. Dopuszczalne wartości emisji składników spalin dla kolejnych norm Euro, z podaniem roku ich wprowadzenia, zawarto w tabelach 1 i 2 [2,6].

Tabela 1 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do pojazdów z silnikiem o ZI i masie całkowitej do 3500kg

[g/km]	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
	1992r.	1996r.	2000r.	2005r.	2009r.	2014r.
CO	2,72	2,2	2,3	1,0	1,0	1,0
HC	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1
NO _x	-	-	0,15	0,08	0,06	0,06
HC+ NO _x	0,97	0,5	-	-	-	-
PM	-	-	-	-	0,005	0,005

Tabela 2 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do pojazdów z silnikiem o ZS i masie całkowitej do 3500kg

[g/km]	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
	1992r.	1996r.	2000r.	2005r.	2009r.	2014r.
CO	3,16	1,0	0,64	0,5	0,5	0,5
HC	-	0,2222	0,06	0,05	0,05	0,09
NO _x	-	0,2222	0,5	0,25	0,18	0,08
HC+ NO _x	1,13	0,7	0,56	0,3	0,23	0,17
PM	0,14	0,08	0,05	0,009	0,005	0,005

Stosunkowo bardziej skomplikowana jest sytuacja odnośnie dopuszczalnych emisji toksyn w przypadku samochodów ciężarowych i autobusów. Sposób użytkowania tych pojazdów trudno jest uśrednić w postaci charakterystycznego cyklu jezdnego, stąd też w ustalonych limitach kolejnych norm Euro bierze się pod uwagę masową emisję danego związku przypadającą na jednostkę mocy generowaną w czasie (w tym konkretnym wypadku tj. g/kWh). Jak kształtowały się ustalone limity dla tego rodzaju środków transportu przedstawia tabela 3 [6].

Tabela 3 – Wartości dopuszczalne emisji składników toksycznych w spalinach dla kolejnych norm Euro w odniesieniu do samochodów ciężarowych i autobusów

Etap	Data	CO	HC	NO _x	PM
		g/kWh			
Euro I	1992, ≤ 85kW	4,5	1,1	8,0	0,612
	1992, > 85kW	4,5	1,1	8,0	0,36
Euro II	1996	4,0	1,1	7,0	0,25
	1998	4,0	1,1	7,0	0,15
Euro III	2000	2,1	0,66	5,0	0,10
Euro IV	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	2008	1,5	0,46	2,0	0,02
Euro VI	2013	1,5	0,13	0,40	0,01

Coraz większy nacisk Komisja Europejska w ostatnich latach przykładła do ograniczenia z pojazdów samochodowych emisji CO₂. Z uwagi na trudności w osiągnięciu kompromisu pomiędzy koncernami samochodowymi a KE, projekt zakłada uśrednioną wartość emisji dla całej floty samochodów wytwarzanych przez danego producenta. Dla samochodów osobowych aktualny limit emisji CO₂ wynosi 130g/km, natomiast począwszy od 2020r. będzie on wynosił 95g/km. Dla samochodów dostawczych i półciężarówek o masie całkowitej do 3500kg limit CO₂ aktualny jest na poziomie 175g/km, od 2020r. będzie wymagany jako obowiązujący 147g/km [7]. Brak dotychczas ustalonych limitów dla tego związku chemicznego w przypadku samochodów ciężarowych i autobusów. Konsultacje pomiędzy KE, producentami tych pojazdów oraz organizacjami ekologicznymi ciągle trwają i składane propozycje przez wszystkie strony są rozbieżne.

Podsumowując ewaluację przepisów normujących poziomy zanieczyszczeń w spalinach pojazdów samochodowych należy stwierdzić, że na przestrzeni ostatnich ok. 30-tu lat aspekty ekologiczne w rozwoju środków transportu uzyskały rangę priorytetową. Do tego czasu koncentrowano się głównie na zwiększaniu mocy maksymalnej silników spalinowych. Współczesne konstrukcje środków napędu samochodów mają charakteryzować się niewielką emisją substancji szkodliwych w spalinach, zgodnie z normatywnymi limitami, jak również niskim zużyciem paliwa. Powoli producenci pojazdów zaczynają osiągać zamierzone cele w tym zakresie, decydenci od legislacji przepisów narzucają jednak kolejną barierę do pokonania, ograniczenia w emisji CO₂. Trudno przewidzieć jakie będą kolejne wyzwania przed konstruktorami silników spalinowych i pojazdów.

Pośród wielu działań dotyczących ekologicznych aspektów pojazdów drogowych w UE, do najważniejszych niewątpliwie należałoby zaliczyć wydarzenia przedstawione skrótowo w tabeli 4 [2,6,7].

Tabela 4 – Najważniejsze ustalenia dotyczące emisji zanieczyszczeń w spalinach pojazdów samochodowych w Unii Europejskiej

ROK	PRZYJĘTE USTALENIA
1970	Wydanie Dyrektywy 70/220/EEC i regulaminu ECE R15 nakazujących pomiary zanieczyszczeń w spalinach.
1981	Wprowadzenie nowej metody pomiarowej zanieczyszczeń w spalinach (pomiar spalin rozcieńczonych powietrzem) zbliżonej do wymagań USA – regulamin ECE R15.04 – Dyrektywa 83/351/EEC.
1985	Wprowadzenie niemieckiej inicjatywy podatkowej (German Tax Incentives).

1989	Zapowiedź wprowadzenia normy Euro 1 w końcu 1992r.; wprowadzenie normy DIN ISO 9141 – zapoczątkowanie wprowadzenia diagnostyki pokładowej w Europie.
1993	Konieczność zastosowania w samochodach trzyfunkcyjnych reaktorów katalitycznych pracujących w zamkniętym układzie regulacji z sondą lambda; wprowadzenie dodatkowego cyklu jezdny EUDC; wprowadzenie testu parowania SHED – Dyrektywa 91/441/EEC i regulamin ECE R83.01.
1996	Wprowadzenie zaokrąglonych limitów emisji zanieczyszczeń – tzw. Poziom II lub Euro 2 – Dyrektywa 94/12/EC, regulamin ECE R83.04.
1998	Wprowadzenie nowych limitów i zmian w metodach badawczych na lata 2000-2005 – tzw. poziom Euro 3 i Euro 4; 15.09 – decyzja Parlamentu Europejskiego o wdrażaniu programu „Auto Oil Program”.
2000	Wprowadzenie norm emisji Euro 3, nowy cykl jezdny NEDC; wprowadzenie po raz pierwszy w Europie diagnostyki pokładowej pojazdów EOBD; nowy test dotyczący parowania paliwa – VT-SHED; poprawa jakości paliwa.
2001	Obowiązkowe wprowadzenie diagnostyki pokładowej EOBD dla wszystkich sprzedawanych nowych pojazdów PC i LDV z silnikami ZI.
2002	Wprowadzenie testu emisji w temperaturze -7°C .
2005	Wprowadzenie norm emisji Euro 4; planowane obowiązkowe wprowadzenie diagnostyki pokładowej EOBD dla sprzedawanych nowych pojazdów PC i LDV z silnikami ZS.
2008	Wprowadzenie wymagania średniego poziomu emisji CO ₂ dla floty pojazdów danego producenta.
2009	Wprowadzenie norm emisji Euro 5.
2014	Wprowadzenie norm emisji Euro 6.
2017	Wprowadzenie limitów emisyjnych dla CO ₂ odnośnie samochodów osobowych i dostawczych o masie całkowitej do 3500 kg począwszy od 2020r.

PODSUMOWANIE

Aktualnie, podstawowym kryterium rozwoju techniki i technologii we wszystkich dziedzinach gospodarki i życia społecznego pozostaje ograniczanie negatywnych skutków tego postępu na środowisko naturalne. Transport należy do tych sektorów, które rozwijają się bardzo dynamicznie i wynika to m.in. z międzynarodowych ograniczeń legislacyjnych dotyczących zanieczyszczeń wprowadzanych do otoczenia. Podstawowym zagrożeniem jest emisja związków toksycznych z silników spalinowych, które stanowią aktualnie główne źródła napędów pojazdów samochodowych. W analizach dotyczących rozwoju transportu drogowego, sporządzonych przez międzynarodowe organizacje rządowe i pozarządowe, przewiduje się nadal dominację silników spalinowych dla tej gałęzi transportu w perspektywie aż do 2050 roku [1,3].

Prowadzone intensywne prace badawcze w jednostkach naukowych i koncernach motoryzacyjnych w kierunku poszukiwania napędów alternatywnych (zarówno środków oraz źródeł energii), jak dotychczas, nie zawsze dają wyniki konkurencyjne w stosunku do klasycznego silnika spalinowego napędzanego paliwami węglowodorowymi. Dotyczy to zwłaszcza działalności przewozowej towarów i pasażerów (samochody ciężarowe, autobusy), gdzie przewaga rozwiązań klasycznych jest najbardziej widoczna. Wydaje się jednak, że nie ma odwrotu od przyjętej strategii rozwoju transportu samochodowego, ukierunkowanego na ochronę środowiska naturalnego, w którym egzystujemy i które chcemy zachować dla przyszłych pokoleń.

LITERATURA

1. Lejda K.: Prognozy Unii Europejskiej dla rozwoju transportu; Systemy i środki transportu samochodowego. Monografia nr 2, seria TRANSPORT, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2011.
2. Merksiz J., Pielecha J., Radzimirski S.: Pragmatyczne podstawy ochrony powietrza atmosferycznego w transporcie drogowym. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009.
3. Merksiz J., Pielecha J., Radzimirski S.: Emisja zanieczyszczeń motoryzacyjnych w świetle nowych przepisów Unii Europejskiej. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2012.
4. Sommer J.: Komentarz do Prawa Wodnego. Tow. Naukowe Prawa Ochrony Środowiska. Seria 47, Wrocław 2002.

5. Steininger N.: Automotive Particulate in European Legislation; State of the Art and Developments to Come. 13th ETH Conference on Combustion Generated Particles, Zurich 2009.

6. Dyrektywy Unii Europejskiej dotyczące rozporządzeń w zakresie zagadnień ekologicznych w transporcie samochodowym (lata 1970-2015).

7. Strony internetowe dotyczące limitów CO₂ w transporcie drogowym (lata 2009-2017).

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Problemy techniczno-eksploatacyjne dwupaliwowego silnika o zapłonie iskrowym zasilanego benzyną i etanolem / LEJDA Kazimierz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Treścią artykułu są zagadnienia dotyczące wprowadzania przepisów normujących poziom zanieczyszczeń w spalinach emitowanych przez środki napędu w pojazdach samochodowych. W retrospektywnym ujęciu przedstawiono kolejne ograniczenia legislacyjne dla produkowanych samochodów przez koncerny motoryzacyjne, aby uzmysłowić, jak ważne są to problemy dla ochrony środowiska. Wskazano również na tendencje rozwojowe w tym zakresie celem minimalizacji skutków spalinyowych środków napędu w transporcie drogowym.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Огляд законодавства з питань нормування викидів шкідливих речовин на автомобільному транспорті / ЛЕЙДА Казімеж // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Змістом статті є питання, що стосуються впровадження положень нормативних документів, які регулюють півень шкідливих речовин у вихлопних газах автотранспортних засобів. У ретроспективному аналізі було визначено законодавчі обмеження для транспортних засобів, що виробляються автомобільними концернами, для того, щоб зрозуміти, наскільки важливі ці проблеми для навколишнього середовища. Також вказано на перспективи розвитку в цій галузі, з метою мінімізації впливу продуктів згорання автомобільного транспорту.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz. Retrospective review of legislation on the engine exhaust gas clarity in car transportation. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article's content are issues that concern implementing regulations normalizing the level of pollution in the exhaust fumes emitted by drive means in motor vehicles. In the retrospective presentation other legislative restrictions for cars produced by automotive companies were presented in order to emphasize how important are those problems for the environmental protection. They also pointed at development tendencies in this respect with the aim of minimizing the effects of combustion drive means in the road transport.

AUTOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

Khrutba V.A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.3+504
UDC 629.3+504

ОСОБЛИВОСТІ КОНВЕРСІЇ АВТОМОБІЛЯ З ДВЗ В ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Яновський В.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Руденко Д.Є., Національний транспортний університет, Київ, Україна

PECULIARITIES OF CONVERSION THE AUTOMOBILE WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE TO HYBRID AUTOMOBILE

Mateichyk V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Tsuman M.P., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yanovskyi V.V., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Rudenko D.Ye., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОСОБЕННОСТИ КОНВЕРСИИ АВТОМОБИЛЯ С ДВС В ГИБРИДНЫЙ АВТОМОБИЛЬ

Матейчик В. П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Цюман Н.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Яновский В.В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Руденко Д. Є., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Для поліпшення екологічного стану атмосферного повітря на вулицях міст та зниження витрат палива на автомобільному транспорті є потреба переходу до принципово нових конструктивних схем і технологій автомобілів. Тому, проекти, що зменшують шкідливі викиди автомобілів, знижують витрату нафтових та газових палив та стимулюють розвиток нетрадиційних автомобілів, зокрема, гібридних та електромобілів, стають актуальними. Енергоустановки нетрадиційних автомобілів мають у своєму складі разом або замість двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) також і альтернативні джерела енергії. Зокрема, у гібридних автомобілях для поліпшення паливної економічності та зниження викидів шкідливих речовин використовуються спеціальні високовольтні акумуляторні батареї (АКБ) та тягові електричні двигуни, які повністю замінюють або частково доповнюють ДВЗ у різних швидкісних і навантажувальних режимах руху автомобіля.

Актуальність проектів конверсії традиційних автомобілів у гібридні пов'язана з вирішенням економічних, екологічних та соціальних проблем, обумовлених негативним впливом автомобільного транспорту, впровадженням технологій підвищення екологічної безпеки транспортних засобів, зокрема, поліпшити їх паливну економічність й зменшити викиди шкідливих речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки з'явилося багато робіт вітчизняних та зарубіжних дослідників, присвячених гібридним автомобілям. Огляд таких публікацій виконано в [1]. В роботі [2] проведено аналіз причин, які не дозволяють гібридним автомобілям і електромобілям зайняти впливову нішу на автомобільному ринку. Однією з основних причин названо високу вартість гібридних автомобілів та електромобілів. В монографії [3] описано: основи гібридної технології; тягово-швидкісні характеристики конверсійного автомобіля; експериментальні дослідження конверсійного автомобіля; практичну значимість конверсії автомобіля.

Метою статті є аналіз особливостей конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль на основі критеріїв паливної економічності та викидів шкідливих речовин.

Основний матеріал. Розвиток екологічно безпечних транспортних засобів (ТЗ) з метою зниження викидів токсичних речовин і поліпшення паливної економічності енергоустановок сьогодні відбувається у таких напрямках:

- удосконалення систем впорскування палива і процесів згорання в традиційних ДВЗ;
- застосування систем каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів;
- розробка новітніх енергозберігаючих технологій та систем на транспорті;
- створення альтернативних екологічно безпечних джерел, накопичувачів енергії та енергоустановок.

Проте заходи щодо вдосконалення традиційних ДВЗ виявилися недостатньо ефективними, особливо при експлуатації автомобілів у великих містах. Відомо, що в межах мегаполісів, потужність ДВЗ використовується в середньому не більше ніж на 20% [3]. Середня швидкість руху в місті для автомобіля, максимальна швидкість якого 150...200 км/год, не перевищує 30 км/год. Крім того, сам характер руху у місті є послідовністю прискорень і гальмувань. В результаті енергія ДВЗ переходить в значній мірі в теплоту, що розсіюється у навколишнє середовище через елементи гальмівних систем та безповоротно втрачається.

Необхідність оптимізації енергоустановки і рекуперації (повернення) енергії в автомобілі виникла вже давно, але була багато в чому обмежена: з одного боку, інертністю виробників ТЗ (як відомо будь-яка модернізація вимагає значних капіталовкладень), а з іншого – недостатнім технологічним рівнем розвитку екологічно безпечних і достатньо ємних накопичувачів і рекуператорів енергії. В ідеалі, така установка повинна мати достатню енергоемність і здатність швидко накопичувати та віддавати запас енергії.

Основна ідея гібридної технології на автотранспорті полягає у тому, щоб мати не один, а два енергетичних елемента, синергетично оптимізованих як для забезпечення прискорення, так і ефективного руху на високих швидкостях ТЗ. ДВЗ у звичайному легковому або вантажному автомобілі повинен забезпечувати достатню потужність для декількох секунд прискорення та підтримувати крейсерську швидкість на автостраді і при цьому бути економічно ефективним. Тому, ДВЗ великого літражу, необхідний для інтенсивного прискорення, стає певним недоліком ТЗ під час руху трасою, оскільки ДВЗ меншого літражу у цьому випадку є більш економічно ефективним та ідеально підходить для замиського циклу. Використання гібридних енергоустановок дозволяє вирішити ці протиріччя (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Гібридна енергоустановка

Ключовими завданнями, які потребують вирішення, при застосуванні гібридних енергетичних установок на ТЗ є:

- загальна економія палива;
- підвищення рівня екологічної безпеки ТЗ;
- потужна віддача енергії при розгоні автомобіля або під час руху на підйом;
- накопичення кінетичної енергії автомобіля при гальмуванні за рахунок використання ефективної системи рекуперації;
- економічне використання енергії в замиському режимі руху автомобіля.

Ефективність електрохімічних акумуляторних батарей при рекуперативному гальмуванні автомобіля та подальшому використанні накопиченої енергії пов'язана з неодноразовим перетворенням енергії з однієї форми в іншу:

1. кінетична енергія автомобіля під час гальмування перетворюється в електричну енергію за допомогою тягової електричної машини, яка працює в режимі генератора;
2. електрична енергія через інвертор (перетворювач напруги) перетворюється в хімічну енергію при заряджанні акумуляторної батареї;
3. при розряджанні акумуляторної батареї хімічна енергія перетворюється в електричну;
4. електрична енергія через інвертор знову подається до тягової електричної машини, яка працює в режимі двигуна і знову перетворюється в механічну енергію руху автомобіля.

В результаті перетворень енергії знижується загальний рівень ефективності гібридної енергоустановки автомобіля. Низька ефективність системи рекуперації гібридного автомобіля обумовлена тим, що термін заряджання АКБ при рекуперативному гальмуванні автомобіля на затяжному ухилі складає максимум декілька хвилин, чого недостатньо для накопичення надлишку кінетичної енергії акумуляторними батареями, тому сама будова гібридних енергоустановок з хімічними акумуляторними батареями неминуче призводить до суттєвих втрат кінетичної енергії автомобілів. Тому, виникає необхідність розробки такої гібридної енергоустановки, яка дозволяє усунути, або зменшити недоліки існуючих технологій. При цьому, одним з основних факторів при розробці є вартість гібридного автомобіля, яка не має перевищувати вартість базового автомобіля більше ніж на 30%.

До технологій, які вже втілені в сучасні енергоустановки автомобілів з високим рівнем екологічної безпеки відносяться:

- використання високовольтних акумуляторних батарей (в автомобілі Lexus RX400h напруга акумуляторних батарей складає 228В, в гібридному автомобілі Cadillac Escalade Hybrid використовується нікель-метал-гідридна АКБ Energy Storage System (ESS) напругою 300В);
- значне зростання напруги живлення (наприклад, в гібридному автомобілі Lexus RX400h напруга живлення тягового електричного двигуна зросла до 650В) та впровадження дворівневої напруги живлення електричних систем та комплексів транспортних засобів;
- використання принципово нових інформаційних панелей;
- обладнання автомобілів новітніми більш енергоємними накопичувачами енергії: акумуляторними батареями, а саме нікель-метал-гідридними (Ni-MH), літій-іонними (Li-ion), конденсаторами великої ємності, мехатронними маховичними накопичувачами енергії, паливними елементами на основі використання водню та ін.;
- використання сучасних силових електронних компонентів для керування та розподілу великих енергетичних потоків (напруги, струму);
- використання для приводу автомобіля вентильних електричних машин, які мають високий ККД, високі енергетичні властивості та невеликі масово-габаритні розміри;
- застосування новітніх комп’ютерних технологій для оптимального керування процесами та системами автомобіля, а також сучасних технологій передачі даних, у тому числі бездротових;
- застосування систем штучного інтелекту для керування процесами та системами автомобіля.

Вибір раціональної схеми енергоустановки і постановка задачі моделювання. При побудові автомобіля з високим рівнем екологічної безпеки однією з найбільш ефективних схем трансмісії гібридних енергоустановок є послідовно-паралельна схема, оскільки початок руху і рух на невисоких швидкостях здійснюється або виключно на електричній тязі, або комбіновано за допомогою ДВЗ та електродвигуна, що істотно підвищує екологічну безпеку автомобіля, особливо в міському циклі руху.

При виконанні математичного моделювання тягово-швидкісних характеристик автомобіля з гібридною енергоустановкою у різних режимах руху необхідно вирішити такі задачі:

- розробити математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з існуючим ДВЗ, в яку входять наступні підсистеми: модель ДВЗ, модель трансмісії, модель системи управління, модель факторів зовнішнього впливу на автомобіль, модель визначення необхідної потужності та інші підсистеми;
- скласти математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з тяговим електричним двигуном з урахуванням маси акумуляторних батарей;
- скласти комбіновану математичну модель тягово-швидкісних характеристик автомобіля з гібридною енергоустановкою;
- провести порівняльну оцінку тягово-швидкісних характеристик автомобіля з ДВЗ і автомобіля з гібридною енергоустановкою.

Основними елементами послідовно-паралельної схеми гібридної енергоустановки автомобіля є (рис. 2):

- електричний генератор;
- тяговий електричний двигун;
- акумуляторна батарея;
- ДВЗ;
- система управління [4].

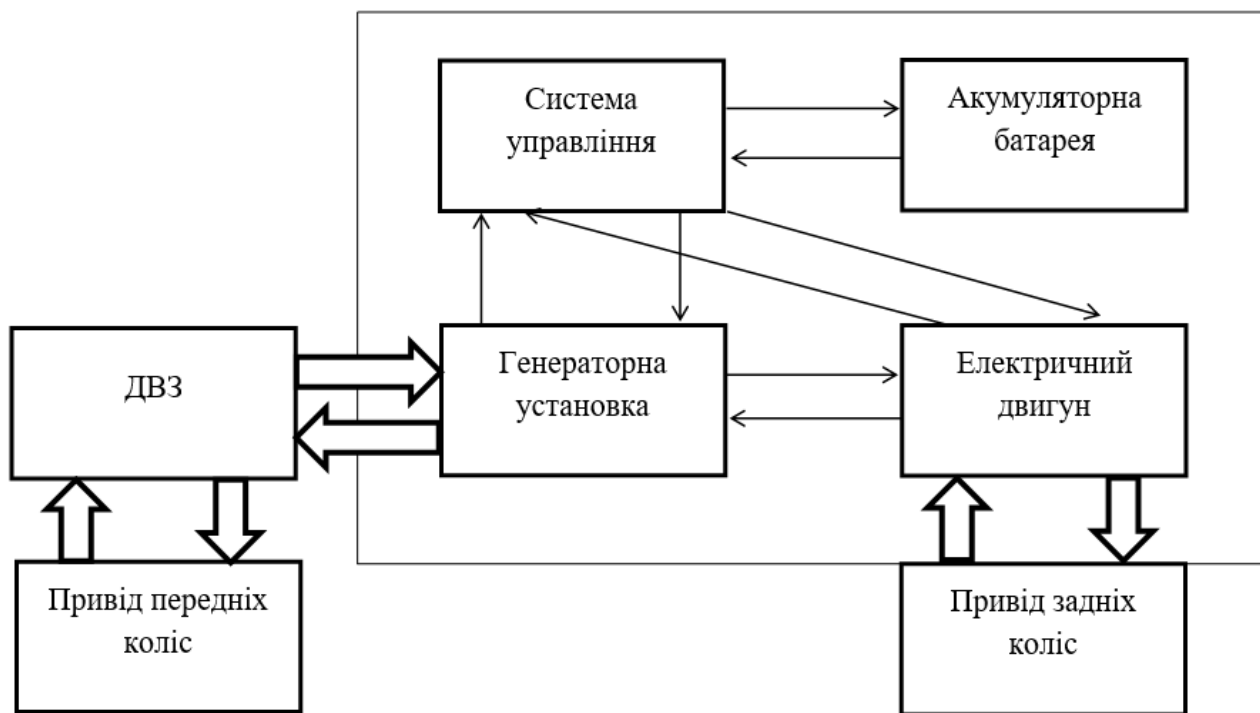


Рисунок 2 – Структурна схема послідовно-паралельної гібридної енергоустановки автомобіля

Економічне обґрунтування доцільності вибору типу гібридної енергоустановки.

Розглядаючи вдалі конструкції електромобілів варто розраховувати термін окупності гібридного автомобіля та електромобіля, оскільки масовий попит на такі ТЗ буде формувати покупець із середнім рівнем достатку.

Розрахуємо ціну гібридизації враховуючи, що гібридний автомобіль не маючи спеціальної конструкції як, наприклад, «Toyota Prius», забезпечить економію у середньому 25% палива за умов руху в європейському міському циклі. При умові, що середньорічний пробіг авто становить 20000 км при ціні бензину 20 грн/л і витратах палива базового автомобіля 10 л/100 км, середньорічні витрати на паливо становитимуть: $20 \text{ грн} \times 20000 \text{ км} \times 0,1 \text{ л/км} = 40000 \text{ грн}$. Тоді, можлива щорічна економія палива становитиме: $40000 \text{ грн} \times 0,25 = 10000 \text{ грн}$.

В середньому вартість конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль становить близько 2700 \$, що забезпечує термін її окупності на даний момент $(2700 \$ \times 26,9 \text{ грн} / \$) / 10000 \text{ грн} = 7,26$ років. В той же час, імпорتنі аналоги гібридних автомобілів коштують на 4000 \$ дорожче прототипів із звичайними двигунами.

Таким чином, для гібридної енергоустановки доцільно використовувати найдешевші компоненти, зокрема, асинхронні та синхронні електродвигуни, а також свинцево-кислотні акумулятори, для забезпечення найменшого терміну окупності.

Вибір акумулятора. Розглядаючи відомі конструкції електромобілів можна зазначити, що здебільшого вони спочатку комплектувалися свинцево-кислотними акумуляторами і мали досить великий запас ходу більше 100 км.

Основною перевагою свинцево-кислотних акумуляторів є їх відносно невисока ціна, проте значним недоліком є те, що звичайні стартерні акумулятори забезпечують лише близько 250 повних циклів заряджання-розряджання. У стартерному режимі найбільш важливим є не стільки ємність акумулятора, як його здатність забезпечувати великий пусковий струм. Свинцево-кислотний акумулятор при значних струмах не можна розряджати більш ніж на 50% ємності, оскільки при подальшому розряджанні зростає внутрішній опір і акумулятор розігрівається через падіння к.к.д. [5].

Розглянемо дослідження, які проводилися в ХНАДУ та описані в монографії [3]. В цих дослідженнях розглядалися свинцево-кислотні акумулятори при значних розрядних струмах до $3 C_0$ (C_0 – ємність акумулятора зазначена на етикетці А·год) і зарядному струмові $0,5 C_0$, який є максимально дозволеним при аварійному введенні в експлуатацію.

Для експерименту було обрано АКБ 6СТ110А із п'яти поширених на ринку фірм-виробників: Bosch, Delkor Technology (Корея), Jonson Controls «Varta» (Германія), ООО «Акумуляторные технологии» – «Зверь» (Росія), «А mega» (Україна).

Досліджувався стан акумуляторної батареї в режимі: струм розрядження 250 А на протязі 7 сек, потім зарядження 50 А на протязі 10 сек, цикли розрядження- зарядження виконували до напруги на акумуляторі 10 В під навантаженням. Акумулятор витримував близько 100 таких циклів при чому залишкова ємність при струмі розрядження 25 А становила близько 40...50% від повної. Після декількох сотень циклів акумулятор зарядили і провели контрольне розрядження струмом 25 А і одержали ємність 92 А·год. Цей результат не відрізняється від нової батареї, яка не випробовувалася цикловим навантаженням. На основі цього можна зробити висновок, що для найдешевших гібридних авто типу ДВЗ+електродвигун можна використовувати українські стартерні акумулятори «А mega» ємністю 92 А·год при 20...25% використанні ємності в кількості 5 шт., тобто на 60 В. В такому разі запас енергії, яку можна отримати, становитиме $92 \text{ А} \cdot \text{год} \times 0,25 \times 60 \text{ В} = 1380 \text{ Вт} \cdot \text{год}$, а маса батареї становитиме: $26,15 \text{ кг} \times 5 = 130 \text{ кг}$.

Для порівняння, енергоємність акумулятора для «Toyota Prius» при його 50% використанні становить $6,5 \text{ А} \cdot \text{год} \times 0,5 \times 285 \text{ В} = 890 \text{ Вт} \cdot \text{год}$.

Проте, свинцево-кислотні акумулятори «А mega» мають гарантію 3 роки і термін експлуатації близько 5 років, в той час як акумулятор для «Toyota Prius» має гарантію 8 років і термін експлуатації близько 10...12 років.

Слід враховувати важливий ціновий фактор: акумулятор «А mega» 92 А·год коштує близько 2400 гривень, а батарея з 5 акумуляторів – $2400 \times 5 = 12000 \text{ грн}$, тобто при курсі 26,9 грн/у.о. $12000 \text{ грн} / 26,9 \text{ грн/у.о.} \approx 446 \text{ у.о.}$ Для порівняння, батарея для «Toyota Prius» коштує близько 1000 у.о.

Прогнозування рівня економії палива та зменшення викидів шкідливих речовин при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль. Порівняння проведемо по усередненим значенням викидів діоксиду вуглецю для чотирьох автомобілів: Honda Civic Hybrid – 109 г/км; Toyota Prius – 104 г/км; Citroen C4 Hybrid – 90 г/км; Honda Insight – 80 г/км. З порівняння можна зробити висновок, що показник викиду діоксиду вуглецю залежить не стільки від конструкції гібридного приводу, як від витрати палива. Отже, доцільно застосовувати концепцію більш дешевої гібридної енергоустановки задля пришвидшення темпів розвитку гібридного автотранспорту.

У зв'язку з тим, що свинцево-кислотні акумулятори мають зарядний струм на порядок менший, ніж розрядний, а конкретно не більше 0,5 від ємності акумуляторної батареї, такі акумулятори не підходять для великих навантажень на протязі великого проміжку часу.

При використанні акумуляторної батареї 60 В · 100 А·год. зарядний струм не повинен перевищувати 50 А, а максимальна потужність генератора становить 3 кВт. Таким чином, доцільно використовувати електротягу тільки при швидкості до 35 км/год. Автомобіль має найгірші економічні параметри саме на малих швидкостях, що відображено на графіках питомих витрат палива для автомобільного двигуна МеМЗ-307 (рис. 3) [3].

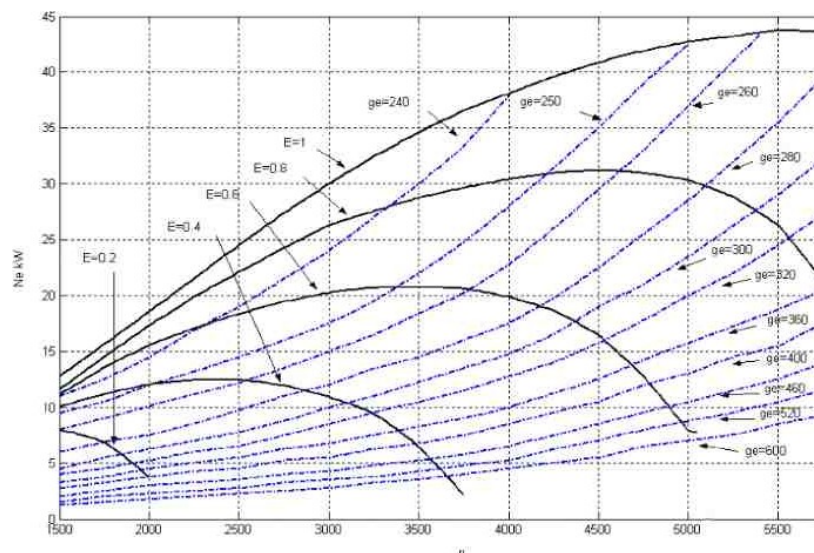


Рисунок 3 – Багатопараметрова характеристика ДВЗ МеМЗ-307

З використанням наведених вище даних була побудована математична модель, що реалізована за допомогою програмного забезпечення «Matlab Simulink», яка враховує механічну характеристику електродвигуна та ДВЗ при їх послідовній роботі в умовах руху згідно з європейським міським їздовим циклом і з урахуванням сумарного дорожнього опору (рис. 4) [3].

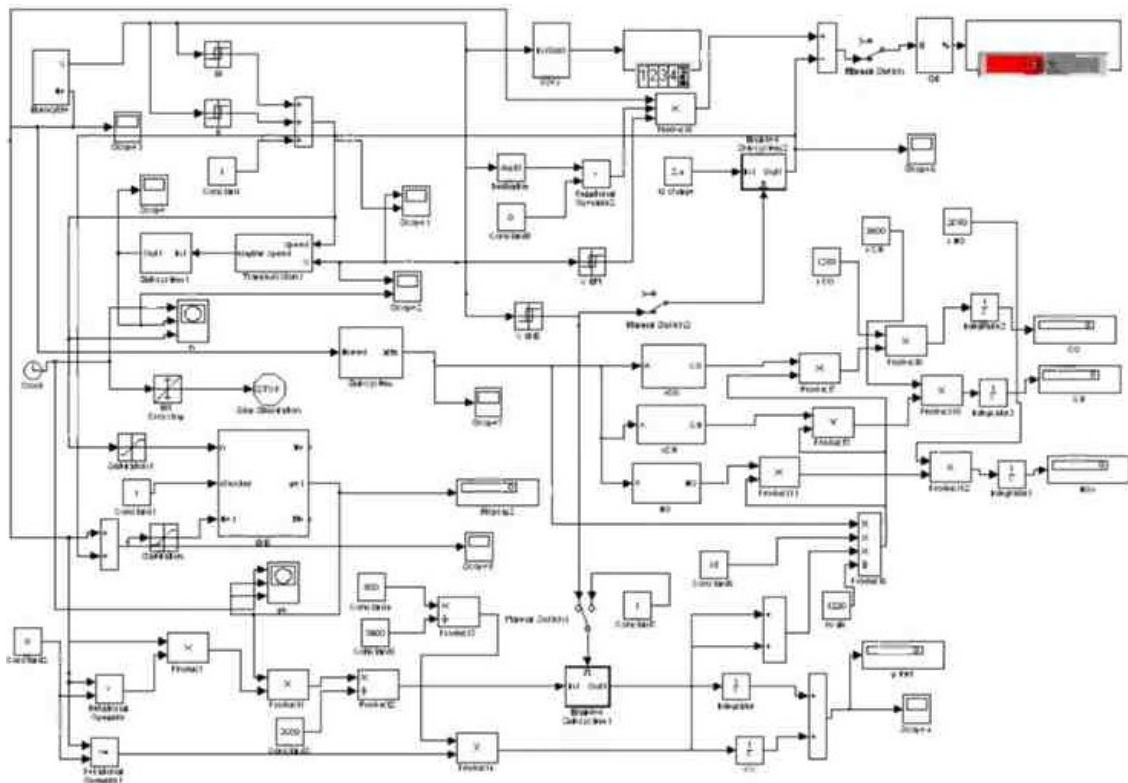


Рисунок 4 – Математична модель гібридного автомобіля

Розрахунок витрат палива і кількості шкідливих речовин був проведений за методикою, яка викладена в роботі [6].

Для отримання характеристик токсичності необхідно апроксимувати криві залежності кількості викидів від коефіцієнта надлишку повітря. Як показують спеціальні дослідження [3], ці криві достатньо точно можна виразити тричленом у вигляді $(A_1 + B_1 \cdot a + C_1 \cdot a^2)$, де A_1 , B_1 , C_1 – постійні коефіцієнти.

Вміст оксидів вуглецю може бути розрахований по формулі:

$$X_{CO} = (61,3 - 114 \cdot a + 53 \cdot a^2) \quad (1)$$

Вміст вуглеводнів може бути розрахований по формулі:

$$X_{CH} = (0,991 - 1,677 \cdot a + 0,0776 \cdot a^2) \quad (2)$$

Вміст оксидів азоту може бути розрахований по формулі:

$$X_{NO} = (-3,64 + 7,88 \cdot a + 3,88 \cdot a^2) \quad (3)$$

Коефіцієнт надлишку повітря може бути розрахований за рівнянням:

$$a = [a_1 - b_1 / (c_1 + N_1)] \quad (4)$$

де a_1 , b_1 , c_1 , – постійні коефіцієнти для даного двигуна, N_1 – відсоток використання потужності.

В результаті були одержані показники рівня економії палива та зниження кількості викидів шкідливих речовин при русі за європейським міським їздовим циклом (табл. 1) [3].

Таблиця 1 – Результати моделювання показників витрати палива та викидів шкідливих речовин

Базовий варіант автомобіля		Гібридний варіант	Ефективність впровадження, %
Витрата палива за один елементарний європейський міський цикл, г			
162,4		116,9	28
Викиди шкідливих речовин, г			
CO	0,283	0,134	47
CH	0,1919	0,0913	48
NO _x	4,041	1,924	48

При цьому, за один елементарний міський цикл акумулятор втрачає близько 1% своєї енергії. При умові, що акумулятор не можна розряджати більше ніж на 50% його ємності для забезпечення довговічності і незмінності експлуатаційних властивостей, автомобіль з повністю зарядженим акумулятором потенційно зможе подолати відстань до 200 км у режимах руху згідно із європейським міським їздовим циклом.

Висновок. Таким чином, практичне застосування гібридної технології вдосконалення енергетичних установок транспортних засобів є ефективним заходом для підвищення їх екологічної безпеки. Проведений аналіз можливостей конверсії традиційного автомобіля у гібридний свідчить про необхідність пошуку ефективного алгоритму функціонування гібридної енергоустановки для забезпечення її найбільшої паливно-економічної ефективності та мінімального терміну економічної окупності конверсії. Моделювання показників паливної економічності та викидів шкідливих речовин традиційного і гібридного автомобіля при їх русі у режимах їздового циклу показує, що витрата палива гібридного автомобіля менше на 28 %, а викиди нормованих шкідливих речовин на 47-48 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков; під ред. О.В. Бажинова – Харків: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
3. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, М. Хакім. – Х.: ХНАДУ, 2014. – 160 с.
4. Смирнова А.О. Аналіз розвитку інформаційних панелей електромобілів та гібридних автомобілів / А.О. Смирнова // Вестник ХНАДУ, 2011. – № 55. – С. 126–129.
5. Смирнов О.П. Аналіз схемних рішень побудови автомобіля з гібридною енергетичною установкою. / О.П. Смирнов // Вестник ХНАДУ, 2006. – № 32. – С. 41–43.
6. Смирнов О.П. Теоретические основы повышения топливной экономичности автомобиля за счет использования гибридной энергетической установки. / О.П. Смирнов // Транспорт, екологія – сталий розвиток: XII міжнар. наук.-техн. конф., 18-20 травня 2006 р.: - Варна, Болгарія, 2006. – С. 80–85.
7. Бажинов А.В. Система управления гибридной силовой установки с тяговым электроприводом на базе вентильного двигателя с электромагнитным возбуждением / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, С.А. Серіков // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2010. – №7 (149).
8. Бажинов А.В. Пути снижения стоимости подзаряжаемого гибридного автомобиля / А.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, С.А. Серіков, Е.А. Серікова, О.П. Смирнов // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – 2012. – №134/2012.

REFERENCES

1. O. V. Bazhynov, O. P. Smyrnov, S. A. Sierikov, A. B. Hnatov, A. B. Koliesnikov. "Hibrydni avtomobili" [Hybrid automobiles]. Kharkiv, 2008, 327 p. (Ukr)
2. O. V. Bazhynov, O. P. Smyrnov, S. A. Sierikov, V. Y. Dvadnenko "Synerhetychnyi avtomobil. Teoriia i praktyka" [Synergetic automobile. Theory and practice]. Kharkiv, 2011, 236 p. (Ukr)
3. O. V. Bazhynov, V. Y. Dvadnenko, M. Khakim, "Konversiiia lehkovoho avtomobilia v hibrydnyi" [Hybrid conversion light duty vehicle]. Kharkiv, 2014. (Ukr)
4. A. O. Smyrnova "Analiz rozvytrku informatsiinykh panelei elektromobiliv ta hibrydnykh avtomobiliv" [Improvement analysis of electrical automobiles and hybrid automobiles information panels]. Vestnik KhNADU, issue 55, 2011, pp. 126-129. (Ukr)
5. O. P. Smyrnov "Analiz skhemnykh rishen pobudovy avtomobilia z hibrydnoiu enerhetychnoiu ustanovkoiu" [Analysis of schematics decisions of hybrid power plant automobile constructions]. Vestnik KhNADU, issue 32, 2006, pp. 41-43. (Ukr)
6. O. P. Smyrnov "Teoreticheskie osnovyi povyisheniya toplivnoy ekonomichnosti avtomobilya za schet ispolzovaniya gibridnoy energeticheskoy ustanovki" [Theoretical basis of automobile fuel economy improving by using hybrid power plant]. Transport, ecology – sustainability, XII Int. Sc. Conf., Varna, Bulgaria, 2006, pp. 80-85. (Rus)

7. A. V. Bazhynov, V. Y. Dvadenko, S.A. Serikov "Sistema upravleniya gibridnoy silovoy ustanovki s tyagovym elektroprivodom na baze ventilnogo dvigatelya s elektromagnitnymy vozbuзhdeniem" [Control system of hybrid power plant with electrical powertrain based on electromagnetic excitation valve engine]. Visnyk SNU im. V. Dalia, 2010, issue 7 (149). (Rus)

8. A. V. Bazhynov, V. Y. Dvadenko, S.A. Serikov, E.A. Serikova, O. P. Smyrnov "Puti snizheniya stoimosti podzaryazhaemogo gibridnogo avtomobilya" [Ways of cost decreasing for charging hybrid automobile]. Visnyk SevNTU, 2012, issue 134. (Rus)

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Особливості конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, В.В. Яновский, Д.С. Руденко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

В статті розглянуто особливості конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль та технології, які вже втілені в сучасні енергоустановки автомобілів з високим рівнем екологічної безпеки. Досліджено вибір раціональної схеми енергоустановки і виконано постановку задачі її моделювання, здійснено економічне обґрунтування доцільності вибору типу гібридної енергоустановки, розглянуто особливості вибору акумуляторної батареї для гібридної енергоустановки, здійснено прогнозування рівня економії палива та зменшення викидів шкідливих речовин при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Об'єкт дослідження – вплив характеристик та параметрів схеми гібридної енергоустановки на вибір раціональної схеми енергоустановки при конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Мета роботи – аналіз особливостей конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль на основі критеріїв паливної економічності та викидів шкідливих речовин.

Метод дослідження – експериментальні дослідження, математичне моделювання, розрахунок витрат палива і кількості шкідливих речовин при використанні гібридної енергоустановки за умов руху автомобіля у європейському міському їздовому циклі.

Практичне застосування гібридної технології вдосконалення енергетичних установок транспортних засобів є ефективним заходом для підвищення їх екологічної безпеки. Здійснено визначення необхідного обладнання для гібридної енергоустановки, економічне обґрунтування та встановлено еколого-економічну ефективність конверсії автомобіля з ДВЗ в гібридний автомобіль.

Проведений аналіз можливостей конверсії традиційного автомобіля у гібридний свідчить про необхідність пошуку ефективного алгоритму функціонування гібридної енергоустановки для забезпечення її найбільшої паливно-економічної ефективності та мінімального терміну економічної окупності конверсії. Моделювання показників паливної економічності та викидів шкідливих речовин традиційного і гібридного автомобіля при їх русі у режимах їздового циклу показує, що витрата палива гібридного автомобіля менше на 28 %, а викиди нормованих шкідливих речовин на 47-48 %.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА, КОНВЕРСІЯ, ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ДВИГУН, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Tsuman M.P., Yanovskyi V.V., Rudenko D.Ye. Peculiarities of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In article the peculiarities of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile are examined. Also, the technologies are examined, which already are implemented to modern power plants for automobiles with high level of environmental safety. The choose of power plant rational scheme is researched. The problem formulation of simulation the power plant is made. The economical reasoning the choose of type the hybrid power plant is done. The peculiarities of choose the accumulator battery for hybrid power plant are examined. The forecasting of fuel economy level and decreasing of harmful emissions for conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile is done.

Object of the study – is influence of characteristics and parameters of hybrid power plant scheme on

choose of power plant rational scheme for conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile.

Purpose of the study – is analysis of peculiarities the conversion of automobile with internal combustion engine to hybrid automobile using the fuel economy and harmful emissions criterias.

Method of the study – experimental studies, mathematical simulation, the calculating of fuel consumption and harmful emissions when using the hybrid power plant during the automobile motion in European driving city cycle.

The practical using of hybrid technology for improvement the vehicle power plants is effective activity for increasing the environmental safety of vehicles. The determination of necessary equipment for hybrid power plant and economical reasoning of conversion are made. The environmental and economical efficiency of conversion the automobile with internal combustion engine to hybrid automobile are found.

The analysis of possibilities the conversion of conventional automobile to hybrid shows that finding the effective algorithm of hybrid power plant functioning is necessary for providing of most fuel efficiency and minimal payback period of conversion. Simulation of fuel economy and harmful emissions for the conventional and hybrid automobiles during their motion under the modes of driving cycle shows, that fuel consumption of hybrid automobile is less on 28 % and certified harmful emissions is less on 47-48 %.

KEY WORDS: POWER PLANT, CONVERSION, HYBRID AUTOMOBILE, ENVIRONMENTAL SAFETY, ACCUMULATOR BATTERY, ELECTRICAL ENGINE, ECONOMICAL EFFICIENCY.

РЕФЕРАТ

Матейчик В. П. Особенности конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль / В.П. Матейчик, Н.П. Цюман, В.В. Яновский, Д.Е. Руденко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье рассмотрены особенности конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль и технологии, которые уже воплощены в современные энергоустановки автомобилей с высоким уровнем экологической безопасности. Исследован выбор рациональной схемы энергоустановки и выполнена постановка задачи ее моделирования, осуществлено экономическое обоснование целесообразности выбора типа гибридной энергоустановки, рассмотрены особенности выбора аккумуляторной батареи для гибридной энергоустановки, осуществлено прогнозирование уровня экономии топлива и уменьшения выбросов вредных веществ при конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Объект исследования – влияние характеристик и параметров схемы гибридной энергоустановки на выбор рациональной схемы энергоустановки при конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Цель работы – анализ особенностей конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль на основе критериев топливной экономичности и выбросов вредных веществ.

Метод исследования – экспериментальные исследования, математическое моделирование, расчет расхода топлива и количества вредных веществ при использовании гибридной энергоустановки в условиях движения автомобиля в европейском городском ездовом цикле.

Практическое применение гибридной технологии совершенствования энергетических установок транспортных средств является эффективной мерой для повышения их экологической безопасности. Осуществлено определение необходимого оборудования для гибридной энергоустановки, экономическое обоснование и установлено эколого-экономическую эффективность конверсии автомобиля с ДВС в гибридный автомобиль.

Проведенный анализ возможностей конверсии традиционного автомобиля в гибридный свидетельствует о необходимости поиска эффективного алгоритма функционирования гибридной энергоустановки для обеспечения ее наибольшей топливно-экономической эффективности и минимального срока экономической окупаемости конверсии. Моделирование показателей топливной экономичности и выбросов вредных веществ традиционного и гибридного автомобиля при их движении в режимах ездового цикла показывает, что расход топлива гибридного автомобиля меньше на 28%, а выбросы нормируемых вредных веществ на 47-48%.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, КОНВЕРСИЯ, ГИБРИДНЫЙ АВТОМОБИЛЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, декан автомеханічного факультету, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38044-280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Цюман Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Яновський Василь Васильович, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, тел. +38097282-41-12, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

Руденко Денис Євгенович, Національний транспортний університет, магістрант спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища», e-mail: deoniska93@gmail.com, тел. +38 093 709 95 71, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1.

AUTHORS:

Mateichyk Vasyl P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Dean of the Automobile Mechanic Faculty, e-mail: wmate@ukr.net, tel. +38044-280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Tsiuman Mykola P., Ph.D in Technical Science, Associate professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Engines and Heating Engineering, e-mail: tsuman@ukr.net, tel. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str., 1.

Yanovskyi Vasyl 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, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Rudenko. Denys Ye., National Transport University, magistrant of Ecology and Environmental Protection major, e-mail: deoniska93@gmail.com, tel. +38 093 709 95 71, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str., 1.

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, декан автомеханического факультета, e-mail: wmate@ukr.net, тел. +38 044-280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Цюман Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, м. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1.

Яновский Василь Васильович, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: V.v.yanovskyi@ya.ru, тел. +38 097 282-41-12, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Руденко Денис Евгеньевич, Национальный транспортный университет, магистрант специальности «Экология и охрана окружающей среды», e-mail: deoniska93@gmail.com, тел. +38 093 709 95 71, Украина, 01010, м. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

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

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

УДК 621.43.068.7
UDC 621.43.068.7

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВНУТРІШНЬОЦИЛІНДРОВОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВІ ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ

Парсаданов І.В., доктор технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Строков О.П., доктор технічних наук, філія Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського, Кременчук, Україна

Хижняк В.О., Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

COMPLEX ASSESSMENT OF IN-CYLINDER NEUTRALIZATION OF TOXIC SUBSTANCES OF THE DIESEL ENGINE ON THE BASIS OF FUEL AND ECOLOGICAL CRITERION

Parsadanov I.V., Doctor of Technical Science, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

Strokov O.P., Doctor of Technical Science, branch of the Kremenchuk National University named after M. Ostrogradskiy, Kremenchuk, Ukraine

Khyzhniak V.O., National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВНУТРИЦИЛИНДРОВОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

Парсаданов И.В., доктор технических наук, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

Строков А.П., доктор технических наук, филиал Кременчугского национального университета им. М. Остроградского, Кременчуг, Украина

Хижняк В.А., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

Вступ. Сукупність прикладних досліджень двигунів внутрішнього згоряння пропонує різні засоби по поліпшенню економічних та екологічних показників, серед яких розглядається нанесення каталітичних покриттів на поверхні камери згоряння (КЗ) поршня. Ефективність такого методу розглядається в роботах В.О. Звонова, І.П. Васильєва [1], W. Zeng [2], M. Ciniviz [3], М.М. Бендика та В.М. Фоміна [4] тощо.

Результати дослідження одноциліндрового дизеля проведеного на кафедрі ДВЗ НТУ «ХПІ» [5] з оцінки ефективності внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин з ВГ дизеля показали позитивні результати по зниженню викидів оксидів азоту (NO_x) при одночасному підвищенню паливної економічності. Це дозволяє провести порівняльну оцінку паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів (ВГ) дизеля з поршнем серійної комплектації та дизеля з нанесеними каталітичними покриттями на поверхні камери згоряння (КЗ) поршня на основі комплексного паливно-екологічного критерію.

Використання комплексного паливно-екологічного критерію для оцінки паливної економічності та токсичності ВГ дизеля за даними експериментальних досліджень передбачено при використанні моделей експлуатації [6], але така оцінка можлива і для кожного з режимів.

В якості вихідних даних для проведення розрахунку комплексного паливно-екологічного критерію в проведеному дослідженні є ефективна потужність двигуна, частота обертання колінчастого валу, годинна витрата палива, питома витрата палива, концентрація оксидів азоту та монооксиду вуглецю.

Мета роботи – оцінка ефективності внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин дизеля на основі паливно-екологічного критерію та аналіз отриманих результатів розрахунку.

Методика дослідження. Розрахунок комплексного паливно-екологічного критерію проводять з використанням ефективного ККД та коефіцієнту відносних експлуатаційних втрат, який в свою чергу враховує витрати на відшкодування екологічного збитку та витрати на паливо [6]:

$$K_{п.е.} = \eta_e \cdot \beta, \quad (1)$$

де η_e – ефективний ККД; β – коефіцієнт відносних експлуатаційних втрат.

Якщо відома ефективна потужність N_e (кВт), нижча теплота згоряння H_u (МДж/кг), годинна витрата палива (кг/год), то ефективний ККД для кожного з режимів визначається за формулою:

$$\eta_e = \frac{3600 \cdot N_e}{H_u \cdot B_{год.}}, \quad (2)$$

Однією із основних складових паливно-екологічного критерію є паливна економічність двигуна в експлуатації. Витрати на паливо при роботі дизеля на фіксованому режимі, грн/кВт·год можна визначити як: $З_{пi} = g_{ei} \cdot C_{п.}$

Друга складова комплексного критерію – рівень токсичності відпрацьованих газів двигуна. При визначенні токсичних властивостей ВГ дизеля враховують витрати в грн/кВт·год на відшкодування екологічного збитку від впливу шкідливих компонентів на навколишнє середовище: $З_{ei} = \frac{B_{год.} \cdot Y_{ei}}{N_e}$.

В наведених формулах: g_{ei} – питома витрата палива, кг/кВт·год; $C_{п.}$ – ціна 1 кг палива, грн; Y_{ei} – вартісний показник екологічного збитку, грн.

Визначення вартісного показника екологічного збитку від шкідливого впливу на навколишнє середовище ВГ дизеля проводиться з урахуванням масових викидів токсичних компонентів, їх агресивності і нанесеної шкоди:

$$Y_{ei} = \frac{\delta \cdot \sigma \cdot f \cdot G_{шп.р.i}}{B_{год.i}}, \quad (3)$$

де δ – розмірний коефіцієнт для переведення бальної оцінки збитку у вартісну, грн/кг_{пал.}, який залежить від вартості палива; σ – безрозмірний показник відносної небезпеки забруднення в залежності від призначення двигуна, приймаємо, як для двигуна вантажного автомобіля $\sigma=1$; f – безрозмірний коефіцієнт, що враховує характер розсіювання відпрацьованих газів в атмосфері, приймаємо для умов України $f=1$; $G_{шп.р.}$ – приведений масовий викид шкідливих речовин з ВГ дизеля, кг_{шп.р.}/год, що дорівнює:

$$G_{шп.р.i} = \sum A_{ki} \cdot \frac{G_{ki}}{B_{год.i}}. \quad (4)$$

Тут A_{ki} – показник відносної агресивності компоненту; G_{ki} – масовий викид компоненту, кг/год. Величини показника відносної агресивності та формули для розрахунків масових викидів для певного компоненту наведено у монографії [6].

Сумарні витрати на паливо і відшкодування екологічного збитку від шкідливого впливу на навколишнє середовище ВГ при згорянні палива на фіксованому режимі, грн/кВт·год знаходимо як:

$$З_{п.е.i} = З_{пi} + З_{ei}, \quad (5)$$

а коефіцієнт відносних експлуатаційних втрат для кожного режиму визначається формулою:

$$\beta_i = \frac{З_{пi}}{З_{п.е.i}}, \quad (6)$$

тобто маємо дані для визначення комплексного паливно-екологічного критерію за формулою (1).

Результати дослідження. Дослідження проведені на безнаддувному одноциліндровому дизелі розмірністю 12/14 на режимі $N_e = 10,3$ кВт при частоті обертання колінчастого валу $n = 1400$ хв⁻¹[5]. За даними результатів проведених досліджень одноциліндрового дизеля були отримані вихідні дані для проведення розрахунку комплексного паливно-екологічного критерію, які представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку комплексного паливно-екологічного критерію

Етапи дослідження поршнів	Параметр та одиниці вимірювання					
	Потужність N_e , кВт	Частота обертання КВ, n , хв ⁻¹	Годинна витрата палива, $B_{год.}$, кг/год	Питома витрата палива, g_e , кг/кВт·год	Концентрація оксидів азоту, W_{NOx} , млн. ⁻¹	Концентрація монооксиду вуглецю, W_{CO} , млн. ⁻¹
Серійної комплектації	10,3	1400	2,99	0,288	2162	1008
З каталітичн. покриттям на основі оксиду Mn	10,3	1400	2,88	0,279	2288	1462
З каталітичн. покриттям на основі оксиду Co	10,3	1400	2,79	0,271	2085	1660

При визначенні комплексного критерію враховувалися лише витрати на відшкодування екологічних збитків від NO_x та CO. Результати проведених розрахунків наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунків комплексного паливно-екологічного критерію

Етапи дослідження поршнів	Параметр та одиниці вимірювання					
	Ефективний ККД, η_e	Витрати на паливо, $z_{п.в.}$, грн/кВт·год	Витрати на відшкодування екологічних збитків, z_{ei} , грн/кВт	Сумарні паливно-екологічні витрати, $z_{п.е.}$, кг/кВт·год	Коефіцієнт відносних експлуат. втрат, β	Комплексний паливно-екологічний критерій, $K_{п.е.}$
Серійної комплектації	0,291	7,20	7,573	14,773	0,487	0,142
З каталітичн. покриттям на основі оксиду Mn	0,303	6,975	8,411	15,386	0,453	0,137
З каталітичн. покриттям на основі оксиду Co	0,312	6,775	7,640	14,415	0,469	0,147

Результати розрахунку показали, що для варіанту дизеля з поршнем серійної комплектації комплексний паливно-екологічний критерій складає 0,142, для дизеля з поршнем з нанесеним каталітичним покриттям на основі оксиду марганцю – 0,137. Максимальне значення критерію має дизель з поршнем з каталітичним покриттям на основі оксиду кобальту – 0,147.

Внаслідок збільшення концентрацій NO_x та CO у ВГ, комплексні показники дизеля з поршнем з каталітичним покриттям на основі оксиду марганцю погіршуються. В той же час, за рахунок покращення паливної економічності та зниження концентрації NO_x у ВГ дизеля, каталітичне покриття на основі оксиду кобальту забезпечує найбільший ефект.

Графічна залежність комплексного паливно-екологічного критерію для дизеля з поршнем серійної комплектації та дизеля з поршнем з нанесеними каталітичними покриттями на основі оксиду Mn та Co представлена на рис. 1.

Висновок. Проведені дослідження дизеля і комплексна оцінка паливної економічності та токсичності ВГ за даними попередніх досліджень одноциліндрового дизеля підтвердили ефективність використання на поверхні КЗ поршня каталітичного покриття на основі оксиду кобальту за рахунок

зменшення витрати палива і концентрації у відпрацьованих газах оксиду азоту.

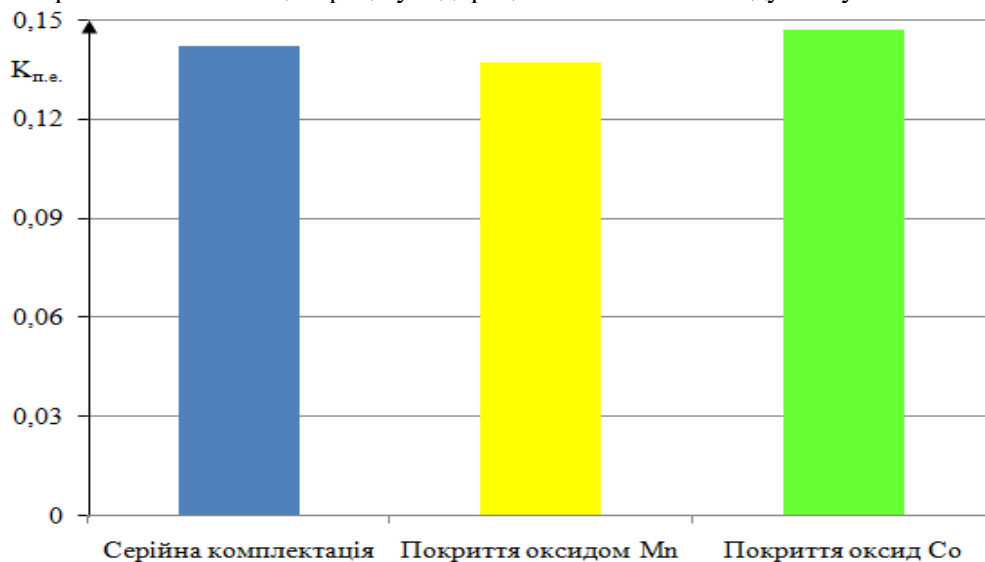


Рисунок 1 – Комплексний паливно-екологічний критерій для дизеля з поршнем серійної комплектації та дизеля з поршнем з нанесеними каталітичними покриттями на основі оксидів Mn та Co

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Васильев И. П. Влияние характеристик турбулентности воздушного заряда в камере сгорания с локальной турбулизацией заряда и каталитическим покрытием на показатели дизеля / И.П. Васильев, В.А. Звонов, П.Н. Гавриленко // Совершенствование быстроходных дизелей: Тезисы докл. международной научно техн. конф. 25-28 мая 1993 г. – Барнаул, 1993. – с. 30-31.
2. Zeng W. Numerical investigation on the application of catalytic combustion to HCCI engines / Wen Zeng, Maozhao Xie, Ming Jia // Chemical Engineering Journal. – 2007. – no. 127. – p. 81-93.
3. Ciniviz M. Impact of thermal barrier coating application on the performance and emissions of a turbocharged diesel engine / M. Cinviz, C. Hasimoglu, F. Sahin, M.S. Salman // Automobile engineering. – 2008. – no. 222. – p. 2447-2455.
4. Бендик М.М. Системы каталитического воздействия на параметры рабочего процесса автомобильного дизеля / М.М. Бендик, В.М. Фомин // Вестник РУДН Сер.: Инженерные исследования. – 2005. – № 1 (11). – с. 32-38.
5. Парсаданов І.В. Дослідження дизеля з каталітичним покриттям поверхні камери згоряння [Текст] / І.В. Парсаданов, М.Д. Сахненко, М.В. Ведь, І.М. Карягін, В.О. Хижняк, Д.С. Андрощук // Двигатели внутреннего сгорания. – Х.: НТУ «ХПИ», 2015. – № 2. – с. 69-72.
6. Парсаданов І.В. Підвищення якості і конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію [Текст]: монографія / І.В. Парсаданов. – Х.: Видавничий центр НТУ «ХПИ», 2003. – 244с. – Російською мовою.

REFERENCES

1. Vasil'ev I.P., Zvonov V.A., Gavrilenko P.N. Vliyanie harakteristik turbulentnosti vozdušnogo zarjada v kamere sgoraniya s lokal'noj turbulizaciej zarjada i kataliticheskim pokrytiem na pokazateli dizelja [The effect of the characteristics of turbulence of the air charge in the combustion chamber with the local turbulence of the charge and the catalytic coating on the performance of diesel engine]. *Sovershenstvovanie bystrohodnyh dizel'ej: Tezisy dokl. mezhdunarodnoj nauchno-tehn. konf. 25-28 maja 1993, Barnaul* [Improvement of high-speed diesel engines: Abstracts. Int. Sci.-Techn. Conf. 25-28 may 1993, Barnaul]. Barnaul, 1993, pp. 30-31. (Rus)
2. Zeng W. Numerical investigation on the application of catalytic combustion to HCCI engines / Wen Zeng, Maozhao Xie, Ming Jia // Chemical Engineering Journal. – 2007. – no. 127. – p. 81-93. (Eng)
3. Ciniviz M. Impact of thermal barrier coating application on the performance and emissions of a turbocharged diesel engine / M. Cinviz, C. Hasimoglu, F. Sahin, M.S. Salman // *Automobile engineering*. – 2008. – no. 222. – p. 2447-2455. (Eng)
4. Bendik M.M., Fomin V.M. Sistemy kataliticheskogo vozdejstviya na parametry rabocheho processa avtomobil'nogo dizelya [System of catalytic influence on parameters of working process of diesel

engines]. *Vestnik RUDN Ser.: Inzhenernyie issledovaniya* [Bulletin of RUDN Ser.: Engineering studies], 2005, no.1(11), p.32-38. (Rus)

5. Parsadanov I.V., Sakhnenko M.D., Ved' M.V., Karyahin I.M., Khyzhnyak V.O, Androshchuk D.S. Doslidzhennya dyzelya z katalitychnym pokryttyam poverkhni kamery zhoryannya [The research of the diesel engine with a catalytic coating on the surface of the combustion chamber]. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya* [Internal combustion engine], 2015, no. 2, pp. 69-72. (Rus)

6. Parsadanov I.V. Povyshenie kachestva i konkurentosposobnosti dizelej na osnove kompleksnogo toplivno-ekologicheskogo kriteriya [Improvement of quality and competitiveness of diesel engines on the basis of complex fuel and ecological criterion]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ., 2003, 244 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Парсаданов І.В. Комплексна оцінка внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин дизеля на основі паливно-екологічного критерію / І.В. Парсаданов, О.П. Строков, В.О. Хижняк // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Мета роботи – оцінка ефективності внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин дизеля на основі паливно-екологічного критерію та аналіз отриманих результатів розрахунку.

В статті проведена порівняльна оцінка паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів дизеля з поршнем серійної комплектації та дизеля з нанесеними каталітичними покриттями на поверхні камери згоряння з використанням комплексного паливно-екологічного критерію. Аналіз результатів розрахунку показав, що за рахунок покращення паливної економічності та зниження концентрації оксидів азоту у відпрацьованих газах дизеля, каталітичне покриття на основі оксиду кобальту забезпечує найбільший ефект.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, КАТАЛІТИЧНЕ ПОКРИТТЯ, КАМЕРА ЗГОРЯННЯ, ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНИЙ КРИТЕРІЙ, ТОКСИЧНІСТЬ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ.

ABSTRACT

Parsadanov I.V., Strokov O.P, Khyzhniak V.O. Complex assessment of in-cylinder neutralization of toxic substances of the diesel engine on the basis of fuel and ecological criterion. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

Purpose – assessment efficiency of in-cylinder neutralization of toxic substances of the diesel engine on the basis of fuel and ecological criterion and the analysis of the received results of calculation.

Comparative assessment of fuel profitability and toxicity of the exhaust gases of a diesel engine with the piston of standart equipment and diesel with the put catalytic coatings on the surface of the combustion chamber with use of complex fuel and ecological criterion is carried out. The analysis of results of calculation showed that due to improvement of fuel profitability and decrease in concentration of nitrogen oxides in the exhaust gases of diesel engine, the catalytic coating on the basis of oxide of cobalt provides the greatest effect.

KEY WORDS: DIESEL, CATALYTIC COATING, COMBUSTION CHAMBER, FUEL AND ECOLOGICAL CRITERION, TOXICITY OF EXHAUST GASES.

РЕФЕРАТ

Парсаданов І.В. Комплексная оценка внутрицилиндровой нейтрализации токсических веществ дизеля на основе топливно-экологического критерия / И.В. Парсаданов, А.П. Строков, В.А. Хижняк // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Цель работы – оценка эффективности внутрицилиндровой нейтрализации токсических веществ дизеля на основе топливно-экологического критерия и анализ полученных результатов расчета.

Проведена сравнительная оценка топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля с поршнем серийной комплектации и дизеля с нанесенными каталитическими покрытиями на поверхность камеры сгорания с использованием комплексного топливно-экологического критерия. Анализ результатов расчета показал, что за счет улучшения топливной экономичности и снижения концентрации оксидов азота в отработавших газах дизеля, каталитическое покрытие на основе оксида кобальта обеспечивает наибольший эффект.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДИЗЕЛЬ, КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ, КАМЕРА СГОРАНИЯ, ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ, ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ.

АВТОРИ:

Парсаданов Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння, e-mail: parsadanov@kpi.kharkov.ua, тел.+380577076089, Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова 2.

Строков Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, філія Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського, професор кафедри транспорту та транспортних технологій, e-mail: ataman1946@mail.ru, тел.: +380577349420, Україна, 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева 20.

Хижняк Володимир Олександрович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», аспірант кафедри двигунів внутрішнього згоряння, e-mail: Leo_18@ukr.net, тел. +380502397969, Україна, 61002, м. Харків, вул. Кирпичова 2.

AUTHORS:

Parsadanov Igor V., Doctor of Technical Science, Professor, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Professor of the Department of Internal Combustion Engines, e-mail: parsadanov@kpi.kharkov.ua, tel. +380577076089, Ukraine, 61002, Kharkiv, 2 Kirpicheva St.

Strokov Alexander P., Doctor of Technical Science, Professor, Kremenchuk Branch of the National University named after M. Ostragradskiy, Professor of the Department of Transport and Transport Technologies, e-mail: ataman1946@mail.ru, tel. +380577349420, Ukraine, 39600, Kremenchuk, 20 Pershotravneva St.

Khyzhniak Vladimir A., National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Postgraduate Student of the Department of Internal Combustion Engines, e-mail: Leo_18@ukr.net, tel. +380502397969, Ukraine, 61002, Kharkiv, 2 Kirpicheva St.

АВТОРЫ:

Парсаданов Игорь Владимирович, доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания, e-mail: parsadanov@kpi.kharkov.ua, тел. +380577076089, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Кирпичева 2.

Строков Александр Петрович – доктор технических наук, профессор, филиал Кременчугского национального университета им. М. Остроградского, профессор кафедры транспорта и транспортных технологий, e-mail: ataman1946@mail.ru, тел. +380577349420, Украина, 39600, г. Кременчуг, ул. Первомайская 20.

Хижняк Владимир Александрович, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», аспирант кафедры двигателей внутреннего сгорания, e-mail: Leo_18@ukr.net, тел. +380502397969, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Кирпичева 2.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Білогуб Олександр Віталійович, доктор технічних наук, професор, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», професор кафедри конструкції авіаційних двигунів, Харків, Україна.

REVIEWERS:

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

Bilohub O.V., Doctor of Technical Science, Professor, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkov, Ukraine.

УДК 658.51
UDC 658.51

WSKAŹNIKI LOGISTYCZNE W PRZEDSIĘBIORSTWIE KURIERSKIM SŁUŻĄCE DO OCENY USŁUG TRANSPORTOWYCH

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
SIEDLECKA Sylwia, Mgr inż. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЛОГІСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ПІДПРИЄМСТВА СЛУЖБИ КУР'ЄРСЬКОЇ ДОСТАВКИ

ЛЕЙДА Казімеж, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
СІДЛЕЦЬКА Сильвія, магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

LOGISTICS INDICATORS OF COURIER COMPANY TO ASSESS TRANSPORT SERVICES

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
SIEDLECKA Sylwia, Master engineer, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Przedsiębiorstwa działające w branży logistycznej i transportowo-spedycyjnej stanowią jeden z filarów systemów logistycznych i wspomagają funkcjonowanie wszystkich gałęzi gospodarki. Podstawowym zadaniem tych przedsiębiorstw jest organizowanie i przewożenie dóbr materialnych na zlecenie innych jednostek gospodarczych (nie będąc właścicielem tych dóbr) lub też zarządzanie tymi procesami transportowymi.

Sprawność procesów transportowych to podstawowy wymóg przedsiębiorstw kurierskich i warunek efektywności transportu. Utrzymanie tej sprawności wymaga systematycznych ocen, co można dokonać przy pomocy odpowiednich mierników i wskaźników logistycznych. Wykonanie we właściwym czasie ocen wskaźnikowych umożliwia wczesne rozpoznanie pozytywnych i negatywnych tendencji, co umożliwia racjonalne sterowanie procesem transportu. Oceniać należy wykorzystanie czasu, ponoszone koszty, jakość wykonanych usług i wiele innych, co jest przedmiotem treści niniejszego artykułu.

PODZIAŁ, ZADANIA ORAZ CELE ZASTOSOWANIA MIERNIKÓW I WSKAŹNIKÓW LOGISTYCZNYCH

W literaturze przedmiotu problemy mierników i wskaźników oceny działania systemu logistycznego są ujmowane w zróżnicowany sposób. Koncepcje metodyczne przedstawiają różne zakresy, stopnie szczegółowości, kryteria podziału i mechanizm ich budowy. Podawane mierniki są bardzo różnorodne pod względem rodzajów, zakresów i obszarów oddziaływania. Mierniki i wskaźniki traktowane są jako zestaw narzędzi analitycznych pomiaru i oceny efektywności procesów i systemów logistycznych. Najważniejszym ich zadaniem jest, aby w sposób adekwatny i rzetelny odzwierciedlały stany rzeczywiste. Należy dokonać rozróżnienia dwóch pojęć: miernik i wskaźnik [4].

Miernik rozumiany jest jako kategoria ekonomiczna i logistyczna odzwierciedlająca zdarzenia i fakty z zakresu gospodarowania w przedsiębiorstwie i w jego otoczeniu, wyrażone w odpowiednich jednostkach miary. Mogą to być:

- miary naturalne, które obejmują osiągi (produkcję) i można je ująć najczęściej w miarach ilości (szt.), wagi (t, q, kg), objętości (l, hl), czasu (t) itp.,
- mierniki techniczno-ekonomiczne jako umowne miary (jednostki przeliczeniowe dostosowane do danego rodzaju wytwórczości,
- parametry sterowania (instrumenty określone jako narzędzia oddziaływania na obiekt w celu sterowania nim w pożądanym kierunku).

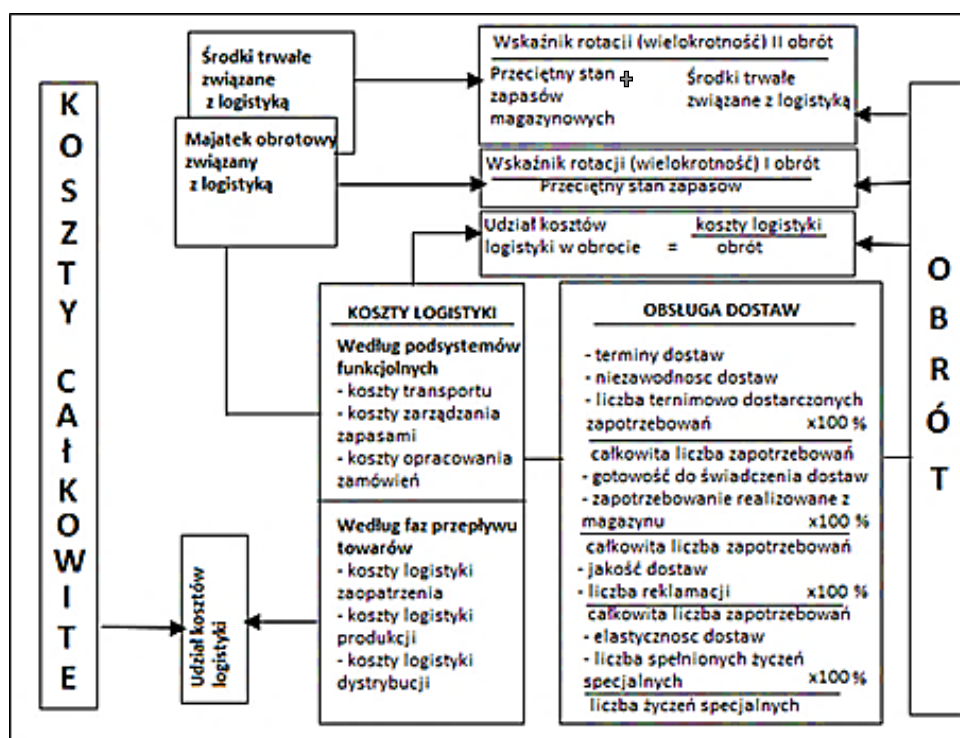
W logistyce mierniki traktowane są jako wielkości informacyjne. Wykorzystuje się do nich bowiem zwykle zestaw określonych wskaźników. Zestaw ten powinien obejmować odpowiedni pakiet miar, odzwierciedlających istotne obszary przedsiębiorstwa. Wskaźnik można stosować tylko wtedy, gdy przy ocenie zjawisk ma się do czynienia z liczbami stosunkowymi (np. E/K) i najczęściej procentowymi.

Wskaźnik rozumiany jest więc jako obserwowalna wielkość zmienna, niezbędna do uchwycenia innej

zmiennej bezpośrednio nieobserwowalnej. Potrzebny jest on wtedy, gdy zjawisko, które nas interesuje, jest trudne do obserwacji i pomiaru. Cechy dobrego wskaźnika to [2,4]:

- adekwatność – właściwy obraz analizowanego fragmentu rzeczywistości,
- aktualność – ocena winna być z bieżącej działalności,
- dokładność – powinien tworzyć przesłanki do podjęcia dobrych decyzji,
- rozległość – winien obejmować wiele różnych stanów badanej rzeczywistości,
- kompletność – całościowe ujmowanie i ocena badanego systemu.
- porównywalność – możliwość oceny porównawczej w różnych aspektach,
- zrozumiałość – konstrukcja wskaźnika prosta i logicznie zrozumiała,
- kompatybilność – dostępność w systemie informatycznym przedsiębiorstwa.

System logistyczny przedsiębiorstwa ma generować zysk. Ocena systemu opiera się na czterech kryteriach: efektywności, sprawności, pracy bez zakłóceń i wysokim stopniu elastyczności [1]. Jako nadrzędne dla oceny efektywności wydziela się koszty logistyki i obsługę dostaw (rys. 1).



Rysunek 1 – System wskaźników dla całego systemu logistycznego [2]

Koszty logistyki oblicza się według podsystemów funkcjonalnych i faz przepływu. Efekty wewnętrzne przedsiębiorstwa z tytułu funkcjonowania systemu logistycznego stanowią sumę efektów cząstkowych spowodowanych poprawą wielu wskaźników. Do wspólnego rozpatrywania z logistyką majątku obrotowego i środków trwałych przyjmuje się dwa różne wskaźniki rotacji:

- wskaźnik I – odnoszący się jedynie do zapasów magazynowych,
- wskaźnik II – podający obrót całego kapitału zamrożonego przez logistykę.

Efekty zewnętrzne dotyczą otoczenia przedsiębiorstwa i powstają w wyniku poprawy poziomu obsługi odbiorcy oraz sprawniejszej współpracy z dostawcami. Podstawowym wskaźnikiem może być tu ogólny wskaźnik efektywności, obliczany jako stosunek efektów z danego systemu logistycznego E do poniesionych kosztów K w zakresie funkcjonowania tego systemu [1].

WYBRANE WSKAŹNIKI SŁUŻĄCE DO OCENY TRANSPORTU W PRZEDSIĘBIORSTWACH KURIERSKICH

System logistyczny przedsiębiorstwa to celowo zorganizowane i zintegrowane przepływy materiałów i odpowiadających im informacji, umożliwiających optymalizację w zarządzaniu. Funkcjonujący w jego obrębie transport stanowi kluczowy podsystem przemieszczania dóbr materialnych w czasie i przestrzeni, przy użyciu odpowiednich środków technicznych, zachowujący samodzielność techniczną, organizacyjną i

ekonomiczną. Do oceny zarówno czynności jak i całości systemu, można stosować wybrane mierniki i wskaźniki zestawione w tab. 1.

Kryteria i wskaźniki jakości logistycznej obsługi transportowej klientów stanowią w tej obsłudze treść logistycznej funkcji celu, a jej integralną częścią są również koszty ponoszone na realizację tej obsługi. Znajomość struktury rzeczowej i funkcjonalnej kosztów transportu, miejsc ich powstania i wielkości z ich punktu widzenia efektywności rozwiązań, umożliwia podjęcie właściwych decyzji transportowych w określonych warunkach wewnętrznych prowadzenia działalności gospodarczej.

Tabela 1 – Mierniki i wskaźniki służące do oceny procesu transportowego [2]

DEFINICJA WSKAŹNIKA	MIERNIK	WSKAŹNIK	JEDNOSTKA MIARY
Czas transportu (Tt)	Czas transportu zewnętrznego surowców (ts) + czas transportu wewnętrznego (tw) + czas transportu zewnętrznego produktów (tp)	$Tt = ts + tw + tp$	dni
Koszty logistyki transportu (Klt)	Koszty transportu zewnętrznego surowców (kts) + koszty transportu wewnętrznego (ktw) + koszty transportu zewnętrznego produktów (ktp)	$Klt = kts + ktw + ktp$	zł
Udział Klt w obrocie (UKlt)	Klt - zł, Obrót (O) - zł	$UKlt = Klt : O \times 100$	%
Niezawodność transportu (Nt)	- Liczba przewozów surowców i produktów (psp) - Liczba psp wykonanych terminowo (pt)	$Nt = pt : psp \times 100$	%
Elastyczność transportu (Et)	- Liczba wymagań transportowych (wt) - wt spełnionych (ws)	$Et = ws : wt \times 100$	%
Uszkodzenia transportowe (Ut)	- Liczba jednostek transportowych (jt) - jt uszkodzonych (jtu)	$Ut = jtu : jt \times 100$	%
JAKOŚCIOWA OCENA PROCESU TRANSPORTOWEGO :			
Klt na tonokilometr (Klt/t)	- klt - zł - Liczba tonokilometrów (tkm)	$Klt = klt : tkm$	zł
Klt na przesyłkę (Klt/p)	- klt - zł - Liczba przesyłek (p)	$Klt/p = klt : p$	zł
Stopień wykorzystania czasu pracy (Wtp)	- Roczny czas pracy (rtp) - Dysponowany czas pracy (dtp)	$Wtp = rtp : dtp \times 100$	%
Stopień wykorzystania środka transportu (Wst)	- Ładunek rzeczywisty w t (lt) - Ładunek możliwy w t (lm)	$Wst = lt : lm \times 100$	%

Do określenia wskaźników przydatnych w controllingu kosztów dla sterowania transportem stosuje się wzory do obliczania wskaźników jakościowej oceny podsystemu logistycznego w przedsiębiorstwie, które podano w tab. 2. Obejmują one koszty, czas i możliwości przewozowe. Do ogólnej oceny jakościowej transportu należy poszczególne wielkości przeliczyć na punkty, a następnie zsumować.

Nieodzownym uzupełnieniem wymienionych wskaźników są kryteria i wskaźniki jakości logistycznej obsługi transportowej klientów, które stanowią w obsłudze klienta treść logistycznej funkcji celu, które przedstawiono w tab. 3.

Tabela 2 – Wzory do obliczania wskaźników jakościowej oceny podsystemu logistycznego [2]

DEFINICJA WSKAŹNIKA	WZÓR OBLICZANIA WSKAŹNIKA	JEDNOSTKA MIARY
Koszty transportu na tonokilometr (Kt/tkm)	$Kt/tkm = \frac{\text{Koszty transportu (Kt)}}{\text{Liczba tonokilimetrów (tkm)}}$	zł/ tkm
Koszty transportu na przesyłkę (Kt/p)	$Kt/p = \frac{\text{Koszty transportu (Kt)}}{\text{Liczba przesyłek}}$	zł/p
Wykorzystanie czasu pracy (Wtp)	$Wtp = \frac{\text{Dysponowany czas pracy (Dcp)}}{\text{Rzeczywisty czas pracy (Rcp)}} \cdot 100 \%$	%
Możliwości przewozu ładunku w tonach (Mpl t)	$Mpl t = \frac{\text{Ładunek rzeczywisty w t (lr t)}}{\text{Ładunek możliwy w t (lm t)}} \cdot 100 \%$	%

Tabela 3 – Kryteria i wskaźniki jakości logistycznej obsługi transportowej [2]

KRYTERIUM	WZÓR WSKAŹNIKA	MIERZY
Jakość dostawy	$\frac{\text{Wielkość dostawy akceptowanej przez klienta}}{\text{Całkowita wielkość dostawy}}$	Poziom satysfakcji klienta z jakości otrzymanej dostawy określa stopień jego zadowolenia
Niezawodność dostawy	$\frac{\text{Udział częstotliwości dostaw reklamowanych}}{\text{Ogólna liczba dostaw}}$	Poziom reklamacji i uszkodzeń występujący podczas przesyłki
Szybkość dostawy	Czas między zarejestrowaniem a realizacją zamówienia	Średni czas realizacji dostawy
Terminowość dostawy	Stopień prawdopodobieństwa dotrzymania uzgodnionego terminu dostawy	Właściwą realizację wszystkich czynności w trakcie cyklu zamówienia
Gotowość transportu	Udział środków transportu, które mogą natychmiast realizować zamówienia	Poziom dyspozycyjności środków transportu dla odbiorcy
Elastyczność dostawy	Poziom reakcji na zmiany wymagań ze strony klienta przy przekazywaniu zleceń	Otwartość przedsiębiorstwa na zmiany w zamówieniach i potrzebach klienta
Reaktywność dostawy	$\frac{\text{Liczba elementów dostawy dostarczonej przed czasem}}{\text{Ogólna liczba elementów}}$	Czas wyprzedzający, od którego mogą zależeć przyznawane rabaty
Rytmiczność dostawy	$\frac{\text{Liczba dni w bieżącym okresie}}{\text{Liczba dostaw}}$	Regularność dostaw w przyjętym czasie
Otwartość dostawy	$\frac{\text{Liczba informacji satysfakcjonująca klienta o stanie zamówienia}}{\text{Ogół informacji z tego zakresu}}$	Postęp w realizacji zamówienia niezbędny do osiągnięcia efektywnej obsługi i wzajemnego zaufania
Rzetelność dostawy	$\frac{\text{"Nieregulowane" zwroty towarów}}{\text{Ogół zwrotów}}$	Kompleksowość załatwiania zwrotów towarów

SPOSOBY OBLICZANIA CZASU PRZEBIEGU PRZESYŁEK

Czas przebiegu przesyłki powinien być mierzony w dniach i przedstawiany jako (D+n). Czasookres przesyłania paczki powinien być obliczany dla sześciodniowego tygodnia pracy, przy czym niedziele i święta państwowe wolne od pracy powinny być odliczane od czasu przesłania. Czas przesyłania powinien być liczony na podstawie daty i godziny pierwszego skanowania, w momencie nadania paczki, do momentu pierwszej próby jej doręczenia. Data z pierwszej próby doręczania powinna być traktowana jako doręczenie i przyjmowanie do obliczeń czasu przebiegu od końca do końca. Do obliczeń należy także uwzględnić paczki, dla których podjęto pierwszą próbę doręczania, lecz nie zostały doręczone z uwagi na postępowania reklamacyjne. Do czasu przesyłania nie wlicza się czasu zwrotu paczki do nadawcy oraz czasu dosyłania paczki, jeżeli próba została podjęta. Czas przepakowywania przesyłki uszkodzonej nie jest odliczany od czasu przesyłania.

Z obliczeń czasu przesyłania paczek powinny być wykluczone paczki, jeśli wystąpią następujące zdarzenia [3]:

- brak rejestracji w placówce nadania,
- brak rejestracji doręczenia,
- niespójność czasów rejestracji, takich jak:
 - data/czas rejestracji w placówce nadania późniejszy niż dowolna rejestracja w ciągu technologicznym,
 - czas rejestracji w placówce nadania poza godzinami pracy placówki,
 - data/czas rejestracji doręczania wcześniejszy niż dowolna rejestracja w ciągu technologicznym,
 - data nadania lub doręczenia przypadająca na dzień, w którym operator kurierski nie świadczył usług w danej placówce (niedziela, dzień świąteczny).

Do obliczenia czasu przebiegu paczek wykorzystuje się następujące wskaźniki:

- wskaźnik wykonywania usługi na czas powinien być przedstawiony jako procent paczek doręczonych w dniu (D+n),

gdzie: D – oznacza dzień przyjęty do obliczeń jako nadanie,

n – oznacza liczbę dni kwalifikujących standard usługi.

Skumulowany rozkład dni doręczenia powinien być obliczany jako procent przesyłek dostarczonych w danym okresie (od D+1 do D+10).

Dla pomiaru czasu przesyłania każdej paczki krajowej powinny być rejestrowane następujące informacje [3]:

- w punkcie nadania przesyłki (numer identyfikacyjny lub kod paczki, data nadania, miejsce nadania, miejsce pierwszej rejestracji w systemie monitorowania, kod produktu lub usługi),
- gdy przesyłka oczekuje na doręczenie (numer identyfikacyjny lub kod paczki, miejsce/ rejon doręczenia, data/czas/pierwszej próby doręczenia, data/czas skutecznego doręczenia),
- gdy przesyłka oczekuje na reklamację (miejsce przechowywania przesyłki, data złożenia reklamacji),
- gdy przesyłka jest zwrócona do nadawcy (miejsce, z którego przesyłka jest zwracana, data odesłania do nadawcy lub zapis, że przesyłka nie może być doręczona zgodnie z adresem na przesyłce).

PODSUMOWANIE

Terminowość uznawana jest powszechnie za jeden z podstawowych mierników oceny jakości usług i często jako jedyna jest prezentowana w sposób liczbowy w statystykach operatorów kurierskich. Pod pojęciem terminowości rozumieć należy spełnienie przez operatora pocztowego założonego normatywu czasu przebiegu przesyłki od momentu nadania do momentu doręczenia adresatowi, wyrażonego jako odsetek przesyłek doręczonych terminowo do badanej liczby przesyłek. Istotnym problemem dotyczącym badań terminowości jest uwzględnienie w pomiarach niezbędnego czasu na realizację pełnego procesu związanego z przekazaniem przesyłki od nadawcy do odbiorcy.

Wskaźniki jakości obsługi klienta odnoszą się jednocześnie do wymagań jakościowych związanych ze świadczeniem usług o charakterze przesyłkowym, jak również usług pośrednictwa. Najistotniejszym wymaganiem jakościowym w zakresie jakości obsługi jest dostępność usług, analizowana przede wszystkim w wymiarze przestrzennym.

LITERATURA

1. Kowalski K.: Zastosowanie systemu mierników w controlingu logistycznym. Materiały Międzynarodowej Konferencji Logistics 1998, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998.
 2. Twaróg J.: Wskaźnikowa ocena transportu w przedsiębiorstwie. Problemy Ekonomiki Transportu, nr 3/4- 2002.
 3. Twaróg J.: Mierniki i wskaźniki logistyczne, Wyd. II LiM Poznań 2003, Biblioteka Logistyka.
- Strony internetowe:**
4. <http://docplayer.pl/17891338-Metodyka-badania-czasu-przebiegu-1-paczek-pocztowych.html>
 5. http://wskaźniki_logistyczne.pdf

STRESZCZENIE

LEJDA Kazimierz. Wskaźniki logistyczne w przedsiębiorstwie kurierskim służące do oceny usług transportowych / LEJDA Kazimierz, SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

W artykule przedstawiono podstawowy podział, zadania oraz zastosowanie wybranych mierników i wskaźników logistycznych służących do oceny transportu w przedsiębiorstwach kurierskich. Opisano wskaźniki dla całego systemu logistycznego, kryteria oraz wzory do obliczania ich mierników.

РЕФЕРАТ

ЛЕЙДА Казімеж. Логістичні показники оцінки транспортних послуг підприємства служби кур'єрської доставки / ЛЕЙДА Казімеж, СІДЛЕЦЬКА Сильвія // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлено основний розподіл, завдання та застосування окремих показників для оцінки кур'єрських компаній. Описано показники для всієї логістичної системи, критерії і формули для розрахунку їх значень.

ABSTRACT

LEJDA Kazimierz. Retrospective review of legislation on the engine exhaust gas clarity in car transportation. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article presents the basic division, tasks and the use of selected indicators for assessing the courier companies. The indicators for the entire logistics system, criteria and formulas for calculating their metrics are described.

AUTOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHOR:

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Любас Я., доктор габілітований, професор, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

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

REVIEWERS:

Lubas Ja., Prof. DSc, Professor, Rzeszow Polytechnic, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Rzeszow, Poland.

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

УДК 628.477
UDC 628.477

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ НАКОПИЧЕННЯ ТВЕРДИХ КОМУНАЛЬНИХ ВІДХОДІВ МІСТА

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Коцюба І.Г., кандидат технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Лико С.М., кандидат сільськогосподарських наук, Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Лук'янова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

MATHEMATICAL DESIGN AND PROGNOSTICATION OF VOLUMES OF ACCUMULATION OF HARD COMMUNAL WASTES OF CITY

Podchashinskiy Y.O., Doctor of Technical Science, Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

Kotsiuba I.G., Ph.D in Technical Science, Zhytomyr State Technological University, Zhytomyr, Ukraine

Lyko S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Rivne State Humanitarian University, Rivne, Ukraine

Lukianova V.V., Candidate of Chemical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ НАКОПЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Коцюба І.Г., кандидат технічних наук, Житомирський державний технологічний університет, Житомир, Україна

Лыко С. М., кандидат сільськогосподарських наук, Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна

Лукьянова В.В., кандидат хімічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Постановка проблеми.

Проблема екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами є спільною та актуальною для всіх країн світу, незалежно від рівня їхнього соціально-економічного розвитку. Отже, спираючись на досвід розвинених країн [1, 7, 8], які успішно вирішують проблеми екологічної логістики твердих комунальних відходів, доходимо висновку, що Україні вкрай потрібно сформулювати власний шлях до виконання завдань з охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів, враховуючи при цьому особливості адміністративно-територіальної реформи та існуючі реалії щодо способів екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами (ТКВ).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В Україні практично відсутнє вторинне перероблення ТКВ, яке на сьогодні є одним з найбільш екологічно безпечних заходів поводження з ними. У зв'язку з цим виникає потреба в активному пошуку інноваційних шляхів екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами, посилення в цьому плані координуючих функцій органів місцевого самоврядування. Нагального вирішення потребує й удосконалення законодавчо-нормативної бази в напрямі

екологічної логістики в поводженні ТКВ. Дослідження [3, 4] підтверджують нині існуючі наявні прогалини в сфері природоохоронного законодавства стосовно недостатнього стимулювання екологічної логістики в поводженні з твердими комунальними відходами саме на регіональному рівні.

Протягом останніх років інтенсифікувались дослідження з проблем регіональної екологічної безпеки, особливо в сфері екологічної логістики ТКВ. Значний вклад у вирішення цих проблем внесли, насамперед, такі провідні фахівці як А.М. Трофімчук, В.Г. Петрук, А.Г. Шапар, А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко, М.С. Мальований, М.Д. Гомеля, В.Ю. Некос, А.І. Горова, А.В. Гриценко, Г.М. Франчук, В.М. Шмандій та інші [1,2,6-8].

У зв'язку із зростанням міського населення більшого значення набуває проблема екологічної логістики у сфері ТКВ. На сьогодні однією із основних причин екологічно небезпечної ситуації в ряді регіонів України є недосконалість системи екологічної логістики в поводженні ТКВ, яка потребує вдосконалення та постійної адаптації до зростання кількості та різноманітності побутових відходів внаслідок збільшення чисельності міського населення, підвищення добробуту, зміни обсягу житлового фонду, роздрібної торгівлі та виробництва [1, 7].

Метою даної роботи є прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів, що дозволить суттєво зменшити антропогенне та техногенне навантаження на довкілля регіону в майбутньому.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися такі **завдання**:

1. Провести аналіз основних проблем екологічної логістики твердих комунальних відходів.
2. Визначити залежності обсягів накопичення ТКВ залежно від впливу екологічних, соціально-економічних чинників та спрогнозувати обсяги утворення твердих побутових відходів на території міста на 2017-2021 роки.

Матеріали та методи дослідження.

З традиційних загальнонаукових методів застосовувалися: аналіз і синтез (дослідження властивостей і факторів впливу обсяг накопичення ТПВ); порівняння та аналогія; узагальнення та абстрагування; математичне програмування, теорія графів і теорія множин (розробка системи збирання та транспортування ТПВ); управління проектами (планування і здійснення проекту транспортування ТПВ); моделювання і прогнозування (перевірка розроблених концепцій і верифікація запропонованих моделей). Також для вирішення поставлених завдань у дослідженні використовувалися методи математичного моделювання (математична статистика). Формування баз даних накопичення та транспортування ТПВ здійснювалося у середовищах Mathcad 7.0, Microsoft Excel, Borland C++, а при прогнозі і моделюванні системи транспортування ТПВ використовувалися географічні інформаційні системи у середовищі MapInfo.

Отримані результати.

На сьогодні в Житомирі в сфері управління та поводження з твердими побутовими відходами, постали ряд проблем, а саме: збільшилась кількість стихійних сміттєзвалищ (які з кожним роком зростає, хоч комунальні служби і прибирають); недостатня кількість сучасних контейнерів для збору побутових відходів та відсутність контейнерів для роздільного збирання відходів; неналежна якість надання послуг з вивезення твердих побутових відходів; відсутність в сміттєпереробного заводу; велика кількість побутових відходів на території міського звалища та не проведення моніторингу його впливу на довкілля. З цього постає проблема про впровадження екологічної логістики ТПВ, як комплексної системи управління та поводження з відходами на прикладі середнього міста України - Житомир.

Всі відходи міста без попереднього сортування завозяться на міське звалище, яке було засновано стихійно в 1957 р. без будь-якого проекту спеціальних заходів і рішень щодо запобігання негативного впливу на навколишнє середовище. Площа звалища складає 21,56 га, висота накопичення відходів – 30 м, з трьох боків (а саме з півночі, півдня і сходу) навколо звалища створений земляний вал заввишки 0,4 м. У кінці 1998 році вилучено 10 га земель ПАТ «Крошенського цегельного заводу» й надано управлінню житлово-комунального господарства під розширення міського звалища. Зараз тіло полігона – це кар'єр зі сміттям глибиною від 15 до 18 м, дно

якого має природну гідроізоляцію – шар глини глибиною 10 м. Звалище розділено на 6 карт, по периметру яких знаходяться дренажні канали для збору фільтрату до відстійників (2 шт), які розміщені в південній частині звалища. Окремих майданчиків для розміщення різних видів відходів не зроблено. Пошарове складування відходів здійснюється частково, за наявності будівельних відходів і дорожнього змету. Дезбар’єри для запобігання виносу забруднювачів транспортними засобами за територію звалища відсутні.

Полігон перевантажений, відсутнє огороження по периметру, немає санітарно-технічного паспорта, не знешкоджується фільтрат. Полігон потребує невідкладної санації та рекультивації. Через фінансові причини не розв’язано проблему розширення існуючого та будівництва нового полігона.

До полігона прокладено під’їзну дорогу з твердим покриттям, організовано пропускну систему. Він розміщений у північній частині міста по вулиці Андріївській. Відстань від території полігона до житлових одноповерхових індивідуальних будинків 500 м. Щовесни полігон різко збільшує об’єм рідкого фільтрату, який стікає до накопичувачів, які розташовані в найнижчій точці звалища й загрожує, прорвавши штучно створену дамбу, витекти до р. Крошенки. Для обмеження шкідливого впливу полігона на навколишнє природне середовище й здоров’я людей, а також для забезпечення контролю за полігоном щодо захоронення відходів передбачається зменшити обсяги захоронення побутових відходів шляхом упровадження сміттесортувальної лінії.

Накопичення побутових відходів значною мірою залежить від погодних умов, сезону року, ступеня благоустрою жилих будинків, рівня життя населення тощо. У м. Житомирі щороку накопичується близько 90 тис. тон твердих побутових відходів. На звалищі захоронено близько 44 млн. т відходів. Густина ТПВ складає 190–230 кг/м³. Звалище експлуатується без дотримання необхідної технології, відсутня пошарова ізоляція заповнених карт, не пробурені спостережні свердловини та свердловини виведення звалищного газу, звалище не має водонепроникної основи. Таким чином, застосування екологічної логістики в системі звалищ твердих побутових відходів має об’єднати в собі відомості про місце складування, транспортування та переробки відходів, моніторингу впливу звалища на довкілля та рекомендації щодо шляхів його зменшення.

Крім санкціонованого полігону, у місті налічується більше 20 стихійних звалищ відходів. Причина їх виникнення – повна відсутність послуг щодо збирання й вивезення відходів або надання їх у недостатній кількості й асортименті. Так, аналізуючи склад відходів, що накопичуються на таких звалищах, зазначимо, що більша частина – це гілля, пластмасові та будівельні відходи, які не дозволяється розміщувати в контейнерах для ТПВ або вони не поміщаються в них.

Накопичення ТПВ у Житомирській області і в усій Україні загалом характеризується тим, що в найбільш густо населених і промислово розвинутих регіонах з високим відсотком міського населення обсяги відходів, що накопичуються, значно вищі, ніж у сільськогосподарських. Тому переважна більшість зазначених відходів припадає на великі міста. Відповідно до норм утворення твердих побутових відходів, від кожного мешканця міста Житомира в середньому накопичується в рік 1,8 м³ твердих побутових відходів [3, 5].

Аналіз процесу накопичення ТПВ у місті Житомирі дозволив виявити залежність їхньої структури і об’ємів від основних чинників. Під контроль узято ті чинники, які істотно впливали на вихід досліджуваного об’єкта, якщо кількість була великою, вдавалися до відсіювання менш істотних чинників. Насамперед урахували чисельність населення (n_c , тис. чел.). Установили пряму залежність (табл. 1): чим більше жителів населеного пункту, тим більш обсяг ТПВ. Крім того, вплив чисельності жителів на питомий обсяг ТПВ через відмінності рівня споживання. Кількість житлового фонду (f_g , тис. м²) як показник розвиненості населеного пункту, також є чинником впливу. Підтвердженням цього є вимоги нормативних документів, що регламентують оплату населенням послуг з вивезення ТПВ не за кількістю тих, хто проживає у квартирі, а за її метражем. Одним з важливих чинників виступив оборот роздрібної торгівлі, включаючи громадське харчування, де утворюється істотна частка ТПВ (t_r , млн грн). Фактори, що характеризують розвиток суспільства й добробут населення, – обсяг виробленої промислової продукції (v_p , млн грн) та грошові доходи населення (z_n , млн грн).

Таблиця 1 – Фактичні дані для побудови виробничої функції м. Житомира

Фактор	Статистичні дані					
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.
n_c , тис. чол	271,8	271,9	271,3	270,9	269,9	267,6
f_g , тис. м ²	5386	5387	5393	5372	5389	5398
t_r , млн грн	3445	3698,5	4047,1	4731,2	5348,6	5938
v_p , млн грн	4119,5	6621,8	6943,4	8008,9	10845,1	11693
z_n , млн грн	11034,5	13055	13473,5	14407	18034	19521
$q_{тпв}$, м ³	452689,2	469610,6	502268,6	527884,5	551550,6	576806,7

На основі даних (табл. 1) середньорічної чисельності населення міста в цілому й адміністративно-територіальних одиниць зокрема, роздрібна торгівля, дохід населення тощо були отримані апроксимуючі поліноміальні залежності та коефіцієнти детермінації, які занесли до таблиці 2.

Таблиця 2 – Залежності показників, які впливають на обсяг накопичення відходів

Фактор	Поліноміальною залежність	R_2
n_c , тис. чол	$n_c = -0,1548x^2 + 622,41x - 625522$	0,95
f_g , тис. м ²	$f_g = 0,3611x^3 - 2179x^2 + 4E+06x - 3E+09$	0,58
t_r , млн грн	$t_r = -0,0994x^2 + 550,68x + 3684,1$	0,99
v_p , млн грн	$v_p = 50,908x^2 + 1306,4x + 5828,6$	0,97
z_n , млн грн	$z_n = 108,07x^2 - 433493x + 4E+08$	0,98
$q_{тпв}$, м ³	$q_{тпв} = 2912,3x^2 - 9490,3x + 471813$	0,92

Використовуючи отримані апроксимуючі залежності, визначили прогнозні значення по чинникам. Збільшення обсягів ТКВ здійснюється за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібно торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів. Статистика обсягів ТКВ, що вивозяться, показує їх постійну зміну. Загальною тенденцією останніми роками було зростання обсягів вивезення, на що вказує апроксимація результатів.

Унаслідок визначено, що вихідним показником дослідження за найменшим буде обсяг ТКВ $q_{тпв}$ (тис. м³), який відповідає обсягу ТКВ, що накопичується та вивозиться з пунктів збирання:

1. Список аргументів виробничої функції відповідає прийнятим чинникам і включає: чисельність населення c_n (тис. чол.); обсяг житлового фонду g_f (тис. м²); оборот роздрібно торгівлі, включаючи громадське харчування r_n (млн. грн.); обсяг промислової продукції p_p (млн. грн.); грошові доходи населення d_n (млн. грн.).

2. Бажана область визначення функції повинна включати точки (c_n , g_f , r_n , p_p , d_n).

3. Оскільки функція призначена для прогнозування обсягів накопичення ТКВ залежно від розмірів ресурсів, основна увага при апроксимації приділяється близькості фактичних і розрахункових значень вихідного показника.

Збільшення об'єму ТПВ має здійснюватися за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібно торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів.

Таблиця 3 - Прогнозування обсягу накопичення ТКВ м. Житомира

Фактор \ рік	Прогнозовані дані				
	2017	2018	2019	2020	2021
c_n , тис. чол.	264,1111	258,628	254,6037	248,3524	244,1067
g_f , тис. м ²	5385,24	5396,501	5385,737	5398,952	5391,151
p_p , млн. грн.	5940,151	6100,914	6248,8	6385,722	6513,194
r_n , млн. грн.	11666,22	11998,36	12305,87	12592,15	12859,96
d_n , млн. грн.	21907,42	24492,6	27293,92	30311,38	33544,98
$q_{тпв}$, м ³	578617	595338	612059	628780	645501

Аналіз даних (табл. 3) показує, що приросту кожного з ресурсів відповідає позитивний приріст ТПВ. У таблиці 3 немає даних про результати ізолюваного зміни кожного з ресурсів, проте відомо, що населення відчуває брак коштів і його рівень життя залишається на низькому рівні. Це дозволяє стверджувати, що функція буде підвищуватися з ростом кожного аргументу. Обмеженість ресурсів не дозволяє збільшити населення більш ніж в 1,05 рази в прогностному періоді, тому можна вважати, що ефективність приросту цього ресурсу падає в силу його подальшого збільшення. Нарешті, у таблиці 3 відсутні дані, які суперечать гіпотезі про однорідність функції. Отже, є підстави припускати, що функція задовольняє неокласичні критерії.

Розглянемо питання про можливості заміни аргументів методом найменших квадратів з урахуванням статистичних даних по роках. У прогностному періоді очікується відносно стабільний рівень технологічного обміну між факторами. Умови усталеного режиму приблизно відповідає пропорційність граничної і середньої продуктивності факторів. Зі свого боку, це означає, що еластичність заміни факторів дорівнює одиниці. Оскільки на обсяг утворення ТКВ впливають неоднорідні фактори, то за основу математичної моделі вибирається функція, побудована за допомогою методу найменших квадратів, яку зобразили в графічній залежності (рис.1). Дані за фактичними, розрахунковими і прогнозованими обсягами ТКВ з 2009 по 2020 рр. для м. Житомира як основної ланки відходоутворного об'єкта нижче представлені графічно (рис. 1). Як видно з графіка, залежність факторів на основі прогнозних величин указує на зростання обсягів ТПВ у м. Житомирі.

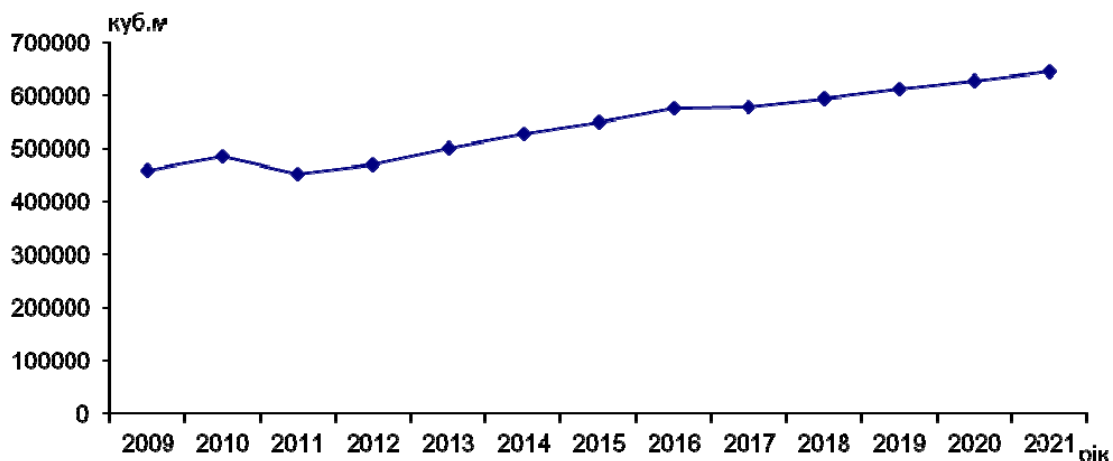


Рисунок – 1 Фактичні та прогнозні розрахунки обсягів утворення ТКВ

Найбільший вплив на цю функцію має промислове виробництво та роздрібна торгівля. Найбільшу кількість відходів можна прогнозувати на 2021 рік. Це пояснюється інтенсивною чисельністю населення та залежністю рівня життя і розвитку тих чи інших виробництв промисловості міста.

Висновки.

1. Проведено аналіз основних проблем екологічної логістики твердих комунальних відходів міста Житомира. Встановлено, що застосування екологічної логістики в системі звалищ твердих побутових відходів в місті має об'єднати в собі відомості про місце складування, транспортування та переробки відходів, моніторингу впливу звалища на довкілля та рекомендації щодо шляхів його зменшення.

2. На основі даних середньорічної чисельності населення міста в цілому й адміністративно-територіальних одиниць зокрема, роздрібна торгівля, дохід населення тощо були отримані апроксимуючі поліноміальні залежності та коефіцієнти детермінації. Встановлено, що збільшення обсягів ТКВ здійснюється за рахунок збільшення обсягу житлового фонду, істотного зростання показників роздрібно торгівлі та громадського харчування, зростання промислового виробництва, значного підвищення доходів. За отриманими в роботі даними прогнозується постійне збільшення обсягів накопичення ТКВ м. Житомира на період 2017-2021 років, що можна пояснити збільшенням чисельності населення та рівня життя, і розвитку тих чи інших виробництв промисловості міста.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бытовые проблемы больших городов. Зарубежный опыт их использования. / [Куркин П.Ю., Ларионов В.Г., Скрыпников М.Н., Шершнева Е.С.]. – Москва, 2000. – 38 с.
2. Воробйов А.Е. Принципи управління твердими побутовими відходами / А.Е. Воробйов, Е.В. Чекушина // Співпраця для вирішення проблеми відходів: Зб. наук. праць. – Харків: ХНЕУ, 2009. – С. 65–69.
3. Ільченко А. В. Підвищення ефективності керування процесів перевезення твердих побутових відходів міста Житомира [Електронний ресурс] / А. В. Ільченко, І. Г. Коцюба // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 150–153. – Режим доступу : <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf>.
4. Коцюба І. Г. Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі / Коцюба І. Г., Щербатюк А. Ф., Годовська Т.Б. // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Серія: «Механіко-технологічні системи та комплекси». – Харків: НТУ "ХПІ". – 2016. – № 7 (1179). – с. 95-100.
5. Ільченко А.В. Математичне прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі \ А.В. Ільченко, Коцюба І.Г., І.В. Давидова \ \Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Ч.2. Економіка – Умань, 2011. – Вип. 76 . – С. 118-125.
6. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование. / [А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.Н. Александров, А.М. Коваленко]. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 301 с.
7. Управління відходами: вітчизняний та зарубіжний досвід: посіб. / [О.І. Бондар, В.Є. Барановська, М.О. Баринов та ін.]; за ред. О.І. Бондаря. – К.: Айва Плюс Лтд, 2008. – 196 с.
8. Хомич В. С. Техногенные гидрохимические аномалии в зонах воздействия полигонов твердых отходов / В. С. Хомич, Н. В. Ковальчик, Т. И. Кухарчик // Весн. Белорусского гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2006. –No 1. –С. 65–70.

REFERENCES

1. Domestic problems of cities. Foreign experience of their use. / [Kurkin P.Yu., Larionov V.G., Skripnikov M.N., Shershnev E.S.]. – Moskov, 2000. – 38 p. (Ru)
2. Vorobjov A.E. Principles of management hard domestic wastes / of A.E. Vorobjov, E.V. Chekushina // Collaboration for the decision of problem of wastes : Collection of scientific works.- Kharkiv: KhNEU, 2009. – P. 65-69. (Ukr)
3. Ilchenko A. V. Increase of efficiency of management of processes of transportation of hard domestic wastes of city of Zhytomyr [Electronic resource] / A. V. Ilchenko, I. G. Kocuba // Announcer of the Poltava state agrarian academy. – 2011. – № 2. – P. 150-153. Access mode: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/150.pdf> (Ukr)
4. Kotsiuba I. G. Prognostication of volumes of formation of hard domestic wastes in city Zhytomyr / Kotsiuba I. G., Sherbatuk A. F., Godovska T.B. // An announcer of the National technical university is the "Kharkiv polytechnic institute". Collection of scientific works. Series: "Mechaniko-technologic systems and complexes". – Kharkiv: NTU "XPI". – 2016. – № 7 (1179). - p.95-100. (Ukr)
5. Ilchenko A. V. Mathematical prognostication of volumes of formation of hard domestic wastes in city Zhytomyr \ A. V. Ilchenko, I. G. Kotsiuba, I.V. Davidova \ \ Collection of scientific works of the Uman national university of gardening. - P.2. Economy - Uman, 2011. - No. 76 . - P. 118-125. (Ukr)
6. Hard domestic wastes. Problems and decisions. Technologies, equipment./ [A.M. Kasimov, V.T. Semenov, A.N. Aleksandrov, A.M. Kovalenko]. – Kharkiv: KhAGK, 2006. – 301 p. (Ru)
7. Management wastes: home and foreign experience. / [O.I. Bondar, B.E. Baranovska, M.O. Barynov and other]; for red. O.I. Bondar. - K.: Aiva Plus Ltd, 2008. - 196 p. (Ukr)
8. Chomich V. S. Technogenic hydrochemical anomalies in the zones of influence of grounds of hard wastes / V. S. Chomich, N. V. Kovalchik, T. I. Kukharchik // Vesnik Belarussian state University. Ser. 2, Chemistry. Biology. Geography. – 2006. –No 1. –P. 65–70. (Ru)

РЕФЕРАТ

Подчашинський Ю.О. Математическое моделирование и прогнозирование обсягів накопичення твердих комунальних відходів міста / Ю.О.Подчашинський, І.Г. Коцюба, С.М. Лико, В.В. Лук'янова // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Визначено особливості екологічної політики в Україні в умовах розвитку євроінтеграційних процесів. Доведено актуальність формування управлінських рішень екологічної логістики твердих побутових відходів задля зниження негативного впливу на довкілля. В статті подано аналіз системи логістики твердих комунальних відходів (ТКВ) першочерговим шляхом моделювання й прогнозування системи накопичення, поводження з твердими побутовими відходами. Показано роль логістики у зменшенні кількості відходів та в досягненні його економічних, соціальних та екологічних цілей. Підкреслено роль екологічної інформації та екологічних знань як особливого ресурсу в інноваційній економіці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА, ТВЕРДІ КОМУНАЛЬНІ ВІДХОДИ, ЛОГІСТИКА, ЕКОЛОГІСТИКА, ЗВАЛИЩЕ, ПОЛІГОН, СЕЗОННІ ЗМІНИ.

ABSTRACT

Podchashinskiy Y.O., Kotsiuba I.G., Lyko S.M., Lukjanova V.V. Mathematical design and prognostication of volumes of accumulation of hard communal wastes of city. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The features of ecological politics are certain in Ukraine in the conditions of development of eurointegration processes. Actuality of forming of administrative decisions of ecological logistic of hard domestic wastes is well-proven for the sake of decline of negative influence on an environment. In the article the analysis of the system of logistic of hard communal wastes (HCW) is given by the near-term way of design and prognostication of the system of accumulation, handling hard domestic wastes. The role of logistic is shown in reduction to the amount of wastes and in the achievement of him economic, social and ecological aims. The role of ecological information and ecological knowledge is underline as the special resource in an innovative economy.

KEY WORDS: ENVIRONMENT, ECOLOGICAL CRISIS, HARD DOMESTIC WASTES, LOGISTIC, ECOLOGISTIC, DUMP, GROUND, SEASONAL VIBRATIONS.

РЕФЕРАТ

Подчашинський Ю.О. Математичне моделювання та прогнозування об'ємів накоплення твёрдых коммунальных отходов города / Ю.О.Подчашинський, И.Г. Коцюба, С.М. Лыко, В.В. Лукьянова // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

Определены особенности экологической политики в Украине в условиях развития евроинтеграционных процессов. Доказана актуальность формирования управленческих решений экологической логистики твердых бытовых отходов для снижения негативного влияния на окружающую среду. В статье подан анализ системы логистики твердых коммунальных отходов (ТКВ) первоочередным путем моделирования и прогнозирования системы накопления, обращения с твердыми бытовыми отходами. Показана роль логистики в уменьшении количества отходов и в достижении его экономических, социальных и экологических целей. Подчеркнута роль экологической информации и экологических знаний как особенного ресурса в инновационной экономике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС, ТВЕРДЫЕ КОМУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ, ЛОГИСТИКА, ЭКОЛОГИСТИКА, СВАЛКА, ПОЛИГОН, СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ.

АВТОРИ:

Подчашинський Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, тел.+380637451700 Україна, 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, к.119а

Коцюба Ірина Григорівна, кандидат технічних наук, доцент, Житомирський державний технологічний університет, доцент, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, тел.+380975396983, Україна, 10005, м. Житомир, вул. Чуднівська, 103, к.119а

Лико Сергій Михайлович, кандидат сільськогосподарських наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, доцент. тел.+380673827752, Україна, м. Рівне, вул. Пластова, 12

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. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312.

AUTHOR:

Podchashinskiy Y.O., Doctor of Technical Science, professor, Zhytomyr State Technological University, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, tel. + 380637451700, Ukraine, 10005, Zhytomyr, vul. Chudnivsk, 103, k.119a

Kotsyuba I.G., Ph.D in Technical Science, Associate Professor, Zhytomyr State Technological University, Associate Professor, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, tel. + 380975396983, Ukraine, 10005, Zhytomyr, vul. Chudnivsk, 103, k.119a

Lyko S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Zhytomyr State Technological University, Associate Professor, tel. + 380673827752, 033000, Ukraine, Rivne, str. Plast 12

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, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 312.

АВТОРЫ:

Подчашинський Ю.О., доктор технічних наук, професор, Житомирський державний технологічний університет, професор, e-mail: ju.podchashinskiy@gmail.com, тел. +380637451700, Україна, 10005, г. Житомир, ул. Чудновская, 103, к.119а

Коцюба И.Г., кандидат технических наук, доцент, Житомирский государственный технологический университет, доцент, e-mail: kotsuba28@yandex.ua, тел. +380975396983, Украина, 10005, г. Житомир, ул. Чудновская, 103, к.119а

Лыко С. М., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Житомирский государственный технологический университет, доцент, тел. + 380673827752, 033000, Украина, Ровно, ул. Пластова, 12

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. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 312.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Національного транспортного університету, Київ, Україна

Давидова І.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Житомирського державного технологічного університету, Україна, м. Житомир.

REVIEWER:

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

Davudova I.V., Ph.D., Associate Professor, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, 10005, Zhytomyr

УДК 629.113
UDC 629.113

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ЙОГО РУСІ ПО НЕРІВНІЙ ОПОРНІЙ ПОВЕРХНІ

Поляков В.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Разбойніков О.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DETERMINATION OF SUSPENSION OPERATING PARAMETERS WHILE DRIVING BY UNEVEN SUPPORT SURFACE

Polyakov V.M., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Razboynikov A.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Поляков В.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Разбойников А.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. До задач теорії експлуатаційних властивостей автомобіля відноситься відображення реальних фізичних процесів, які відбуваються під час його руху. Відомо, що дорожнє покриття руйнується, а на деяких ділянках воно взагалі відсутнє. Разом з тим, рух автомобіля по нерівній опорній поверхні супроводжується динамічними навантаженнями на транспортний засіб і дорогу, що негативно впливає на їх технічний стан, а також погіршує показники експлуатаційних властивостей автомобіля, які характеризують безпеку руху (стійкість, керованість), екологічну безпеку (паливна економічність), а також комфортабельність (плавність ходу) та інші [1]. Тому, дослідження експлуатаційних властивостей автомобіля, при його русі по нерівній опорній поверхні, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Відомо [2], що підвіска автомобіля призначена для зменшення динамічних навантажень при передачі сил в контакт шини з опорною поверхнею. Напрямний пристрій підвіски визначає кінематику переміщення автомобільного колеса щодо несучої системи та передає зусилля між ними. Пружний пристрій підвіски перетворює енергію поштовхів та ударів, що створюються нерівностями дороги (дорожніх збурень), в потенційну енергію пружного елемента. Дисипативний (гасильний) пристрій підвіски перетворює механічну енергію коливань в теплову [3].

При моделюванні коливань автомобіля використовують приведені до його коліс пружні та гасильні пристрої підвіски [4]. Тобто, в розрахунках реальні параметри підвіски замінюють приведеними, які визначаються передаточною функцією її прямого пристрою. Передаточну функцію між елементами підвіски відображають як співвідношення плечей, так і сил, що діють в зазначеному ланцюгу конструкції. Тому, вирізняють передаточні функції по переміщенню та по силі [5]. Відомо [6], що передаточні функції незалежної підвіски визначаються геометричними параметрами її прямого пристрою. Відповідно, з вертикальним переміщенням центру колеса відносно несучої системи (з ходом підвіски) змінюються як її геометричні параметри прямого пристрою, так і передаточні функції по силі та переміщенню. Тобто з ходом незалежної підвіски (при роботі підвіски) відбувається зміна параметрів її приведених до колеса автомобіля елементів. Зазвичай при моделюванні коливань автомобіля використовують постійні параметри приведених елементів підвіски [1], [3 – 8]. Крім того, в роботах [1], [3 – 8] не враховуються включення в роботу буферів стискання та відбою, що також вносить неточності у відображення реальних фізичних процесів, які супроводжуються при русі автомобіля по нерівній дорозі.

Тому, при моделюванні руху автомобіля по нерівній дорозі доцільно враховувати роботу буферів обмеження ходу підвіски та зміну її передаточної функції.

Мета роботи полягає в визначенні параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні з урахуванням зміни передаточної функції прямого пристрою підвіски, а також роботи буферів стискання і відбою та зміни їх характеристик.

Основна частина. На основі математичних залежностей, отриманих в роботі [7], розглянуто прямолінійний рівномірний рух автомобіля по дорозі, що має нерівність синусоїдального профілю.

Відмінність від раніше розглянутої розрахункової схеми полягає у врахуванні зміни передаточної функції підвіски (кінематичних особливостей роботи напрямного пристрою підвіски) та в доповненні її приведеними пружними елементами обмеження ходу підвіски (буферами стискання і відбою).

Дана система складається з двох зосереджених мас (підресореної та непідресореної), з'єднаних між собою пружними (пружний пристрій підвіски, буфер стискання та відбою) та дисипативним (гасильний пристрій) елементами підвіски, параметри роботи яких визначено з врахуванням зміни передаточної функції підвіски під час роботи її напрямного пристрою. Зв'язок автомобільного колеса з опорною поверхнею здійснюється через пружну шину (рис.1).

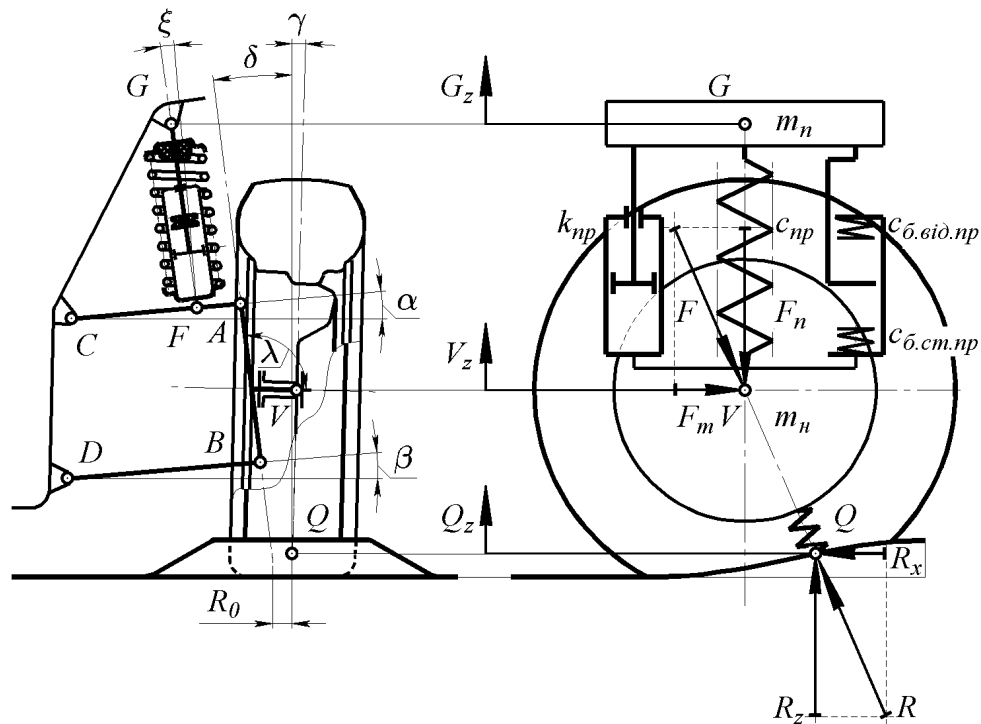


Рисунок 1 – Схема до визначення параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі через нерівність дороги синусоїдального профілю

Відомо [8], що автомобільне колесо під час наїзду на дорожню нерівність отримує збурення у вигляді переміщення та динамічного навантаження, яке через підвіску передається підресореній масі автомобіля. Тому, рух автомобіля по нерівній опорній поверхні супроводжується коливаннями його непідресорених (точка V) та підресорених (точка G) мас (рис. 1). Відбувається хід стискання підвіски або її відбою, що супроводжується зміною геометричних параметрів роботи її напрямного пристрою і відповідно її передаточної функції. Тобто, при переміщенні непідресорених (точка V) та підресорених (точка G) мас відбувається зміна параметрів її елементів, приведених до колеса автомобіля, які і визначають їх переміщення.

Так, в роботі [7] коливальні процеси описані системою рівнянь динаміки

$$\begin{cases} m_n \cdot G_z - F_n + m_n \cdot g = 0 \\ m_n \cdot V_z - R_z + F_n + m_n \cdot g = 0, \\ (m_n + m_n) \cdot V_x - F_m + R_x = 0 \end{cases} \quad (1)$$

де m_n та m_n – приведена до колеса відповідно підресорена та непідресорена маси автомобіля; g – прискорення вільного падіння; G_z та V_z – прискорення вертикального переміщення відповідно точок G та V ; V_x – прискорення горизонтального переміщення точок G та V ; F_n F_m – відповідно вертикальна та горизонтальна складові рівнодіючої F сил, що діють в підвісці автомобіля; R_z та R_x – відповідно вертикальна та горизонтальна складові рівнодіючої R сил, що діють в контакті колеса з опорною поверхнею.

Вертикальна складова рівнодіючої F сил, що діють в підвісці автомобіля, записана [7]

$$F_n = F_{np} + F_a, \quad (2)$$

де F_{np} та F_a – відповідно сила від деформації пружного пристрою підвіски та сила опору гасильного пристрою підвіски, що в свою чергу визначаються як [7]

$$F_{np} = c_{np} \cdot (V_z - G_z + l_{n0}), \quad F_a = k_{np} \cdot (V_z - G_z), \quad (3)$$

де c_{np} – жорсткість приведенного до колеса пружного елемента підвіски; G_z , V_z – вертикальна координата відповідно точок G та V ; l_{n0} – висота вільного від навантаження приведенного до колеса пружного елемента підвіски; k_{np} – коефіцієнт опору приведенного до колеса демпфера підвіски, що змінюється в залежності від ходу стискання або відбою (детальніше в роботі [1]); G_z , V_z – швидкості вертикального переміщення відповідно точок G та V .

В роботі [7] чисельні значення параметрів, приведених до колеса автомобіля елементів підвіски, постійні і відповідають положенню її напрямного пристрою при статичному номінальному навантаженні. Проте, в дійсності значення параметрів роботи приведених елементів підвіски автомобіля під час руху по нерівній опорній поверхні постійно змінюються, тому для подальших досліджень варто визначити характер зміни передаточних функцій напрямного пристрою при роботі підвіски.

В роботі [5] наведені залежності до визначення передаточних функцій по силі та переміщенню відповідно

$$i_y = \frac{AC \cdot \cos \alpha \cdot (R_0 + \operatorname{tg} \delta \cdot (AB \cdot \cos \delta + B_z - Q_z))}{FC \cdot \cos \xi \cdot AB \cdot \cos \delta} \times \left(\frac{AB \cdot \cos \delta}{R + \operatorname{tg} \delta \cdot (AB \cdot \cos \delta + B_z - Q_z)} + \frac{l}{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{tg} \delta} + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \beta} \right), \quad (4)$$

$$i_x = \frac{AC}{FC \cdot \cos \xi}, \quad (5)$$

де AC і FC – відстань між точками A , C і F , C згідно (рис. 1); α і β – кут нахилу верхнього та нижнього важелів відповідно; δ – кут поперечного нахилу шворня; ξ – кут між віссю пружного елемента та опущеного до верхнього важеля перпендикуляра; R_0 – плече обкатки.

Для визначення геометричних параметрів роботи напрямного пристрою підвіски в залежності від вертикального переміщення підресореної та непідресореної мас (точок G і V) пропонується кут нахилу верхнього важеля розраховувати за формулою

$$\alpha = \arcsin \frac{V_z - G_z + h_{GC} + AW \cdot \cos \delta + VW \cdot \sin \gamma}{AC}, \quad (6)$$

де V_z і G_z – відповідно вертикальна координата точки V і G ; AW та VW – відстань між точками A , W і V , W згідно (рис. 1); h_{GC} – відстань по вертикалі між точками G і C ; γ – кут розвалу.

Інші геометричні параметри роботи підвіски визначено за законами класичної геометрії з урахуванням того, що механізм напрямного пристрою підвіски має одну ступінь вільності. Так, наприклад, кут розвалу записано у вигляді

$$\gamma = \lambda - 90^\circ - \delta, \quad (7)$$

де λ – кут між шворнем і віссю обертання колеса (рис. 1).

На основі математичних залежностей, запропонованих у роботі [7], визначено жорсткість приведенного пружного елемента, в роботі [6] – коефіцієнт опору приведенного демпфера підвіски (з урахуванням умови, запропонованої в роботі [1]). Зазначені параметри відповідно записані у вигляді

$$c_{np} = \frac{c_F}{\dot{i}_y \cdot \dot{i}_x}, \quad \begin{cases} k_{np} = \frac{F_{cm}}{v_D \cdot \dot{i}_x^2}, & \text{якщо } V_z - G_z \geq 0 \\ k_{np} = \frac{F_{\text{від}}}{v_D \cdot \dot{i}_x^2}, & \text{якщо } V_z - G_z < 0 \end{cases}, \quad (8)$$

де c_F – коефіцієнт жорсткості реального пружного елемента; F_{cm} і $F_{\text{від}}$ – зусилля на штоці амортизатора при швидкості руху його поршня v_D відповідно на ході стиснення і відбою.

Коефіцієнт жорсткості приведенного буфера стиснення з урахуванням його конструктивного положення в підвісці автомобіля (рис. 1) визначено

$$c_{\text{б.см}} = \frac{c_{\text{б.см}}}{\dot{i}_y \cdot \dot{i}_x}, \quad (9)$$

де $c_{\text{б.см}}$ – коефіцієнт жорсткості буфера стиснення.

Тоді рівняння щодо визначення сил від деформації пружного пристрою підвіски та сили опору її гасильного пристрою (3) відповідно набувають вигляду

$$F_{np} = \frac{c_F}{\dot{i}_y \cdot \dot{i}_x} \cdot (l_{n0} - (G_z - V_z)), \quad \begin{cases} F_a = \frac{F_{cm}}{v_D \cdot \dot{i}_x^2} \cdot (V_z - G_z), & \text{якщо } V_z - G_z \geq 0 \\ F_a = \frac{F_{\text{від}}}{v_D \cdot \dot{i}_x^2} \cdot (V_z - G_z), & \text{якщо } V_z - G_z < 0 \end{cases}. \quad (10)$$

Сила від пружної деформації буфера стиснення визначено з урахуванням умов включення його у роботу

$$\begin{cases} F_{\text{б.см}} = \frac{c_{\text{б.см}}}{\dot{i}_y \cdot \dot{i}_x} \cdot (h_{\text{б.см}} - ((G_z - V_z) - (h_{GV.st} - h_{cm}))), & \text{якщо } (G_z - V_z) - (h_{GV.st} - h_{cm}) \leq h_{\text{б.см}}, \\ F_{\text{б.см}} = 0, & \text{якщо } (G_z - V_z) - (h_{GV.st} - h_{cm}) > h_{\text{б.см}} \end{cases}, \quad (11)$$

де $h_{\text{б.см}}$ – висота вільного від навантаження приведенного буфера стиснення; $h_{GV.st}$ – відстань між точками G і V при статичному навантаженні; h_{cm} – хід стиснення підвіски від положення статичного навантаження.

На підставі наведеного рівняння (2) вертикальної складової F_n рівнодіючої F сил, що діють в підвісці автомобіля, та з урахуванням (10) та (11) набуває вигляду

$$F_n = F_{np} + F_{\text{б.см}} + F_{\text{б.від}} + F_a, \quad (12)$$

де $F_{\text{б.від}}$ – зусилля від пружної деформації буфера відбою (визначається аналогічно рівнянню (11)).

Підставивши (12) в систему (1), отримано систему рівнянь, що визначає параметри роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні з урахуванням зміни передаточної функції напрямного пристрою підвіски, з урахуванням роботи буферів стиснення і відбою та зміни їх характеристик.

За отриманими математичними залежностями проведено розрахунки для легкового автомобіля Renault 15TS. Прийнято, що автомобіль рухається прямолінійно з постійною швидкістю 8,3 м/с (30 км/год) по опорній поверхні, що має одиничну синусоїдальну нерівність (параметри нерівності: висота – 70 мм довжина – 1 м). Параметри автомобіля, що необхідні для розрахунків отримані з [5], [6] деякі з них наведені у таблиці.

Таблица – Параметри автомобіля Renault 15TS [6], [7]

Параметр	Умовне позначення	Значення
Приведена до колеса підресорена маса, кг	m_n	307,3
Приведена до колеса непідресорена маса, кг	m_h	28,5
Коефіцієнт жорсткості пружного елемента підвіски, Н/мм	c_F	21,5
Зусилля опору амортизатора на ході стискання з швидкістю v_D , Н	F_{cm}	700
Зусилля опору амортизатора на ході відбою з швидкістю v_D , Н	F_{vid}	3000
Швидкість поршня амортизатора, м/с	v_D	0,524
Загальний хід підвіски	$h_{підв}$	165
Хід стискання підвіски від положення статичного навантаження, мм	h_{cm}	50
Хід відбою підвіски від положення статичного навантаження, мм	h_{vid}	115

За результатами розрахунків визначено траєкторії точок, що належать елементам розрахункової схеми (рис. 1). На рис. 2 відображено переміщення та траєкторії точок підресореної (точка G) та непідресореної (точка V) мас автомобіля при його русі по нерівній дорозі. З урахуванням роботи буферів обмеження ходу підвіски, зображено можливе переміщення підресореної маси (точки G) по відношенню до непідресореної (точки V), тобто залишок ходу стискання та відбою на кожному кроці математичного моделювання. При цьому, в зоні вершини нерівності вибирається весь можливий хід стискання підвіски (з урахуванням роботи буфера стискання), а в кінця нерівності відбувається відрив автомобільного колеса від опорної поверхні. Поновлення контакту супроводжується поступовим відновленням характеристик роботи підвіски, властивих для руху по рівній дорозі.

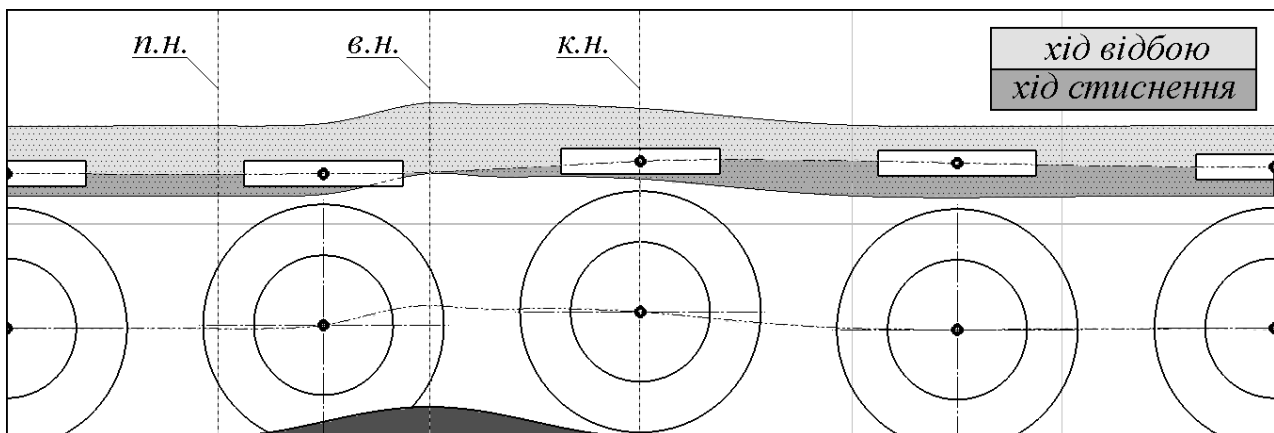


Рисунок 2 – Траєкторії підресореної та непідресореної мас автомобіля Renault 15TS при його русі на швидкості 30 км/год по нерівній дорозі (параметри синусоїдальної нерівності: висота – 70 мм; довжина – 1 м)

На основі розрахунків отримано графічні залежності жорсткості приведенного пружного елемента підвіски, відстані по вертикалі (далі за текстом «відстані») між точками G і V (рис. 3); вертикальної проекції рівнодіючої сил, що діють в контактні колеса з опорною поверхнею R_z , вертикальної складової рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля F_n , сили від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} , сили опору гасильного пристрою підвіски F_a та зусилля від пружної деформації буфера стискання $F_{б.ст}$ (рис. 4) від поточної горизонтальної координати центру колеса автомобіля Renault 15TS при його русі з швидкістю 30 км/год по опорній поверхні, що має одиничну синусоїдальну нерівність.

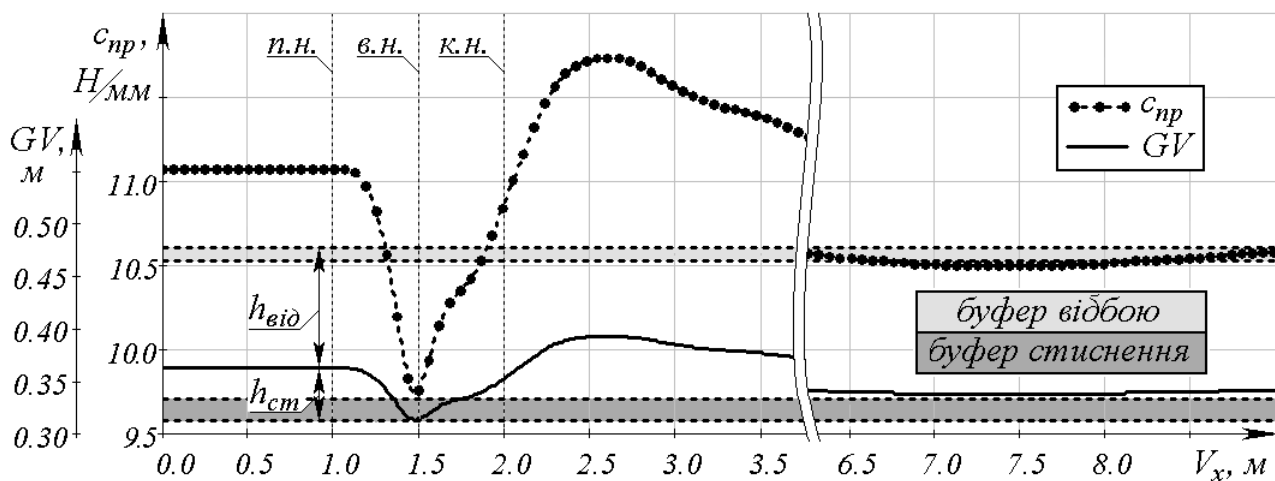


Рисунок 3 – Залежності жорсткості приведенного пружного елемента підвіски та відстані GV по вертикалі від поточної горизонтальної координати центру колеса автомобіля Renault 15TS при його русі з швидкістю 30 км/год по нерівній дорозі (параметри синусоїдальної нерівності: висота – 70 мм; довжина – 1 м)

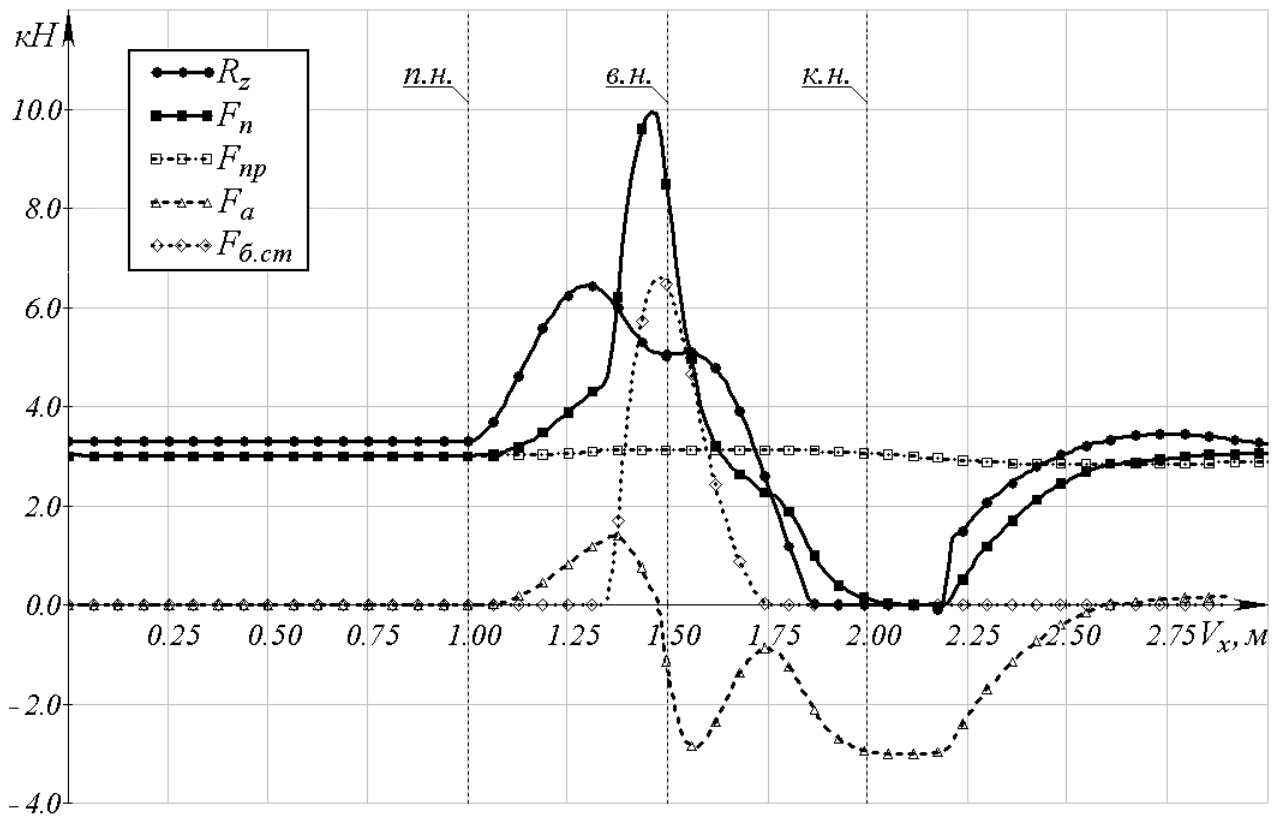


Рисунок 4 – Залежності вертикальної проекції рівнодіючої сил, що діють в контактї автомобільного колеса з опорною поверхнею R_z , вертикальної складова рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля F_n , сили від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} , сили опору гасильного пристрою підвіски F_a та зусилля від пружної деформації буфера відбою $F_{б.в.д}$ від поточної горизонтальної координати центру колеса автомобіля Renault 15TS при його русі з швидкістю 30 км/год по нерівній дорозі (параметри синусоїдальної нерівності: висота – 70 мм; довжина – 1 м)

Для зручності аналізу графічних залежностей (рис. 2 – 4) через початок нерівності (координата 1,0 м) проведено вертикаль *п.н.*, через вершину нерівності (координата 1,5 м) – вертикаль *в.н.*, через

кінець нерівності (координата 2,0 м) – вертикаль *к.н.* При цьому висота нерівності (70 мм) обмежена амплітудою синусоїди, а її довжина (1,0 м) – періодом синусоїди.

Аналіз графіків (рис. 3) свідчить, що до наїзду на нерівність (вертикаль *п.н.*) жорсткість приведенного пружного елемента підвіски та відстань GV постійні і дорівнюють їх статичним значенням. Після наїзду на синусоїдальну нерівність жорсткість приведенного пружного елемента підвіски та відстань GV , зменшуючись (хід стискання підвіски), досягають своїх мінімальних значень до подолання (по горизонталі) вершини нерівності (вертикаль *в.н.*) центром автомобільного колеса. При цьому, в роботу включився буфер відбою, який обмежив подальший хід стискання підвіски. Далі жорсткість приведенного пружного елемента підвіски та відстань GV зростають (хід відбою) і досягають максимальних значень. Після чого, зменшуючись (хід стискання), досягають другого мінімуму (близько до координати 7,5 м) та у подальшому поступово повертається до своїх статичних значень. Так, жорсткість приведенного пружного елемента підвіски до наїзду на нерівність дорівнює 11,00 Н/мм, після наїзду на нерівність її мінімальне значення (що було обмежене буфером стискання підвіски) менше статичного на 11,4 % і дорівнює 9,75 Н/мм, а максимальне - більше статичного на 6,6 % і становить 11,73 Н/мм.

Аналіз графіків (рис. 4) показує, що до наїзду на нерівність (вертикаль *п.н.*) вертикальна всі відображені сили постійні і дорівнюють своїм статичним значенням (а саме, проекція R_z рівнодіючої сил, які діють в контактні автомобільного колеса з опорною поверхнею, вертикальна складова F_n рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля, сила від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} , сила опору гасильного пристрою підвіски F_a та зусилля від пружної деформації буферу стискання $F_{б.ст}$). Після наїзду автомобільного колеса на дорожню нерівність зазначені сили зростають. Варто відзначити, що при спрацюванні буферу стискання зростає не тільки вертикальна складова F_n рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля, але й вертикальна проекція R_z рівнодіючої сил, що діють в контактні автомобільного колеса з опорною поверхнею. Після чого всі сили, зменшуючись, досягають своїх мінімальних значень. Важливо, що вертикальна проекція R_z рівнодіючої сил зменшується до нуля, що свідчить про відрив (!) (рис. 2) автомобільного колеса від опорної поверхні. При цьому, (під час відсутності контакту) на ході відбою сила опору гасильного пристрою підвіски F_a , змінивши напрямок своєї дії, протидіє силі від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} таким чином, що вертикальна складова F_n рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля, також стає рівною нулю.

До наїзду на нерівність вертикальна проекція R_z рівнодіючої сил, що діють в контактні автомобільного колеса з опорною поверхнею, дорівнює 3,3 кН; вертикальна складова F_n рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля – 3,0 кН; сила від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} – 3,0 кН; сила опору гасильного пристрою підвіски F_a – 0; зусилля від пружної деформації буферу відбою $F_{б.ст}$ – 0. Максимальне значення вертикальної проекції R_z рівнодіючої сил, що діють в контактні автомобільного колеса з опорною поверхнею – 6,5 кН. На момент досягнення максимального значення вертикальної складової F_n рівнодіючої сил, що діють в підвісці автомобіля дорівнює 9,9 кН; сила від деформації пружного пристрою підвіски F_{np} складає всього 3,1 кН; сила опору гасильного пристрою підвіски F_a рівна – 0 (що свідчить про зміну ходу стискання підвіски на хід відбою); зусилля від пружної деформації буферу стискання $F_{б.ст}$ досягає – 6,6 кН. При цьому (з початком роботи буфера стискання), призупиняється на деякий час стрімке зменшення вертикальної проекції R_z рівнодіючої сил, що діють в контактні автомобільного колеса з опорною поверхнею.

Висновки. При визначенні параметрів роботи підвіски автомобіля, що рухається по нерівній опорній поверхні, враховано зміни передаточної функції напрямного пристрою підвіски, роботу буферів стискання і відбою та зміну їх характеристик. Запропонована методика дозволяє більш точно оцінити процеси, що відбуваються в підвісці автомобіля, а також в контактні його колеса з нерівною дорогою. Так, на ході стискання підвіски передаточна функція напрямного пристрою змінюється таким чином, що жорсткість приведенного до колеса пружного елемента підвіски автомобіля зменшується (в той час, коли з міркувань забезпечення якісної роботи підвіски бажане її зростання). При цьому, за отриманими результатами, з урахуванням обмеження ходу підвіски, різниця мінімальної жорсткості приведенного пружного елемента від жорсткості, що відповідає статичному

положенню підвіски, складає 11.4 % (без урахування буферу стискання ця різниця могла бути більшою). В момент спрацювання буферу стискання зусилля (в наслідок його деформації) передається не тільки на несучу систему автомобіля, але й на опорну поверхню (при наявності контакту автомобільного колеса з дорогою), що вносить зміни як в характер сил, що діють в зазначеному контакті, так і в характер траєкторій переміщення підресореної та непідресорених мас автомобіля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Поляков В.М. Визначення сил взаємодії колеса легкового автомобіля під час руху нерівною дорогою / В.М. Поляков, О.О. Разбойніков // Вісник ЖДТУ. 2016. – №2 (77). С. 215-223.
2. Поляков В.М. Аналіз розвитку конструкцій підвісок автомобіля / В.М. Поляков, І.С. Мурованний, О.О. Разбойніков // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ. 2015. – №1(3). С. 128-135.
3. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 2. Плавність ходу та прохідність автотранспортних засобів: [навчальний посібник] / [В.П. Сахно, В.М. Поляков А.В. Костенко та ін.]. – Донецьк: ТОВ «Ноуліджа» (донецьке відділення), 2014. – 356 с.
4. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
5. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Элементы подвески / Й. Раймпель; [пер. с нем. А.Л. Карпухина]; под ред. Г.Г. Гридасова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
6. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса / Й. Раймпель; [пер. с нем. В.П. Агапова]; под ред. О.Д. Златовратского. – М.: Машиностроение, 1986. – 316 с.
7. Разбойніков О.О. / Системний аналіз взаємодії автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги / О.О. Разбойніков // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Серія «Технічні науки» – К.: НТУ, 2016. – Вип. 17. ч. 1. С. 80-88
8. Поляков В.М. Визначення рівнодіючої сил взаємодії автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги / В.М. Поляков, О.О. Разбойніков // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 1 (37). С. 329-338

REFERENCES

1. Poljakov, V.M., Razbojnikov, O.O. «Vyznachennja syl vzajemodii' kola legkovogo avtomobilja pry rusi po nerivnij dorozji», Visnyk ZhDTU, 2016. Issue 2(77). pp. 215-223. (Ukr)
2. Poljakov, V.M., Murovanyj, I.S. and Razbojnikov, O.O. (2015), «Analiz rozvytku konstrukcij pidvisok avtomobilja», Suchasni tehnologii' v mashynobuduvanni ta transporti, No1(3), pp. 128-135. (Ukr)
3. Sahno V.P. et al. (2014) Ekspluatatsiyni vlastivosti avtotransportnykh zasobiv. V 3 ch. Ch 2. Plavnist' khodu ta prokhdnist' avtotransportnykh zasobiv: [navchal'niy posibnik]: Donec'k, TOV «Noulidzha» (donets'ke viddilennja), 356 p. (Ukr)
4. Tarasik V.P. (2006), Teoriya dvizheniya avtomobilya: Uchebnik dlya vuzov, BKhV-Peterburg, SPb. 478 p. (Rus)
5. Raympel' Y. (1987) Shassi avtomobilya: Elementy podveski Mashinostroenie, Moscow, – 288 p. (Rus)
6. Raympel' Y. (1986), Shassi avtomobilya: Amortizatory, shyny i kola, Mashinostroenie, Moscow, 316 p. (Rus)
7. Razbojnikov O.O. (2016), «Systemnyj analiz vzajemodii' avtomobil'nogo kola z nerivnoju poverhneju dorogy» Upravlinnja proektamy, systemnyj analiz i logistyka. Serija «Tehnichni nauky», No. 17 ch. 1. pp. 80-88. (Ukr)
8. Poljakov, V.M. and Razbojnikov, O.O. (2017), «Vyznachennja rivnodijuchoi' syl vzajemodii' avtomobil'nogo kola z nerivnoju poverhneju dorogy» Visnyk Nacional'nogo transportnogo universytetu. Serija «Tehnichni nauky». Naukovo-tehnichnyj zbirnyk, No. 1 (37). pp. 329-338. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Поляков В.М. Визначення параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні / В.М. Поляков, О.О. Разбойніков // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Запропоновано методику визначення параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні. Враховано особливості реальної конструкції підвіски та обмеження її ходу. Наведено графічні залежності параметрів роботи підвіски (жорсткості приведенного пружного

елемента, ходу, сил, що діють на несучу систему та сил, що діють на опорну поверхню) від горизонтального переміщення автомобільного колеса.

Об’єкт дослідження – параметри роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній дорозі.

Мета роботи – визначення параметрів роботи підвіски автомобіля при його русі по нерівній опорній поверхні з урахуванням зміни передаточної функції напрямного пристрою підвіски, а також роботи буферів стискання і відбою та зміни їх характеристик.

Метод дослідження – математичне моделювання.

Визначено параметри роботи підвіски при рівномірному прямолінійному русі автомобіля по дорозі з синусоїдальною нерівністю. В розрахунках враховано зміну передаточної функції напрямного пристрою підвіски, а також роботу буферів стискання і відбою та зміни їх характеристик. Наведено результати розрахунків для автомобіля Renault 15TS.

Запропонована методика дозволяє більш точно оцінити процеси, що відбуваються в підвісці автомобіля, а також в контакті його колеса з нерівною дорогою. Дослідженнями доведено, що параметри приведених елементів підвіски змінюються при її роботі. Показано, що робота буферів обмеження ходу підвіски вносить зміни в характер траєкторій переміщення підресореної та непідресорених мас автомобіля, а також сил, що діють на несучу систему автомобіля і опорну поверхню дороги. На графічних залежностях відображено характер зміни жорсткості приведенного пружного елемента підвіски, сил, що діють в ній та в контакті колеса з опорною поверхнею при русі по нерівній дорозі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НЕРІВНА ДОРОГА, ПІДВІСКА АВТОМОБІЛЯ, ПЕРЕДАТОЧНА ФУНКЦІЯ ПІДВІСКИ, БУФЕР СТИСКАННЯ, БУФЕР ВІДБОЮ.

ABSTRACT

Polyakov V.M., Razboynikov A.A. Determination of suspension operating parameters while driving by uneven support surface. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

A technique for determining the conditions of the car suspension system while driving on uneven supporting surface was proposed. Takes into account constructional features of the real suspension system and suspension stroke limitation. It was presented the graphical dependences conditions of the car suspension system (the rigidity of the reduced elastic element, its stroke, forces acting on the undercarriage and bearing surface) from the horizontal movement of the car wheel.

The object of study – conditions of the car suspension system while driving on uneven road.

Objective – Determining conditions of the car suspension system while driving on uneven supporting surface with taking into account the change in the transfer function of the suspension system, as well as the work of bump stop, rebound bumper and changing their characteristics.

The research method – mathematical modeling.

The conditions of the car suspension system while its driving with an uniform rectilinear movement was determined. The calculations takes into account the change in the change in the transfer function of the suspension system, as well as the work of bump stop, rebound bumper and changing their characteristics. Conducted calculations for car Renault 15TS was presented.

The proposed technique makes it possible to estimate more accurately processes occurring in the suspension of the car, as well as in contact of its wheels with an uneven road. Research proves that parameters of reduced suspension elements change while its work. It is shown that the work of suspension buffers changes the nature of the trajectories of the sprung and unsprung masses of the car, as well as the forces acting on undercarriage and road bearing surface. Character of the changes rigidity of reduced elastic element of suspension system, forces acting in the vehicle suspension system and contact of its wheels with bearing surface, while driving on uneven road surface displayed on the graphical dependencies.

KEY WORDS: UNEVEN ROAD, CAR SUSPENSION, TRANSFER FUNCTION OF SUSPENSION SYSTEM, BUMP STOP, REBOUND BUMPER.

РЕФЕРАТ

Поляков В.М. Определение параметров работы подвески автомобиля при его движении по неровной опорной поверхности / В.М. Поляков, А.А. Разбойников // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

Предложена методика определения параметров работы подвески автомобиля при его движении по неровной опорной поверхности. Учтены особенности реальной конструкции подвески и

ограничения ее хода. Приведены графические зависимости параметров работы подвески (жесткости приведенного упругого элемента, хода, сил, действующих на несущую систему и сил, действующих на опорную поверхность) от горизонтального перемещения автомобильного колеса.

Объект исследования – параметры работы подвески автомобиля при его движении по неровной дороге.

Цель работы – определение параметров работы подвески автомобиля при его движении по неровной опорной поверхности с учетом изменения передаточной функции направляющего устройства подвески, а также работы буферов сжатия и отбоя и изменения их характеристик.

Метод исследования – математическое моделирование.

Определены параметры работы подвески при равномерном прямолинейном движении автомобиля по дороге с синусоидальной неровностью. В расчетах учтено изменение передаточной функции направляющего устройства подвески, а также работу буферов сжатия и отбоя и изменения их характеристик. Приведены результаты расчетов для автомобиля Renault 15TS.

Предложенная методика позволяет более точно оценить процессы, происходящие в подвеске автомобиля, а также в контакте его колеса с неровной дорогой. Исследованиями доказано, что параметры приведенных элементов подвески изменяются при ее работе. Показано, что работа буферов ограничения хода подвески вносит изменения в характер траекторий перемещения поддрессоренной и неподдрессоренных масс автомобиля, а также сил, действующих на несущую систему автомобиля и опорную поверхность дороги. На графических зависимостях отражено характер изменения жесткости приведенного упругого элемента подвески, сил, действующих в ней и в контакте колеса с опорной поверхностью при движении по неровной дороге.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НЕРОВНАЯ ДОРОГА, ПОДВЕСКА АВТОМОБИЛЯ, ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ПОДВЕСКИ, БУФЕР СЖАТИЯ, БУФЕР ОТБОЯ.

АВТОРИ:

Поляков Віктор Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net, тел. +380673861468, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 306.

Разбойников Александр Александрович, інженер лабораторії «Автомобілі», Національний транспортний університет, e-mail: razboyn1k@ukr.net, тел. +380972214790 Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 306.

AUTHOR:

Polyakov Victor M., Ph.D in Technical Science, associate professor, professor of «Automobiles», National Transport University, e-mail: poljakov_2006@ukr.net, tel. +380673861468, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 306.

Razboynikov Alexander, laboratory engineer «Automobiles», National Transport University, e-mail: razboyn1k@ukr.net, tel. +380972214790 Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 306.

АВТОРЫ:

Поляков Виктор Михайлович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: poljakov_2006@ukr.net, тел. +380673861468, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 306.

Разбойников Александр Александрович, инженер лаборатории «Автомобили», Национальный транспортный университет, e-mail: razboyn1k@ukr.net, тел. +380972214790 Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 306.

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 the Automobiles Department, Kiev, Ukraine.

Kravchenko A.P., Doctor of Technical Science, professor, Zhytomyr State Technological University, Professor of Department of Automobiles and Automobile Industry, Zhytomyr, Ukraine.

УДК 621.893
UDC 621.893

WŁAŚCIWOŚCI SMARNE OLEJU SILNIKOWEGO PO EKSPLOATACJI W WĘZŁACH CIERNYCH Z ELEMENTAMI BOROWANYMI

NOWAK Justyna, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska
LUBAS Janusz, Prof. dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ЗМАЩУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ПІСЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ВУЗЛАХ ТЕРТЯ З БОРОВМІСТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

НОВАК Юстина, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
ЛЮБАС Януш, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

LUBRICATING PROPERTIES OF ENGINE OIL AFTER USE IN FRICTION PAIRS WITH ELEMENTS WITH BORON

NOWAK Justyna, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
LUBAS Janusz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WPROWADZENIE

Trwałość i niezawodność konstrukcji urządzeń, maszyn czy środków transportu jest wynikiem przede wszystkim doboru odpowiedniej technologii w procesie kształtowania warstw wierzchnich elementów konstrukcyjnych oraz podzespołów należących do układów kinematycznych. Zapewnienia to przenoszenie znacznych nacisków jednostkowych, przy stosunkowo wysokich prędkościach względnego przemieszczania się elementów oraz wysokich temperaturach współpracy układów kinematycznych [1, 2]. Procesy wprowadzania boru do warstwy powierzchniowej są technologiami, które zapewniają odpowiednie właściwości tribologiczne dla elementów par ciernych. Technologie te realizowane są za pomocą różnych procesów jak dyfuzja, przetopienie, implantacja jonów, fizyczne osadzanie lub chemiczne osadzanie z fazy gazowej, galwaniczne, itp. Właściwości powstałych w ten sposób warstw zależą zarówno od stanu fizycznego używanego w procesie źródła boru, czasu trwania obróbki, temperatury borowania, właściwości borowanego materiału, ale także od ewentualnej obróbki cieplnej wykonywanej po procesie borowania [1, 4, 6]. Obecnie stosowane procesy borowania metali umożliwiają osiągnięcie warstwy powierzchniowej odznaczającej się wysoką twardością, odpornością na ścieranie i korozję, brakiem skłonności do pękania oraz niską kruchością. Dodatkowo warstwy te, w pewnych warunkach obciążenia, wykazują skłonność do zmniejszenia współczynnika tarcia, co powoduje, że zwiększa się zainteresowanie wykorzystywaniem tych warstw jako powłok elementów narażonych na zachodzące procesy zużycia [1, 4].

Istotnym elementem współpracy smarowanych par ciernych jest oddziaływanie czynnika smarującego na procesy tarcia przebiegające w obszarze tarcia, ale również zmiana właściwości smarnych czynnika smarującego podczas eksploatacji [3, 5, 7]. Na procesy tarcia kształtowane w obszarze tarcia istotny wpływ wykazuje obciążenie węzła tarcia, które wpływa na kształtowanie warstw przeciwzużyciowych i przeciwzatarciowych. Podjęty problem obejmuje wyznaczenie parametrów tarcia w obszarze tarcia z elementem zawierającym bor, oraz jego wpływ na zmianie właściwość przeciwzatarciowych w czynniku smarnym.

OPIS BADAŃ

Obiektem badań jest węzeł cierny składający się z próbki pierścieniowej i przeciwpróbki (Rys. 1). Próbka pierścieniowa wykonana została ze stali 46Cr2 i poddana procesowi borowania w proszku a przeciwpróbka wykonana była ze stopu łożyskowego AlSn20 (Tabela 1). Proces borowania przeprowadzono w proszku w temperaturze 950°C przez 8 godzin a następnie próbki poddano hartowaniu izotermicznemu. Zastosowany w procesie proszek składał się z następujących substancji (30%), Al₂O₃ (68%), NH₄Cl, and NaF. Naborowane warstwy powierzchniowe stali wyróżniają się dużą twardością (~ 2000HV) i strukturze o charakterystycznym igłowym układzie borków.



Rysunek 1 – Badana para cierna (1 – próbka pierścieniowa, 2 – przeciwpróbka)

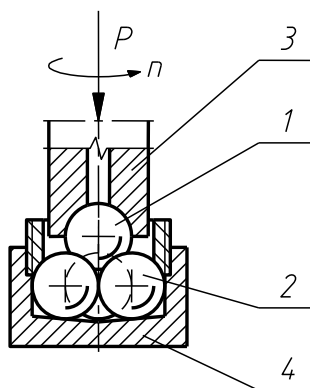
Obszar tarcia pary ciernej podczas testów smarowany był mineralnym olejem silnikowym Lotos mineral 15W/40 (Tabela 2). Badania współpracy pary ciernej i procesy zużycia przeprowadzono na testerze tribologicznym typu rolka – klocek, a badania właściwości przeciwzatarciowych oleju silnikowego przeprowadzono na testerze czterokulowym (Rys. 2).

Tabela 1 – Skład chemiczny i właściwości mechaniczne stopu łożyskowego AlSn20

Pierwiastek	Sn	Cu	Al
(wt. %)	17.5-22.5	0.7-1.3	reszta
Operating temperature $T_{\max}$ (°C)	150		
Load $P_{\max}$ (N/mm ²)	250		
Tensile strength (N/mm ²)	100		
Sliding speed V-oil lubricated (m/s)	2		
Alloy hardness (HB)	30-40		

Tabela 2 – Charakterystyka oleju silnikowego Lotos mineral 15W/40

Parameter	Value
Kinematic viscosity at 100°C	14,5 mm ² /s
Viscosity index	133
HTHS dynamic viscosity at 150°C	3,8 mPa s
Specification	API SJ/CF ACEA A3-02/B3-98



Rysunek 2 – Węzeł tarcia aparatu czterokulowego, 1-kulka górna, 2-kulki dolne, 3-uchwyt kulki, 4-gniazdo kulek [11]

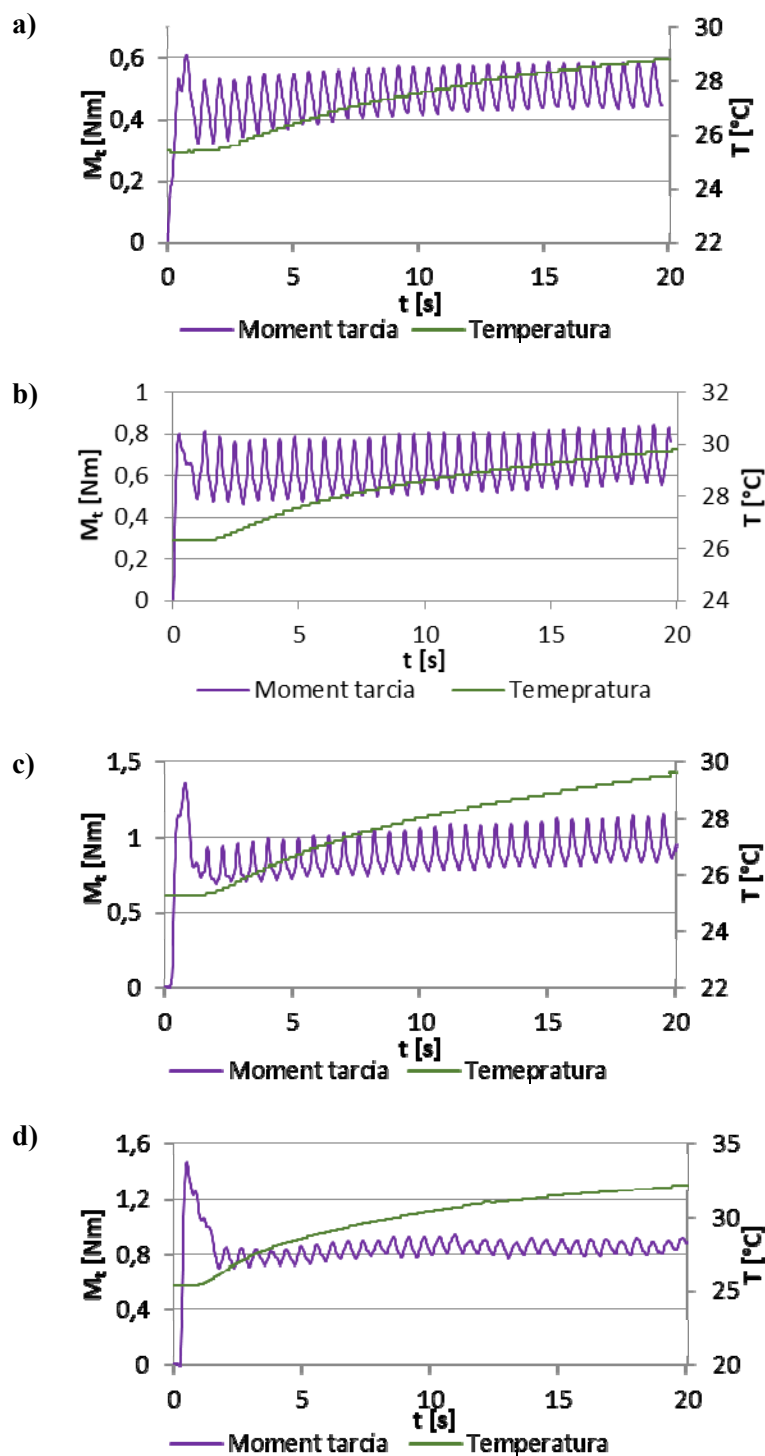
Badania stanowiskowe przeprowadzone zostały według określonego algorytmu, który obejmował docieranie wstępne próbek oraz rzeczywistą współpracę elementów pary trącej przy założonych odpowiednich parametrach. Proces docierania próbki wykonywano na stanowisku badawczym za każdym razem pod takim samym obciążeniem wynoszącym 1 MPa przez okres 30 sekund celem uzyskania wymaganego przylegania przeciwpróbki do próbki pierścieniowej. Wielkościami mierzonymi podczas badania była wartość siły tarcia, temperatura oraz zużycie liniowe. Pomiary parametrów współpracy pary ciernej dokonywano podczas rozruchu pary ciernej w ciągu 20 sekund, oraz prób zużycia trwających 300 sekund. Badania rozruchu pary ciernej przeprowadzono przy obciążeniach 1, 2, 3 i 4 MPa, po 3 próby dla każdego obciążenia, a badania zużycia realizowane zostały pod obciążeniem 1 MPa i 4 MPa.

Do drugiej części badań wykorzystany został aparat czterokulowy T-02U, którego węzeł tarcia składa się z trzech unieruchomionych w uchwycie kulek dolnych, które współpracują z ruchomą jedną kulką górną zamocowaną we wrzecionie, która z obraca się z określoną prędkością. Elementami testowymi w przeprowadzanym badaniu były znormalizowane kulki łożyskowe o średnicy 1/2", wykonane są stali łożyskowej ŁH15 o twardości zawierającej się w granicy 60÷65 HRC. Badania realizowane były przy prędkości obrotowej wrzeciona wynoszącej 500 obr/min i prędkość narastania obciążenia wynoszącym 409 N/s.[7].

Badania smerności przeprowadzono dla dwóch próbek oleju pochodzącego z badań zużycia pary ciernej. Obie próbki oleju były eksploatowane w urządzeniu T – 05 w czasie 300 sekund ale przy różnym obciążeniu. Pierwsza próbka oleju pracowała przy obciążeniu równym 1 MPa, a druga przy obciążeniu 4 MPa. Obie próbki także zawierały zanieczyszczenia w postaci opiłków metalu i boru pochodzącego z powłoki próbki pierścieniowej.

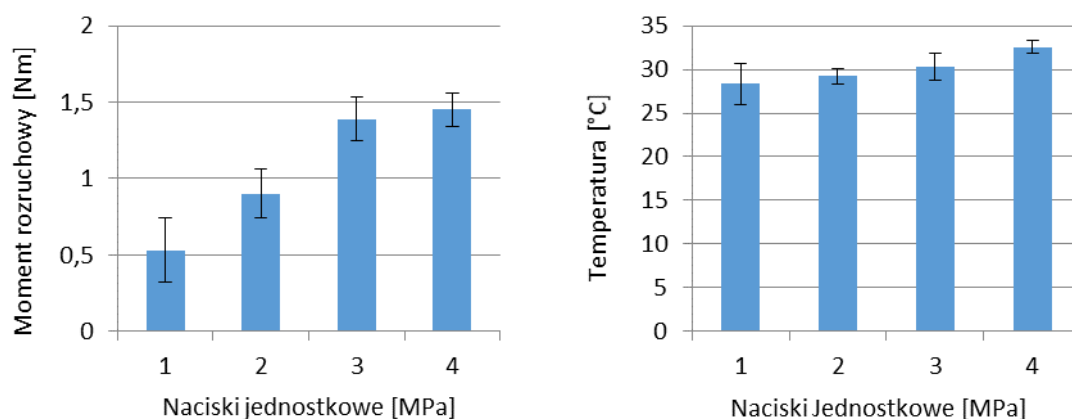
Wyniki badań

W procesie tarcia występują istotne procesy kształtujące warunki tarcia, które można opisać za pomocą momentu tarcia, temperatury, zużycia współpracujących elementów pary ciernej jak również zmian właściwości użytkowych czynnika smarnego (Rys. 3).



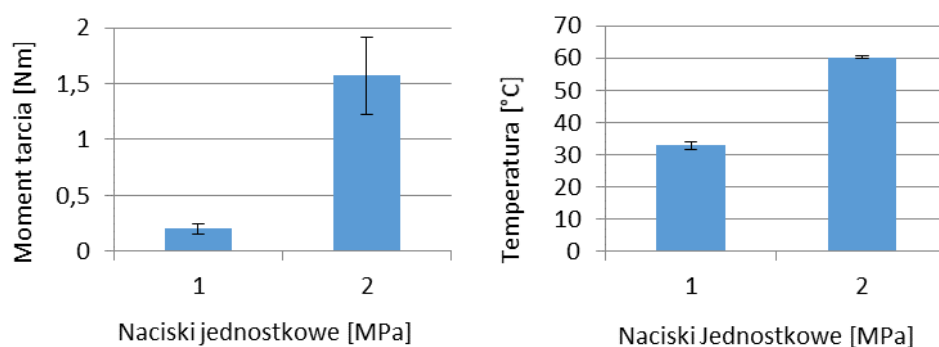
Rysunek 3 – Przebieg momentu tarcia M_T i temperatury T w funkcji czasu rozruchu pary ciernej i obciążenia a) 1 MPa, b) 2 MPa, c) 3 MPa, d) 4 MPa

Badania rozruchu pary ciernej wykazały, że dla każdego obciążenia badanych par ciernych podczas ich rozruchu występował intensywny wzrost momentu rozruchowego. Przy obciążeniu 1 MPa moment ten wyniósł ok 0,6 Nm potem się obniżył i z czasem trwania próby zaczął wolno wzrastać. Przy obciążeniu 2 MPa, wartość momentu rozruchowego wyniosła 0,8 Nm i praktycznie nie uległa zmianie przez cały czas procesu współpracy. Przy obciążeniu 3 MPa moment startowy osiągnął 1,4 Nm, a następnie znacznie się obniżył i z upływem czasu wykazywał powolny wzrost wartości. Przy obciążeniu 4 MPa moment rozruchowy wyniósł 1,5 Nm, następnie znacznie się obniżył i z upływem czasu utrzymywał się na stałym poziomie (Rys. 3). Wraz ze wzrostem obciążenia wzrastała wartość momentu rozruchowego. Największa różnica między ich wartością pojawiła się pomiędzy obciążeniem 2 a 3 MPa. Biorąc pod uwagę czas w jakim rozpoczynała się stabilizacja procesu można zaobserwować że wzrost obciążenia w obszarze styku powodował przedłużanie się tego okresu. Przy niskim obciążeniu stabilizacja zaczynała się po upływie około 1 sekundy natomiast już przy większym obciążeniu czas ten wynosił około 2,5 s, co może być spowodowane tym, że para ma trudniejsze warunki rozruchu i potrzebuje więcej czasu na stabilizację. Temperatura próbki na końcu każdego biegu zawierała się w granicach od 29 do 33 °C (Rys. 3).



Rysunek 3 – Moment rozruchowy i temperatura w obszarze tarcia podczas próby rozruchu pary ciernej

Analiza wpływu obciążenia na rejestrowane parametry pracy pary ciernej moment rozruchowy i temperatura w obszarze tarcia wykazała, że moment rozruchowy zwiększał się przy wzroście obciążenia, a różnica pomiędzy największym a najmniejszym momentem rozruchowym dla każdego obciążenia wraz z wzrostem obciążenia się zmniejszała. Podobnie przebieg wykazują pomiary temperaturą – wzrastała ze wzrostem obciążenia, a różnica pomiędzy końcowymi wartościami w kolejnych próbach wraz ze wzrostem obciążenia zmniejszała się (Rys. 6).

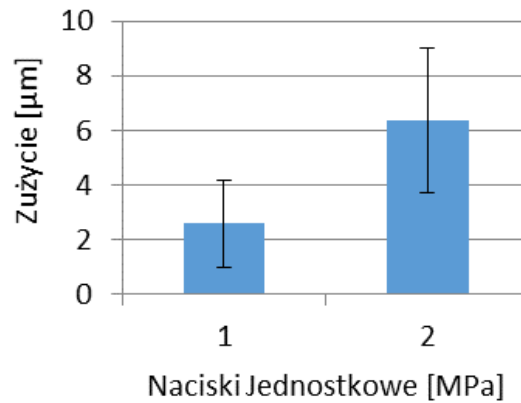


Rysunek 4 – Moment tarcia i temperatura w obszarze tarcia (100 obr/min, 300 s)

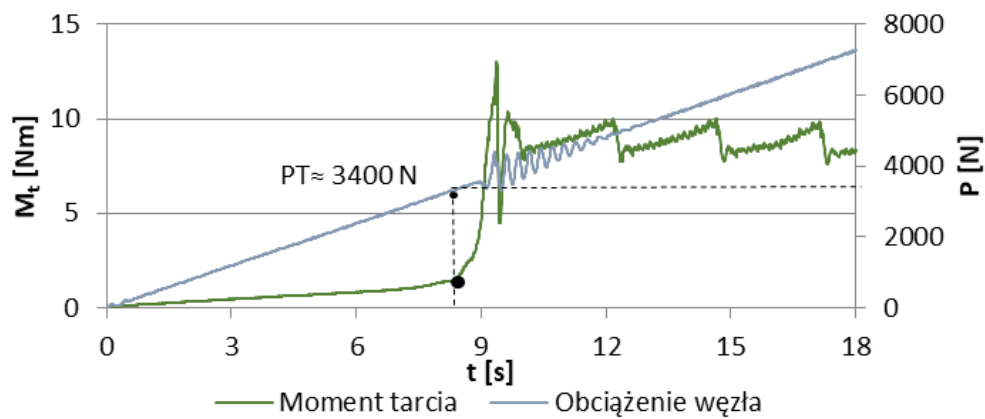
Wyniki badań z prób zużycia przy obciążeniu 1 i 4 MPa wykazały istotny wpływ na mierzone parametry tarcia i zużycia (Rys. 4, 5). Średni moment tarcia dla 1 MPa wyniósł 0,20 Nm, a rozrzut pomiędzy jego maksymalną a minimalną wartością 0,05. Dla 4 MPa moment miał wartość 1,57 Nm, a rozrzut 0,34. W próbie zużycia temperatura próbek w obszarze tarcia jest 2 razy większa przy obciążeniu 4 MPa w stosunku do temperatury rejestrowanej przy obciążeniu 1 MPa (Rys. 4). Zużycie pary ciernej wykazuje

również istotny wzrost wzrostu zużycia liniowego przy zwiększającym się obciążeniu węzła. Dla obciążenia 1 MPa wyniosło ono 2,59 również, a dla 4 MPa – 6,37 μm (Rys. 5).

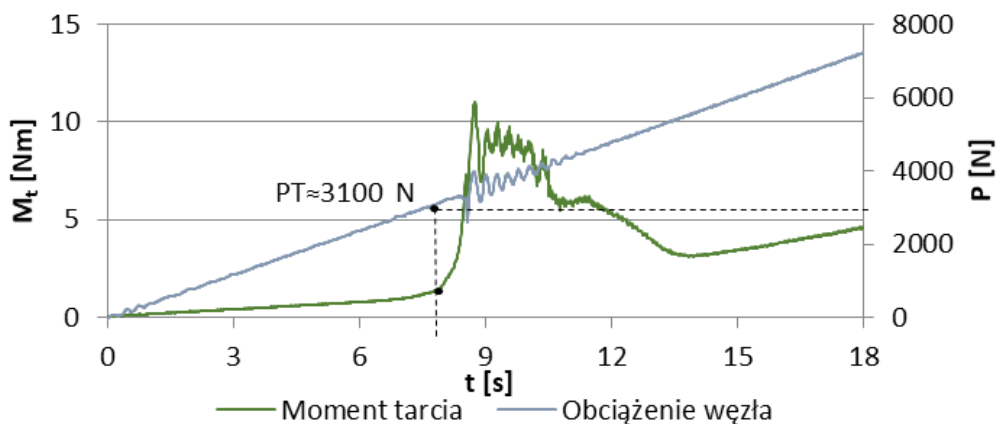
Zarejestrowane w czasie badań olejów na aparacie czterokulowym przebiegi siły obciążającej węzeł tarcia oraz momentu tarcia pozwalają na wyznaczenie momentu zacierania pary ciernej w zależności od rodzaju czynnika smarującego. Na rysunkach oznaczona została wartość siły obciążenia zacierającego, która w tej metodyce badań jest decydującym kryterium oceny smerności oleju (Rys. 6-8).



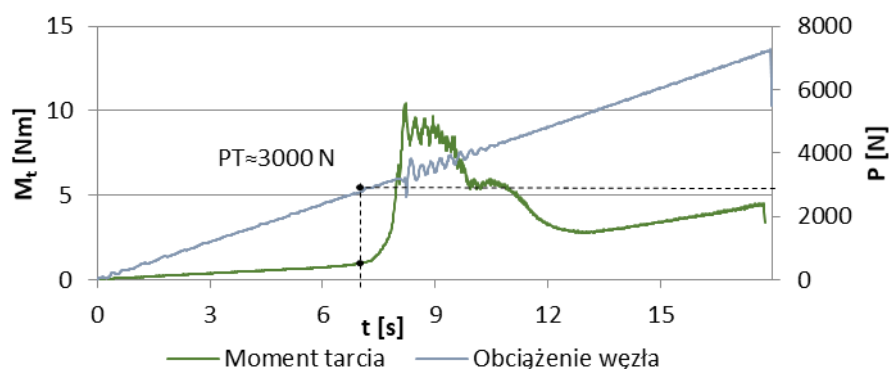
Rysunek 5 – Zużycie liniowe elementów pary ciernej



Rysunek 6 – Przebieg siły obciążenia węzła tarcia P i momentu tarcia MT dla nieeksploatowanego oleju silnikowego 15W/40; PT - siła obciążenia zacierającego



Rysunek 7 – Przebieg siły obciążenia węzła tarcia P i momentu tarcia MT dla eksploatowanego oleju przy obciążeniu 1 MPa; PT - siła obciążenia zacierającego



Rysunek 8 – Przebieg siły obciążenia wężła tarcia P i momentu tarcia M_T dla eksploatowanego oleju przy obciążeniu 4 MPa; P_T - siła obciążenia zacierającego

Tabela 3 – Wyników badań na aparacie czterokulowym

Próbka	Obciążenie zacierające P_T [N]
Nieeksploatowany olej silnikowy	~ 3400
Eksploatowany przy obciążeniu 1 MPa	~ 3100
Eksploatowany przy obciążeniu 4 MPa	~ 3000

Z przedstawionych wyników można zauważyć, że trwałość smarowej warstwy granicznej mineralnego oleju silnikowego o klasyfikacji lepkościowej 15W/40 po przepracowaniu 900 sekund przy obciążeniu 1 MPa oraz 4 MPa jest bardzo zbliżona (Tabela 3). Zarejestrowane dla tych olejów obciążenie zacierające P_T sięga odpowiednio około 3100 i 3000 N. Z wyników zacierania pary tribologicznej wynika, że oleje po eksploatacji charakteryzują się niższymi wartościami obciążenia zacierającego dla obu olejów w stosunku do oleju bazowego, nie eksploatowanego. Wykazują to że nawet krótki czas eksploatacji wpływa na pogorszenie właściwości przeciwzatarciowych oleju pracującego pod obciążeniem. Smarność eksploatowanego oleju w istotnie zależy od jego składu chemicznego i struktury pary cierniej.

Wnioski

Na podstawie analizy przeprowadzonych badań zużycia par ciernych z elementami zawierającymi bor i badań właściwości przeciwzatarciowych oleju można przedstawić następujące wnioski:

1. Zwiększenie nacisku jednostkowego w styku badanego wężła ciernego w czasie rozruchu pary powoduje wzrost wartości momentu rozruchowego i temperatury w obszarze tarcia. Jednak wzrost obciążenia pary nie powoduje znaczącego przyrostu różnicy wartości momentu rozruchowego i temperatury pomiędzy badanymi wartościami nacisków jednostkowych.
2. W badaniach zużycia rejestrowane wartości moment tarcia, temperatury oraz zużycia pary cierniej wykazują istotne wzrosty przy wzroście obciążenia pary cierniej. Przy obciążeniu 4 MPa wartość momentu tarcia wzrosła około 6 krotnie, a temperatury i zużycie około 2 krotnie w stosunku do wartości uzyskanych przy obciążeniu 1 MPa.
3. W badaniach przeciwzatarciowych olejów większą zdolność do tworzenia trwałej smarowej warstwy granicznej wykazuje nieeksploatowany olej mineralny w stosunku do oleju eksploatowanego, a używane mineralne oleje silnikowe odznaczają się zbliżonymi właściwościami przeciwzatarciowymi.

LITERATURA

1. Dobrzański L., Kształtowanie struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2013 r.
2. Dobrzański L., Kształtowanie struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych, Wyd. International Oesco World Press Gliwice, 2009 r.

3. Jakóbiec J., Wądrzyk M., Cieślowski B., Rola i znaczenie badań eksploatacyjnych w zakresie oceny użytkowej olejów silnikowych, Czasopismo Logistyka, nr 6, 2014 r.
4. Lubas J., Tribologiczne właściwości stali z borem w węzłach ciernych smarowanych olejami silnikowymi, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2012 r.
5. Nowak J., Smarowanie węzłów kinematycznych urządzeń transportowych, Praca dyplomowa, Rzeszów, 2015 r.
6. Przybyłowicz K., Teoria i praktyka borowania stali, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, Kielce 2009 r..
7. Szczypiński – Sala W., Lubas J., Zastosowanie warstw powierzchniowych modyfikowanych borem w węzłach ciernych smarowanych olejami silnikowymi, Czasopismo Logistyka, nr 6, 2015 r.
8. T-02U. Aparat czterokulowy – instrukcja obsługi. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji. Radom 2011 r.
9. T – 05 typu rolka – klocek – instrukcja obsługi. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom.

STRESZCZENIE

NOWAK Justyna. Właściwości smarne oleju silnikowego po eksploatacji w węzłach ciernych z elementami borowanymi / NOWAK Justyna, LUBAS Janusz // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

W pracy przedstawiono procesy tarcia w obszarze tarcia węzła ciernego w składzie którego zastosowano element zawierający bor. Badania tribologiczne wykazały istotny wpływ obciążenia na procesy tarcia i zużycia. Przy obciążeniu pary ciernej 4 MPa wartość momentu tarcia wzrosła około 6 krotnie, a temperatura i zużycie około 2 krotnie w stosunku do wartości uzyskanych przy obciążeniu 1 MPa. Badania właściwości przeciwzatarciowych olejów wykazały większą zdolność do tworzenia trwałej smarowej warstwy granicznej przez nieeksploatowany olej mineralny w stosunku do oleju eksploatowanego, a używane mineralne oleje silnikowe odznaczają się zbliżonymi właściwościami przeciwzatarciowymi.

РЕФЕРАТ

НОВАК Юстина. Змашувальні властивості моторної оливи після використання у вузлах тертя з боровмістними елементами / НОВАК Юстина, ЛЮБАС Януш // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлений процес тертя у фрикційних вузлах з використанням боровмістного компоненту. Триботехнічні дослідження показали значний вплив навантаження на процеси тертя і зношування. Коли навантаження пари тертя 4 МПа, значення моменту тертя збільшилось приблизно в 6 разів, а температура і споживання оливи приблизно в два рази, у порівнянні із значеннями, отриманими при навантаженні в 1 МПа. Дослідження протизадирних властивостей випробуваних олив показали високу здатність утворювати стабільний приграничний шар мастильного матеріалу у мінеральних олив, що не експлуатувалися на противагу оливи, що була в експлуатації. Мінеральна моторна олива, що була в експлуатації відзначається подібними протизадирними властивостями.

ABSTRACT

NOWAK Justyna, LUBAS Janusz. Lubricating properties of engine oil after use in friction pairs with elements with boron. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The work presents the friction processes in the friction area in friction pairs with element contain the boron. Tribological tests have shown the significant impact of load on friction process and wear. At a load of 4 MPa, the friction moment has increased about 6 times, temperature and wear have increased about 2 times compared to the values obtained at 1 MPa. The anti-seizure properties of oils have shown greater ability to form a lubricant boundary layer by unused mineral oil compared to used oil, and used mineral engine oils have similar anti-seizure properties.

AUTORZY:

NOWAK Justyna, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 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 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

ЛЮБАС Януш, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

НОВАК Юстина, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

NOWAK Justyna, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Савін Ю.Х., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

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.

УДК 621.891
UDK 621.891

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сабадаш Б.М., Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE RELIABILITY OF ROLLING BEARINGS

Posviatenko E.K., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sabadash B.M., Khmelnytskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Посвятенко Э.К., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сабадаш Б.Н., Хмельницкий национальный университет, Хмельницкий, Украина

Постановка проблеми.

У вузлах тертя засобів транспорту широко застосовуються підшипники кочення (ПК). Часто ці вузли працюють у хімічно активних середовищах (газах або рідинах). ПК виготовляють, як правило, із хромистих сталей. При цьому використовують сталі ШХ15; ШХ15Ш; ШХ15В і 18ХГТ. Твердість цих деталей ПК знаходиться в межах HRC61...65. Твердість кульок із цих матеріалів повинна бути рівною 63...67 HRC. Неоднорідність по твердості в межах одного кільця не повинна перевищувати 3 HRC. Якщо ПК застосовують для роботи при підвищених температурах, то для забезпечення стабілізації розмірів деталі ПК відпускають при температурах понад 150 °С (на 50 °С вище робочих температур) [1].

Хромисті сталі термодинамічно нестійкі, тобто такі, що викликають протікання трибохімічних реакцій, які є невід'ємною складовою тертя твердих тіл.

Сутність трибопроцесів полягає у тому, що ці процеси протікають в умовах імпульсної силової дії і супроводжуються розсіянням механічної енергії, що підводиться. Існує два основні канали незворотної дисипації механічної енергії у процесі тертя: трибохімічний і реологічний, проявлення яких визначається рядом факторів: властивостями оточуючого середовища, параметрами зовнішнього навантаження та природою пари тертя. Реологія, тобто теорія в'язкопружності або узагальнення теорії пружності і гідродинаміки в'язкої рідини, є аналітичною основою при описанні різних видів деформації і текучості речовин у залежності від створюваних у них напружень. Частки розсіяної та запасеної енергії поверхневим активним шаром визначають кінетику накопичення пошкоджень і руйнування [2]. Усе це стосується і ПК, як характерної моделі пари кочення.

Шорсткість поверхні нормальних ПК за параметром Ra повинна бути: не вищою, ніж 1,25 по поверхні отвору; не вищою, ніж 0,63 і 1,25 по зовнішній поверхні при діаметрі кільця до 80 мм і 80 – 250 мм відповідно.

Як бачимо, усі сталі, які використовуються для виготовлення кілець та тіл кочення ПК, легують досить високою кількістю хрому (1 – 1,5%). А такі хромисті сталі, крім високої зносостійкості, відзначаються ще й доброю оброблюваністю шліфуванням і сприйняттям модифікування методами інженерії поверхні.

Мета дослідження – розробка заходів щодо підвищення надійності підшипників кочення методами прецизійного фінішного модифікування робочих поверхонь тіл кочення і обойм.

Методика і результати досліджень.

Теоретично-розрахункова частина дослідження полягала у наступному. Для вирішення задачі розподілу навантаження між тілами кочення (кульками) у ПК нами було уперше запропоновано варіаційно-експериментальний метод [3]. При цьому були прийняті такі допущення: основа із кульок, на яких покоїлось зовнішнє кільце ПК, замінювалось суцільною основою з еквівалентною податливістю;

еквівалентність вважалась якісною; коефіцієнт концентрації зусиль на кульках та тиску в еквівалентній схемі вважались рівними.

Вирішення рівняння рівноваги системи показало, що варіаційний метод визначення функції розподілу навантажень на тілах кочення є ефективним.

При практичному використанні (перевірці) методу досліджувались ПК серії 208 з розмірами: діаметр отвору 40 мм; зовнішній діаметр 80 мм; ширина 18 мм. Навантаження Q передавалось через вал діаметром 40 мм на ручному гідравлічному пресі, а переміщення u_0 вимірювалось з точністю 0,01 мм. Результати вимірювання сили Q , що викликали переміщення u_0 наведені нижче у таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення сили Q і переміщення u_0 підшипників кочення.

№ експеримента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , кг	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
u_0 , мм	0,68	0,8	0,93	1,03	1,12	1,24	1,35	1,44	1,57	1,67

Порівняння коефіцієнтів концентрації для досліджуваних ПК серії 208 з 9-ма кульками кочення, отриманих теоретичним та варіаційно-експериментальним методами показало розбіжність менше 1%, тобто практично повне співпадіння.

Ще одним заходом підвищення надійності ПК був технологічний [4]. Для того, щоб отримати якісну поверхню деталей, необхідно застосувати методи інженерії поверхні, серед яких одним з найбільш ефективних є іонне азотування. Це тому, що азотування є фінішною операцією.

При іонному азотуванні, на відміну від процесів класичного азотування, заміна водню на аргон-азотну суміш дозволяє позбутися водневого окрихчування і, як наслідок, погіршення механічних властивостей серцевини деталей. Висока якість поверхневого шару і основи у процесах іонного азотування досягається за рахунок їх використання при температурах, нижчих температур високого відпускання. Це виключає деформації деталі. Важливу роль тут також відіграє висока енергія потоку частинок, що конденсуються на поверхні. Завдяки цьому у мікрооб'ємах поверхневого шару створюються умови, що забезпечують утворення нітридів, а також зміцнення фериту та аустеніту сталі за рахунок розчинення азоту у останніх.

Таким чином, іонне азотування у випадку його застосування у технологіях отримання основних деталей ПК (кілець та кульок) виконує подвійну роль. З одного боку, на цих деталях формується без зміни їх розмірів та шорсткості захисний шар, що не дозволяє проникати із зовні шкідливим елементам, у першу чергу, кисню. Крім того, за рахунок утворення нітридів і зміцнення фериту чи аустеніту поверхневий шар відповідальних деталей ПК отримує додаткове зміцнення, яке неможливе при звичайній термообробці.

Для реалізації процесу азотування використовується нестабільна (позитивна) ділянка FG вольт-амперної характеристики, так звана область сильнопоточного тліючого розряду[5] (рис.1).

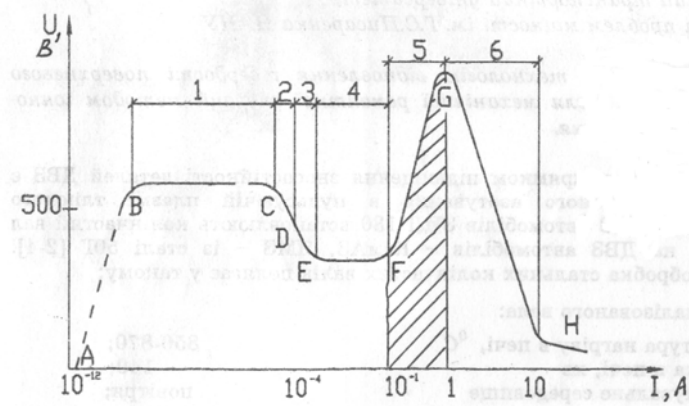


Рисунок 1 – Типова вольт-амперна характеристика:

- 1 (BC) – розряд Таунзенда;
- 2 (CD) – коронний розряд; 3 (DE) – субнормальний тліючий розряд;
- 4 (EF) – нормальний тліючий розряд; 5 (FG) – аномальний тліючий розряд;
- 6 (GH) – дуговий розряд

Процеси, що протікають на поверхні катоду при утворенні іонів газу можна розкласифікувати наступним чином: емісія електронів; викидання атомів з поверхні (випаровування); дифузія іонів у поверхневий шар деталі; віддача кінетичної енергії поверхні (нагрівання) деталі. У кількох міліметрах від поверхні деталі іони, що були прискорені в області падіння катодного потенціалу, з великою кінетичною енергією потрапляють на поверхню деталі. При цьому до 90% енергії іонів перетворюється у теплову енергію. Таким чином, плазма нагріває деталь до необхідної температури азотування. Значно менша частина кінетичної енергії іонів потрібна для викидання атомів з кристалічної решітки. Випаровуватись можуть метали та металеві сплави, а також неметалеві матеріали: вуглець, кисень, азот тощо. Формування азотованого шару відбувається наступним чином: укорінені у поверхневий шар матеріалу атоми азоту дифундують у подальшому границями зерен і, власне, через зерна. У залежності від тривалості обробки і параметрів процесу азотування виникає відповідний концентраційний профіль. При іонному азотуванні у імпульсному режимі дифузія азоту відбувається таким чином: якщо на поверхні шару концентрація азоту досягає величини, необхідної для утворення γ - або ϵ -нітриду, тоді відбувається утворення саме цих нітридів. Останні утворюються з окремих зародків і формують щільний шар, так званий "шар з'єднань".

Товщина азотованого шару незалежно від вмісту азоту зростає у результаті проникнення азоту у відповідності з другим законом Фіка [5].

Одночасно продовжується дифузія атомів азоту через шар сполук у глибину металу. При цьому швидкість їх дифузії через γ - фазу приблизно у 25 разів менша ніж через ферит. Дифундуючий шар вуглецю при азотуванні залишається у шарі сполук, де цей шар поглинається утвореними нітридами. Границі зерен, у яких розміщені карбіди, розширюються у результаті поглинання азоту [6].

Азот у плазмі знаходиться у атомному хімічно активному стані. Перед поверхнею катоду відбувається утворення нітридів заліза, насичених азотом. Молекули FeN конденсуються на поверхні деталі і дисоціюють, утворюючи нітриди заліза більш низького порядку Fe_2N , Fe_3N і Fe_4N . При цьому азот, що виділяється, дифундує у деталь або, випаровуючись, повертається у плазму.

Швидкість іонного азотування є "ахіллесовою п'ятою" процесу, тому що складає усього 0,01 – 0,02 мм приросту товщини азотованого шару за годину. Це, очевидно тому, що усі відомі схеми поліпшення азотування практично вичерпані. Сказане стосується складу газового середовища, тиску, температури, характеристик тліючого розряду, алгоритму підготовки до процесу і ведення власне процесу, а також конструктивних параметрів установки. Проте у випадку створення захисного азотованого шару на обіймах та тілах кочення (кульках) ПК це не має суттєвого значення, оскільки товщина захисного шару може вимірюватись у мікрометрах або частках мікрометра.

Режими іонного азотування були наступними: температура 530 – 550 °C; тиск 87 Па; напруга 400 В; сила струму 12 А; середовище – суміш азоту (N_2 – 80%) і аргону (Ar – 20%). Для забезпечення робочої температури, меншої температури високого відпуску, була розроблена схема живлення, яка працює у імпульсному режимі з частотою 100 Гц. Для запобігання перетворення метастабільного тліючого розряду у небажаний стабільний дуговий розряд в установці для азотування було запропоновано використати швидкодієне реле. Це запобігає пошкодженню поверхні зміцнюваної деталі.

Слід відзначити, що при реалізації безводневого азотування ПК особливу увагу слід приділяти попередній підготовці поверхні. Перед операцією необхідно видалити усі залишки забруднюючих речовин. Для цього найкраще підходить миття у мийній машині з використанням ультразвуку. При цьому посадочні поверхні (зовнішню та внутрішню) ПК, шорсткість яких становить $R_a < 2,5$ і $R_z < 20$, не слід захищати, оскільки вони працюють в умовах фретинг-зношування. Азотування саме тому підвищує зносостійкість цих поверхонь.

У результаті проведення дослідження нами розроблена математична модель обробки деталей ПК [7].

Висновки

Для вирішення задачі розподілу навантаження між тілами кочення ПК уперше використано варіаційно-експериментальний метод, який при проведенні випробувань на реальному підшипнику кочення показав розбіжність з теоретичним методом менше 1%, тобто виявився задовільним..

Як технологічний захід щодо підвищення надійності ПК запропоноване та досліджене іонно-імпульсне азотування може використовуватись як фінішна операція при обробці кілець та кульок підшипників кочення. У цьому випадку роль азотування подвійна: створення захисного поверхневого шару, що не дозволяє проникати у вироби шкідливих речовин із зовнішнього середовища і підвищення твердості поверхні, що в кінцевому результаті призводить до підвищення надійності ПК.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В.И. Анурьев; под ред. И.В. Жестковой. – Т.2. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.
2. Шевеля В.В. Трибохимия и реология износостойкости: Монография / В.В. Шевеля, В.П. Олександренко. – Хмельницький: изд-во Хмельницького национального ун-ту, 2006. – 278 с.
3. Кузьменко А.Г. Распределение нагрузки между шариками в радиальном подшипнике качения. Решение задачи вариационно-экспериментальным методом / А.Г. Кузьменко, Б.Н. Сабадаш. – Проблемы трибологии. – 2014. – № 3. – С. 80–85.
4. Посвятенко Е.К. Поліпшення надійності підшипників кочення безводневим азотуванням / Е.К. Посвятенко, Б.М. Сабадаш // Systemy i srodki transportu samochodowego: Wybrane zagadnienia / pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. – Rzeszow: Politechnika Pzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, 2016. – Monografia nr7. – С.273–278.
5. Азотирование и карбонитрирование / Р. Чаттерджи-Фишер, Ф.-В. Эйзел, Р. Хофман; под ред. А.Б. Супова. – М.: Металлургия, 1990. – 280 с.
6. Ткачук Н.А. Континуальная и дискретно-континуальная модификация поверхностей деталей: Монография / Н.А. Ткачук, С.С. Дьяченко, Э.К. Посвятенко и др. – Харьков : НТУ "ХПИ", 2015. – 259 с.
7. Посвятенко Е.К. Математична модель обробки деталей підшипників кочення / Е.К. Посвятенко, Б.М. Сабадаш // Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте: Матер. 17-го междунар. науч.-техн. семинара, 20–24 февраля 2017 г., г. Свалыава. – Киев: АТМ України, 2017. – С. 241–243.

REFERENCES

- 1 Anurev V.I. Spravochnik konstruktoa-mashinostoritelya [Handbook of constructor-machine]: v 3-kh t. Pod red. I.V. Zhestkovoy. T.2. Moscow, Mashinostroenie. Publ. 2006. 960 s. (Rus)
- 2 Shevelya V.V., Oleksandrenko V.P. Tribokhimiya i reologiya iznosostoykosti: Monografiia [Tribochemistry and Rheology of Wear Resistance]. – Khmel'nitskii: izd-vo Khmel'nitskogo natsionalnogo un-tu. Publ. 2006. 278 s. (Rus).
3. Kuzmenko A.G., B.N. Sabadash Raspredelenie nagruzki mezhdru sharikami v radialnom podshipnike kacheniya. Resheniye zadachi variatsionno-yeksperimental'nim metodom [Load distribution between balls in a radial rolling bearing. Solution of the problem by the variational-experimental method] Tribology problems. Publ. 2014. № 3. P. 80-85. (Rus).
4. Posviatenko E.K., B.M Sabadash Polipshenni nadiynosti pidshypnykiv kochenni bezvodnevym azotuvannim [Improved reliability of rolling bearings bezvodnevym nitriding]. Systemy i srodki transportu samochodowego: Wybrane zagadnienia / pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. Rzeszow: Politechnika Pzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza. Publ. 2016. – Monografia nr7. – P.273–278. (Ukr).
- 5 Chatterdzh-Fisher R., Eyzel F.-V., Khofman R. Azotirovanie i karbonitrirovanie. [Nitriding and carbonitriding]. Pod red. A.B. Supova. Moscow, Metallurgii. Publ. 1990. 280 s. (Rus).
6. Tkachuk N.A. Kontinualnaia i diskretno-kontinualnaia modifikatsiia poverkhnostei detalei: Monografiia [Continual and discrete-continual modification of parts surfaces] / N.A. Tkachuk, S.S. Diachenko, E.K. Posviatenko i dr. – Kharkov : NTU "KHPI". Publ, 2015. 259 s. (Rus).
7. Posviatenko E.K., B.M Sabadash Matematychna model obrobki detalei pidshypnykiv kochennia [Mathematical model of machining parts bearings]. Modern problems of production and repair in industry and transport: Mater. 17th International. Scientific-techn. Seminar, February 20-24, 2017. Svalyava. Kiev: ATM of Ukraine. Publ., 2017. P. 241-243. (Ukr).

РЕФЕРАТ

Посвятенко Е.К. розробка заходів щодо підвищення надійності підшипників кочення / Е.К. Посвятенко, Б.М. Сабадаш // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

В статті описано заходи щодо підвищення надійності підшипників кочення.

Мета роботи – розробка заходів щодо підвищення надійності підшипників кочення методами прецизійного фінішного модифікування робочих поверхонь кочення і обойм.

Об’єкт дослідження – методи модифікування поверхневих шарів тіл кочення.

При виконанні дослідження використовувались методи теоретико-експериментального вивчення фізико-механічних властивостей поверхні і надійності підшипників до і після модифікування.

Розроблено варіаційно-експериментальний метод для вирішення задачі розподілу навантаження між кульками підшипника. Запропоновано використати модифікування деталей безводневим азотуванням. Формування азотованого шару здійснюється шляхом дифузії нітриду заліза границею зерен і через зерна поверхневого шару обойм і кульок підшипника. Швидкість іонного азотування складає 0,01 – 0,02 мм/год. Режими іонного азотування наступні: температура 500 – 550 °С; тиск 87 Па; сила струму 12А; середовище – суміш азоту (80%) і аргону (20%). Підготовка поверхні під азотування полягає у видаленні забруднюючих речовин з використанням ультразвуку. Результати дослідження можуть бути використані у виробництві та ремонті підшипників.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАДІЙНІСТЬ, ПІДШИПНИК КОЧЕННЯ, ВАРІАЦІЙНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД, БЕЗВОДНЕВЕ АЗОТУВАННЯ, НІТРИД ЗАЛІЗА.

ABSTRACT

Posviatenko E.K., Sabadash B.M. Development of measures to improve the reliability of rolling bearings. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

This paper describes the measures to improve the reliability of rolling bearings.

Purpose – to develop measures to improve the reliability of rolling bearings precision finishing methods of modifying the working surfaces of bearings and holders.

The object of research – methods of modifying the surface layers of rolling elements.

In research methods were used theoretical and experimental study of the physical and mechanical properties of the surface and reliability bearings before and after modification.

It developed variation-experimental method to solve the problem of load distribution between the ball bearings. modification of the details suggested to carry out nitriding without the presence of hydrogen. Formation of the nitrided layer is performed by diffusion of iron nitride grain boundaries and in the grain surface layer clips and balls bearing. Ion nitriding rate is 0.01 - 0.02 mm / h. Modes ion nitriding follows: temperature 500 – 550 ° C; pressure of 87 Pa; amperage 12A; environment – a mixture of nitrogen (80%) and argon (20%). Prepare the surface by nitriding is to remove contaminants using ultrasound. Results of the study can be used in the manufacture and repair of bearings.

KEY WORDS: RELIABILITY, BEARINGS, VARIATION-EXPERIMENTAL METHOD, NITRIDING WITHOUT HYDROGEN, NITRIDE IRON.

РЕФЕРАТ

Посвятенко Э.К. Разработка мероприятий по повышению надежности подшипников качения / Э.К. Посвятенко, Б.Н. Сабадаш // Вестник Национального транспортного университета. Серия “Технические науки”. Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье описаны мероприятия по повышению надежности подшипников качения.

Цель работы – разработка мероприятий по повышению надежности подшипников качения методами прецизионно-финишного модифицирования поверхностей тел качения и обойм.

Объект исследований – методы модифицирования поверхностных слоев тел качения.

При выполнении исследований использовались методы теоретико-экспериментального изучения физико-механических свойств поверхности и надежности подшипников до и после модифицирования.

Разработан вариационно-экспериментальный метод для решения задачи распределения нагрузок между шариками подшипника. Предложено использовать модифицирование деталей безводородным азотированием. Формирование азотированного слоя выполняется путем диффузии нитрида железа границей зерен и через зерна поверхностного слоя обойм и шариков подшипника. Скорость ионного азотирования составляет 0,01 – 0,02 мм/ч. Режимы ионного азотирования следующие: температура 500 – 550 °С; давление 87 Па; сила тока 12А; среда – смесь азота (80%) и аргона (20%). Подготовка поверхности под азотирование заключается в удалении загрязнений ультразвуком. Результаты исследований могут использоваться в производстве и ремонте подшипников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НАДЕЖНОСТЬ, ПОДШИПНИК КАЧЕНИЯ, ВАРИАЦИОННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД, БЕЗВОДОРОДНОЕ АЗОТИРОВАНИЕ, НИТРИД ЖЕЛЕЗА.

АВТОРИ:

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380442808203, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка 1, к. 101а.

Сабадаш Богдан Миколайович, аспірант, Хмельницький національний університет, кафедра "Зносостійкість і надійність машин", e-mail: sabadashB@mail.ua, тел. +380382728182, Україна, 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11.

AUTHOR:

Posviatenko Eduard K., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, department of production, repair and materials science, e-mail: natali1963@ukr.net, +380442808203, Ukraine, Kyiv, st. Omelianovycha-Pavlenko, 1, r. 101a

Sabadash Bogdan M., Doctoral Student, Khmelnytskyi National University, department "Durability and reliability of machines", e-mail: sabadashB@mail.ua, tel. +380382728182, Ukraine, 29016, Khmelnytskyi, st. Institutska, 11

АВТОРЫ:

Посвятенко Эдуард Карпович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. +380442808203, Украина, 01010, м. Киев, ул. Омеляновича-Павленко 1, к. 101а.

Сабадаш Богдан Николаевич, аспирант, Хмельницкий национальный университет, кафедра "Износостойкость и надежность машин", e-mail: sabadashB@mail.ua, тел. +380382728182, Украина, 29016, г. Хмельницкий, ул. Институтская, 11.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Ляшенко Б.А. доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторії "Зміцнення поверхні елементів конструкції" Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, Київ, Україна.

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

REVIEWER:

Liashenko B.A., Doctor of Technical Science, professor, Head of Laboratory "Strengthening the surface of the structure" Institute for Problems of Strength named after G.S. Pisarenko NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

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

УДК 629.4.018
UDC 629.4.018

НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ З ДИЗЕЛЕМ

Савостін-Косяк Д.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

FUEL CONSUMPTION RATIONING FOR CONVENTIONAL CITY DIESEL BUSES

Savostin-Kosiak D.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sakhno V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine

НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ С ДИЗЕЛЕМ

Савостин-Косяк Д.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Пасажи́рський транспорт – це частина єдиної транспортної системи (ЄТС), економічна і соціальна роль якої полягає в наданні послуг з перевезення пасажирів, їх ручної поклажі та багажу по різних видах сполучення.

Пасажи́рський автомобільний транспорт перетворився на один з основних та найбільш поширених видів пасажирського транспорту країни. Він широко обслуговує транспортні потреби міського та сільського населення, забезпечуючи масові та індивідуальні перевезення пасажирів парком автобусів та легкових автомобілів.

За даними державної служби статистики України, близько 50% всіх пасажирських перевезень в країні здійснюється автомобільним транспортом [1].

Автомобільний транспорт є основним споживачем енергетичних ресурсів. Станом на 2015 рік, понад 76% нафтопродуктів споживається транспортною галуззю. З них понад 97% – рухомим складом автомобільного транспорту [2]. На Україні в структурі собівартості процесу перевезень 50...60% витрат припадає на витрату паливно-мастильних матеріалів [3], в той час як в РФ – близько 40%, а в країнах ЄС цей показник становить 20...25% [4]. Тому питання раціонального використання енергетичних ресурсів, зокрема на автомобільному транспорті є вкрай важливим для нашої країни.

Витрата палива є узагальнюючим показником досконалості конструкції автомобіля, складності умов експлуатації, рівня кваліфікації водіїв, індикатором загального технічного стану всіх вузлів і систем. Можна виділити багато шляхів економії палива на транспорті, але без ефективної державної політики, спрямованої на суворий облік і економію палива на основі збалансованої нормативно-правової системи, не обійтись. Необхідно, щоб нормативна база оцінки експлуатаційної витрати палива була максимально гнучкою і враховувала конструктивні і експлуатаційні особливості транспортних засобів [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Норму витрати палива в Україні здійснюється відповідно до Наказу Міністерства транспорту України № 43 від 10 лютого 1998 року [6]. У 2012 році Наказом Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012 [7] були внесені останні зміни та доповнення. Результатом даного розпорядження стала публікація ДП «ДержавтотрансНДІпроект» третьої редакції «Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» під загальною редакцією. Редзюка А.М. Загальний принцип, покладений в основу даного документу, передбачає стаке чисельне значення базової лінійної норми витрати палива для кожної моделі транспортного засобу, яка корегується за допомогою коефіцієнтів відповідно до певних умов експлуатації.

Даний підхід був підданий критичному аналізу у роботі Кривошапова С.І. [5] в результаті якого ним був запропонований альтернативний спосіб, заснований на рівнянні витрати палива, опублікованого у роботі [9].

Розглядаючи потенційну можливість нормування витрати палива на основі математичних моделей та рівнянь витрати палива, варто відзначити рівняння витрати палива, в основі якого лежить питома витрата палива, представлене в роботі [10] та інтегральну математичну модель, наведену в роботах [13, 14]. Альтернативним методом нормування питомої витрати палива на транспортну роботу може стати рівняння, опубліковане в роботі [15], в якому повна маса автомобіля представлена

як сума спорядженої маси, маси вантажу з урахуванням коефіцієнту використання вантажопід'ємності та маси пасажирів і їх багажу (включаючи водія).

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій, значна частина моделей транспортних засобів залишається поза увагою документів з питань нормування витрати палива. З іншої сторони, ті методи нормування, які використовуються на теперішній час, не завжди правильно враховують навантаження, швидкісні режими руху та умови експлуатації транспортного засобу.

Мета: Проаналізувати існуючі методи нормування витрати палива на автомобільному транспорті та оцінити доцільність їх використання для прогнозування технічного стану міських автобусів з дизелем.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Як було зазначено вище, нормування витрати палива та мастильних матеріалів в Україні проводиться відповідно до [6, 7]. В даному документі представлені норми витрати палива більш ніж для 340 моделей транспортних засобів та їх модифікацій, проте не зазначені норми витрати палива для автобусів марки МАЗ та сучасних модифікацій автобусів марки ЛАЗ, таких як ЛАЗ А-183D1 та ЛАЗ А-292-D1, які на сьогоднішній день складають 57% усього рухомого складу, що здійснює міські пасажирські перевезення.

Для вирішення цієї задачі спробуємо провести аналогії з іншими транспортними засобами, представленими у [7] і визначити базову норму витрати палива для автобуса МАЗ 203.065. Так, в [7] вказано, що базова лінійна норма витрати палива H_s для автобуса ПАЗ 3205-70 складає 20,9 л дизельного пального на 100 км, що відповідає даним з інструкції по експлуатації про витрату палива на швидкості 60 км/год та даним дорожніх випробувань за їздовим циклом по ГОСТ 20306-90, опублікованих у [8]. Для автобуса МАЗ 203.065 витрата палива при швидкості 60 км/год, за даними заводу виробника, складає 27 л/100 км, тому приймаємо цю цифру за значення базової лінійної норми витрати палива H_s .

Згідно з [7], нормативна витрата палива для автобусів визначається за формулою:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_\Sigma) \quad (1)$$

де: Q_H – нормативна витрата палива, літри; H_s – базова лінійна норма витрати палива, л/100км; S – пробіг автомобіля, км; K_Σ – сумарний коригуючий коефіцієнт.

Сумарний коригуючий коефіцієнт представляє собою загальний відсоток надбавки в залежності від специфічних умов експлуатації транспортного засобу.

Розрахуємо нормативне значення витрати палива для автобуса МАЗ 203.065 бортовий номер 7160, що виконував 25.02.2017 перевезення за маршрутом №55 м. Києва, для однієї поїздки в дві сторони та для усього дня експлуатації. Епюри швидкостей та плани рельєфу наведені на рисунку 1.

Для даного маршруту сумарний коригуючий коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_\Sigma = K_{3.1.1.1} + K_{3.1.1.2} + K_{3.1.4} + K_{3.1.5} + K_{3.1.13} + K_{3.1.2.2} \quad (2)$$

де: $K_{3.1.1.1}$ – відсоток збільшення норми витрати палива залежно від фактичної температури повітря навколишнього середовища; $K_{3.1.1.2}$ – додаткова надбавка до $K_{3.1.1.1}$ на перші 2 км пробігу; $K_{3.1.4}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при роботі у міських умовах; $K_{3.1.5}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при роботі, яка потребує частих зупинок, у тому числі технологічних, які пов'язані із посадкою та висадкою пасажирів; $K_{3.1.13}$ – відсоток збільшення норми витрати палива на підтримання прийнятних (комфортних) температурних умов у салоні автобуса; $K_{3.1.2.2}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при експлуатації на маршрутах з горбистим рельєфом, що супроводжується підйомами та спусками.

Витрата палива автобусом в очікуванні та заторах визначається за формулою:

$$Q_{Hnp} = (0,01 \cdot H_s \cdot (5 + K_\Sigma)) \cdot t_{np} / 60 \quad (3)$$

де: t_{np} – час простою в очікуванні, хв.

Сумарна витрата палива за маршрут складається з витрати палива на ділянках рівної дороги, ділянках підйому та перших 2-х км шляху, з урахуванням часу простоїв в очікуванні та заторах.

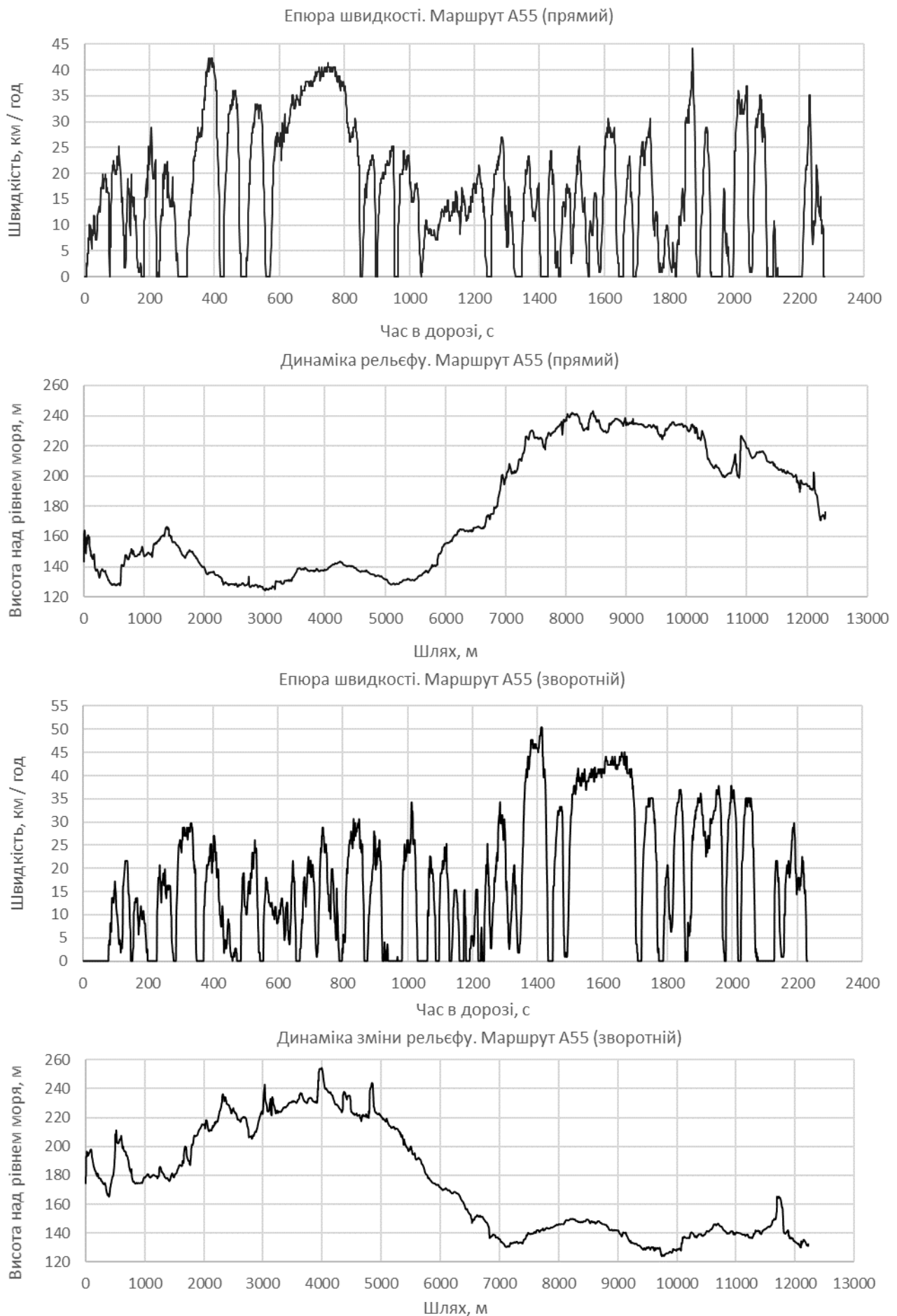


Рисунок 1 – Епюри швидкостей та динаміка зміни рельєфу. Маршрут А55

Вихідні дані для розрахунку витрати палива під час однієї поїздки в дві сторони: пробіг по рівній дорозі – 17 км; пробіг по дорозі з ухилом – 5,7 км; температура навколишнього середовища – 4 °С; час в очікуванні – 15 хв.

Сумарні коригуючі коефіцієнти:

- для ділянок рівної дороги: $K_{\Sigma} = 15 + 10 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 25,5$
- для ділянок підйому: $K_{\Sigma} = 15 + 10 + 0 + 0 + 0,5 + 6 = 31,5$
- для перших 2-х км шляху: $K_{\Sigma} = 15 + 17 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 32,5$
- для простоїв в очікуванні: $K_{\Sigma} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 0,5$

Витрата палива для однієї поїздки в дві сторони:

- для ділянок рівної дороги: $Q_{Нр} = 0,01 \cdot 27 \cdot 17 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25,5) = 5,76$ л
- для ділянок підйому: $Q_{Нп} = 0,01 \cdot 27 \cdot 5,7 \cdot (1 + 0,01 \cdot 31,5) = 2,024$ л
- для перших 2-х км шляху: $Q_{Н2} = 0,01 \cdot 27 \cdot 2 \cdot (1 + 0,01 \cdot 32,5) = 0,716$ л
- для простоїв в очікуванні: $Q_{Нпр} = (27 \cdot (5 + 0,5) \cdot 0,01) \cdot 15 / 60 = 0,371$ л
- сумарна за маршрут: $Q_{Н} = 5,76 + 2,024 + 0,716 + 0,371 = 8,871$ л
- контрольна, л/100км: $Q_s = 100 \cdot (8,871 / 24,7) = 35,91$ л/100 км

При розрахунку витрати палива за весь день експлуатації зміняться лише пробіги та час очікування, а саме: пробіг по рівній дорозі – 147,9 км (з урахуванням холостого пробігу від парку до кінцевої зупинки – 1,9 км); пробіг по дорозі з ухилом – 45,6 км; час в очікуванні – 135 хв. Решта вихідних даних, як і сумарні коригуючі коефіцієнти, залишаються без змін.

Отже, витрата палива для усього дня експлуатації:

- для ділянок рівної дороги: $Q_{Нр} = 0,01 \cdot 27 \cdot 147,9 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25,5) = 50,116$ л
- для ділянок підйому: $Q_{Нп} = 0,01 \cdot 27 \cdot 45,6 \cdot (1 + 0,01 \cdot 31,5) = 16,19$ л
- для перших 2-х км шляху: $Q_{Н2} = 0,01 \cdot 27 \cdot 2 \cdot 3 \cdot (1 + 0,01 \cdot 32,5) = 2,147$ л
- для простоїв в очікуванні: $Q_{Нпр} = (27 \cdot (5 + 0,5) \cdot 0,01) \cdot 135 / 60 = 3,341$ л
- сумарна за маршрут: $Q_{Н} = 50,116 + 16,19 + 2,147 + 3,341 = 71,794$ л
- контрольна, л/100км: $Q_s = 100 \cdot (7,794 / 199,5) = 35,99$ л/100 км

Як бачимо, значення контрольної витрати палива при розрахунках для однієї поїздки в дві сторони і для всього дня експлуатації відрізняється на 0,22%. Оскільки ця різниця не суттєва, всі подальші розрахунки доцільно проводити лише для однієї поїздки в дві сторони.

Суттєвою перевагою даного методу є те, що його авторитетність підтверджена державним нормативним актом і до його розробки були залучені одні з кращих фахівців транспортної галузі. Він дає можливість врахувати значну кількість експлуатаційних умов, серед яких особливості рельєфу, температурні умови, специфічні режими роботи транспортного засобу, такі, наприклад, як робота в замському режимі на трасі або робота, яка потребує частих зупинок. Проте, рівняння, за якими проводяться розрахунки не містять жодних прямих показників технічного стану транспортного засобу, таких, наприклад, як ККД трансмісії чи двигуна, а отже, не дозволяють спрогнозувати їх зміну в залежності від значення контрольної витрати палива. Також, для коригуючих коефіцієнтів надаються достатньо широкі діапазони значень, що дозволяє варіювати норми витрати палива у значному діапазоні в залежності від суб'єктивних інтересів того, хто встановлює нормативні значення. Крім того, для того, щоб врахувати усі особливості транспортного процесу, маршрут необхідно розділити на достатньо велику кількість інтервалів і розрахувати значення сумарної та контрольної витрат палива для кожного інтервалу, що є достатньо трудомістким процесом. А найголовніше, щоб офіційно встановити базові лінійні норми витрати палива для автобусів МАЗ та ЛАЗ, необхідно провести значну кількість дорожніх випробувань, які, як правило, займають кілька років.

Серед альтернативних методів нормування витрати палива на автомобільному транспорті слід розглянути рівняння витрати палива, запропоноване в [9]. Більш сучасна його інтерпретація, доповнена коефіцієнтом наддуву та швидкісним коефіцієнтом, представлена в роботі [5]. Для наших розрахунків використаємо першоджерело:

$$Q_s = [A i_k + B i_k^2 V_a + C(G_a \Psi + 0,077 k F V_a^2 + 0,1 \beta G_a V_a)] / \eta_i \quad (4)$$

де η_i – індикаторний ККД двигуна; A, B, C – коефіцієнти конструкції автомобіля та якості палив; i_k – передавальне число вищої передачі; G_a – вага автомобіля в нормованому стані, Н; V_a – швидкість руху автомобіля, км/год; k – коефіцієнт опору повітря, Н·с²·м⁻⁴; F – лобова площа, м².

Коефіцієнти A, B і C , що залежать від конструктивних параметрів автомобіля та якості палива, розраховуються за такими формулами:

$$A = (7,95 \cdot a_m \cdot V_h \cdot i_0) / (H_H \cdot \rho_T \cdot r_k); \quad B = (0,69 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0) / (H_H \cdot \rho_T \cdot r_k^2); \quad C = 100 / (H_H \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP});$$

де a_m і b_m – коефіцієнти механічних втрат в двигуні; V_h – робочий об'єм циліндрів двигуна, л; i_0 – передавальне число головної передачі; H_H – нижча теплота згоряння палива, кДж/кг; ρ_T – густина палива, г/см³; r_k – динамічний радіус колеса, м; S_n – хід поршня, м; $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії.

Підставивши значення вищезазначених параметрів у рівняння отримаємо:

$$\begin{aligned} A &= (7,95 \cdot 48 \cdot 6,37 \cdot 1,5) / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,475) = 0,21638; \\ B &= (0,69 \cdot 16 \cdot 6,37 \cdot 0,13 \cdot 1,5) / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,475^2) = 0,00171; \\ C &= 100 / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,875) = 0,00322; \end{aligned}$$

$$Q_s = [0,21638 \cdot 3,43 + 0,00171 \cdot 3,43^2 \cdot 21 + 0,00322 \cdot (176580 \cdot 0,026 + 0,077 \cdot 0,65 \cdot 7,47 \cdot 21^2 + 0,1 \cdot 1,71 \cdot 176580 \cdot 21)] / 0,462 = 35,67 \text{ л/100 км}$$

Перевагою даного методу є те, що він враховує конструктивні особливості транспортного засобу, якість палива, температурні умови (через густину палива) та ступінь завантаженості. Проте, умови експлуатації виражені через середню технічну швидкість, що не достатньо точно відображає особливості швидкісних режимів роботи міських автобусів, оскільки вони супроводжуються частими розгонами та гальмуваннями. Щодо можливості оцінки технічного стану транспортного засобу, то у даному рівнянні фігурує лише два його прямі показники, а саме ККД трансмісії та індикаторний ККД двигуна. Як відомо, індикаторний ККД характеризує енергетичну ефективність силової установки, а саме теплові втрати в процесі його роботи, а отже, механічна складова, яка напряду характеризує технічний стан його основних складових та систем, залишається без уваги. Окрім цього, використання узагальненого показника ефективності трансмісії не дозволяє оцінити ефективність, а, відповідно, і технічний стан окремих її елементів.

Ще одне рівняння витрати палива, яке може бути використане для нормування її значення представлено у [10]:

$$Q_s = q_e(m_a g \Psi + (k_w A_{\text{л}} v^2 / 3,6^2) + \delta_{об} m_a (dv/dt)) / (3,6 \cdot 10^4 \cdot \eta_{тр} \cdot \rho_{\text{п}}) \quad (5)$$

де q_e – питома витрата палива, г/(кВт·год); $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії; m_a – повна маса автомобіля, кг; k_w – коефіцієнт опору повітря, Н·с²·м⁻⁴; $A_{\text{л}}$ – лобова площа, м², $\delta_{об}$ – коефіцієнт, що враховує обертові маси; Ψ – коефіцієнт опору дороги; v – швидкість автомобіля, м/с; dv/dt – прискорення, м/с²; $\rho_{\text{п}}$ – густина палива, кг/м³.

Для розрахунків контрольної витрати палива за даним рівнянням необхідна навантажувальна характеристика двигуна. На автобусах МАЗ 203.065 встановлений двигун OM 906 hLA в парі з коробкою передач ZF6H 502C [11]. Навантажувальна характеристика двигуна OM 906 hLA представлена на рисунку 2.

Згідно з [12], перемикання передач у АКПП ZF6H 502C відбувається на частоті обертання 1400 об/хв, а отже, більшу частину часу двигун працює в діапазоні 1200...1400 об/хв. Тому для розрахунків візьмемо питому витрату палива, яка відповідає даному діапазону, а саме 195 г/(кВт·год). Решту параметрів було обрано при розрахунках за попередніми рівняннями. У вищезазначених методиках контрольна витрата палива визначалась для рівномірного режиму руху автобуса, тому у даному випадку ми також приймаємо $dv/dt = 0$.

Підставивши значення усіх параметрів у рівняння (5), отримаємо:

$$Q_s = 195 \cdot (18000 \cdot 9,81 \cdot 0,026 + (0,65 \cdot 7,47 \cdot 21^2 / 3,6^2) + 1,1 \cdot 18000 \cdot 0) / (3,6 \cdot 10^4 \cdot 0,875 \cdot 0,825) = 35,69 \text{ л/100 км}$$

Безсумнівною перевагами даного способу нормування витрати палива є те, що він заснований на використанні навантажувальної характеристики та питомої витрати палива двигуна, а це, в свою чергу, значно підвищує його точність. Окрім цього, дана модель дає змогу врахувати не тільки рівномірний рух транспортного засобу, але й режими прискорення. Проте, навантажувальна характеристика відноситься до категорії складної, специфічної технічної інформації, яка міститься у документації заводу виробника і майже ніколи не вказується в інструкціях з експлуатації транспортного засобу, що ускладнює доступ до неї. Крім того, даний спосіб нормування не дає можливості врахувати динаміку зміни рельєфу місцевості та особливості швидкісних режимів роботи міських автобусів, оскільки потребує підстановки у рівняння середньої швидкості руху.

Використання даного методу для оцінки технічного стану транспортного засобу також не дає бажаного результату, оскільки єдиним прямим показником, який можна використати з цією метою є ККД трансмісії, а його недоліки як діагностичного переметру були вказані вище. Також, дане рівняння було виведене з ряду інших залежностей, що вказує на його теоретичне походження, а отже, потребує експериментальної перевірки.

Аналогічно вищевикладеним розрахункам для МАЗ 203.065, були розраховані значення для ЛАЗ А-183D1 за умови руху по тому самому маршруту та з підстановкою тих самих коефіцієнтів, що і у попередніх розрахунках. Результати наведені в табл. 1. Значення контрольної витрати палива за методикою ДП «ДержавтотрансНДІпроект» суттєво відрізняються від решти, оскільки за базову лінійну норму витрати палива було прийнято значення 24 л/100 км, що відповідає зазначеній у технічній характеристиці контрольній витраті палива при швидкості 60 км/год.

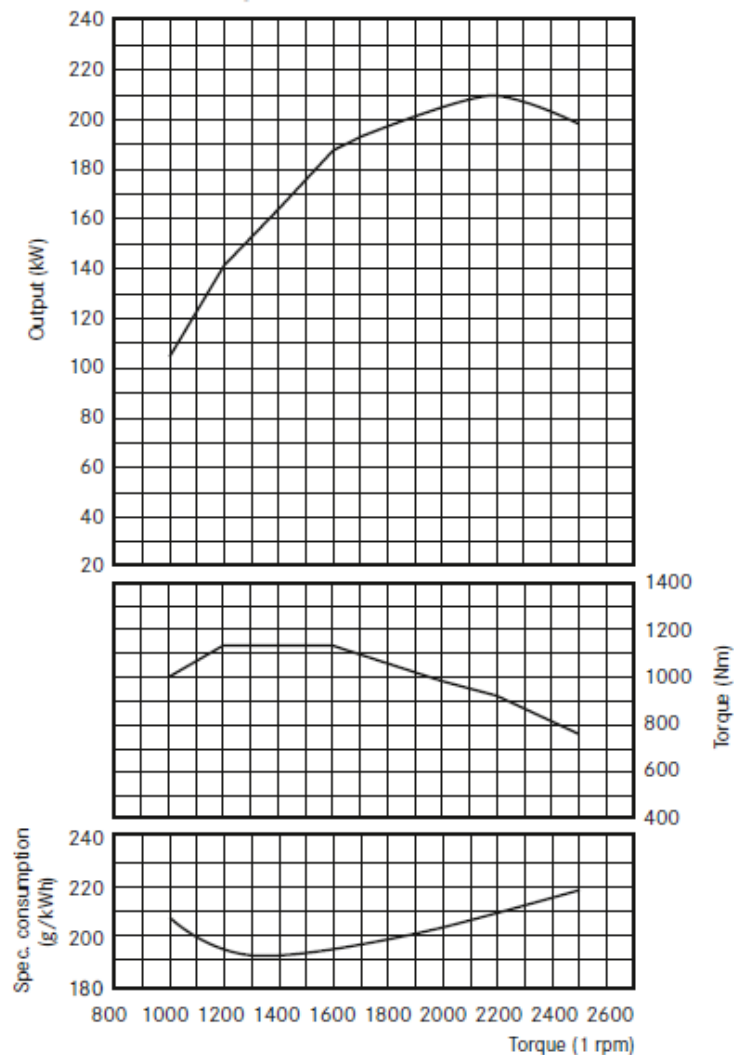


Рисунок 2 – Навантажувальна характеристика двигуна OM 906 hLA

Таблиця 1 – Порівняння результатів розрахунків

Модель автобуса	Контрольна витрата палива, л/100 км		
	НДІпроект	Говорущенко М.Я.	Сахно В.П. та ін.
МАЗ 203.065	35,91	35,67	35,69
ЛАЗ А-183D1	31,92	35,58	35,7

Висновки. Порівняння результатів розрахунків контрольної витрати палива для двох моделей автобуса за трьома методами нормування показали значну ступінь кореляції між ними, що свідчить про їх достатньо високу точність. Кожен з представлених методів має ряд суттєвих переваг у порівнянні з іншими, проте, має і певні недоліки, серед яких найбільш суттєвим та об'єднуючим є відсутність можливості враховувати особливості швидкісного режиму роботи міських автобусів, який супроводжується частими зупинками, розгонами і сповільненнями, та динаміку зміни рельєфу місцевості. Можливість їх використання для оцінки технічного стану транспортних засобів також має суттєві обмеження. Розглянуті методи мають дуже малу кількість прямих показників, за якими можна було б оцінити технічний стан автобуса, або взагалі їх не мають. Крім того, всі вони потребують експериментальної перевірки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Економічна статистика. Економічна діяльність. Транспорт [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstst.gov.ua>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
2. Енергетичний баланс України [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstst.gov.ua>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
3. Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта [Текст] / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с.
4. Демидов Н. Автомобильные грузовые перевозки. Структура составляющих себестоимости автоперевозок [Електронний ресурс] // Журнал «Експерт». – Режим доступу: http://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
5. Кривошапов С. И. Нормирование расхода топлива на транспорте / С. И. Кривошапов // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2014. – Вип. 45. – С. 308–316. – Бібліогр.: 12 назв.
6. Наказ Міністерство транспорту України «Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» № 43 від 10.02.1998 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
7. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Третя редакція / А.М. Редзюк [та ін.] ; ДП «ДержавтотрансНДІпроект». – Київ : Видавництво НВЦ «ІнформАвтоДор», 2012. – 119с.
8. Ушанов К. Народный автобус ПАЗ [Електронний ресурс] / К. Ушанов // Грузовик Пресс. – Москва, 2009. – Режим доступу: <http://www.gruzovikpress.ru/article/2529-paz-32053-paz-32053-07-paz-4234-narodniy-avtobus/>. – Дата звернення: 6.03.17. – Назва з екрану.
9. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
10. Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів : [навчальний посібник] / В.П. Сахно, А.В. Костенко, М.І. Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.
11. Автобусы МАЗ 203. Руководство по эксплуатации [Електронний ресурс] // ВАТ «МАЗ». – Мінськ, 2016. – Режим доступу : <http://maz.by/media/10194/203-рз-2016.pdf>. – Дата звернення: 26.02.17. – Назва з екрану.
12. Operating Instructions ZF-Ecomat 2 / ZF-Ecomat 2 plus HP 502 HP 592 HP 602 HP 502C HP 592C HP 602C for city and intercity buses and coaches [Електронний ресурс] // ZF Friedrichshafen AG – MC-C, 2004. – 37 с. – Режим доступу : https://www.zf.com/usa_canada/media/zfmig_united_states/zfmig_corporate/zfmig_products_services_3/zfmig_service_portfolio_1/zfmig_bus_coach_transmission_us/zfmig_ecomat_us/zfmig_ecomat_downloads_us/ZF-Ecomat_and_Ecomat_2.pdf. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
13. Сахно В.П. Математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник [Національного транспортного університету]. – 2012. – № 25. – С. 193-196. ()
14. Сахно В. П. Уточнена математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник СевНТУ. Сер. : Машиноприладобудування та транспорт. – 2013. – Вип. 142. – С. 48-51.
15. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. – Москва : Машиностроение, 1989. – 240 с.

REFERENCES

1. Ekonomichna statystyka. Ekonomichna diialnist. Transport [Electronic resource] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Avaliable at URL: <http://www.ukrstst.gov.ua>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)
2. Enerhetychnyi balans Ukrainy [Electronic resource] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Avaliable at URL: <http://www.ukrstst.gov.ua>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)

3. Govoruschenko N.Ya. Ekonomicheskaya kibernetika transporta [Text] / N.Ya. Govoruschenko, V.N. Varfolomeev. – Harkov: RIO HGADTU, 2000. – 218 s. (Rus)
4. Demidov N. Avtomobilnyie gruzovye perevozki. Struktura sostavlyayuschih sebestoimosti avtoperevozk [Electronic resource] // Zhurnal «Ekspert». – Available at URL: http://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm – Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Rus)
5. Krivoschapov S. I. Normirovanie rashoda topliva na transporte / S. I. Krivoschapov // Mizhvuzivskyi zbirnyk "NAUKOVI NOTATKY". – Lutsk, 2014. – Issu 45. – P. 308–316. – Bibliohr.: 12 nazv. (Rus)
6. Nakaz Ministerstvo transportu Ukrainy «Pro zatverdzhennia Norm vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti» № 43 vid 10.02.1998 [Electronic resource] – Available at URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)
7. Normy vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti. Tretia redaktsiia / A.M. Redziuk [ta in.] ; DP «DerzhavtotransNDIproekt». – Kyiv : Vydavnytstvo NVTs «InformAvtoDor», 2012. – 119s. (Ukr)
8. Ushanov K. Narodnyi avtobus PAZ [Electronic resource] / K. Ushanov // Gruzovik Press. – Moskva, 2009. – Available at URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/2529-paz-32053-paz-32053-07-paz-4234-narodnyi-avtobus/>. Reference Date: 6.03.17. – Title from Screen. (Rus)
9. Govoruschenko N.Ya. Ekonomiya topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobilnom transporte / N.Ya. Govoruschenko. – M.: Transport, 1990. – 135 s. (Rus)
10. Sakhno V.P. Eksploatatsiini vlastyvoli avtotransportnykh zasobiv. V 3 ch. Ch 1. Dynamichnist ta palyvna ekonomichnist avtotransportnykh zasobiv : [navchalnyi posibnyk] / V.P. Sakhno, A.V. Kostenko, M.I. Zahorodnov ta in. – Donetsk: Vyd-vo «Noulidzh» (donetske vidilennia), 2014. – 444s. (Ukr)
11. Avtobusy MAZ 203. Rukovodstvo po eksploatatsii [Electronic resource] – VAT «MAZ». – Minsk, 2016. – Available at URL: <http://maz.by/media/10194/203-pz-2016.pdf>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Rus)
12. Operating Instructions ZF-Ecomat 2 / ZF-Ecomat 2 plus HP 502 HP 592 HP 602 HP 502C HP 592C HP 602C for city and intercity buses and coaches [Electronic resource] // ZF Friedrichshafen AG – MC-C, 2004. – 37 p. – Available at URL: https://www.zf.com/usa_canada/media/zfmig_united_states/zfmig_corporate/zfmig_products_services_3/zfmig_service_portfolio_1/zfmig_bus_coach_transmission_us/zfmig_ecomat_us/zfmig_ecomat_downloads_us/ZF-Ecomat_and_Ecomat_2.pdf. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Eng)
13. Sakhno V.P. Matematychna model dlia vyznachennia pokaznykiv palyvnoi ekonomichnosti avtomobilia z dvyhunamy riznoi potuzhnosti pry vykonanni miskoho yizdovoho tsyклу / V.P. Sakhno, O.A. Korpach // Visnyk [Natsionalnoho transportnoho universytetu]. – 2012. – Issu 25. – P. 193-196. (Ukr)
14. Sakhno V.P. Utochnena matematychna model dlia vyznachennia pokaznykiv palyvnoi ekonomichnosti avtomobilia z dvyhunamy riznoi potuzhnosti pry vykonanni miskoho yizdovoho tsyклу / V.P. Sakhno, O.A. Korpach // Visnyk SevNTU. Ser. : Mashynopryladobuduvannia ta transport. – 2013. – Vyp. 142. – P. 48-51. (Ukr)
15. Litvinov A.C. Avtomobil: Teoriya eksploatatsionnykh svoystv: Uchebnik dlia vuzov po spetsialnosti «Avtomobili i avtomobilnoe hozyaystvo» / Litvinov A. C., Farobin Ya. E. – Moskva : Mashinostroenie, 1989. – 240 s. (Rus)

РЕФЕРАТ

Свостін-Косяк Д. О. Нормування витрати палива для міських автобусів з дизельним двигуном / Свостін-Косяк Д. О., Сахно В. П. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті розглянуті методи нормування витрати палива на автомобільному транспорті на прикладі визначення контрольної витрати палива для міських автобусів з дизелем.

Об’єктом дослідження є витрата палива міськими автобусами з дизелем.

Метою статті є аналіз існуючих методів нормування витрати палива на автомобільному транспорті та оцінка доцільність їх використання для прогнозування технічного стану міських автобусів з дизелем.

Методи дослідження – інформаційно-аналітичні, математичне моделювання.

На сьогоднішній день в Україні нормування витрати палива та мастильних матеріалів здійснюється відповідно до Наказу Міністерства транспорту України № 43 від 10 лютого 1998 року, з останніми змінами, які були внесені в 2012 році Наказом Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012. Проте в цих документах не зазначені норми витрати палива для автобусів марки МАЗ

та сучасних модифікацій автобусів марки ЛАЗ, таких як ЛАЗ А-183D1 та ЛАЗ А-292-D1, які, на сьогоднішній день, складають 57% усього рухомого складу, що здійснює міські пасажирські перевезення.

У статті було проведено розрахунок норми витрати палива згідно з рекомендаціями Наказу Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012 для автобуса МАЗ 203.065, який здійснює міські пасажирські перевезення в м. Києві за маршрутом № 55. Також було проведено розрахунок контрольної витрати палива за двома альтернативними методами. Дані дослідження показали, що всі три методи між собою корелюють з досить високою точністю.

Кожен з розглянутих методів має ряд переваг та недоліків, проте всі вони мають дуже малу кількість прямих показників, за якими можна було б оцінити технічний стан автобуса, або взагалі їх не мають. Тому питання розробки методу оцінки та прогнозування технічного стану транспортного засобу за показниками контрольної та сумарної витрати палива залишається актуальним і потребує подальших досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА, МІСЬКІ ПАСАЖИРСЬКІ АВТОБУСИ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТИ ПАЛИВА.

ABSTRACT

Savostin-Kosiak D. O., Sakhno V. P. Fuel consumption rationing for conventional city diesel buses. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The current fuel consumption rationing methods used at automobile transport are viewed at the article. The control fuel consumption rate for conventional city diesel bus were calculated as an example.

The fuel consumption rate is an object of research.

The aim of the article is to analyze current fuel consumption rationing methods used at automobile transport and to assess the feasibility of its use for determination of vehicle's technical condition.

Informational, analytical mathematical modeling methods were used.

Nowadays, the rationing of fuel and lubricants in Ukraine is carried out according to the Order of Transport Ministry of Ukraine № 43, 10.02.1998, with recent changes that were made in 2012 by the Order of Infrastructure Ministry of Ukraine № 36, 24.01.2012. However, these documents are not specified norms of fuel consumption for MAZ buses and modern modifications of LAZ buses such as LAZ A-183D1 and LAZ A-292-D1, which make up 57% of all rolling stock that carries city passenger transportation today.

The calculation of fuel consumption rate according to the Order of Infrastructure Ministry of Ukraine № 36, 24.01.2012 for MAZ 203.065, which provides city passenger transport in Kiev at the route №55, were made in the article. Also, the calculation of control fuel consumption rate according to the two alternative methods were made. These studies showed that all three methods are correlated with relatively high accuracy.

Each of the considered methods has its own advantages and disadvantages, but all of them have only few number of direct technical condition indicators or, in some cases, even any of them. Therefore, the issue of developing a method for estimating and forecasting the vehicle's technical condition based on control and total fuel consumption is still relevant and requires further research.

KEY WORDS: FUEL CONSUMPTION RATIONING, CONVENTIONAL CITY DIESEL BUSES, FUEL CONSUMPTION MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Свостин-Косяк Д.А. Нормирование расхода топлива для городских автобусов с дизельным двигателем / Свостин-Косяк Д.А., Сахно В. П. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье рассмотрены методы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте на примере определения контрольного расхода топлива для городских автобусов с дизелем.

Объектом исследования является расход топлива городскими автобусами с дизелем.

Целью статьи является анализ существующих методов нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте и оценка целесообразности их использования для прогнозирования технического состояния городских автобусов с дизелем.

Методы исследования – информационно-аналитические, математическое моделирование.

На сегодняшний день в Украине нормирования расхода топлива и смазочных материалов осуществляется в соответствии с Приказом Министерства транспорта Украины № 43 от 10 февраля 1998 года, с последними изменениями, которые были внесены в 2012 году Приказом Министерства

інфраструктури України № 36 от 24.01.2012. Однак в цих документах не указані норми расхода палива для автобусів марки МАЗ і сучасних модифікацій автобусів марки ЛАЗ, таких як ЛАЗ А-183D1 і ЛАЗ А-292 D1, які, на сьогоднішній день, складають 57% всього подвижного складу, здійснює міські пасажирські перевезення.

В статті був проведений розрахунок норми расхода палива в відповідності з рекомендаціями Приказа Міністерства інфраструктури України № 36 от 24.01.2012 для автобуса МАЗ 203.065, який здійснює міські пасажирські перевезення в г. Києві по маршруту №55. Також був проведений розрахунок контрольної расхода палива по двом альтернативним методам. Дані дослідження показали, що всі три методи між собою корелюють з достатньо високою точністю.

Кожний з розглянутих методів має ряд переваг і недоліків, однак всі вони мають дуже малу кількість прямих показувачів, по яким можна було б оцінити технічний стан автобуса, або взагалі їх не мають. Тому питання розробки методу оцінки і прогнозування технічного стану транспортного засобу по контрольному і сумарному расходам палива залишається актуальним і потребує подальших досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НОРМУВАННЯ РАСХОД ПАЛИВА В МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ АВТОБУСІ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РАСХОДА ПАЛИВА.

АВТОРИ:

Савостін-Косіак 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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 406.

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. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 301.

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, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 406.

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 301.

АВТОРЫ:

Савостин-Косиак 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. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 406.

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. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 301.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінниця, Україна.

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

REVIEWER:

Bilichenko V.V., Doctor of Technical Science, professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the Vehicles and transport management department, Vinnitsa, Ukraine.

Gutarevych Yu.F., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Engines and Heating Engineering Department, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43.06
UDC 621.43.06

CHARAKTERYSTYKA OSADÓW NA ELEMENTACH SILNIKA SPALINOWEGO POWSTAŁYCH Z PROCESU SPALANIA

MICHALSKI Jacek, Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДКЛАДЕНЬ У ДВИГУНІ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, ЯКІ УТВОРИЛИСЬ В ПРОЦЕСІ ГОРІННЯ

МІХАЛЬСЬКІ Яцек, Професор, Доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CHARACTERISTIC DEPOSITS ON ELEMENTS INTERNAL COMBUSTION ENGINE FORMED FROM THE COMBUSTION PROCESS

MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Forsberg i współautorzy [1, 2] stwierdzili, iż utworzone osady na gniazdach zaworowych i zaworach mogą oddziaływać ochronnie przed zużyciem. Autorzy rozpatrywali zużycie cierne, adhezyjne, zmęczeniowe i korozyjne. Osady zawierały pozostałości dodatków do oleju napędowego, oleju silnikowego, związki węgla oraz tlenki metali [3]. Osady na powierzchni styku gniazda zaworowego i zaworu, dla silnika o zapłonie samoczynnym, zawierały Ca, C, O, P, S i Zn. Stwierdzano także składniki metali złożenia gniazdo - zawór oraz głowicy silnika jak: Fe, V, Co i Si [2]. W przypadku silników o zapłonie iskrowym zasilanych mieszaniną gazu propan-butan LPG (Liquefied Petroleum Gas) osady spalania występujące na tych elementach to O i S [4]. Z kolei dla zasilania silnika benzyną osady na gniazdach zaworowych i zaworach zawierają O, P i Ca. Wyniki analizy składu chemicznego powierzchni gniazd zaworowych wskazywały ponadto Cu i Mo, niezależnie od rodzaju stosowanego paliwa. Ponadto na powierzchni gniazd zaworowych wylotowych stwierdzono także Si i Mn.

W benzynach bezołowiowych wymagania oktanowe uzyskano poprzez wprowadzenie węglowodoru: alkilat, izomeryzat, reformat wysokooktanowy, frakcje z krakowania katalitycznego i frakcje aromatyczne oraz stosując dodatki przeciwstukowe MMT ((CH₃C₅H₄)Mn(CO)₃, trikarbonylek (metylocyklopentadieno)manganowy i związki tlenowe takie jak alkohole jednowodorowe jak również: eter tert-butyloowo-metylowy (MTBE), eter tert-butyloowo-etylowy (ETBE) oraz etanol. Minimalna zawartość tlenu w benzynie reformułowanej wynosi 2,0% (m/m) w obszarach zagrożonych ozonowo (PN-EN 228:2013-04/Apl - normuje maksymalną zawartość tlenu 3,7 % (m/m) i 2,7 % (m/m) dla klasy lotności A w okresie letnim, klasy lotności D w okresie zimowym a w okresie przejściowym parametry te powinny mieścić się w granicach wyznaczonych dla klas A i D).

Podwyższenie liczb oktanowych tymi metodami ma też skutki negatywne: emisja benzenu, zanieczyszczenie wód gruntowych przez eter tert-butyloowo-metylowy (MTBE).

Często dodatkami antyrecesyjnymi są związki potasowe K, znacząco redukują możliwość uszkodzenia przyłgni gniazd zaworowych i przyłgni zaworów.

Z informacji publikowanych przez PKN Orlen, z roku 2004, wynika iż benzyna uniwersalna bezołowiowa U-95 nie zawiera dodatku przeciwstukowego czteroetylek ołowiu (tetraetylołów Pb(C₂H₅)₄) i była uszlachetniona potasem K. Została wzbogacona o pakiet dodatków detergencyjnych, antykorozyjnych i antyutleniających gwarantujących między innymi utrzymanie czystości układów silnika oraz zabezpieczających przed korozją. Można ją było stosować w silnikach z nieutwardzonymi gniazdami zaworowymi, w silnikach przystosowanych do spalania wycofanej także ze sprzedaży benzyny ołowiowej, etyliny E94.

ANALIZA LITERATURY

Do paliw silników o zapłonie iskrowym należą między innymi: benzyna (bezołowiowa, ołowiowa), LPG gaz płynny, CNG/LNG sprężony/skroplony gaz ziemny, metanol, etanol (jako samodzielne paliwo lub jako dodatek do benzyn). Surowa benzyna, otrzymana z rektyfikacji ropy naftowej lub syntezy chemicznej surowców wyjściowych, ma niską liczbę oktanową i ograniczoną przydatność. Benzyna handlowa jest

zazwyczaj produktem otrzymanym ze zmieszania (komponowania) różnych strumieni rafineryjnych o temperaturze wrzenia benzyny: benzyny z pierwotnego rozdziału ropy naftowej (po procesie hydrodesiarczania), produktu z reformingu katalitycznego oraz krakingu termicznego i katalitycznego, jak również produktu procesu alkilacji czy izomeryzacji, hydrokrakingu i innych, w takich proporcjach, aby spełnione były wymagania normatywne [5], prawne [6]. Liczba wykorzystywanych strumieni rafineryjnych o temperaturze odpowiadającej temperaturze wrzenia benzyny zależy od głębokości przeróbki ropy naftowej do produktów paliwowych (kompleksowości strumieni rafineryjnych). Benzyna silnikowa zawiera również komponenty takie jak: benzen, etero zawierające 5 lub więcej atomów C w cząsteczce, metanol, etanol, alkohole, żywice, tlen a także dodatki uszlachetniające i poprawiające właściwości paliwa [7]. Skład węglowodorowy benzyny może się zmieniać w szerokim zakresie w zależności od rodzaju przetwarzanego surowca, stosowanych technologii rafineryjnych, w tym warunków procesowych, bilansu benzyny i innych produktów, a przede wszystkim od wymagań. Najpopularniejsza w Polsce benzyna bezołowiowa EuroSuper 95 nie ma stałego składu chemicznego z uwagi na różnorodność stosowanych komponentów i ich wzajemnych proporcji. Najlepiej spala się węglowodór izooktan (2,2,4-trimetylopentan), a najgorzej n-heptan. Mieszając tylko te dwa węglowodory można symulować zachowanie prawie wszystkich rodzajów benzyn. Od lat 30 XX wieku, najczęściej dodawanym środkiem przeciwstukowym, poniżej 1%, był czteroetylen ołowiu (tetraetylołów $Pb(C_2H_5)_4$) a utworzone w ten sposób paliwo nazwano benzyną etylową (etyliną; E78, E86, E94, E95 i E98). Niska trwałość układów katalitycznych pojazdów samochodowych o silnikach spalinowych zasilanych etyliną, mającymi środek przeciwstukowy tetraetylołów, spowodowała ich wycofanie.

Do współczesnych benzyn jako dodatek przeciwstukowy dodaje się kilka procent węglowodorów aromatycznych oraz eterów z grupami aromatycznymi MMT ($Mn(\eta^5-Me-Cp)(CO)_3$) lub etero tert-butylowe i sole litu [8]. Dodatki te skutecznie zwiększają liczbę oktanową, ale związki te muszą być "dopalane" na katalizatorach platynowych umieszczanych w układzie wylotowym samochodów. Obecnie nie jest stosowany w UE, do pojazdów samochodowych, dodatek przeciwstukowy tetraetylołów $Pb(C_2H_5)_4$ oraz w ograniczonym stopniu stosuje się bardzo efektywny dodatek manganowy, tri karbonylen metylocyklopentadienilo manganu, MMT – tri karbonyl(metyl- η^5 -cyklopentadienyl) mangan, z uwagi na możliwość oddziaływania rakotwórczego. Popularne benzyny bezołowiowe w pojazdach oraz rekreacyjnych jednostkach pływających, wyposażonych w silniki o zapłonie iskrowym to: EuroSuper 95, Super Plus 98, Premium VERA 98, 98 BP Ultimate z technologią ACTIVE, serii Fuel Save (dodatki Efficiency Improver), BIO 85 (E85, 85 % bioetanolu, silnik Flexifuel FFV). Wzbogacające dodatki uszlachetniające do benzyny to związki detergencyjne, antykorozyjne i antyutleniające. To one łącznie z dodatkami przeciwstukowymi pozwalają na wykorzystanie pełni mocy silnika, zapewniając równomierną pracę, co sprzyja zmniejszonemu zużyciu paliwa. Wydłużają także okres wymiany oleju, zmniejszając w ten sposób jego zużycie. Zwiększają żywotność świec i układu wylotowego, chronią katalizator i przedłużają jego trwałość oraz zmniejszają emisję węglowodorów do atmosfery. Inne dodatki, jak zbliżone do FBC (Fuel Born Catalyst) stosowane w silnikach Diesla z filtrem DPF (Diesel Particle Filter), mają organiczne zastosowanie w silnikach benzynowych z filtrami cząstek benzyny GPF (Gasoline Particular Filter). Ułatwiają one regenerację filtrów cząstek stałych obniżając temperaturę zainicjowania procesu utleniania (wypalania) cząstek stałych (sadzy) w filtrze.

Badania zużycia gniazda zaworu i przylgni zaworu, na specjalnym stanowisku o liczbie cykli 2×10^6 , częstotliwości ruchu 25 Hz, temperaturze 350 °C i sile obciążającej 1960 N, wykazały w przypadku benzyny bezołowiowej, maksymalną głębokość zużycia (D_{max}) gniazd zaworowych oraz przylgni zaworu odpowiednio, 64,6 ($\pm 4,0$) μm oraz 59,4 ($\pm 1,2$) μm . Przy zasilaniu silnika mieszaniną gazu węglowodorowego LPG zużycia te były większe i wynosiły odpowiednio, gniazda zaworów 82,9 ($\pm 2,9$) μm i przylgni zaworów 74,7 ($\pm 3,9$) μm [4]. Osady gniazd zaworowych zawierają O, P, i Ca w teście z benzyną oraz O i S, z mieszaniną gazu propan-butan. Wyniki analiz przylgni zaworów wskazały na obecność Cu, Mo, Si i Mn. Stwierdzono także zużycie ściernie i adhezyjne pary tribologicznej gniazdo - zawór. Uznano, że paliwo LPG ma mniej produktów spalania, które działają, jako składnik ochronny (gorsze właściwości smarne), jak i mniejszą zdolność rozpuszczania i zmywania osadów, koksu i nagaru.

Także Chun i inni [9] stwierdzili obecność reakcji tribochemicznych (powstawanie trzeciego ciała), w silnikach o zapłonie iskrowym zasilanych mieszaniną LPG. Analiza wyniku reakcji tribochemicznego osadu na powierzchniach styku badanych elementów wskazywała dużą ilość O i C, a także S, V, Cu, Mn, Si i Al. Niezależnie od liczby cykli pracy silnika lub jego prędkości obrotowej (określonej poprzez częstość styku pary gniazdo - zawór, w Hz), reakcje tribochemiczne były zawsze obserwowane na ich powierzchni. Można

zauważyć, że pomiędzy gniazdem zaworowym a zaworem znajduje się trzecie ciało, mające często pęknięcia. Produkt reakcji wytworzył efekt zapobiegający zużyciu gniazda zaworowego i zaworu. Jednak zwiększa się wysokość chropowatości powierzchni tych obu elementów złozenia gniazdo - zawór, parametr R_{max} .

Tarcie i zużycie systemu tribologicznego gniazdo - zawór (trzecie ciało) można wyjaśnić mechanizmem powstawania międzyfazowych warstw ślizgowych, w których efekt tlenków jest kluczowym czynnikiem, regulującym przyczepność i zakres utleniania [10]. Zwiększenie miedzi w żeliwie gniazd zaworowych, pracujących do 400 °C, umożliwia adhezję utlenionych produktów. Efekt utleniania dobrze wyjaśnia proces zużycia w zależności od temperatury i obciążenia ślizgowego zwłaszcza przy obciążeniu ślizgowym udarowym [11]. Wysokie zanieczyszczenia, głównie wanadem i siarczanami, mogą reagować z zaworami wylotowymi tworząc agresywne związki, powodując korozję gorącą. Korozja zaworów i gniazd zaworowych może być równomierna (równomierne zaatakowanie całej powierzchni), międzykrystaliczna (wzdłuż granic ziaren), naprężeniowa (atakuje międzykrystalicznie lub śródkrystalicznie elementy poddane naprężeniu wewnętrznemu), wżerowa (punktowy ubytek masy), zmęczeniowa (współdziałania środowiska korozyjnie agresywnego i cyklicznego lub zmiennego naprężenia), szczelinowa (pojawia się w szczelinach i zagłębieniach konstrukcyjnych; pod uszczelnieniami, osadami i zgorzeliną oraz we wszelkiego rodzaju pęknięciach) oraz stykowa (wywołana stykiem dwóch metali lub stopów o różnych potencjałach). Przed zużyciem korozyjnym zawory można zabezpieczyć odpowiednimi powłokami ceramicznymi, natryskiwany termicznie [12]. Tribofilm, powstający z bazy dodatków oleju silnikowego, może chronić powierzchnię zaworu w wielu cyklach zamykania [13]. Tworzą się dwa rodzaje warstw (folii), jedna gruba zawierająca węgiel i druga cieńsza na bazie dodatków. Warstwa bazowa jest szybko usuwana, podczas gdy warstwa na bazie dodatków z oleju silnikowego chroni powierzchnię zaworu w wielu cyklach pracy.

W wybranych pracach naukowych określono wartość zużycia gniazd zaworach i zaworów ze względu na: wpływ temperatury [14, 15, 16, 17], ciśnienia spalania silnika [18]), prędkość zaworu [19, 20], rodzaju paliwa [4], liczby cykli [20], wysokiej temperatury [21] oraz wpływu różnych procesów utwardzania w warstwie wierzchniej gniazdo - zawór [22, 23]. W ruchu ślizgowym przylgnia zaworu, na stanowisku laboratoryjnym, w temperaturze 200 °C zużywa się przez utlenienie, ścieranie, zmęczenie z kształtowaniem rys i bruzd [24]. Wartość zużycia w temperaturze 200 °C jest 5,18 razy większa niż w 20 °C i ma wartość średnią $2,1467 \times 10^{-10} \text{ m}^3$. Model Archarda i analiza metodą elementów skończonych FEM (Finite Element Method) z zastosowaniem dodatkowych elementów stykowych, zapewnia dużą zgodność wartości zużycia złozenia gniazdo - zawór, z wynikami badań doświadczalnych [25]. Duża amplituda naprężenia zginającego w zaworze, z depozytem węglowym na gnieździe zaworowym, była głównym powodem przedwczesnego uszkodzenia (pęknięcia trzonka) zaworu [26]. Także osady sadzy, w silniku wysokoprężnym Mack T-12, mogą oddziaływać ściennie na pierścienie tłokowe i cylinder [27]. Skład chemiczny i budowa sadzy wskazują na obecność procesów termo-oksydacyjnych i tribochemicznych produktów rozkładu oleju silnikowego jak również obecność nanocząstek związków fosforanu cynku i wapnia, siarczku cynku i żelaza, siarczku cynku, wapnia i żelaza. Obecne na powierzchni sadzy składniki wskazują na wytwarzanie w eksploatacji złozenia pierścien tłokowy - cylinder, trzeciego ciała o twardości 5-6 w skali Mosh'a.

Aby zapewnić niezawodność pracy złozenia gniazdo - zawór, przy zapewnieniu czystego spalania i niskiej emisji składników spalin, wymagana jest odpowiednia konstrukcja oraz odpowiednie właściwości ich materiałów [15, 16]. Materiały użyte do wytworzenia zaworu muszą charakteryzować się dobrą zdolnością procesu (materiału, obróbki), wysoką odpornością na ścieranie, dobrą wytrzymałością mechaniczną i wysoką odpornością na zmęczenie oraz korozję w wysokich temperaturach. Zawory wykonuje się z wysokostopowej stali (PN-71/H-86022) CrNi, CrSi, CrMoV, CrMnNi z dodatkiem azotu, stali austenitycznej CrMnNiNb, nadstopu niklu Nimonic 80A©. Gniazda zaworowe współczesnych silników są często z materiałów spiekowych na bazie kobaltu o wysokim udziale chromu i wolframu (metalurgia proszków) oraz z żeliwa stopowego CrSi, CrMo, stali CrSi i CrMo. W głowice ze stopów lekkich montowane są gniazda wykonane z brązów aluminiowych (brązale) oraz stopów miedzi i aluminium z dodatkami. Wyniki testów wykazały, że wytrzymałość na rozciąganie, twardość i odporność na ścieranie próbek stali zaworowych En 52 (X45CrSi9-3 według EN 10090:1998) i 21-4N (X50CrMnNiNbN21-9 według EN 10090:1998) uległy jednocześnie zwiększeniu po odpowiedniej obróbce cieplnej z procesem kriogenicznym [28].

W licznych przypadkach stwierdzono jednak destrukcyjny wpływ osadów. Zwykle osady na komorze spalania, grzybkach zaworów, wtryskiwaczach, świecach, tłokach, pierścieniach tłokowych są niepożądane i szkodliwe [29, 30, 31]. Istnienie osadów komory spalania jest nieuniknione, przy stosowaniu paliwa ropopochodnego i oleju smarowego, lecz istnieją sposoby zmniejszania ich powstawania [33]. Na tworzenie

osadów w silnikach benzynowych i dieslowych, ma wpływ typ silnika, rodzaj paliwa, typ oleju i biokomponentu, dodatki do paliw, recyrkulacja spalin i przewietrzanie skrzyni korbowej. Składniki paliwa, oleju silnikowego i biokomponenty inicjują powstawanie zanieczyszczeń paliwa. W Teheranie (Iran) w wyniku zastosowania do benzyny detergentu Power Clean (firmy Power Clean 2000 Inc.) uzyskano zmniejszenie osadów w silnikach o zapłonie iskrowym i redukcję emisji CO z samochodów Peykan i Pride średnio o 29,7% i 34,3% oraz HC zmniejszyły się odpowiednio o 18,6% i 17,3% [32].

Poprzez dodatki detergentowo-dyspergujące do benzyny można ograniczyć tworzenie się osadów zaworów dolotowych, wtryskiwaczy i komór spalania i ich wpływu na zużycie paliwa, emisję i właściwości trakcyjne silnika [31, 33]. Gromadzeniu się osadów wewnętrznych jak i zewnętrznych silników benzynowych, zasilanych mieszaniną benzyny i etanolu, najskuteczniej jest zapobiegać poprzez dodatek detergentowo-dyspergujący (DEM1, odpowiedniej budowy N-alkilowana pochodna benzoksazyny) [34].

Osady silnika spalinowego są analizowane metodą: optyczną mikroskopową, mikroskopii elektronowej skaningowej i transmisyjnej, dyfraktometrii rentgenowskiej (FTIR), synchrotronową mikrotomografią promieni (SR- μ CT), fluorescencją rentgenowską synchrotronu (SXRF), termogravimetryczną (TGA), analizą elementarną (CHN) i innymi. Do oceny rozkładu wielkości porów zastosuje się metodologię funkcjonału gęstości DFT (Density Functional Theory) i porozymetrię rtęciową MIP (Mercury Intrusion Porosimetry).

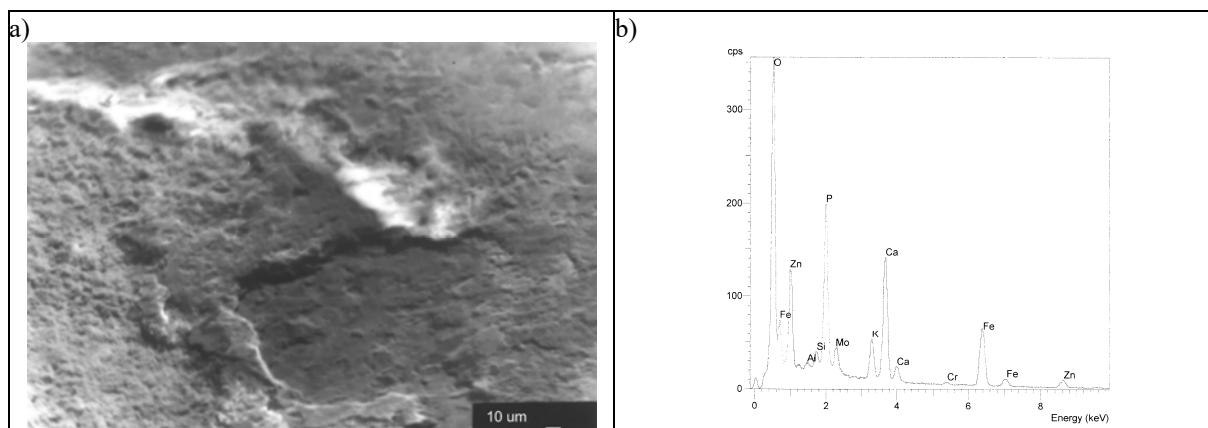
Oceny skłonności benzyn i oleju napędowego do tworzenia osadów w układach dolotowych silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym, na zaworach, w komorach spalania, świecach, wtryskiwaczach wymaga odpowiednich metodyk i rodzaju wzorcowych silników oraz wyposażenia [35, 36, 37]. Zwiększyła się skłonność benzyn do tworzenia osadów w układach dolotowych, na zaworach wlotowy i w komorach spalania silników w wyniku stosowania do benzyn komponentów z krakingu termicznego odpadów oraz także powstają szlamy różne w tym czarne, laki i substancje żelowe, w wyniku interakcji zachodzących pomiędzy paliwem a pakietami dodatków stosowanych w wysokojakościowych olejach silnikowych. Spowodowało to konieczność opracowania metod badania paliwa w testach stanowiskowych silników CEC (Coordinating European Council for the Development of Performance Tests for Transportation Fuels, Lubricants and Other Fluids): CEC F-04-87 (silnik Opel Kadett z dwoma gaźnikami i testem symulującym warunki jazdy miejskiej), CEC F-05-93 (silnik MB M102E z wielopunktowym pośrednim wtryskiem paliwa i testem symulującym warunki jazdy miejskiej), CEC F-20-98 (silnik MB M111 z wielozaworowymi głowicami i pośrednim, sekwencyjnym, w pełni elektronicznym wtryskiem paliwa z automatycznie powtarzanym cyklem, symulującym warunki jazdy miejskiej) oraz wstępne warunki testu silnika GDI (Gasoline Direct Injection) i silników z grupy o zmniejszonych wymiarach lecz mocno wysiłonych „downsizing”, przez grupy robocze CEC TDG-034.

Osady powstałe z benzyny i oleju silnikowego, pomimo zastosowania komponentów detergentowo-dyspergujących, odkładają się na wtryskiwaczach, zaworach dolotowych i komorach spalania silników mogą powodować różne problemy z ich parametrami trakcyjnymi i właściwościami użytkowymi oraz emisją, w tym spełnieniem zawartości normowanych składników szkodliwych: CO, HC, NO_x i PM.

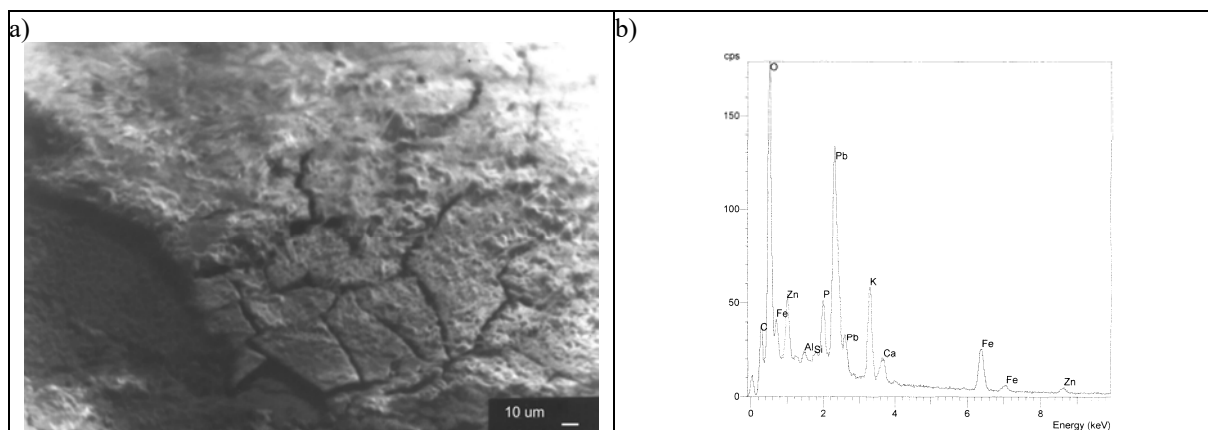
Metody badań i dopuszczalne wartości osadów silników o zapłonie iskrowym, określone w badaniach stanowiskowych i przebiegowych, są zawarte także w Światowej Karcie Paliwowej (Worldwide Fuel Charter) i normach amerykańskich: ASTM D 5500 (silnik BMW 318i 1.8 dm³, test przebiegu 16000 km), ASTM D 6201 (silnik FORD 2.3 dm³, 100 h test stanowiskowy), ASTM D 5598 (silnik Chrysler PFI 2.2 dm³ Turbo, test przebiegu 16000 km) oraz ASTM D 6421 (silnik Chrysler PFI 2.2 dm³ Turbo, test stanowiskowy 44 h).

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Zawory i gniazda zaworowe wymontowano z głowic silników samochodu Fiat 126P oraz Polonez 1500, po badaniach przebiegowych w warunkach normalnych. Badany samochód Fiat 126P miał silnik zasilany benzyną uniwersalną bezołowiową U-95 oraz przebieg 40000 km. Silnik samochodu FSO Polonez do przebiegu 22000 km pracował na benzynie Uniwersalnej bezołowiowej U-95 oraz następnie poprzez dodatkowy przebiegu 19000 km na etylinie E94, benzynie o dodatku przeciwstukowym tetraetylołów. Obydwa silniki miały olej silnikowy mineralny 15W-40 SL/CF. Skład chemiczny warstw powierzchniowych gniazd zaworowych i przylgni zaworów określano metodą mikroanalizy rentgenowskiej. Stosowano przystawkę do mikroanalizy rentgenowskiej Link Oxford współpracującą z mikroskopem skaningowym Novascan 30.



Rysunek 1 – Charakterystyka gniazda zaworu wylotowego, wzdłuż obwodu, po przeprowadzeniu badań przebiegowych 40000 km w warunkach normalnych, z zasilaniem silnika benzyną uniwersalną bezołowiową U-95: a) mikrofotografia przyłgni zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny (K=6,65%, P=19,18%, Zn=12,57%, Ca=20,02%, Fe=28,76%, Cr=0,81%, Cu=0,23%, Mo=10,13%, Al=0,51%, Si=1,15%), (zawartość wagowa)



Rysunek 2 – Charakterystyka gniazda zaworu wylotowego, wzdłuż obwodu, po przeprowadzeniu badań przebiegowych 22000 km w warunkach normalnych, z zasilaniem silnika benzyną uniwersalną bezołowiową U-95 oraz następnie dodatkowym przebiegu 19000 km z zasilaniem benzyną, o dodatku przeciwstukowym tetraetylołowiu, etyliną E94: a) mikrofotografia przyłgni zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny (K=15,99 Pb=44,10%, P=7,77%, Zn=7,61%, Ca=3,33%, Fe=19,94, Al=0,97%, Si=0,29%), (zawartość wagowa)

Pracujące w spalinach z benzyny bezołowiowej U-95 gniazda zaworowe wylotowe pokryte są silnymi narostami (rys. 1). Narosty te zawierają K, P, Ca, Zn o postaci tlenków, o czym świadczy silny spektr tlenu. Hipotezę tę należałoby jednak zweryfikować badaniami fazowymi. Warstwa ta jest prawdopodobnie znacznie twardsza od warstwy utworzonej na gniazdach zaworowych wylotowych w silniku zasilanym benzyną bezołowiową U-95 a następnie ołowiową E94 (rys. 2). Grubość tej warstwy (rys. 1) jest nieco większa niż warstwy z ołowiem, o czym świadczy bardzo słaby spektr żelaza leżącego poniżej, w metalu gniazd zaworowych.

Przyłgni zaworów wylotowych silnika zasilanego benzyna bezołowiową U-95 mają także narosty z bardzo dużym udziałem Ca, P, K i Zn, w postaci tlenków. Udział poszczególnych pierwiastków jest nieco inny niż w narostach na przyłgniach gniazd ze względu na inną temperaturę pracy grzybków zaworów (wyższą). Obydwa gniazda zaworowe na powierzchni przyłgni zawierają także Si i Al (z głowicy silnika AK51 / AlSi5Cu1).

PODSUMOWANIE

Zwiększyła się skłonność benzyn do tworzenia osadów w układach dolotowych, na zaworach wlotowych i w komorach spalania silników w wyniku stosowania do benzyn komponentów z krakingu

termicznego odpadów. Osady powstałe z benzyny i oleju silnikowego, pomimo zastosowania komponentów detergentowo-dyspergujących, odkładając się w wtryskiwaczach, zaworach dolotowych i komorach spalania silników mogą pogarszać parametry trakcyjne oraz zwiększać emisję składników szkodliwych spalin: CO, HC, NOx i PM. Powstają także szlamy czarne, laki i substancje żelowe, w wyniku interakcji zachodzących pomiędzy paliwem a pakietami dodatków wysoko jakościowych olei silnikowych.

Głównymi czynnikami niekorzystnie oddziałującymi na złożenia gniazdo - zawór są procesy tribologiczne, pełzanie, zużycie zmęczeniowe i wytrzymałościowe. Oddziaływanie gazów spalinowych na układ wylotowy silnika, w tym na gniazda zaworowe i zawory silnikowe jest zależne od ich temperatury oraz składników chemicznych paliwa: tlenu, tlenku siarki, związków ołowiu, tlenku i dwutlenku węgla, tlenków azotu, węglowodorów, benzenu, metanolu, etanolu, alkoholi, eterów, żywic, przegrzanej para wodnej, cząstek stałych, niespalonej benzyna i jej dodatków oraz właściwości oleju silnikowego.

Osady na powierzchniach gniazd zaworowych, zaworach, prowadnicach zaworowych mogą oddziaływać ochronnie, zwiększając ich trwałość i polepszać właściwości użytkowe.

Pracujące w spalinach z benzyny bezołowiowej U-95 gniazda zaworów wylotowych pokryte są silnymi narostami. Narosty te zawierają K, P, Ca i Zn o postaci tlenków, o czym świadczy silny spektr tlenu (rys. 1). Warstwa ta jest prawdopodobnie znacznie twardsza od warstwy utworzonej w silniku zasilanym kolejno benzyną bezołowiową U-95 i ołowiową E94 (rys. 2) i zabezpiecza gniazdo nie tylko chemicznie, ale i mechanicznie. Grubość tej warstwy jest nieco większa niż warstwy utworzonej z benzyny E94, z tetraetylołowiem, o czym świadczy mniejszy spektr żelaza leżącego poniżej, w gnieździe zaworu z żeliwa. W narostach występują także Al i Si pochodzące od metalu głowicy. Z kolei przylgnie gniazd zaworowych dolotowych i zaworów dolotowych nie mają jakichkolwiek narostów.

Z kolei te elementy, w silniku zasilanego benzyną bezołowiową a następnie ołowiową (rys. 2) pokryte są silnymi narostami pierwiastków metalicznych zawierających Pb i Fe. Ołów wydzielił się w cyklu pracy silnika z etyliny E94. Spektr od żelaza może być także zwiększany przez metal spod narostu. Występują także K, Zn i Ca, które wydzieliły się we wcześniejszym cyklu pracy silnika zasilanego benzyną bezołowiową U-95. Występują również Al i Si pochodzące z metalu głowicy. Bardzo silny spektr od tlenu dowodzi, że pierwiastki metaliczne w naroście związane są w tlenki.

Zamieszczone wyniki uzyskano na podstawie badań gniazd zaworowych i zaworów głowicy silnika Fiat 126P po przebiegu 40000 km, zasilanego benzyną bezołowiową uniwersalną U-95 oraz silnika samochodu Polonez 1500 po przebiegu 22000 km, z zasilaniem silnika benzyną uniwersalną bezołowiową U-95 oraz następnie dodatkowym przebiegu 19000 km z zasilaniem benzyną, o dodatku przeciwstukowym tetraetylołowem, etylina E94. Obydwa silniki miały olej silnikowy mineralny 15W-40 SL/CF.

LITERATURA

1. Forsberg P., Debord D., Jacobson S.: Quantification of combustion valve sealing interface sliding - A novel experimental technique and simulations. *Tribology International*, 69, 150-155, 2014.
2. Forsberg P., Gustavsson F., Hollman P., Jacobson S.: Comparison and analysis of protective tribofilms found on heavy duty exhaust valves from field service and made in a test rig. *Wear*, 302 (1-2), 1351-1359, 2013.
3. Forsberg P., Hollman P., Jacobson S.: Wear mechanism study of exhaust valve system in modern heavy duty combustion engines. *Wear*, 271 (9-10), 2477-2484, 2011.
4. Hong J. S., Kim Y. S., Chun K. J.: Study on exhaust valve and seat insert wear depending on fuel type. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13 (2), 253-260, 2012.
5. PN-EN 228:2013-04 - wersja polska. Paliwa do pojazdów samochodowych. Benzyna bezołowiowa - Wymagania i metody badań.
6. Dziennik Ustaw z 2015 r. Nr 221 poz. 1680, z dnia 23 października 2015 r. Warszawa, Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie wymagań jakościowych dla paliw ciekłych.
7. Kajdas Cz.: Podstawy zasilania paliwem i smarowania samochodów. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1983.
8. Baczewski K., Kałdoński T.: Paliwa do silników o zapłonie iskrowym. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2005.
9. Chun K. J., Kim J. H., Hong J. S.: A study of exhaust valve and seat insert wear depending on cycle numbers. *Wear*, 263, 1147-1157, 2007.
10. Ramalho A., Kapsa Ph., Bouvard G., Abry J.-C., Yoshida T., Charpentier M., Bourgeois M.: Effect of temperatures up to 400 °C on the impact-sliding of valve-seat contacts. *Wear*, 267 (5-8), 777-780, 2009.

11. Messaadi M., Kapsa Ph.: Wear behavior of high chromium sintered steel under dynamic impact-sliding: Effect of temperature. *Tribology International*, 100, 380-387, 2016.
12. Baiamonte L., Marra F., Gazzola S., Giovanetto P., Bartuli C., Valente T., Pulci G.: Thermal sprayed coatings for hot corrosion protection of exhaust valves in naval diesel engines. *Surface & Coatings Technology*, 295, 78-87, 2016.
13. Elo R., Jacobson S.: Formation and breakdown of oil residue tribofilms protecting the valves of diesel engines. *Wear*, 330, 193-198, 2015.
14. Vera-Cardenas E. E., Lewis R., Slatter T.: Sliding wear study on the valve-seat insert contact. *Open Journal of Applied Sciences*, 7 (2), 42-49, 2017.
15. Mascarenhas L. A. B., Gomes J. de O., Beal V. E., Portela A. T., Ferreira C. V., Barbosa C. A.: Design and operation of a high temperature wear test apparatus for automotive valve materials. *Wear*, 342, 129-137, 2015.
16. Mascarenhas B. L. A., Gomes J. de O., Barbosa C., Nogueira B. T., Portela A. T.: Analysis of the tribological behaviour of an automotive engine exhaust valve and a valve seat using a newly developed high temperature workbench. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 37 (6), 1743-1749, 2015.
17. Ramalho A., Kapsa Ph., Bouvard G., Abry J.-C., Yoshida T., Charpentier M., Bourgeois M.: Effect of temperatures up to 400 °C on the impact-sliding of valve-seat contacts. *Wear*, 267 (5-8), 777-780, 2009.
18. Von Berg J., Ziermann J., Reichert R., Obermeier W., Eickhoff M., Krötz G., Thoma U., Cavalloni C., Nendza J.P.: Measurement of the cylinder pressure in combustion engines with a piezoresistive /spl beta/-SiC-on-SOI pressure sensor. *IEEE 4th International Conference on High Temperature Electronics*, 1998.
19. Hong J. S., Chun K. J., Youn Y. H.: A study on wear and wear mechanism of exhaust valve and seat insert depending on different speeds using a simulator. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 20 (12), 2052-2060, 2006.
20. Chun K.J., Kim J.H., Hong J.S.: A study of exhaust valve and seat insert wear depending on cycle numbers. *Wear*, 263, 1147-1157, 2007.
21. Baiamonte L., Marra F., Gazzola S., Giovanetto P., Bartuli C., Valente T., Pulci G.: Thermal sprayed coatings for hot corrosion protection of exhaust valves in naval diesel engines. *Surface & Coatings Technology*, 295, 78-87, 2016.
22. Kerminen V.-M., Mäkelä T. E., Ojanen C. H., Hillamo Risto E.: Characterization of the particulate phase in the exhaust from a diesel car. *Environmental Science & Technology*, 31 (7), 1883-1889, 1997.
23. Oanh N. T. K., Thiansathit W., Bond T. C.: Subramanian R., Winijkul E., Paw-armatd I.: Compositional characterization of PM2.5 emitted from in-use diesel vehicles. *Atmospheric Environment*, 44 (1), 15-22, 2010.
24. Vera-Cardenas E. E., Lewis R., Slatter T.: Sliding wear study on the valve-seat insert contact. *Journal: Open Journal of Applied Sciences*, 7 (2), 42-49, 2017.
25. Cavalieri F. J., Zenklusen F., Cardona A.: Determination of wear in internal combustion engine valves using the finite element method and experimental tests. *Mechanism and Machine Theory*, 104 (81-99), 2016.
26. Witek L.: Failure and thermo-mechanical stress analysis of the exhaust valve of diesel engine. *Engineering Failure Analysis*, 66, 154-165, 2016.
27. Patel M., Aswath P. B.: Structure and chemistry of crankcase and cylinder soot and tribofilms on piston rings from a Mack T-12 dynamometer engine test. *Tribology International*, 77, 111-121, 2014.
28. Jaswin M. A., Lal D. M.: Optimization of the cryogenic treatment process for En 52 valve steel using the grey - Taguchi method. *Materials and Manufacturing Processes*, 25 (8), 842-850, 2010.
29. Song H., Xiao J., Chen Y., Huang Z.: The effects of deposits on spray behaviors of a gasoline direct injector. *Fuel*, 180, 506-513, 2016.
30. Wang B. Badawy T., Jiang Y., Xu H., Ghafourian A., Zhang X.: Investigation of deposit effect on multi-hole injector spray characteristics and air/fuel mixing process. *Fuel*, 191, 10-24, 2017.
31. Shu G., Dong L., Liang X.: A review of experimental studies on deposits in the combustion chambers of internal combustion engines. *International Journal of Engine Research*, 13 (4), 357-369, 2012.
32. Zand A. D., yabeigi b. G. N., Mikaelli A. T., Pezeshk H.: The influence of deposit control additives on exhaust CO and HC emissions from gasoline engines (case study: Tehran). *Transportation Research Part D-Transport and Environment*, 12 (3), 189-194, 2007.

33. Stępień Z., Oleksiak S.: Deposit forming tendency in spark ignition engines and evaluation of gasoline detergent additives effectiveness. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 16 (2), 421-431, 2009.
34. Stępień Z.: Study of the various factors influencing deposit formation and operation of gasoline engine injection systems. Book Series: IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, 148, Article Number UNSP 012052, 2016.
35. Stępień Z., Oleksiak S., Dybich K.: Ocena właściwości użytkowych paliw na stanowiskach silnikowych. *Nafta-Gaz*, 65 (1), 65-74, 2009.
36. CEC F-04-87 - The evaluation of gasoline engine intake system deposition. CEC F-05-93 - Inlet valve cleanliness in the MB M102E engine. CEC F-16-96 - Assessment of the inlet valve sticking tendency of gasoline fuels. CEC F-20-98 M111 - Gasoline inlet valve. CEC F-20 - Test method for inlet valve cleanliness. CEC L-082-97 - Spectrophotometric determination of soot in oil. CEC L-083-97 - Kinematic viscosity measurement of used oil. CEC L-106-14 DV6 - Test development sponsor. CEC TDG L 111 EP6CDT - Piston cleanliness Test development sponsor.
37. CEC F-23-01 - Procedure for diesel engine injector nozzle coking test. CEC F-98-08 DW10B - Diesel injector nozzle fouling. CEC TDG F 110 DW10C - Internal Diesel injector deposits.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Charakterystyka osadów na elementach silnika spalinowego powstałych z procesu spalania / MICHALSKI Jacek // *Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu*. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Представлено характеристику осадков (третие тело, трибофиль, трибопокрытие, защитная пленка процесса использования) созданных на клапанах и клапанах, способных оказывать защитное действие перед износом и осадков (закоксования) имеющих разрушающее влияние на свойства эксплуатации транспортных средств и окружающую среду. Те последние встречаются в камере сгорания, грибках клапанов, форсунообразователях, свечах, поршнях, поршневых кольцах, клапанах, кольцевых пространствах и фильтрах системы выпуска. Составляющие топлива, масла и биодобавки инициируют образование черных нагара, лаков и веществ желеобразных. Благодаря добавкам детергентно-диспергирующим можно ограничить образование осадков на клапанах долевых, форсунообразователях, в камере сгорания и их влияние на расход топлива, свойства тяговые транспортного средства и спровоцировать уменьшение выброса CO, HC как и понизить температуру загорания процесса окисления (выгорания) частиц твердых в фильтре транспортных средств. Схарактеризованы бензины транспортных средств и материалы клапанов и клапанов. Приведены примеры микрофотографий клапанов клапанов и составов химических осадков двигателя, работающего на универсальном бензине U-95, для транспортного средства по пробегу 40000 км, и двигателя, работающего на универсальном бензине U-95 и далее дополнительно бензином оловянным, этилированным E94, по пробегу транспортного средства соответственно 22000 км и 19000 км.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСЬКІ Яцек. Характеристика відкладень у двигуні внутрішнього згорання, які утворились в процесі горіння / МІХАЛЬСЬКІ Яцек // *Вісник Національного транспортного університету*. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлено характеристику відкладень (третє тіло, трибо шар, трибо покриття, захисний, експлуатаційний шар), утворившихся на сідлах клапанів та клапанах, які можуть виконувати зносозахисні функції, та відкладень (закоксувань), які можуть чинити негативний вплив на експлуатаційні характеристики колісних транспортних засобів та навколишнє середовище. Останні утворюються в камері згорання, на сідлах клапанів, форсунках, свічках запалювання, поршнях, поршневих кільцях і фільтрах системи випуску вихлопних газів. Компоненти палива, моторної оливи і біопалива сприяють утворенню чорного нагару, сургучів і золистої речовини. Мийно-диспергуючі присадки можуть зменшити утворення відкладень на впускних клапанах, форсунках, камері згорання та їх вплив на витрату палива, тягові властивості транспортного засобу, а також зменшити викиди CO і CH₄, знизити температуру початку окислення (горіння) твердих частинок в фільтрі автомобіля. Було охарактеризовано автомобільний бензин та матеріали сідла клапанів і самого клапана. Наведені приклади мікрофотографій сідла випускного клапана і хімічного складу відкладень в двигуні, що працював на неетильованому бензині А-95, для автомобіля з пробігом 40000 км, та двигуна, який працював на неетильованому бензині А-95, а потім на етильованому бензині Е94, після пробігу, відповідно 22000 км і 19000 км.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Characteristic deposits on elements internal combustion engine formed from the combustion process. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

Deposits (third body, tribofilm, tribocoating, exploitation process protection layer) characteristics are shown formed on the valve seats and valves can be protective against wear and deposits (coke) having destructive impact on operating characteristics of motor vehicles and the environment. Deposits occur on the combustion chamber, valve fungus, injectors, spark plugs, pistons, piston rings and outlet system exhaust filters. The components of fuel, engine oil and bio components initiate the formation of black sludge, lakes and gel substances. Detergent-dispersant additives can limit the formation of deposits on intake valves, injectors, combustion chambers and their effect on fuel consumption, traction properties of the vehicle, and reduce CO, HC emissions, and reduce the temperature of initiation of oxidation (burning) of particulates in the car filter. Car gasoline and valve seat materials and valves have been characterized. Examples are microphotographs of the seats of the outlet valve seats and chemical composition of the engine deposits fed with unleaded gasoline U-95, for a car after 40,000 km, and engine powered by unleaded gasoline U-95 and then with leaded petrol, ethyl E94, after driving the car, respectively 22,000 km and 19,000 km.

AUTOR:

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

МІХАЛІСЬКІ Яцек, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 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 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

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

REVIEWERS:

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

Bortnytskyi P.I., PhD in Technical Science, National Transport University, Professor of the Technical operation of cars and car services department, Kyiv, Ukraine, Kyiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Посвятенко Э.К., доктор технических наук, профессор, Национальный Транспортный Университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, Киев, Украина.

Бортницкий П.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервиса, Киев, Украина.

УДК 629.113
UDC 629.113

ДО ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ МАНЕВРЕНОСТІ ГІБРИДНИХ АВТОПОЇЗДІВ ЗА РІЗНИХ СХЕМ УПРАВЛІННЯ НАПІВПРИЧЕПОМ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Поляков В.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Ященко Д.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Босенко В.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Лисенко О.О. Національний транспортний університет, Київ, Україна

COMPARATIVE EVALUATION OF MANEUVERABILITY TO HYBRID ROAD-TRAIN FOR DIFFERENT CONTROL SCHEMES SEMITRAILER

Sakhno V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Poliakov V.M., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Yaschenko D.M., Ph.D in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Bosenko V.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lysenko O.O. National Transport University, Kyiv, Ukraine

К СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ МАНЕВРЕННОСТИ ГИБРИДНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ СХЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУПРИЦЕПА

Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Поляков В.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Ященко Д.М., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Босенко В.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Лысенко А.А. Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку рухомого складу автомобільного транспорту характеризується різноманіттям типів і видів автомобілів, причепів і напівпричепів. Нарівні з найбільш поширеними двовісними автомобілями з передніми керованими колесами отримують все більший розвиток нові конструкції з іншими компоновальними схемами і системами управління поворотом: автомобілі і автопоїзди з усіма керованими колесами, багатовісні автомобілі з різним числом і розташуванням керованих коліс, машини з неповоротними колесами, зчленовані колісні машини тощо. Очевидно, що новим транспортним машинам притаманні свої характерні особливості і поява їх диктує необхідність придання цим машинам певних якостей взагалі і, зокрема, відповідних властивостей по поворотливості зокрема, які при звичайних конструктивних схемах і системах управління поворотом отримати неможливо. Аналіз показує, що застосування тієї або іншої компоновальної схеми або системи управління поворотом на деяких автомобілях і автопоїздах (наприклад, всеколісне управління) не завжди виправдане, що можна пояснити недостатністю теоретичних досліджень питань криволінійного руху і, отже, рухливості машини, зокрема довгобазових автопоїздів. Збільшення довжини автопоїздів обумовлено, перш за все, розвитком перевезень вантажів у контейнерах, що змусило ці довжини погоджувати з розмірами універсальних контейнерів ISO [1]. Поміж з іншим, контейнерні перевезення – один із найбільш зручних і економічних видів доставки вантажів. Зважаючи на те, що вантажні перевезення контейнерів вирізняються високим рівнем безпеки і простотою митного оформлення, вони широко розповсюджені у всьому світі і об'єми їх перевезень зростають із року в рік. Перевезення усіх контейнерів здійснюється, як правило, автомобільними поїздами контейнеровозами. Ці автопоїзди складаються з автомобіля-тягача (сідельного або з універсальним кузовом) і напівпричепа (причепа). Більш економічним є перевезення контейнерів сідельними автопоїздами у складі автомобіля-тягача і спеціалізованого напівпричепа, конструкція якого є у модельному ряду провідних автомобілебудівних компаній світу, таких як Krone, Schmitz Cargobull AG, Fliegl, Rolfo тощо. Зокрема, компанією Fliegl випускається універсальний напівпричіп-контейнеровоз з розсувною рамою, який дозволяє перевозити контейнери загальною довжиною від 20 до 45 футів. При цьому загальна довжина автопоїзда досягає 20 м.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що найбільша ефективність перевезень буде досягатися у тому випадку, коли у повній мірі буде використовуватися уся довжина автопоїзда (22 м) і його вантажопідйомність. Проте, як показали проведені раніше дослідження [2-6] напівпричіп такого автопоїзда повинен бути керованим, вибір та обґрунтування приводу управління яким представляє не до кінця вирішену задачу.

Поворот напівпричепа може здійснюватися чотирма основними способами [7]:

- кінематичний спосіб управління поворотом коліс, осей тощо;
- кінематичний спосіб управління поворотом ланок шарнірно зчленованих АТЗ;
- динамічний спосіб управління АТЗ шляхом регулювання співвідношень кутових швидкостей коліс;
- комбіновані способи управління.

Кінематичний спосіб управління поворотом напівпричепа за допомогою коліс, осей, опор може бути здійснений або однією керованою віссю, або двома. При кінематичному способі управління поворотом напівпричепа можна підвищити маневреність автопоїзда, оскільки при цьому зменшується зміщення траєкторії напівпричепа щодо траєкторії тягача.

Динамічний спосіб управління, що виконується регулюванням співвідношень кутових швидкостей коліс, відомий давно [7]. Він ґрунтується на використанні еластичності шин, що дозволяє створювати машини з неповоротними колесами і різним ступенем обертальності. Цей спосіб створює передумови істотного поліпшення маневреності колісних машин з невеликою відносною базою L/B , що характерне для візків напівпричепів.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Прагнення поліпшити характеристики керованості і маневреності машини привело до застосування комбінованих способів управління. Комбінований спосіб управління (з основним динамічним) у поєднанні із зчленованими ланками використовується на багатоланкових автопоїздах Летурно. Безступінчате регулювання кутових швидкостей коліс у поєднанні з шарнірним з'єднанням ланок забезпечує високі показники прохідності і маневреності. Проте такий спосіб управління для автопоїздів з довгобазовими напівпричепами не розглядався.

Із розглянутих способів повороту напівпричепів найбільшого розповсюдження отримав кінематичний спосіб, проте з розвитком конструкцій гібридних автопоїздів з активним приводом коліс причіпних ланок перспективним стає і динамічний спосіб повороту напівпричепом, а також комбінований спосіб управління автопоїздом.

Мета роботи полягає у порівняльній оцінці маневреності автопоїздів за кінематичного і динамічного способу поворотом напівпричепа.

Виклад основного матеріалу. Визначення показників маневреності автопоїздів за різних систем управління поворотом здійснюється шляхом розв'язку системи диференціальних рівнянь, що описує плоскопаралельний рух автопоїзда, рис. 1,2.

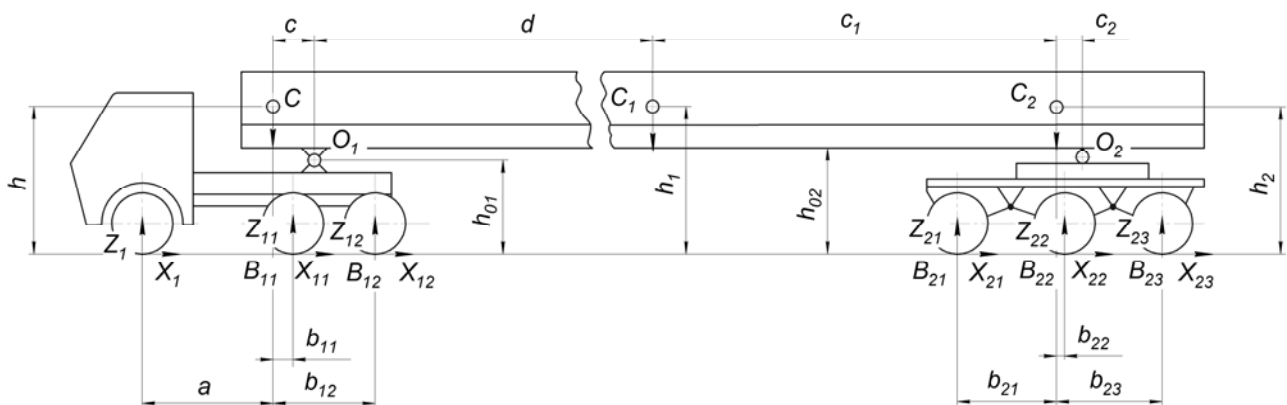


Рисунок 1 – До визначення основних компоновальних параметрів автопоїзда

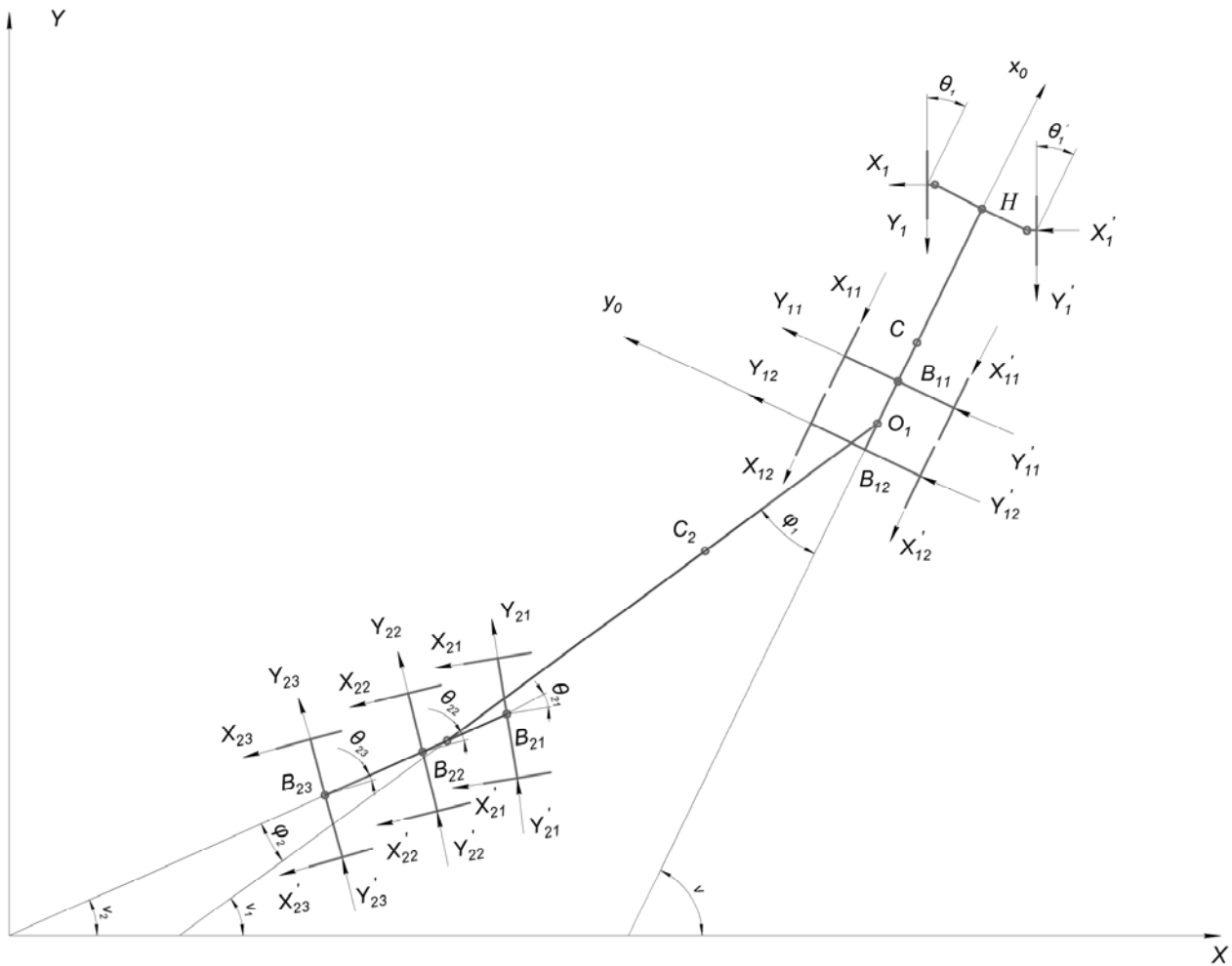


Рисунок 2 – Розрахункова схема автопоїзда на неусталеному повороті

Ця система отримана у роботі [8] і записана у вигляді:

$$(m + m_1 + m_2)V - [m_1 d_1 + m_2 l_1] \sin \varphi_1 + m_2 d_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \omega + (m_1 d_1 + m_2 l_1) \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_1 + \\ m_2 d_2 \times \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_1 + m_2 d_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_2 + m \omega U + (m_1 + m_2) \omega (U + \omega x) + (m_1 d_1 + m_2 l_1) \times \\ \times \omega_1^2 \cos \varphi_1 - m_2 d_2 \omega_2^2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)] = Y_1 \sin \theta_1 - X_1 \cos \theta_1 + Y'_1 \sin \theta'_1 - X'_1 \cos \theta'_1 - \sum (X_{li} + X'_{li}) + \\ + \sum [(Y_{2j} + Y'_{2j}) \sin(\theta_{2j} + \varphi_2) - (X_{2j} + X'_{2j}) \cos(\theta_{2j} + \varphi_2)] - \sum X_{2j\ddot{a}\ddot{e}} \cos(\theta_{2j} + \varphi_2)$$

$$(m + m_1 + m_2)U - [c(m_1 + m_2) + (m_1 d_1 + m_2 l_1) \cos \varphi_1 + m_2 d_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \omega + (m_1 d_1 + m_2 l_1) \times \\ \times \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_1 + m_2 d_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_2 + (m + m_1 + m_2) \omega V - (m_1 d_1 + m_2 l_1) \omega_1^2 \sin \varphi_1 - \\ - m_2 d_2 \omega_2^2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2)] = Y_1 \cos \theta_1 - X_1 \sin \theta_1 + Y'_1 \cos \theta'_1 - X'_1 \sin \theta'_1 + \sum (Y_{li} + Y'_{li}) + \\ + \sum [(Y_{2j} + Y'_{2j}) \cos(\theta_{2j} + \varphi_2) - (X_{2j} + X'_{2j}) \sin(\theta_{2j} + \varphi_2)] - \sum X_{2j\ddot{z}\ddot{a}} \sin(\theta_{2j} + \varphi_2) \\ - c(m_1 + m_2)U + \{I + c^2(m_1 + m_2) + c[(m_1 d_1 + m_2 l_1) \cos \varphi_1 + m_2 d_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)]\} \varphi_1 - \\ - cm_2 d_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \varphi_2 - c(m_1 + m_2) \omega V + c[(m_1 d_1 + m_2 l_1) \omega_1^2 \sin \varphi_1 + m_2 d_2 \omega_2^2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2)] = \\ = (X_1 \sin \theta_1 - Y_1 \cos \theta_1)(\varepsilon \sin \theta_1 + a) + (Y'_1 \cos \theta'_1 - X'_1 \sin \theta'_1)(a + \varepsilon \sin \theta'_1) + (Y_1 \sin \theta_1 + X_1 \cos \theta_1) \times \\ \times (H + \varepsilon \cos \theta_1) - (Y'_1 \sin \theta'_1 + X'_1 \cos \theta'_1)(H + \varepsilon \cos \theta'_1) - c \sum [(Y_{2j} + Y'_{2j}) b_{2j} - c \sum [(Y_{2j} + Y'_{2j}) \times \\ \times \cos(\theta_{2j} + \varphi_2) - (X_{2j} + X'_{2j}) \sin(\theta_{2j} + \varphi_2)] - \sum X_{2j\ddot{z}\ddot{a}} \sin(\theta_{2j} + \varphi_2) \times B / 2;$$

$$\begin{aligned}
& (m_1 d_1 + m_2 l_1) \sin \varphi_1 V + (m_1 d_1 + m_2 l_1) \cos \varphi_1 U - [I_1 + m_1 d_1 (c \cos \varphi_1 + d_1) - m_2 l_1 (l_1 + c \cos \varphi_1 + \\
& + d_2 \cos \varphi_2)] \omega + [I_1 + m_1 d_1^2 + m_2 l_1 (d_2 \cos \varphi_2 + l_1)] \varphi_1 + I_1 m_2 d_2 \cos \varphi_2 \times \varphi_2 + [V \cos \varphi_1 - \\
& - (U - \omega c) \sin \varphi_1] (m_1 d_1 + m_2 d_2) - m_2 d_2 l_1 \omega^2 \sin \varphi_1 = \sum l_1 [(X_{2j} + X'_{2j}) \sin(\theta_{2j} + \varphi_2) + \\
& + (Y_{2j} + Y'_{2j}) \cos(\theta_{2j} + \varphi_2) + M_1 - M_{\text{гал}}]; \\
& [m_2 d_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_2)] V + [(m_2 d_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2) U - (I_2 + m_2 d_2 [c \cos(\varphi_1 + \varphi_2) + d_2 + l_1 \cos \varphi_2]) \omega \\
& + [I_2 + m_2 d_2^2 (d_2 + l_1 \cos \varphi_2)] \varphi_1 + (I_2 + m_2 d_2^2) \varphi_2 + [V \cos \varphi_1 - (U - \omega c) \sin \varphi_1] m_2 d_2 \omega + \\
& + m_2 d_2 l_1 \omega^2 \sin \varphi_2 = \sum \{ -H_2 (X_{2j} + X'_{2j}) + (d_2 + b_{2j}) \times [(X_{2j} + X'_{2j}) \times \sin \theta_{2j} + \\
& + (Y_{2j} + Y'_{2j}) \cos \theta_{2j}] \} + M_{\text{гал}}.
\end{aligned} \tag{1}$$

У системі рівнянь (1) прийняті наступні спрощення та припущення [8]:

- гіроскопічні моменти та невраховані моменти частин, які обертаються, не враховуються;
- в шарнірах рульового приводу відсутні люфти;
- автомобіль рухається по рівній горизонтальній поверхні;
- розглядається плоска «велосипедна» схема автомобіля;
- кути повороту зовнішнього і внутрішнього коліс рівні між собою, тобто

$$\theta_3 = \theta_6 = \theta \text{ і } \theta_{23} = \theta_{26} = \theta_2 \tag{2}$$

- основною траєкторією є траєкторія центра мас;
- взаємодія коліс з опорною поверхнею в бічному напрямку описується через реакцію полотна дороги як функція кута відведення нелінійною гіпотезою [9]:

$$Y = k_1 \delta^1 - k_2 \delta^3 + k_3 \delta^5 - \dots; \tag{3}$$

- стабілізуючі моменти шин також описуються як нелінійна залежність від кута відведення

$$M_1 = \sigma_1 \delta^1 - \sigma_2 \delta^3 + \sigma_3 \delta^5 - \dots, \tag{4}$$

де $k_1, k_2, k_3, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – приведені характеристики шин коліс осі ККМ;

m, I – маса і центральний момент інерції тягача відносно вертикальної осі;

m_2, I_2 – те ж саме для напівпричепи;

ϑ, ϑ_1 – курсові кути тягача і напівпричепи;

φ_1 – кут складання між тягачем і напівпричепом;

v, u, v_2, u_2 – поздовжня та бокова проекції швидкості центра мас тягача і напівпричепи на осі рухомої системи координат, що постійно пов'язані з ними;

ω – кутова швидкість тягача;

$M_{\text{гал}} = f(\varphi_k, \varphi_k)$ – гальмівний момент на колесі осі причепа, що використовується для корекції траєкторії руху автопоїзда;

$X_{i,j}, Y_{i,j}, X'_{i,j}, Y'_{i,j}$ – поздовжні та бокові реакції полотна дороги на колеса лівого і правого борту тягача і напівпричепи.

Якщо позначити коефіцієнт опору бічному відведенню у випадку відсутності поздовжніх сил на колесі через k_o , то величина k_o визначиться за формулою [9]:

$$k = k_o \frac{\sqrt{1 - (X / (\varphi G))^2}}{1 + 0,375 X / G}, \tag{5}$$

де G – вертикальне навантаження на колесо; X – величина поздовжньої сили, що задається співвідношенням

$$X = \begin{cases} M_r / r, \text{ якщо } M / r < \varphi G \\ \varphi G, \text{ якщо } M / r \geq \varphi G \end{cases}, \tag{6}$$

де M_r – гальмівний момент, що прикладений до колеса причепа.

Кути відведення керованої осі тягача записані у вигляді [8]:

$$\delta_1 = \theta_1 - \arctg \frac{U + \omega(a - \varepsilon \sin \theta_1) - \theta_1 \varepsilon \sin \theta_1}{V - \omega(H + \varepsilon \cos \theta_1) - \theta_1 \varepsilon \cos \theta_1} \quad (7)$$

$$\delta'_1 = \theta'_1 - \arctg \frac{U + \omega(a - \varepsilon \sin \theta'_1) - \theta'_1 \varepsilon \sin \theta'_1}{V - \omega(H + \varepsilon \cos \theta'_1) - \theta'_1 \varepsilon \cos \theta'_1} \quad (8)$$

Кути відведення задніх осей тягача з неповоротними колесами записані у вигляді [8]:

$$\delta_{1i} = \arctg \frac{-U + b_i \omega}{V - \omega H}, \quad \delta'_{1i} = \arctg \frac{-U + b_i \omega}{V + \omega H} \quad (i=1,2) \quad (9)$$

Кути відведення коліс осей напівпричепа [8]:

$$\delta_{2j} = -\theta_{2j} - \arctg \frac{(U_2 - \omega_2 b_2) + H(\omega_2 - \theta_{2j}) \sin \theta_{2j}}{V_2 - H(\omega_2 - \theta_{2j}) \cos \theta_{2j}}, \quad (10)$$

$$\delta'_{2j} = -\theta_{2j} - \arctg \frac{(U_2 - \omega_2 b_2) - H(\omega_2 - \theta_{2j}) \sin \theta_{2j}}{V_2 + H(\omega_2 - \theta_{2j}) \cos \theta_{2j}} \quad (11)$$

Величини V , U , ω , φ знаходяться із динамічних рівнянь автопоїзда.

Швидкості центра мас і курсовий кут ланок автопоїзда визначаються за допомогою кінематичних рівнянь [8]:

$$\dot{x} = V \cos \theta - U \sin \theta, \quad \dot{y} = V \sin \theta + U \cos \theta, \quad \dot{\theta} = \omega \quad (12)$$

Геометричні параметри автопоїзда, рис.1.2:

$$a=CA, \quad b_{1i}=CB_{1i} \quad (i=1,2), \quad c=CO_1; \quad d_1=O_1C_1, \quad c_1=C_1O_2, \quad l_1=d_1+c_1, \quad d_2=O_2C_2, \quad b_{2j}=C_2B_{2j} \quad (j=1,2,3), \quad l_2=b_{21}+b_{23} \quad (13)$$

Для автопоїзда з керованим напівприцепом габаритні радіуси повороту і ГСР можна визначити за умови, що визначено кут складання автопоїзда.

Диференціальне рівняння кута складання автопоїзда з керованим напівприцепом за жорстких у бічному напрямку колес записується у вигляді [10]:

$$\frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_0 \left[1 - \frac{L \sin \left(\frac{\varphi_1}{i_1} - \alpha_0 \right)}{L_2 \operatorname{tg} \theta \cos \alpha_0 \cos \left(\frac{\varphi_1}{i_1} - \varphi_1 \right)} \right], \quad (14)$$

де $\omega = \frac{v \times \operatorname{tg} \theta}{L}$ - кутова швидкість повороту тягача;

L - база тягача;

θ - середній кут повороту керованих коліс тягача;

L_2 - база напівпричепа;

c_0 - відстань від характерної точки тягача до точки зчипки з напівприцепом;

$R = \frac{L}{\operatorname{tg} \theta}$ - миттєвий центр повороту тягача;

$\alpha_0 = \arctg \frac{c_0}{R}$ - кут, що визначає положення точки зчипки тягача і напівпричепа;

i_1 - передаточне відношення приводу управління колесами напівпричепа, яке лежить в межах 0,3...0,5 [10]; для автопоїзда, що розглядається, прийнято рівним 0,5 [10].

Розв'язок рівняння (14) можливий лише за умови його лінеаризації, яку можливо виконати, якщо прийняти, що швидкість і кутова швидкість повороту тягача і напівпричепа величини стали і визначена фаза повороту автопоїзда.

Автопоїзд на повороті може знаходитися в одній із чотирьох фаз руху [10]:

1. Вхідна перехідна траєкторія – рівномірний поворот керованих коліс тягача $\theta = \theta \times t$. При цьому поворот керованих коліс продовжується до того часу, поки зовнішня габаритна точка тягача не почне рухатися по дузі кола радіусом 12,5 м. Для першої фази повороту кут складання φ_1 визначається як

$$\varphi_1 = \frac{(L_2 + c) i_1}{L} \times \left\{ \theta - L_2 i_1 k_1 \left[1 - \exp \left(-\frac{\theta}{L_2 i_1 k_1} \right) \right] \right\}, \quad (15)$$

де k_1 – режимний коефіцієнт при вході автопоїзда в поворот.

Розв’язок рівняння (15) для автопоїзда загальною довжиною 20,0 м, базою тягача 3,5 м і базою напівпричепа 9,0 м на вході в поворот виконаємо з використанням програмного забезпечення Maple 12.

На рис. 3 наведені результати розрахунку кута складання автопоїзда при вході в поворот. Цей рух продовжується до тих пір поки сумарний кут повороту автопоїзда γ , що визначається від початку повороту, не стане рівним $\gamma_2 = \beta - \psi$ (β – заданий кут повороту автопоїзда; ψ – кут повороту автопоїзда в кінці першої фази).

Як слідує з рис. 3, етап входу в поворот закінчується за кута повороту керованих коліс тягача в межах 0,50...0,55 рад.

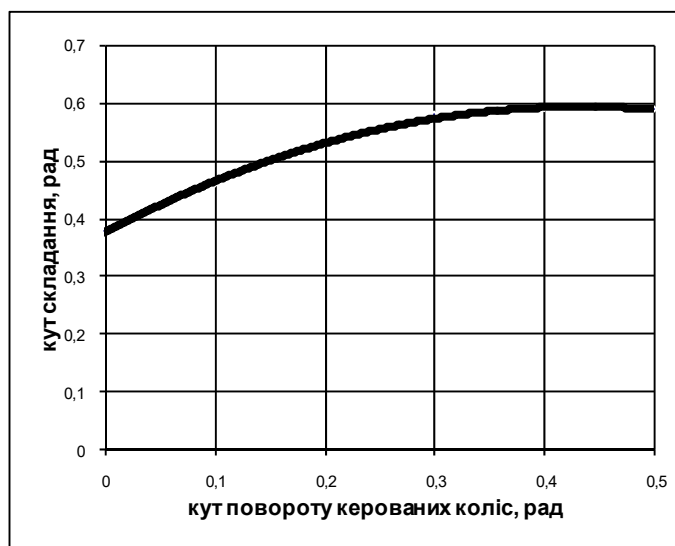


Рисунок 3 – Залежність кута складання автопоїзда від кута повороту керованих коліс тягача на вході в поворот

2. Рух автопоїзда по колу за умови, що $\theta = const$ і $R = const$. Цей рух продовжується до тих пір, поки сумарний кут повороту автопоїзда ψ , що визначається від початку повороту, не стане рівним $\psi_2 = \alpha - \psi_1$ (α – заданий кут повороту автопоїзда; ψ_1 – кут повороту тягача в кінці першого фази). Кут складання автопоїзда визначиться як

$$\varphi_1 = \varphi_1(\tau_1) \exp \left(-\frac{R \times \varphi_1}{L_2 i_1} \right) + \frac{(L_2 + c) i_1}{L} \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{R \varphi_1}{L_2 i_1} \right) - \varphi_0 \right\} \quad (16)$$

Розв’язок рівняння (16) для автопоїзда, що розглядається, за колового руху при різних значеннях кута повороту керованих коліс тягача виконаємо з використанням програмного забезпечення Maple 12.

На рис. 4 наведені результати розрахунку кута складання автопоїзда за колового руху. Помітимо, що розрахунки кута складання автопоїзда починаються за кута повороту керованих коліс тягача досягнутого в кінці першої фази повороту.

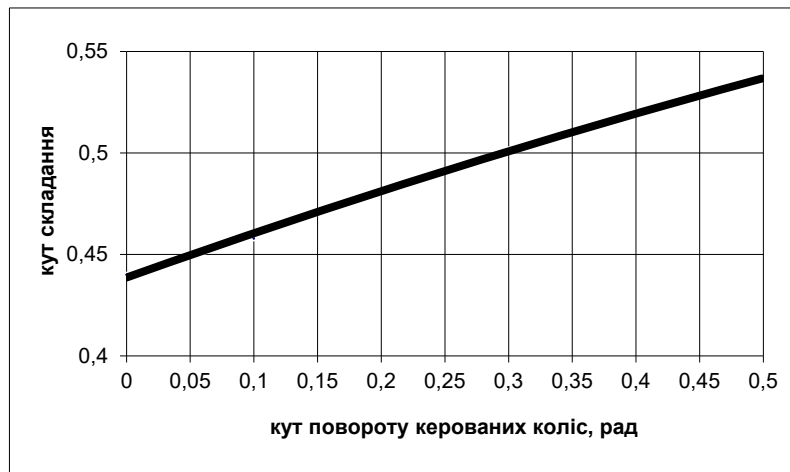


Рисунок 4 – Залежність кута складання автопоїзда від кута повороту керованих коліс тягача за колового руху

3. На початку виходу автопоїзда з кругової траєкторії поворот керованих коліс продовжується до моменту, поки $\theta = \theta' - \theta \times t = 0$ (θ – кут повороту керованих коліс на круговій траєкторії), тобто кут повороту керованих коліс автомобіля-тягача не стане рівним нулю. Кут складання у цій фазі визначиться як

$$\varphi_1 = \varphi_1(\tau_2) \exp\left(-\frac{\theta' - \theta}{L_1 i_1 k_2}\right) + \frac{(L_1 + c) i_1}{L_0} \times \left\{ \theta + L_1 i_1 k_2 \times \left[1 - \exp\left(-\frac{\theta' - \theta}{L_1 i_1 k_2}\right) \right] - (\theta' - \theta) \right\}, \quad (17)$$

де k_2 – режимний коефіцієнт при виході автопоїзда з повороту.

На рис. 5 наведені результати розрахунку кута складання автопоїзда на початку виходу з кругової траєкторії.

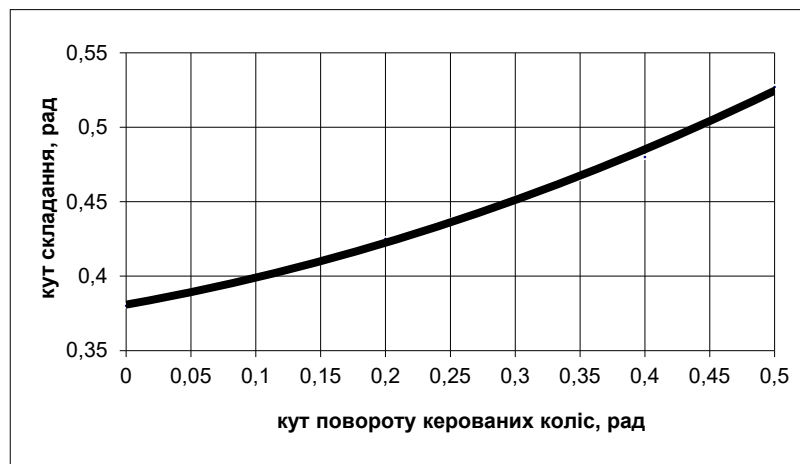


Рисунок 5 – Залежність кута складання автопоїзда від кута повороту керованих коліс тягача на початку виходу з кругової траєкторії

Помітимо, що розрахунки кута складання автопоїзда починаються за кута повороту керованих коліс тягача, досягнутого в кінці другої фази повороту, а саме колового руху автопоїзда.

4. За прямолінійного руху автопоїзда $\theta = 0$. Кут складання визначиться як [10]

$$\varphi_1 = \varphi_1(\tau_3) \exp\left(-\frac{S}{L_1 i_1}\right) \quad (18)$$

На рис. 6 наведені результати розрахунку кута складання автопоїзда за прямолінійного руху. Помітимо, що розрахунки кута складання автопоїзда починаються за кута повороту керованих коліс тягача, досягнутого в кінці третьої фази повороту, а саме на початку виходу автопоїзда з кругової траєкторії.

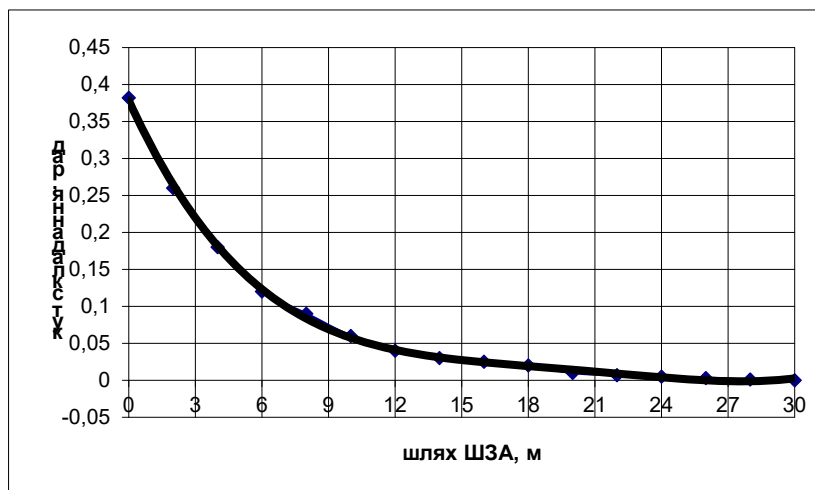


Рисунок 6 – Зміна кута складання автопоїзда за прямолінійного руху

За отриманими рівняннями для кута складання автопоїзда при заданому передаточному відношенні приводу управління осями напівпричепа з використанням програмного забезпечення Maple 12 проінтегровані рівняння (1) і визначені габаритні радіуси автопоїзда за різних схем управління поворотом, а також габаритна смуга руху для різних видів повороту. Помітимо, що різні види повороту автопоїзда визначаються довжиною перехідної траєкторії, яка визначається часом і швидкістю руху автопоїзда, кутом повороту кругової траєкторії і довжиною вихідної траєкторії.

На рис. 7...12 наведені траєкторії руху ланок автопоїзда і габаритна смуга руху при виконанні автопоїздом різних маневрів, а саме – рух по колу, повороти на 90^0 і 180^0 .

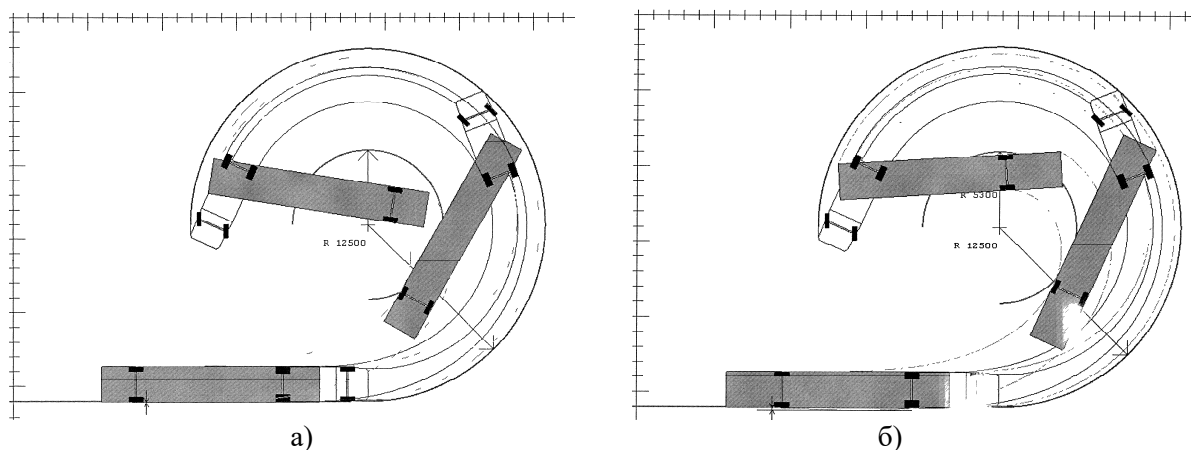


Рисунок 7 – Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда з некерованим (а) і за динамічного способу повороту напівпричепом (б)

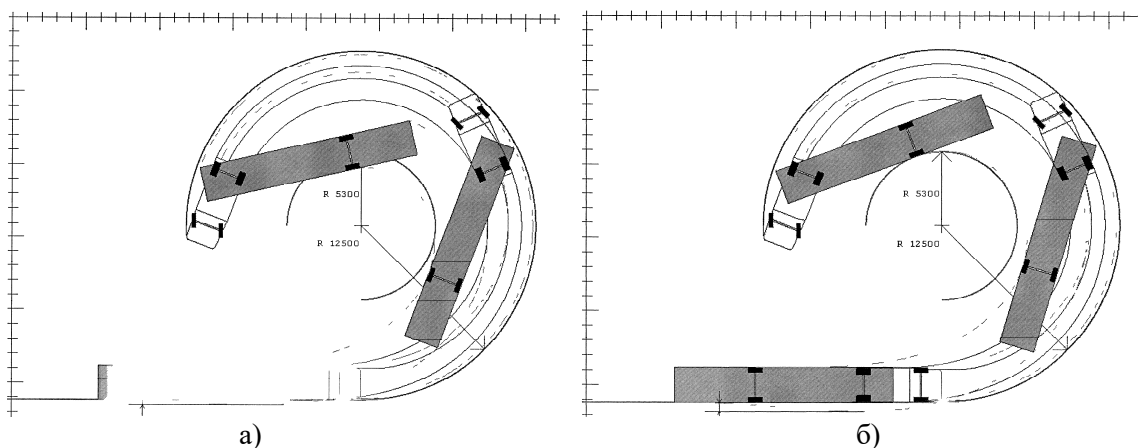


Рисунок 8 – Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда з керуванням за кінематичним (а) і кінематичним + динамічним способом повороту напівпричепом (б)

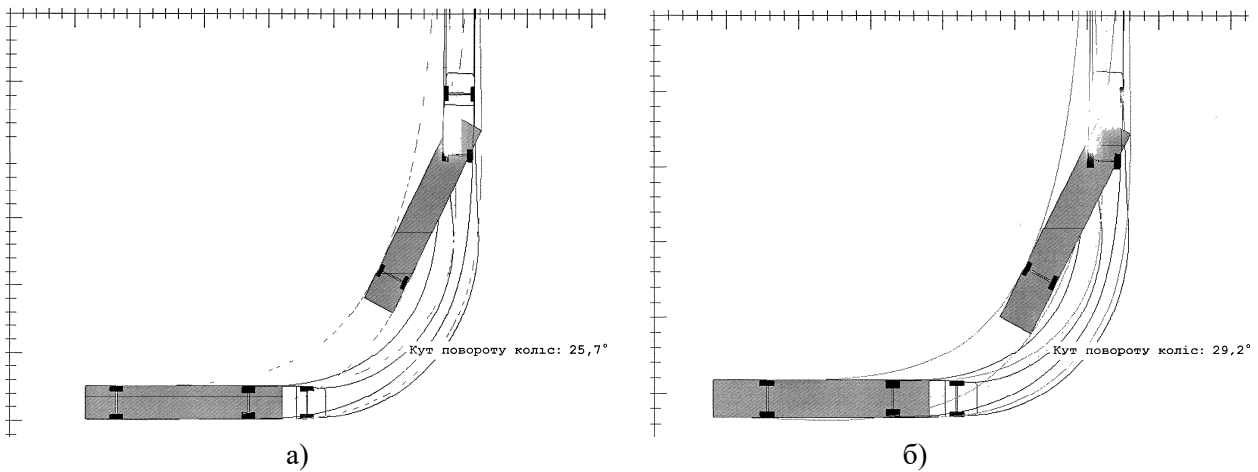


Рисунок 9 – Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда при повороті на 90° з некерованим (а) і за динамічного способу повороту напівпричепом (б)

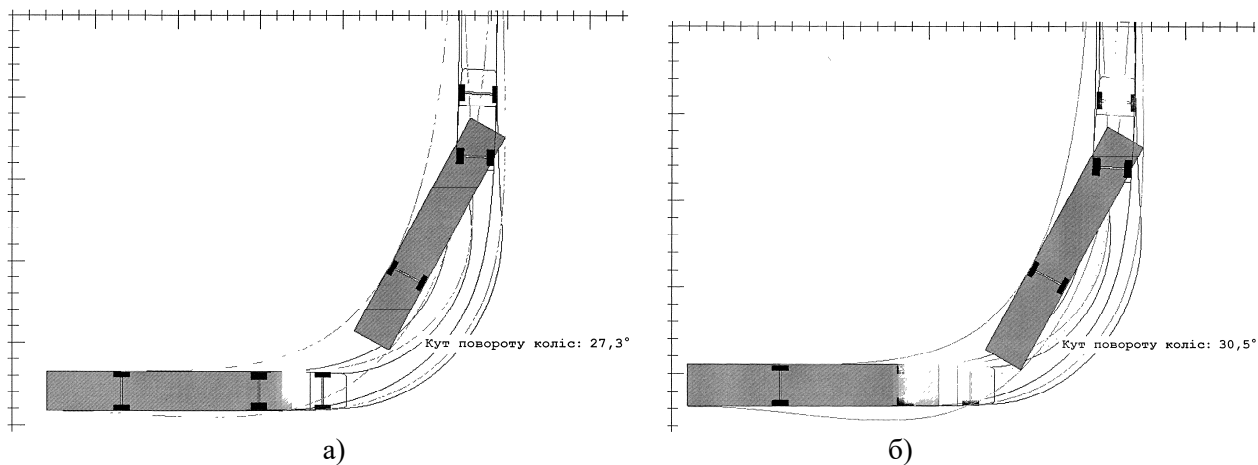


Рисунок 10 – Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда при повороті на 90° з керованим за кінематичним (а) і кінематичним + динамічним способом повороту напівпричепом (б)

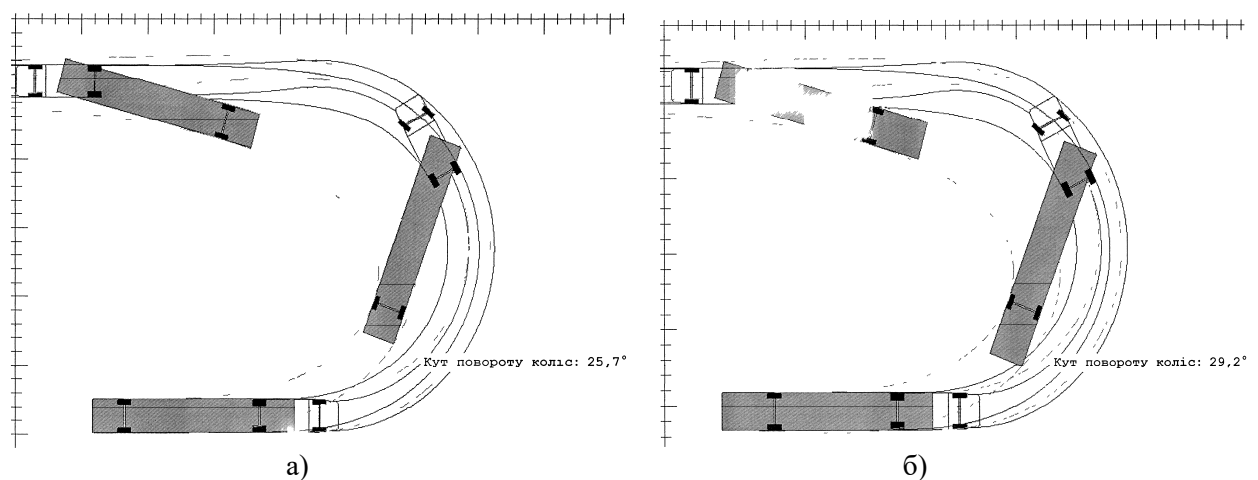


Рисунок 11 – Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда при повороті на 180° з некерованим (а) і за динамічного способу повороту напівпричепом (б)

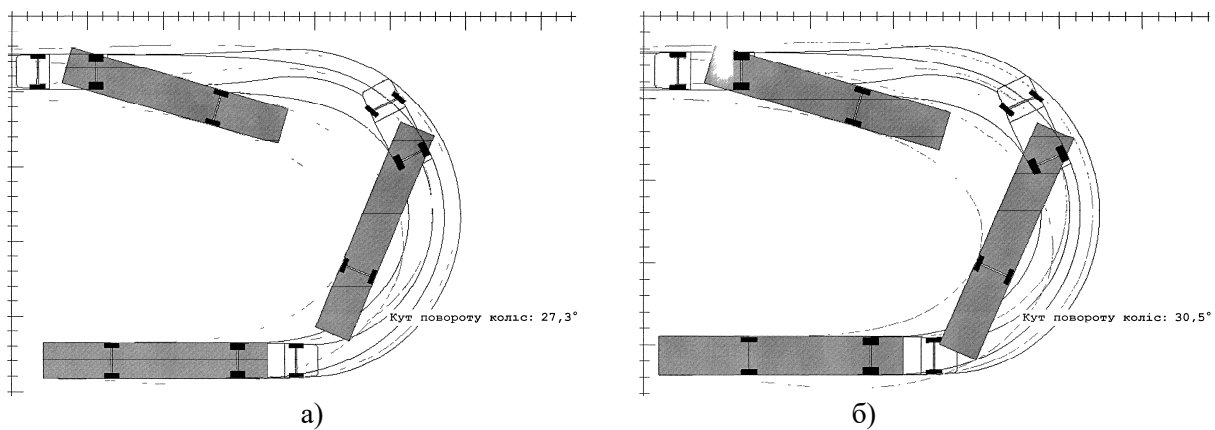


Рисунок 12– Траєкторії руху ланок і габаритна смуга руху автопоїзда при повороті на 180^0 з керованим за кінематичним (а) і кінематичним + динамічним способом повороту напівпричепом (б)

Аналіз наведених графіків показує, що для автопоїзда з базою напівпричепи 9,0 м і загальною довжиною 20,0 м при виконанні типових поворотів на 90^0 і 180^0 застосування динамічного, кінематичного і комбінованого способу повороту зменшує ГСР автопоїзда на повороті у порівнянні з автопоїздом з некерованим напівпричепом відповідно на 10...12%, 13...16%, 20...24%. Проте виконання вимог DIRECTIVE 2002/7/EC (коловий рух автопоїзда) можливе лише за комбінованого способу управління, тобто за кінематичного способу управління колесами осей напівпричепи і гальмуванням коліс одного борту. Ні за кінематичного, ні за динамічного способу повороту виконати вимоги Директиви неможливо, тобто необхідний принципово другий спосіб повороту.

Висновки. Поліпшення маневреності довгобазових автопоїздів досягається за рахунок керованих напівпричепів. Розглянуті поширені способи управління напівпричепом, зокрема кінематичний, динамічний і комбінований. Встановлено, що для автопоїзда з базою напівпричепи 9,0 м і загальною довжиною 20,0 м виконання вимог DIRECTIVE 2002/7/EC можливе лише за комбінованого способу управління, тобто за кінематичного способу управління колесами осей напівпричепи і гальмуванням коліс одного борту. Ні за кінематичного, ні за динамічного способу повороту виконати вимоги Директиви неможливо, тобто необхідний принципово другий спосіб повороту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Транспортные контейнеры // <http://www.con-com.ru/info>.
2. Сахно В.П., Стельмашук В.В., Придюк В.М. До визначення показників маневреності автопоїзда-контейнеровоза // Проблеми автомобільного транспорту: Збірник наукових праць: Випуск 8. – Київ: НТУ, 2011. – С.157-165.
3. Сахно В.П. До визначення показників маневреності автопоїзда-контейнеровоза /В.П.Сахно, Р.М.Кузнєцов, В.П.Онищук // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 2010.- Випуск № 28. -С. 478-484.
4. Сахно В.П. До вибору типу приводу управління напівпричепом довгобазового автопоїзда-контейнеровоза /В.П.Сахно, П.І.Гуменюк, Р.М.Марчук, В.М.Сондак //Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник ПНЦ ТАУ. – 2011. – Вип. 14. – С.
5. Сахно В.П., Загороднов М.І., Гейко С.В., Кізуб Р.Г., Сондак В.М. Шляхи підвищення маневреності автопоїзда з керованим довгобазним напівпричепом /В.П.Сахно, М.І.Загороднов, С.В.Гейко, Р.Г.Кізуб, В.М.Сондак //Автошляховик України. –2001. - №1. С.19-21.
6. Сахно В.П. До визначення конструктивних і компоновальних параметрів автопоїзда-контейнеровоза / Сахно В.П., Онищук В.П., Придюк В.М. // Вісник НТУ. — К.:НТУ, 2009. —№19.- С.80-83.

7. Бобошко А.А. Нетрадиционные способы маневрирования колесных машин /А.А.Бобошко. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 172 с.
8. Володимир Сахно, Роман Марчук, Микола Файчук. Дослідження маневреності і стійкості автопоїзда-контейнеровоза при криволінійному русі за різних схем управління напівприцепом // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery // Commission of motorization and energetics in agriculture // MOTROL, Vol. 14, No. 4. – Lublin, 2012. – С. 185–191.
9. Автомобили. Устойчивость: Монография /В.Г.Вербицкий, В.П.Сахно, А.П. Кравченко, А.В.Костенко, А.Э.Даниленко.–Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2013.–176 с.:
10. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда /Я.Х.Закин.- М.: Транспорт, 1986.–137 с.
11. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. – 2002. – No L67/47-49.

REFERENCES

1. Shipping container //http://www.con-com.ru/info. (Rus)
2. Sakhno VP, Stelmashchuk VV, VM Prydyuk By the determination of the mobility-train container truck transport // Problems: Collected Works, Vol. 8 - Kyiv, NTU, 2011. - p.157-165. (Ukr)
3. Sakhno VP By the determination of the mobility-train container /V.P.Sahno, R.M.Kuznyetsov, V.P.Onyschuk // Interuniversity collection "Science notes". Luck, 2010.- № 28. Issue -С. 478-484. (Ukr)
4. Sakhno VP The choice of the type of drive train control vehicle long-base container /V.P.Sahno, P.I.Humenyuk, R.M.Marchuk, V.M.Sondak // Avtoshlyahovyk Ukraine. Installment. Bulletin PNTS Tau. - 2011. - Vol. 14 - p. (Ukr)
5. Sakhno VP Zahorodnov MI, Heiko SV Kizub RG, VN Sondak Ways to increase the flexibility of the train operated vehicle long-base /V.P.Sahno, M.I.Zahorodnov, S.V.Heyko, R.H.Kizub, V.M.Sondak // Avtoshlyahovyk Ukraine. -2001. - №1. p.19-21. (Ukr)
6. Sakhno VP By determining the design and layout options-train container / Sakhno VP Onischuk VP, VM Prydyuk // Vestnik NTU. K : NTU, 2009. №19.- p.80-83. (Ukr)
7. Boboshko AA Non-traditional ways of maneuvering wheeled vehicles /A.A.Boboshko machines. - Kharkov: Publishing House HNADU, 2006. - 172 p. (Ukr)
8. Vladimir Sakhno Roman Marchuk Nikolai Faychuk. Research maneuverability and stability train container with curvilinear motion under different management schemes vehicle // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery // Commission of motorization and energetics in agriculture // MOTROL, Vol. 14, No. 4. - Lublin, 2012. - p. 185-191. (Ukr)
9. Car. Stability: monograph /V.H.Verbytsky, V.P.Sahno, AP Kravchenko A.V.Kostenko, A.E.Danylenko.-Lugansk: Publishing House "Noulydzh", 2013.-176 pp. : (Ukr)
10. Zakyn Ya.H. Manevrennost car and road-train /Ya.H.Zakyn.- М.:Транспорт, 1986.-137 with. (Rus)
11. DIRECTIVE 2002/7 / EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53 / EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. - 2002. - No L67 / 47-49. (Eng)

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. До порівняльної оцінки маневреності гібридних автопоїздів за різних схем управління напівприцепом/ Сахно В.П., Поляков В.М., Яценко Д.М., Босенко В.М., Лисенко О.О. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті проведено аналіз способів повороту напівприцепів сідельних автопоїздів та визначені показники їх маневреності при виконанні різних поворотів.

Об’єкт дослідження – способи управління поворотом напівпричепів довгобазових автопоїздів.

Мета роботи – порівняльна оцінка маневреності автопоїздів за кінематичного і динамічного способу поворотом напівпричепа.

Методи дослідження – аналітичний, порівняльний.

Сучасний стан розвитку рухомого складу автомобільного транспорту характеризується різноманітністю типів і видів автомобілів, причепів і напівпричепів. Нарівні з найбільш поширеними двовісними автомобілями з передніми керованими колесами отримують все більший розвиток нові конструкції з іншими компоновальними схемами і системами управління поворотом: автомобілі і автопоїзди з усіма керованими колесами, багатовісні автомобілі з різним числом і розташуванням керованих коліс, машини з неповоротними колесами, зчленовані колісні машини тощо. Очевидно, що новим транспортним машинам притаманні свої характерні особливості і поява їх диктує необхідність придання цим машинам певних якостей взагалі і, зокрема, відповідних властивостей поворотливості зокрема, які при звичайних конструктивних схемах і системах управління поворотом отримати неможливо. Тому у роботі розглянуті основні способи повороту напівпричепів довгобазових автопоїздів, зокрема кінематичний, коли траєкторія руху напівпричепа визначалася за кутом повороту керованих коліс напівпричепа у функції кута складання автопоїзда, динамічний, коли траєкторія руху напівпричепа корегувалася шляхом гальмування коліс одного борту напівпричепа і комбінований, коли траєкторія руху напівпричепа визначалася як кутом складання автопоїзда, так і гальмівним моментом на колесах одного борту напівпричепа. Визначення показників маневреності автопоїздів за різних способів управління напівпричепом при виконанні різноманітних маневрів здійснено шляхом розв’язку системи диференціальних рівнянь плоскопаралельного руху автопоїзда. При цьому розглянуті основні фази повороту автопоїзда та визначені залежності кута складання автопоїзда від кута повороту керованих коліс тягача, зокрема для вхідної перехідної траєкторії за рівномірного повороту керованих коліс тягача, при русі автопоїзда по колу за умови незмінності кута повороту керованих коліс тягача і радіуса повороту автопоїзда, на початку виходу автопоїзда з кругової траєкторії, коли кут повороту керованих коліс тягача зменшується від кута повороту за колового руху до нуля і за прямолінійного руху автопоїзда.

За отриманими рівняннями для кута складання автопоїзда при заданому передаточному відношенні приводу управління осями напівпричепа з використанням програмного забезпечення Maple 12 проінтегровані рівняння (1) і визначені габаритні радіуси автопоїзда за різних схем управління поворотом, а також габаритна смуга руху для різних видів повороту. Помітимо, що різні види повороту автопоїзда визначаються довжиною перехідної траєкторії, яка визначається часом і швидкістю руху автопоїзда, кутом повороту кругової траєкторії і довжиною вихідної траєкторії.

Поліпшення маневреності довгобазових автопоїздів досягається за рахунок керованих напівпричепів. Встановлено, що для автопоїзда з базою напівпричепа 9,0 м і загальною довжиною 20,0 м виконання вимог DIRECTIVE 2002/7/EC можливе лише за комбінованого способу управління, тобто за кінематичного способу управління колесами осей напівпричепа і гальмуванням коліс одного борту. Ні за кінематичного, ні за динамічного способу повороту виконати вимоги Директиви неможливо, тобто необхідний принципово другий спосіб повороту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОПОЇЗД, НАПІВПРИЧІП, МАНЕВРЕНІСТЬ, СПОСІБ УПРАВЛІННЯ ПОВОРОТОМ, ГАБАРИТНА СМУГА РУХУ, РІВНЯННЯ РУХУ АВТОПОЇЗДА

ABSTRACT

Sakhno V.P. Polyakov V.M., Yaschenko D.M., Bosenko V.M., Lysenko A.A. By comparative assessment of mobility hybrid trains under different management schemes trailers. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article analyzes ways to turn semi-truck trains and identified indicators of flexibility when performing various maneuvers.

The object of study – how to control the rotation semi long-base trains.

Purpose – comparative assessment of mobility Vehicle for kinematic and dynamic way to turn semitrailer.

Methods – analytical and comparative.

The current state of rolling stock of road transport is characterized by diversity of types and motor vehicles, trailers and semi-trailers. Along with the most common two-axle vehicles with front steered wheels are increasingly developing new designs with other layout schemes and systems management rotation, cars and trains with all the steered wheels, multi-axle vehicles with a different number and arrangement of the steering wheels, machines with rotary wheels, articulated wheel machines and others. Obviously, the new transporter has its own characteristics and appearance of this requires machines are attached to certain qualities in general and, in particular, the properties turns i in particular that under normal design circuits and systems management rotation cannot be obtained. Therefore, the paper discusses the basic methods for turning semi long-base trains, including kinematic when the trajectory of the semitrailer determined by the angle of the steering wheels of the semitrailer as a function of the angle of drafting train, dynamic, when the trajectory of the semi reshuffled by braking the wheels of one side of the semitrailer and combined, when the trajectory defined as the angle semitrailer train assembly and brake torque on one side wheels of the semitrailer. Definition of indicators of agility trains at different ways of managing vehicle while performing various maneuvers performed by the solution of differential equations of planar motion train. Thus the basic phase rotation train and determined depending on the angle of drafting train on the angle of rotation of the steering wheels of the tractor, including incoming transition path for even turn the steering wheels of the tractor, the motion train to stake held constant angle of rotation of the steering wheels of the tractor and the turning radius train, Released in the early train from circular trajectory when the rotation angle of the steering wheels of the tractor decreases the angle of rotation for the circular motion to zero and a rectilinear motion road train and.

According to the equation for the angle folding train Gear ratio for a given control over the semi-axes using software Maple 12 integrated equation (1) and by overall radius train under different management schemes rotation, and overall traffic lanes for different types of rotation. Note that different types of train rotation determined length of the transition path, defined by time and speed train, circular trajectory angle and length of the initial trajectory.

Improved maneuverability long-base trains is achieved by controlled trailers. Established that the train to the base of the semitrailer 9.0 m and a total length of 20.0 meters the requirements of DIRECTIVE 2002/7 / EC is only possible by the combined method of management, the kinematic mode control wheel axle semi-trailer wheels and braking one side. Under no kinematic or dynamic mode by turning impossible to fulfill the requirements of the Directive that is required essentially another way of rotation.

KEY WORDS: ROAD TRAIN, SEMI-TRAILER, MANEUVERABILITY, CONTROL METHOD TRUNS, DIMENSIONAL LANE OF MOVEMENT, EQUATIONS OF ROAD TRAIN MOVEMENT.

РЕФЕРАТ

Сахно В.П. К сравнительной оценки маневренности гибридных автопоездов при различных схем управления полуприцепом / Сахно В.П., Поляков В.М., Яценко Д.М., Босенко В.Н., Лысенко А.А. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье проведен анализ способов поворота полуприцепов седельных автопоездов и определены показатели их маневренности при выполнении различных поворотов.

Объект исследования – способы управления поворотом полуприцепов длиннбазовая автопоездов.

Цель работы - сравнительная оценка маневренности автопоездов с кинематической и динамической способа поворотом полуприцепа.

Методы исследования - аналитический, сравнительный.

Современное состояние подвижного состава автомобильного транспорта характеризуется разнообразием типов и видов автомобилей, прицепов и полуприцепов. Наряду с наиболее распространенными двухосных автомобилями с передними управляемыми колесами получают все

большее развитие новые конструкции с другими компоновочных схем и системами управления поворотом: автомобили и автопоезда со всеми управляемыми колесами, многоосные автомобили с различным числом и расположением управляемых колес, машины с невозвратными колесами, сочлененные колесные машины и тому подобное. Очевидно, что новым транспортным машинам присущи свои характерные особенности и появление их диктует необходимость придания этим машинам определенных качеств вообще и, в частности, соответствующих свойств по поворотливости в частности, которые при обычных конструктивных схемах и системах управления поворотом получить невозможно. Поэтому в работе рассмотрены основные способы поворота полуприцепов длиннобазовых автопоездов, в частности кинематическая, когда траектория движения полуприцепа определялась по углу поворота управляемых колес полуприцепа в функции угла составления автопоезда, динамичный, когда траектория движения полуприцепа корректировалась путем торможения колес одного борта полуприцепа и комбинированный, когда траектория движения полуприцепа определялась как углом составления автопоезда, так и тормозным моментом на колесах одного борта полуприцепа. Определение показателей маневренности автопоездов при различных способах управления полуприцепом при выполнении различных маневров осуществлено путем решения системы дифференциальных уравнений плоскопараллельного движения автопоезда. При этом рассмотрены основные фазы поворота автопоезда и определены зависимости угла составления автопоезда от угла поворота управляемых колес тягача, в частности для входящей переходной траектории за равномерного поворота управляемых колес тягача при движении автопоезда по кругу при условии неизменности угла поворота управляемых колес тягача и радиуса поворота автопоезда, в начале выхода автопоезда с круговой траектории, когда угол поворота управляемых колес тягача уменьшается от угла поворота по круговой движения до нуля и за прямолинейного движения автопоезда.

По полученным уравнениям для угла составления автопоезда при заданном передаточном отношении поводу управления осями полуприцепа с использованием программного обеспечения Maple 12 проинтегрированы уравнения (1) и определены габаритные радиусы автопоезда при различных схемах управления поворотом, а также габаритная полоса движения для различных видов поворота. Заметим, что различные виды поворота автопоезда определяются длиной переходной траектории, определяемой временем и скоростью движения автопоезда, углом поворота круговой траектории и длиной исходной траектории.

Улучшение маневренности длиннобазовых автопоездов достигается за счет управляемых полуприцепов. Установлено, что для автопоезда с базой полуприцепа 9,0 м и общей длиной 20,0 м требований DIRECTIVE 2002/7 / ЕС возможно лишь при комбинированного способа управления, то есть по кинематической способа управления колесами осей полуприцепа и торможением колес одного борта. Ни при кинематической, ни за динамического способа поворота выполнить требования Директивы невозможно, то есть необходим принципиально другой способ поворота.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОПОЕЗД, ПОЛУПРИЦЕП, МАНЕВРЕННОСТЬ, СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТОМ, ГАБАРИТНЫЕ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ, УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДА.

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. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

Ященко Дмитро Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Автомобілі», тел.280-42-52, Україна 01010, м.Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.306.

Поляков Віктор Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри «Автомобілі», тел.280-42-52, Україна 01010, м.Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.306.

Босенко Володимир Миколайович, аспірант кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету, тел.. 280-42-52, Україна 01010, м.Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.306.

Лисенко Олексій Олександрович, аспірант кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету, тел.. 280-42-52, Україна 01010, м.Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к.306.

AUTHORS:

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 301.

Poliakov Viktor M., Ph.D in Technical Science, assistant of professor, National transport university, professor of the department «Avtomobili», ph. 280-42-52, Ukraine 01010, Kiev, Omelianovycha-Pavlenka St. 1, к.306.

Yaschenko Dmytro N., Ph.D in Technical Science, assistant of professor, National transport university, assistant of professor of the department «Avtomobili», ph. 280-42-52, Ukraine 01010, Kiev, Omelianovycha-Pavlenka St. 1, к.306.

Bosenko Volodymyr M., graduate student of Avtomobili chair of National transport university, bodies. 280-42-52, Ukraine 01010, Kiev, Omelianovycha-Pavlenka St. 1, к.306.

Lysenko Oleksii O., graduate student of Avtomobili chair of National transport university, bodies. 280-42-52, Ukraine 01010, Kiev, Omelianovycha-Pavlenka St. 1, к.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. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 301.

Ященко Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Автомобили», тел.280-42-52, Украина 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к.306.

Поляков Виктор Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Автомобили», тел.280-42-52, Украина 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к.306.

Босенко Владимир Николаевич, аспирант кафедры «Автомобили» Национального транспортного университета, тел: 280-42-52, Украина 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к.306.

Лысенко Алексей Александрович, аспирант кафедры «Автомобили» Национального транспортного университета, тел: 280-42-52, Украина 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к.306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінниця, України.

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

REVIEWER:

Bilichenko V.V. Doctor of Technical Science, professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the Vehicles and Transport Management Department, Vinnitsa, Ukraine.

Gutarevych Iu.F., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Engines and Heating Engineering Department, Kyiv, Ukraine.

УДК 629.016
UDC 629.016

МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Сараєв О.В., доктор технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

METHOD OF ESTIMATION OF EFFICIENCY OF AUTOMOBILE BRAKING

Saraiev O.V., Doctor of Technical Sciences, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Сараев А.В., доктор технических наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

Постановка проблеми. Як свідчать відповідні науково-технічні публікації, існуючі розрахункові методи дають свідомо значну похибку при оцінці ефективності гальмування дорожніх транспортних засобів (ТЗ), яка може складати від 5 до 30 %. Крім того, сучасні гальмівні системи ТЗ отримали новий інтенсивний поштовх у своєму розвитку в зв'язку з застосуванням конструкції антиблокувальної системи (АБС) [1]. Ефективність гальмування ТЗ з АБС покращилася, але існуючі методи оцінки цієї ефективності не враховують такі позитивні зміни. Тому виникає резонне питання щодо правомірності застосування існуючих розрахункових методів для оцінки ефективності гальмування ТЗ при дослідженні дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Доцільність вирішення даної актуальної проблеми полягає в необхідності підвищення точності та об'єктивності оцінювання цієї експлуатаційної властивості автомобіля взагалі.

Робота виконана згідно: Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» № 262314 від 05.12.2012 р.; Закону України «Про судову експертизу» № 4038-12 від 19.11.2012 р.; постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 р.» № 942 від 07.09.2011 р.; постанови Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 р.» № 771 від 08.08.2012 р.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У монографії проф. А.М. Туренко навів дані про те, що багато науковців указують на наявність значної похибки при застосуванні розрахункових методів оцінки ефективності гальмування ТЗ [2]: за даними проф. Н.А. Бухаріна, проф. Е.А. Чудакова та проф. Г.В. Зімельова похибка становить 5 %, якщо не враховувати опір повітря; за даними проф. В.А. Іларіонова похибка може досягати 20 %, якщо розрахунок ведеться різними експертами або за різними методиками; за даними проф. Ю.Б. Суворова похибка може складати до 18 % для деяких марок автомобілів з АБС; за даними Е.В. Куракіної похибка складає 4,5–9,8 % при застосуванні відомих методів; за даними В.А. Ковригіна похибка на ожеледиці буде складати 18,6 %, 6,9 %, 29,2 % відповідно за умов не врахування завантаження ТЗ, швидкості руху ТЗ та температури навколишнього середовища; за даними проф. Л.В. Гуревича та проф. Р.А. Меламуда виграш у ефективності гальмування автомобілів з АБС складає 12–31 %, причому зі збільшенням початкової швидкості руху ТЗ ефективність гальмування зростає.

У дослідженнях братів Кашканових відзначається, що похибка у розрахунках сповільнення може збільшуватися при неточному врахуванні коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою, а також для автомобілів з АБС на сухому асфальтобетонному покритті та на мокрому відповідно до 10,22–15,91 % і до 19,31 % [3–5]. За даними досліджень, які проводились у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті усталене сповільнення автомобілів з АБС буде на 14–17 % кращим ніж у автомобілів з засторею конструкцією гальм, що допускає блокування коліс [6–9].

На підставі вище позначеного виникає невирішена актуальна проблема, як покращити точність оцінки ефективності гальмування сучасних ТЗ при дослідженні ДТП, коли всі відомі розрахункові методи дають свідомо значну похибку.

Мета дослідження (постановка завдання) – підвищення точності оцінки ефективності гальмування транспортних засобів шляхом врахування тенденції розвитку конструкції гальмівної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розрахункова модель ефективності гальмування автомобілів категорії M1.

Наукова гіпотеза даної роботи складає наступне – на точність оцінки ефективності гальмування ТЗ впливають не тільки експлуатаційні фактори, але і конструктивні особливості гальмівної системи, її тенденції розвитку. При цьому статистична (нульова) гіпотеза дослідження полягає в тому, що динаміка гальмування ТЗ певної категорії, з певною гальмівною системою повинна підпорядковуватись одному з відомих законів розподілу.

Низька точність оцінки ефективності гальмування сучасних ТЗ при дослідженні ДТП, є, в першу чергу, результатом відсутності необхідної експериментальної інформації. Тому на початку дослідження існувала об’єктивна необхідність у проведенні пошукового експерименту для отримання нових наукових даних про оцінку ефективності гальмування сучасних ТЗ. Досліджений вплив конструкцій гальмівних систем, зокрема, наявність в них АБС, на ефективність гальмування ТЗ. Розглянуто два варіаційних ряду випадкової величини усталеного сповільнення ТЗ: перший варіаційний ряд – це сучасні легкові автомобілі, гальмівні системи яких включають в себе АБС; другий варіаційний ряд – легкові автомобілі з застарілою конструкцією гальмівних систем – без АБС.

Ключовим моментом у статистичному аналізі динаміки гальмування ТЗ є встановлення діапазонів зміни випадкової величини усталеного сповільнення, які за даними пошукового експерименту при гальмуваннях на сухому рівному асфальтобетонному покритті знаходяться в межах від 7,4 до 8,8 м/с² – у легкових автомобілів з АБС та від 6,2 до 7,6 м/с² – у легкових автомобілів без АБС (рис. 1).

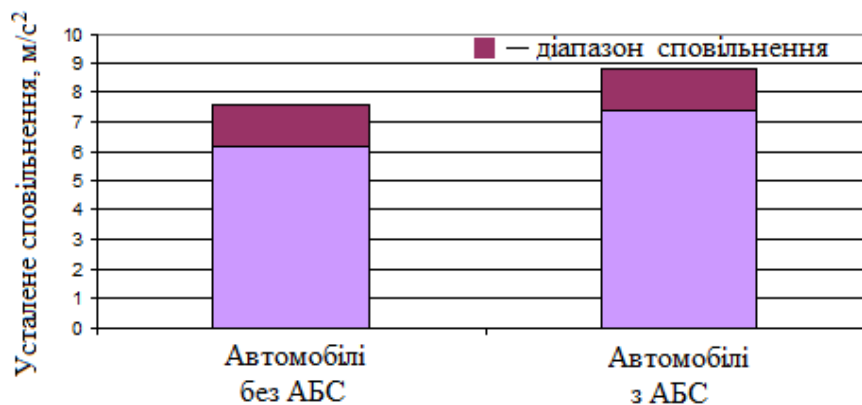


Рисунок 1 – Динаміка гальмування автомобілів категорії M1

Для отримання теоретичного закону щільності розподілу випадкової величини усталеного сповільнення визначені її статистики. Для першого варіаційного ряду: обсяг ряду – 80 вимірювань; статистичне середнє 8,14 м/с²; мода 8,10 м/с²; середньоквадратичне відхилення 0,36 м/с²; дисперсія 0,13 (м/с²)²; коефіцієнт варіації 4,4 %. Статистики другого варіаційного ряду: обсяг ряду – 80 вимірювань; статистичне середнє 6,91 м/с²; мода 6,90 м/с²; середньоквадратичне відхилення 0,43 м/с²; дисперсія 0,18 (м/с²)²; коефіцієнт варіації 6,2 %.

Одержані теоретичні закони щільності розподілу випадкової величини усталеного сповільнення, який має вигляд нормального закону розподілу (рис. 2):

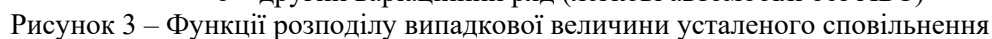
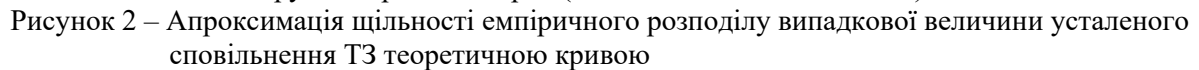
– для першого варіаційного ряду

$$f(x) = 1,11e^{-\frac{(x-8,14)^2}{0,26}}, \quad (1)$$

– для другого варіаційного ряду

$$f(x) = 1,05e^{-\frac{(x-6,91)^2}{0,30}}, \quad (2)$$

де x – координата аргументу (в даному випадку значення середини заданих інтервалів випадкової величини усталеного сповільнення), м/с²; e – основа натурального логарифму, $e = 2,718$.



Регресійний аналіз визначив вплив тенденції розвитку конструкції сучасних гальмівних систем на динаміку руху ТЗ. Отримані рівняння парної регресії, які зв’язують величину усталеного сповільнення $j_{уст}$ з коефіцієнтом зчеплення коліс з дорогою φ :

– для автомобілів з АБС

$$j_{уст} = (0,5 + 9,5\varphi) \cos \lambda \pm \frac{g}{\delta_j} \sin \lambda, \quad (3)$$

– для автомобілів без АБС

$$j_{уст} = (0,35 + 8,5\varphi) \cos \lambda \pm \frac{g}{\delta_j} \sin \lambda. \quad (4)$$

Після підстановки рівнянь (3) і (4) у відому формулу для розрахунку зупинного шляху ТЗ, одержані формули для розрахунку цього шляху з урахуванням тенденції розвитку конструкції гальмівної системи:

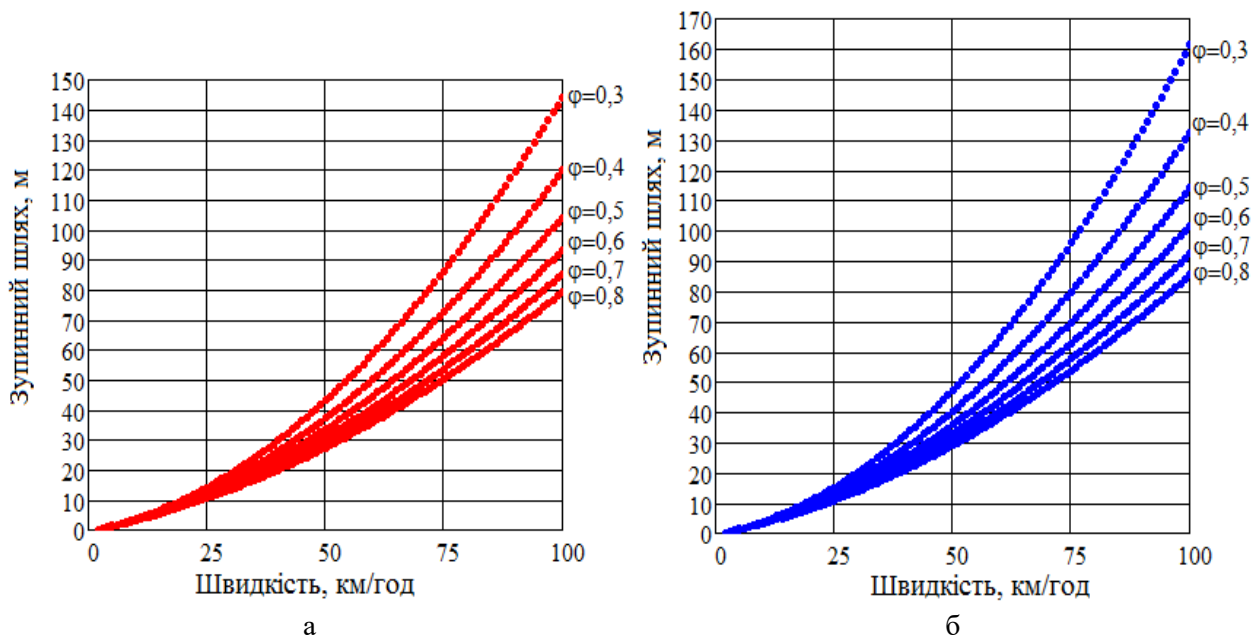
– для легкових автомобілів з АБС

$$S_0 = \left(t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2} \right) v_a + \frac{v_a^2}{2 \left((0,5 + 9,5\varphi) \cos \lambda \pm \frac{g}{\delta_j} \sin \lambda \right)}; \quad (5)$$

– для легкових автомобілів без АБС

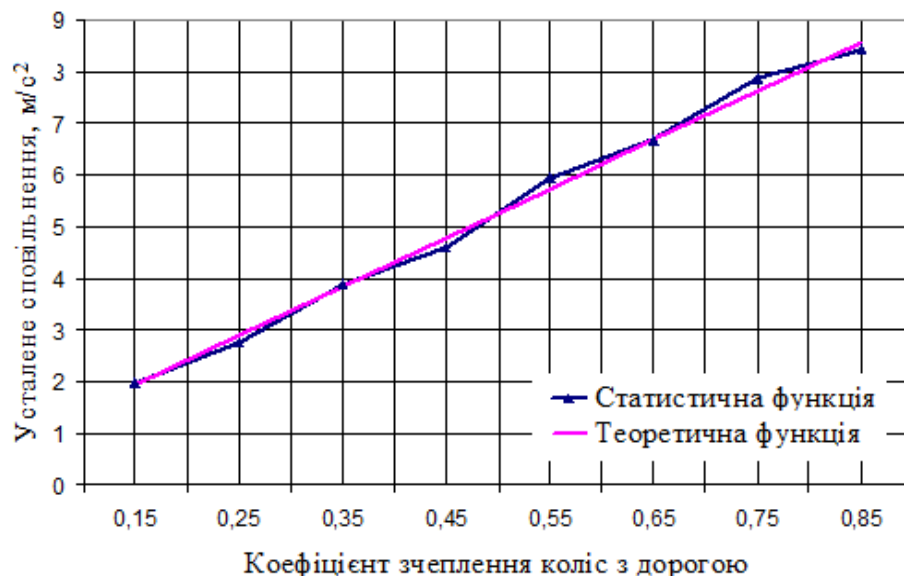
$$S_0 = \left(t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2} \right) v_a + \frac{v_a^2}{2 \left((0,35 + 8,5\varphi) \cos \lambda \pm \frac{g}{\delta_j} \sin \lambda \right)}. \quad (6)$$

Виконаний аналіз отриманих виразів (5) і (6), згідно з яким довжина зупинного шляху автомобілів категорії M_1 з АБС буде на 6,8–10,6 % меншою (рис. 4, а), ніж у автомобілів тієї ж категорії, але без АБС (рис. 4, б). Розрахунок здійснений для наступних вихідних даних – $t_1 = 1,0$ с, $t_2 = 0,1$ с, $t_3 = 0,25$ с, $\varphi = 0,3$ – $0,8$, початкова швидкість гальмування до 100 км/год.

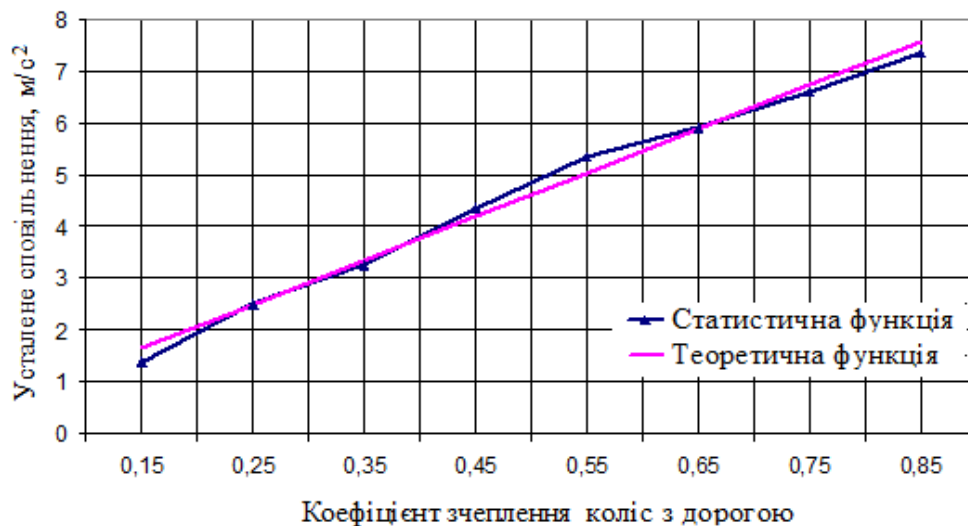


а – автомобілі з АБС; б – автомобілі без АБС; φ – коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою
Рисунок 4 – Розрахункова довжина зупинного шляху ТЗ категорії M_1

Виконана перевірка адекватності розроблених регресійних моделей (3) і (4) (рис. 5).



а



б

а – легкові автомобілі з АБС; б – легкові автомобілі без АБС

Рисунок 5 – Динаміка гальмування ТЗ – залежність усталеного сповільнення від коефіцієнта зчеплення

Той факт, що середньоквадратична погрішність між теоретичними і статистичними функціями регресії незначна ($0,15\text{--}0,18\text{ м/с}^2$), а коефіцієнт кореляції високий, вказує на встановлений тісний зв'язок між коефіцієнтом зчеплення коліс з дорогою і динамікою гальмування ТЗ з урахуванням тенденції розвитку конструкції гальмівної системи – наявності чи відсутності АБС.

Висновки. З використанням методів математичної статистики та теорії імовірності доведено статистичну гіпотезу про те, що випадкова величина усталеного сповільнення ТЗ підпорядковується нормальному закону розподілу у межах окремо взятої категорії ТЗ та з урахуванням типу і конструкції гальмівної системи. Отримані імовірності, які порівнюють розподіл випадкової величини з перевіреними даними, є високими і складають $0,96\text{--}0,98$ за критерієм А.Н. Колмогорова і $0,8\text{--}0,9$ за критерієм χ^2 -Пірсона для рівня значущості $\alpha = 0,05$.

Розроблені емпіричні математичні моделі, які дозволяють враховувати вплив роботи АБС на ефективність гальмування ТЗ. Довжина зупинного шляху автомобілів категорії M_1 з АБС буде на $6,8\text{--}10,6\%$ меншою, ніж у автомобілів тієї ж категорії, але без АБС.

Перспективи. На початку ХХІ століття виникла негайна необхідність удосконалення існуючих експертних методик дослідження ДТП з урахуванням розвитку конструкції гальмівних систем транспортних засобів. Цю проблему необхідно вирішувати відповідно до кожної категорії транспортних засобів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобильный справочник BOSCH: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с. (Rus).
2. Туренко А.М. Оцінка ефективності гальмування транспортного засобу в структурі дослідження дорожньо-транспортної пригоди: монографія / А.М. Туренко, О.В. Сараєв. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 360 с.
3. Кашканов А. А. Морфологический метод синтеза системы автотехнической экспертизы дорожно-транспортных происшествий / А. А. Кашканов // Вісник ЖДТУ. Серія : Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – Вип. 2(69). – С. 102–108.
4. Кашканов В. А. Оценка тормозных свойств автомобилей при автотехнической экспертизе / В. А. Кашканов // Вісник ЖДТУ. Серія : Технічні науки. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – Вип. 2(69). – С. 109–111.
5. Кашканов В.А. Результаты экспериментального исследования тормозной эффективности автомобилей / В. А. Кашканов // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. – 2003. – Вып. 13. – С. 62–64.
6. Saraev O. Regressive analysis of braking efficiency of MI category vehicles with anti-blocking brake system / O. Saraev // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2015. – Вып. 36. – С. 67–72.
7. Сараєв О.В. Вплив антиблокувальної системи на шлях автомобіля / О.В. Сараєв // Криміналістика і судовая експертиза: Міжнародний науково-методический збірник. – 2014 – Вип. 59. – С. 312–321.
8. Клименко В.І. Дослідження впливу антиблокувальної системи на ефективність гальмування легкового автомобіля / В.І. Клименко, І.А. Давіденко, О.В. Сараєв // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2011. – Вып. 29. – С. 245–249.
9. Сараєв О.В. Розрахункова оцінка ефективності гальмування автомобіля з урахуванням швидкісного режиму експлуатації / О.В. Сараєв // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Технічні науки»). – 2016. – Вип. 55. – С. 350–354.

REFERENCES

1. Automotive handbook BOSCH: Translated from English – 2nd edition, revised and updated. – М.: ZAP «KZHI «Za ruliom», 2004. – 992 p. (Rus).
2. Turenko A.M. Otsinka efektyvnosti halmuvannia transportnoho zasobu v strukturi doslidzhennia dorozhno-transportnoi pryhody: monohrafiia / A.M. Turenko, O.V. Saraiev. – Kh.: KhNADU, 2015. – 360 p. (Ukr).
3. Kashkanov A. A. Morfologicheskiiy metod sinteza sistemyi avtotehnicheskoy ekspertizy dorozhno-transportnyih proissheshtviy / A. A. Kashkanov // VIsnik ZhDTU. SerIya : TehnIchnI nauki. – Zhitomir : ZhDTU, 2014. – Vip. 2(69). – S. 102–108. (Rus).
4. Kashkanov V. A. Otsenka tormoznyih svoystv avtomobiley pri avtotehnicheskoy ekspertize / V. A. Kashkanov // VIsnik ZhDTU. SerIya : TehnIchnI nauki. – Zhitomir : ZhDTU, 2014. – Vip. 2(69). – S. 109–111. (Rus).
5. Kashkanov V.A. Rezultaty eksperimentalnogo issledovaniya tormoznoy effektivnosti avtomobiley / V. A. Kashkanov // Avtomobilnyi transport : sb. nauch. tr. – 2003. – Vyip. 13. – P. 62–64. (Rus).
6. Saraev O. Regressive analysis of braking efficiency of MI category vehicles with anti-blocking brake system / O. Saraev // Avtomobilnyi transport : sb. nauch. tr. – 2015. – Vyip. 36. – P. 67–72. (Eng).
7. Saraiev O.V. Vplyv antyblokuvalnoi systemy na shliakh avtomobilia / O.V. Saraiev // Krymynalystyka y sudebnaia ekspertyza: Mezhdunarodnyi nauchno-metodycheskyi sbornyk. – 2014 – Vyp. 59. – P. 312–321. (Ukr).
8. Klymenko V.I. Doslidzhennia vplyvu antyblokuvalnoi systemy na efektyvnist halmuvannia lehkovoho avtomobilia / V.I. Klymenko, I.A. Davidenko, O.V. Saraiev // Avtomobylnyi transport: sb. nauchn. tr. – 2011. – Vyp. 29. – P. 245–249. (Ukr).
9. Saraiev O.V. Rozrakhunkova otsinka efektyvnosti halmuvannia avtomobilia z urakhuvanniam shvydkisnoho rezhymu ekspluatatsii / O.V. Saraiev // Naukovi notatky. Mizhvuzivskyi zbirnyk (za haluziamy znan «Tekhnichni nauky»). – 2016. – Vyp. 55. – P. 350–354. (Ukr).

РЕФЕРАТ

Сараєв О.В. Метод оцінки ефективності гальмування автомобілів. / О.В. Сараєв // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

Об’єкт дослідження – процес гальмування автомобіля.

Предмет дослідження – оцінка ефективності гальмування автомобіля.

Мета дослідження – підвищення точності оцінки ефективності гальмування автомобіля шляхом врахування тенденції розвитку конструкції гальмівної системи.

Методи дослідження: при створенні емпіричних моделей оцінки ефективності гальмування автомобілів використані методи математичної статистики, теорії імовірності та регресійного аналізу; для отримання нових наукових даних та підтвердження достовірності розроблених математичних моделей використані гальмівні випробування.

Наукова новизна – вперше, відповідно до сучасних тенденцій розвитку конструкції гальмівної системи отримані: універсальний теоретичний закон щільності розподілу випадкової величини усталеного сповільнення; регресійні моделі, які описують зв’язок між коефіцієнтом зчеплення та випадковою величиною усталеного сповільнення. Це не суперечить фізичній сутності стохастичного об’єкту, яким є процес гальмування автомобіля, на відміну від раніше прийнятого методу формалізації цього процесу за допомогою тільки детермінованої функції.

Основні результати роботи призначені для підвищення точності оцінки ефективності гальмування автомобілів на стадії їх виробництва та експлуатації, а також при дослідженні обставин та механізму дорожньо-транспортної пригоди.

Висновки. З використанням методів математичної статистики та теорії імовірності доведено статистичну гіпотезу про те, що випадкова величина усталеного сповільнення автомобілів підпорядковується нормальному закону розподілу у межах окремо взятої категорії та з урахуванням типу і конструкції гальмівної системи. Отримані імовірності є високими.

Розроблені емпіричні математичні моделі, які дозволяють враховувати вплив роботи АБС на ефективність гальмування автомобіля. Довжина зупинного шляху автомобілів категорії M_1 з АБС буде на 6,8–10,6 % меншою, ніж у автомобілів тієї ж категорії, але без АБС.

Перспективи. На початку XXI століття виникла негайна необхідність удосконалення існуючих експертних методик дослідження дорожньо-транспортних пригод з урахуванням розвитку конструкції гальмівних систем транспортних засобів. Цю проблему необхідно вирішувати відповідно до кожної категорії транспортних засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬ, ГАЛЬМУВАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВИМІРЮВАННЯ, РОЗРАХУНОК, ТОЧНІСТЬ, СПОВІЛЬНЕННЯ, ШЛЯХ.

ABSTRACTS

O. Saraiev. Method of estimation of efficiency of automobile braking. / O. Saraiev // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The object of investigation is the process of braking the car.

The subject of the study is the evaluation of the braking performance of the car.

The purpose of the study is to improve the accuracy of the evaluation of the braking performance of a car by taking into account the development trend of the brake system design.

Research methods: when creating empirical models for estimating the efficiency of vehicle braking, methods of mathematical statistics, probability theory and regression analysis were used; To obtain new scientific data and confirm the reliability of the developed mathematical models, brake tests were carried out.

Scientific novelty - for the first time, in accordance with modern tendencies in the development of the design of the braking system, a universal theoretical law of the distribution density of a random variable of steady deceleration is obtained; Regression models describing the relationship between the coefficient of

adhesion and the random value of steady-state deceleration. This does not contradict the physical essence of the stochastic object, which is the braking process of the car, in contrast to the previously adopted method of formalizing this process with the help of only a deterministic function.

The main results of the work are intended to improve the accuracy of the evaluation of the braking performance at the stages of production and operation of the vehicle, as well as in the investigation of the circumstances and the mechanism of the road traffic accident.

Conclusions. Using the methods of mathematical statistics and probability theory, a statistical hypothesis has been proved that the random value of steady-state deceleration of cars obeys the normal distribution law within a single category and with the type and design of the braking system. The probabilities obtained are high.

Developed empirical mathematical models, allowing to take into account the impact of ABS on the braking performance of the car. The length of the stopping distance of cars of category M1 with ABS will be by 6,8-10,6% less than in cars of the same category, but without ABS.

Prospects. At the beginning of the XXI century, there was an urgent need to improve existing expert methods for studying road accidents taking into account the development of the design of brake systems of vehicles. This problem must be addressed for each vehicle category separately.

KEY WORDS: VEHICLE, BRAKING, EFFICIENCY, MEASUREMENT, CALCULATION, ACCURACY, DECELERATION, WAY.

РЕФЕРАТ

Сараев А.В. Метод оценки эффективности торможения автомобилей. / А.В. Сараев // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

Объект исследования - процесс торможения автомобиля.

Предмет исследования - оценка эффективности торможения автомобиля.

Цель исследования - повышение точности оценки эффективности торможения автомобиля путем учета тенденции развития конструкции тормозной системы.

Методы исследования: при создании эмпирических моделей по оценки эффективности торможения автомобилей использованы методы математической статистики, теории вероятности и регрессионного анализа; для получения новых научных данных и подтверждения достоверности разработанных математических моделей проведены тормозные испытания.

Научная новизна - впервые, в соответствии с современными тенденциями развития конструкции тормозной системы получены: универсальный теоретический закон плотности распределения случайной величины установившегося замедления; регрессионные модели, описывающие связь между коэффициентом сцепления и случайной величиной установившегося замедления. Это не противоречит физической сущности стохастического объекта, которым является процесс торможения автомобиля, в отличие от ранее принятого метода формализации этого процесса с помощью только детерминированной функции.

Основные результаты работы предназначены для повышения точности оценки эффективности торможения на стадиях производства и эксплуатации автомобиля, а также при исследовании обстоятельств и механизма дорожно-транспортного происшествия.

Выводы. С использованием методов математической статистики и теории вероятности доказано статистическую гипотезу о том, что случайная величина установившегося замедления автомобилей подчиняется нормальному закону распределения в пределах отдельно взятой категории и с учетом типа и конструкции тормозной системы. Полученные вероятности являются высокими.

Разработанные эмпирические математические модели, позволяющие учитывать влияние работы АБС на эффективность торможения автомобиля. Длина остановочного пути автомобилей категории М1 с АБС будет на 6,8-10,6% меньше, чем у автомобилей той же категории, но без АБС.

Перспективы. В начале XXI века возникла срочная необходимость совершенствования существующих экспертных методик исследования дорожно-транспортных происшествий с учетом

развития конструкции тормозных систем транспортных средств. Эту проблему необходимо решать для каждой категории транспортных средств отдельно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬ, ТОРМОЖЕНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ИЗМЕРЕНИЕ, РАСЧЕТ, ТОЧНОСТЬ, ЗАМЕДЛЕНИЕ, ПУТЬ.

АВТОРИ:

Сараєв Олексій Вікторович, доктор технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, декан автомобільного факультету, e-mail: sarayev9@gmail.com, тел.. 0577073716, +080502755159, 61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського 25, к. 209.

AUTHOR:

Saraiev Olexii V., Doctor of Technical Science, Associate Rrofessor, Kharkov National Automobile and Highway University, Dean of the Automobile Faculty, e-mail: sarayev9@gmail.com, tel. 0577073716, +080502755159, 61002, Kharkiv, Ukraine, str. Petrovskogo 25, of. 209.

АВТОРЫ:

Сараєв Алексей Викторович, доктор технических наук, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, декан автомобильного факультета, e-mail: sarayev9@gmail.com, тел.. 0577073716, +080502755159, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Петровского 25, к. 209.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Волков В.П., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедрою технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харків, Україна.

Наглюк І.С., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедрою організації та безпеки дорожнього руху, Харків, Україна.

REVIEWER:

Volkov V.P., Doctor of Technical Science, Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Head of Department of Technical operation and service of cars, Kharkiv, Ukraine.

Nahliuk I.S., Doctor of Technical Science, Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Head of Department of Road Traffic Management and Safety , Kharkiv, Ukraine.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Волков В.П., доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, заведующий кафедрою технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьков, Украина.

Наглюк И.С., доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, заведующий кафедрою организации и безопасности дорожного движения, Харьков, Украина.

УДК 621.43.058

UDC 621.43.058

SKŁAD CHEMICZNY WARSTW NALOTOWYCH ORAZ ODDZIAŁYWANIE SKŁADNIKÓW
SPALIN Z MATERIAŁEM GNIAZD ZAWOROWYCH I ZAWORAMI SILNIKA ZASILANEGO
BENZYNĄ BEZOŁOWIOWĄ U-95 SAMOCHODU FIAT 126P

MICHALSKI Jacek, Prof. Dr hab. inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

ХІМІЧНИЙ СКЛАД НАЛІОТУ ТА ВПЛИВ СКЛАДУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ
НА МАТЕРІАЛ КЛАПАНИХ СІДЕЛ І КЛАПАНІВ ДВИГУНА, ЯКИЙ ПРОЦІЮЄ
НА НЕЕТИЛЬОВАНОМУ БЕНЗИНІ А-95 АВТОМОБІЛЯ FIAT 126P

МІХАЛЬСЬКІ Яцек, професор, доктор хабілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CHEMICAL COMPOSITION OF DAMAGE AND IMPACT OF INJECTION COMPONENTS
WITH THE VALVE SEATS MATERIAL AND VALVES POWER ENGINE UNLEADED
PETROL U-95 CAR FIAT 126P

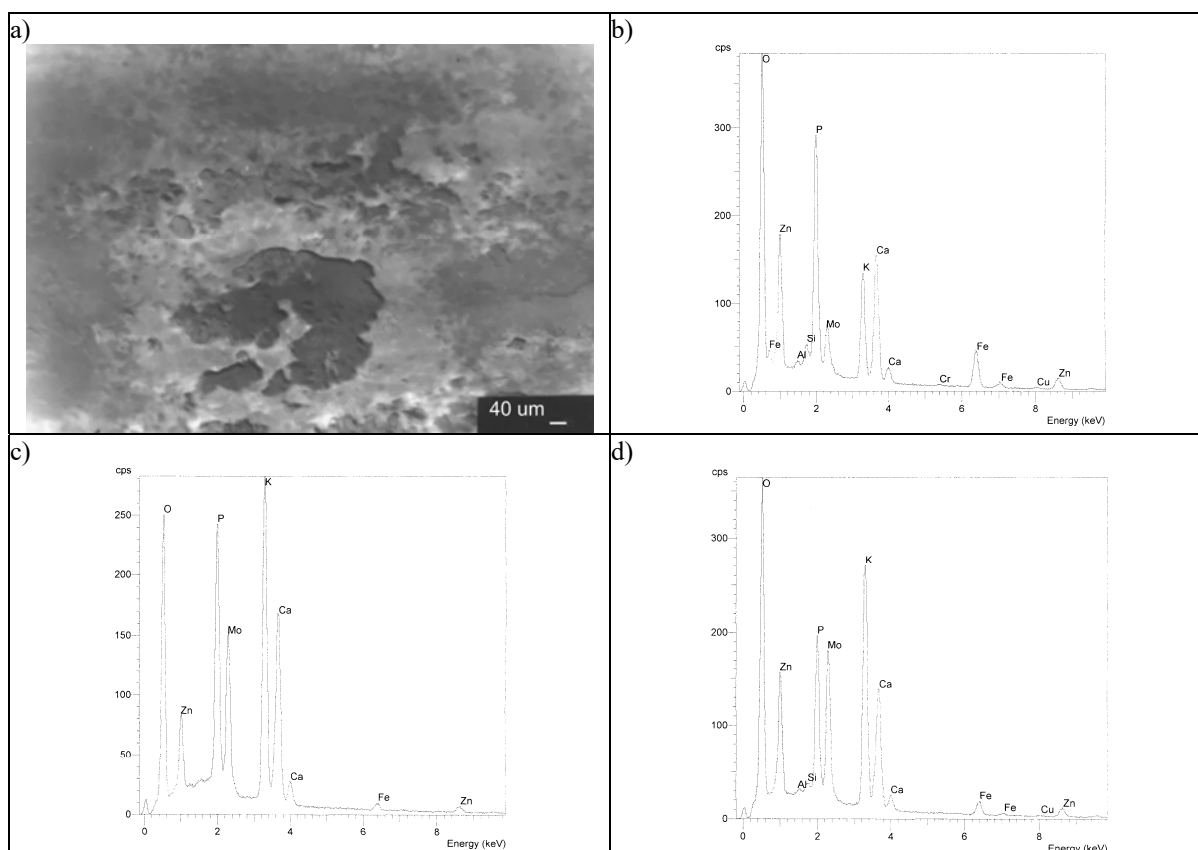
MICHALSKI Jacek, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

WSTĘP

Benzyna to jeden z głównych rodzajów paliwa stosowanego do napędu samochodów, samolotów i niektórych innych urządzeń posiadających silnik spalinowy. Stosowana jest także, jako rozpuszczalnik. Z chemicznego punktu widzenia, głównymi składnikami benzyn są węglowodory alifatyczne o liczbie atomów węgla od 5 do 12. Występują również śladowe ilości węglowodorów nienasyconych oraz aromatycznych. Głównymi parametrami określającymi właściwości benzyny, jako paliwa, są liczba oktanowa, wartość opałowa, ciepło parowania, gęstość i stała stechiometryczna [1]. Mieszając dwa węglowodory - izooktan (2,2,4-trimetylopentan) i n-heptan (C_7H_{16}), można symulować zachowanie prawie wszystkich rodzajów benzyn (paliwa wzorcowego). Najlepiej spala się węglowodór, izooktan, powodujący małą ilość osadu węglowego (depozytu). Niepełnym spalaniem z kolei charakteryzuje się n-heptan, pozostawiając dużą ilość warstw nalotowych. W mieszaninie izooktan/n-heptan (0,89 mola frakcji izooktanu) przy większych porach osadów 20-40 Å°, izooktan ma selektywność adsorpcji średnio 1,2, w całym zakresie ciśnień badanych (0,01-200 kPa) [2]. Jednak dla małych porów osadów 10 Å°, jego selektywność adsorpcji może wynosić ponad trzy, w wyniku efektu upakowania.

Szczelność złożeń gniazdo - zawór decyduje o ekologicznym oddziaływaniu silnika na środowisko [3, 4]. Jego zużycie jest zależne od poślizgu na powierzchni i w obszarze styku złożeń, które zależy od kilku czynników [5]. Najważniejszymi z nich są: ciśnienie spalania, długość styku, kąt zwilżania paliwa, grubość głowicy silnika z zamontowanymi elementami, współczynnik tarcia, zużycie elementów w okresie docierania i zmiana modułu sprężystości elementów wskutek zmian temperatury. Forsberg i współautorzy [6] stwierdzili, iż utworzone osady na gniazdach zaworowych i zaworach mogą oddziaływać ochronnie przed zużyciem. Autorzy rozpatrywali zużycie cierne, adhezyjne, zmęczeniowe i korozyjne.

Osady zawierają pozostałości dodatków do oleju napędowego, oleju silnikowego, związki węgla oraz tlenki metali [7]. Dla zasilania silnika benzyną osady na gnieździe zaworowym i zaworze zawierają O, P i Ca [8]. Wyniki analizy składu powierzchni gniazda zaworowego wskazywały ponadto Cu i Mo, niezależnie od rodzaju stosowanego paliwa. Ponadto na powierzchni gniazda zaworowego wylotowego wykryto Si i Mn.



Rysunek 1 – Charakterystyka gniazda zaworu wylotowego, dla cylindra 1, wzdłuż obwodu: a), mikrofotografia powierzchni gniazda zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny (K=14,47%, P=21,37%, Zn=14,59%, Ca=16,84%, Fe=14,84%, Al=0,33%, Si=1,11%), c) spektrogram i skład chemiczny z obszaru ciemnego powyżej czarnego (rys. 1a) (K=31,46%, P=14,92%, Zn=5,70%, Ca=18,70%, Fe=2,03%, Al=0,06%), d) spektrogram i skład chemiczny z lewej strony (rys. 1a) (K=28,88%, P=11,32%, Zn=10,06%, Ca=13,85%, Fe=4,75%, Al=0,12%, Si=0,26%), (zawartość wagowa)

Zbadano strukturę i skład chemiczny sadzy i tribofilmu na korpusie skrzyni korbowej, cylindrach, pierścieniach silnika wysokoprężnego Mack T-12, po badaniach dynamicznych stanowiskowych [9]. Stwierdzono korelację pomiędzy składem chemicznym sadzy na badanych elementach silnika oraz występowanie także tribochemicznych warstw oddziałujących na zużycie ściernie (twardość trzeciego ciała, 5-6 w skali Mosha). Próbkę sadzy wskazują na obecność termo-oksydacyjnych i tribochemicznych produktów rozkładu oleju silnikowego. Stwierdzono także obecność nanocząstek związków fosforanu cynku i wapnia, siarczku cynku i żelaza, siarczanu cynku, wapnia i żelaza obecnego na powierzchni sadzy. Ponadto wyjaśniono znaczne różnice w składzie chemicznym sadzy w układzie korbowym w porównaniu z sadzą i tribofilmem pierścieni tłokowych. Zawartość sadzy na badanych elementach silnika jest wysoka i wynosiła po 100 h testu, 4,0 - 4,6 % (wagowo) i wzrosła do 6,0% po 300 h.

Dostępne w Polsce benzyny z Ukrainy, Białorusi i Federacji Rosyjskiej (o oznaczeniu cyfrowym liczby oktanowej badawczej RON) to: benzyna bezołowiowa A-72 z zawartości ołowiu nie większej niż 0,013 g/l oraz benzyny (żółta): A-76, A-80, A-92 które są ołowiowe o zawartości ołowiu nie więcej niż 0,15 (0,17) g/l lub jako benzyny bezołowiowe (bezbarwna) A-76, A-80, A-92 z zawartości ołowiu nie większą niż 0,013 g/l. Z kolei benzyna z dodatkiem alkilobenzenu, izopentanu i frakcji butan-butylen (pomarańczowo-czerwona) АИ-93, produkcji ołowiowej ma zawartość ołowiu nie więcej niż 0,37 g/l oraz benzyna bezołowiowa (bezbarwna) АИ-93, o zawartości ołowiu nie więcej niż 0,013 g/l. Są także benzyny bezołowiowe (bezbarwna) АИ-91, АИ-92 i АИ-95 oraz benzyny bezołowiowe 95 Ekto, 95 Euro oraz АИ-98 i 98 Euro.

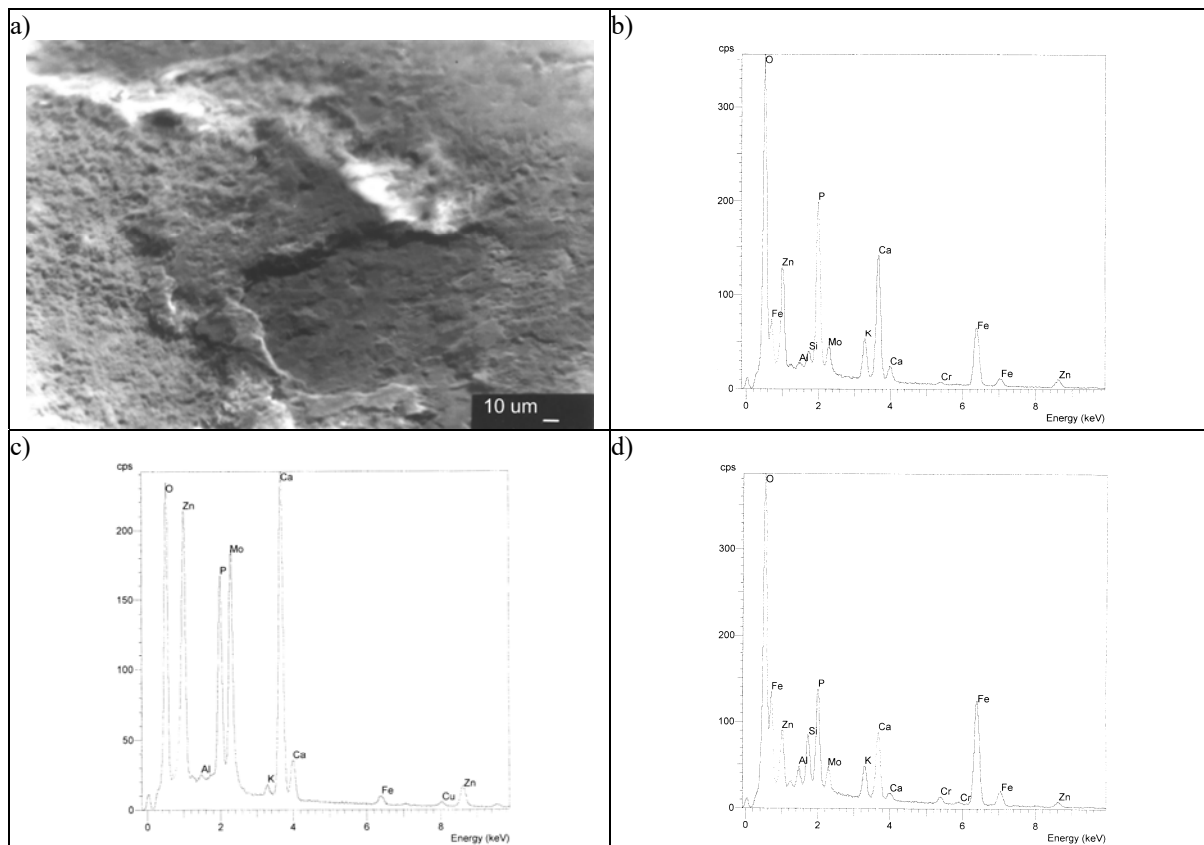
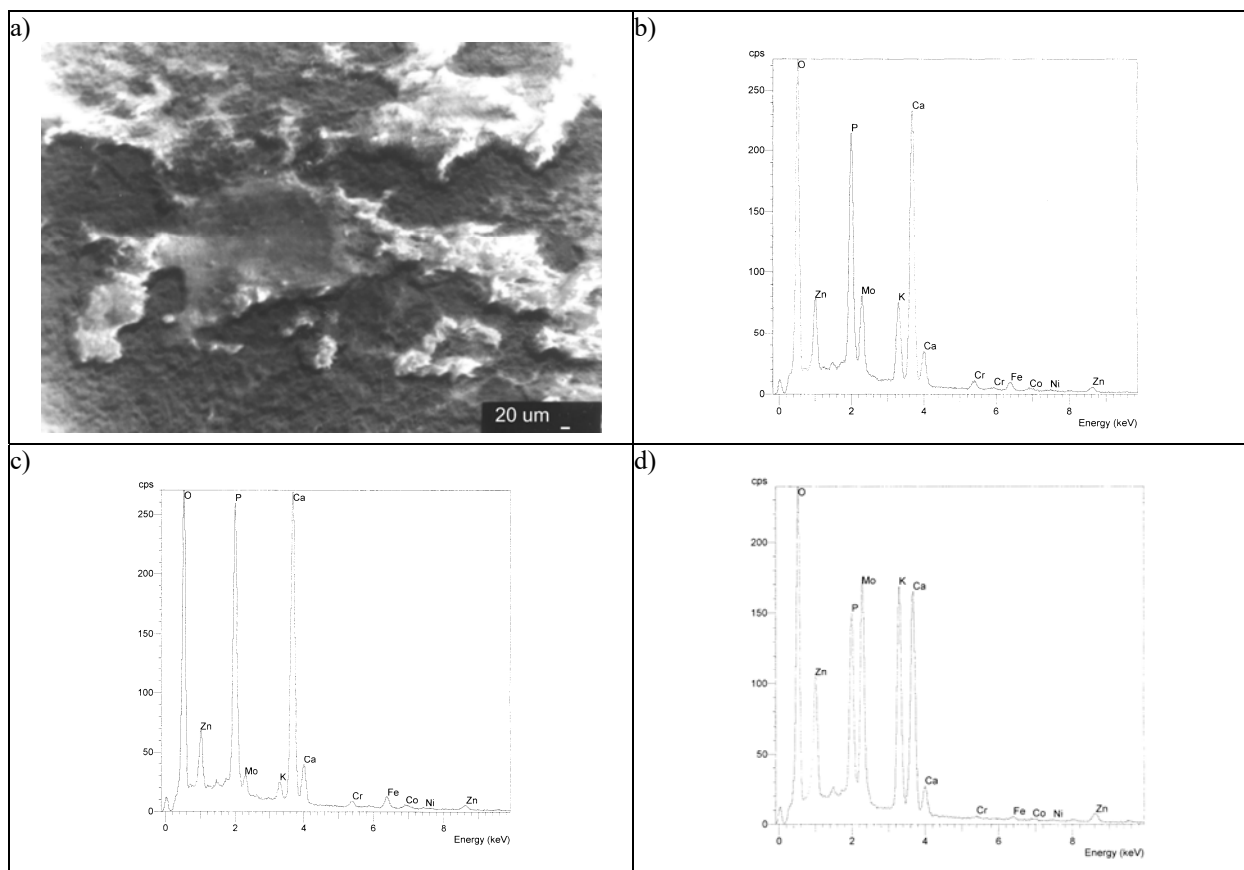


Рисунок 2 – Характеристика гniaзда zaworu wylotowego, dla cylindra 2, wzdluz obwodu: a), mikrografia powierzchni gniaзда zaworu, b) spektrogram i sklad chemiczny z obszaru bez narostu, ciemnego (rys. 2a) (K=6,65%, P=19,18%, Zn=12,57%, Ca=20,02%, Fe=28,76%, Al=0,51%, Si=1,15%), c) spektrogram i sklad chemiczny z obszaru jasny brzeg narostu (rys. 2a) (K=1,39%, P=11,26%, Zn=17,90%, Ca=29,59%, Fe=2,29%, Al=0,29%), d) spektrogram i sklad chemiczny z lewej strony (rys. 2a) (K=28,88%, P=11,32%, Zn=10,06%, Ca=13,85%, Fe=4,75%, Al=0,12%, Si=0,26%), (zawartosc wagowa)

Tabela 1 – Sklad chemiczny nalotow na powierzchni gniazda zaworowego wylotowego, nad cylindrem 1 i 2 o wyznaczonej zawartosci masowej i atomowej

Składnik	Udział masowy, %						Udział atomowy, %					
	Nad cylindrem 1			Nad cylindrem 2			Nad cylindrem 1			Nad cylindrem 2		
	Rys. 1b	Rys. 1c	Rys. 1d	Rys. 2b	Rys. 2c	Rys. 2d	Rys. 1b	Rys. 1c	Rys. 1d	Rys. 2b	Rys. 2c	Rys. 2d
Al	0,33	0,06	0,12	0,51	0,29	1,69	0,55	0,10	0,22	0,87	0,58	2,92
Si	1,11	-	0,26	1,15	-	5,46	1,80	-	0,45	1,87	-	9,19
P	21,37	14,92	11,32	19,18	11,26	11,82	31,26	22,24	18,01	28,40	19,49	18,05
K	14,47	31,46	28,88	6,65	1,39	4,91	16,77	37,17	36,14	7,80	1,90	5,93
Ca	16,84	18,70	13,85	20,02	29,59	9,66	19,04	21,55	17,03	22,90	39,60	11,40
Cr	0,42	0,01	0,04	0,81	0,03	1,92	0,37	0,01	0,03	0,71	0,03	1,75
Fe	14,84	2,03	4,75	28,76	2,29	47,87	12,04	1,68	4,19	23,62	2,20	40,52
Co	0,21	-	0,05	-	-	-	0,16	-	0,04	-	-	-
Ni	0,26	0,22	0,18	-	-	0,42	0,20	0,17	0,15	-	-	0,34
Cu	1,45	0,45	0,80	0,23	2,40	1,20	1,04	0,33	0,62	0,17	2,03	0,89
Zn	14,59	5,70	10,06	12,57	17,90	6,89	10,11	4,03	7,58	8,82	14,69	4,98
Mo	14,10	26,46	29,70	10,13	34,85	8,18	6,66	12,74	15,26	4,84	19,48	4,03
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Rysunek 3 – Charakterystyka zaworu wylotowego, przylgni, dla cylindra 1, wzdłuż obwodu: a), mikrofotografia powierzchni zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny z lewej od góry (rys. 3a) (K=10,84%, P=18,91%, Zn=6,44%, Ca=37,15%, Fe=3,28%, c) spektrogram i skład chemiczny z powierzchni płaskiej bez narostu obszar ciemny (rys. 3a) (K=3,11%, P=26,88%, Zn=6,57%, Ca=46,42%, Fe=5,09%, d) spektrogram i skład chemiczny z powierzchni narostu jasne pole (rys. 3a) (K=22,33%, P=10,40%, Zn=8,07%, Ca=22,91%, Fe=0,88%), (zawartość wagowa)

Współczesne benzyny bezołowiowe wymagania przeciwstukowe spełniają poprzez wprowadzenie węglowodoru: alkilat, izomeryzat, reformat wysokooktanowy, frakcje z krakowania katalitycznego i frakcje aromatyczne oraz dodatek MMT ((CH₃C₅H₄)Mn(CO)₃, trikarbonylek (metylocyklopentadieno)manganowy i związki tlenowe taki jak alkohole jednowodorowe jak również: eter tert-butyloowo-metylowy (MTBE), eter tert-butyloowo-etylowy (ETBE) oraz etanol. Minimalna zawartość tlenu w benzynie reformułowanej wynosi 2,0% (m/m) w obszarach zagrożonych ozonowo (PN-EN 228:2013-04/Api - normuje maksymalną zawartość tlenu 3,7 % (m/m) i 2,7 % (m/m) w zależności od klasy lotności w okresie letnim, zimowym a oraz okresie przejściowym).

Podwyższenie liczb oktanowych tymi metodami ma też skutki negatywne: emisja benzenu, zanieczyszczenie wód gruntowych przez eter tert-butyloowo-metylowy (MTBE). Często dodatkami antyrecesyjnymi są związki potasowe K, znacząco redukują możliwość uszkodzenia przylgni gniazd zaworowych i przylgni zaworów.

Z informacji publikowanych przez PKN Orlen, z roku 2004, wynika iż benzyna uniwersalna bezołowiowa U-95 nie zawierała dodatku przeciwstukowego czteroetylek ołowiu (tetraetylołów Pb(C₂H₅)₄) i była uszlachetniona potasem K. Została wzbogacona o pakiet dodatków detergencyjnych, antykorozyjnych i antyutleniających gwarantujących między innymi utrzymanie czystości układów silnika oraz zabezpieczających przed korozją. Można ją było stosować w silnikach z nieutwardzonymi gniazdami zaworów, w silnikach przystosowanych do spalania wycofanej także ze sprzedaży etyliny E94.

WARUNKI BADAŃ

Celem badań było określenie składu chemicznego narostów tworzących się na przyłgniach gniazd zaworowych i zaworach oraz określenie oddziaływania składników spalin i benzyny z metalem gniazd zaworowych i zaworów.

Badaniom poddano dwa gniazda zaworowe wylotowe, jedno gniazdo zaworowe dolotowe i odpowiadające tym gniazdom zawory. Silnik napełniono olejem silnikowy mineralny 15W-40 SL/CF. Skład chemiczny osadów (warstw) przyłgni określano metodą mikroanalizy rentgenowskiej. Stosowano przystawkę do mikroanalizy rentgenowskiej Link Oxford współpracującą z mikroskopem elektronowym skaningowym Novascan 30. Analizowano wszystkie, występujące w badanym obszarze pierwiastki metaliczne oraz P i Si. Przy analizie ilościowej nie uwzględniano tlenu i węgla. Analizę przeprowadzono dla wszystkich gniazd wylotowych i przyłgni zaworów wylotowych oraz na jednym gnieździe dolotowym.

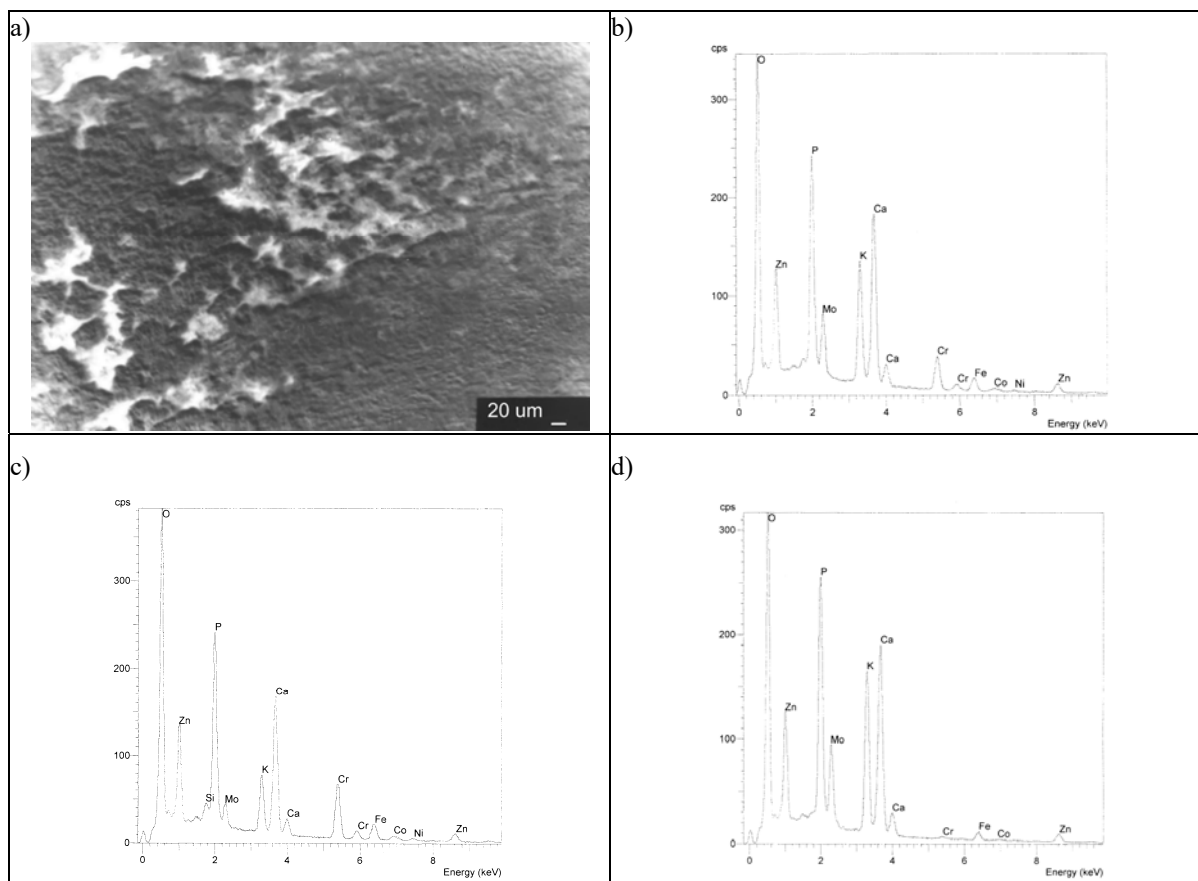
Spektrogramy, składy chemiczne i mikrofotografie obszarów analizowanych obszarów przedstawiono na kolejnych rysunkach. Jeżeli nie podano inaczej, analizę prowadzono na obszarze odpowiadającym zawartemu na wskazanym zdjęciu. W celu określenia sposobu oddziaływania składników spalin z metalem gniazd zaworów wylotowego przeprowadzono analizę mikrostruktury bezpośrednio pod przyłgnią. Analizę prowadzono na zgładach nietrawionych oraz trawionych. Badania metalograficzne przeprowadzono na jednym gnieździe zaworu wylotowego.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Na rysunkach 1 i 2 zamieszczono mikrofotografie powierzchni gniazda zaworowego z mikroskopu skaningowego, dla cylindra 1 i 2. Analizowano skład chemiczny warstw nalotowych z trzech charakterystycznych obszarów, zamieszczonych na zdjęciach.

Przedstawiono kolejne spektrogramy i skład chemiczny składników chemicznych warstw nalotowych, jako udział masowy. Stwierdzono dużą różnicę udziału masowego potasu na gniazdach wylotowych nad cylindrami 1 i 2 silnika, mających wartość średnią 24,94% i 12,31%. Wartości średnie zawartości fosforu, cynku i wapnia były zbliżone na gniazdach zaworowych wylotowych. Wynosiły one kolejnie: P 15,87% i 13,92%, Zn 10,12% i 16,51% oraz Ca 16,46% i 21,53%. Tabela 1 przedstawia wartości składu chemicznego (masowego i atomowego) warstw nalotowych gniazd zaworowych z rysunków 1 i 2. Zamieszczono kolejne wartości dla: Al, Si, P, K, Ca, Cr, Fe, Co, Ni, Zn i Mo. Cechą charakterystyczną jest brak lub niewielka zawartość na gniazdach zaworowych wylotowych z żeliwa szarego kobaltu i niklu. Stwierdzono z kolei w tych warstwach nalotowych chrom, miedź, molibden i oczywiście żelazo. Występuje także, w zróżnicowanej zawartości, aluminium i krzem, prawdopodobnie z materiału głowicy silnika (AK51 / AlSi5Cu1).

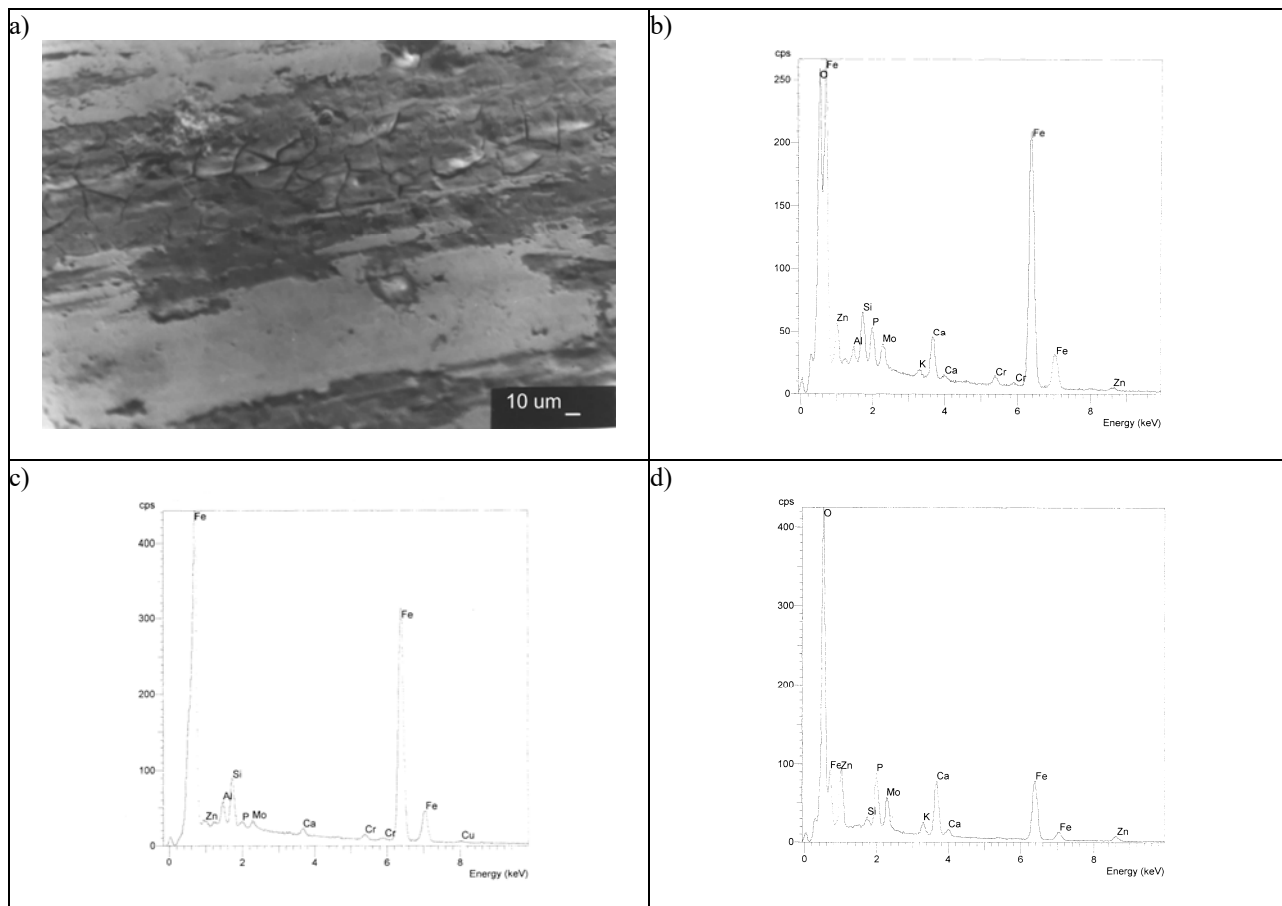
Analogiczne wyniki zamieszczono dla badanych warstw nalotowych na przyłgniach zaworów wylotowych. Rysunki 3 i 4 zawierają mikrofotografie przyłgni zaworów wylotowych oraz spektrogramy z trzech charakterystycznych obszarów. Cechą charakterystyczną osadów na zaworach wylotowych, w porównaniu z osadami na gniazdach zaworowych, jest większa zawartość wapnia (wynosząca 22,90-35,49%) oraz mniejsza zawartość potasu (wynosząca 12,09-15,28%). Osady na zaworach wylotowych nie zawierają także aluminium i miedzi. Zawartości krzemu jest minimalna lub go prawie nie ma. Ogólnie należy stwierdzić, iż pracujące w spalinach z benzyny bezołowiowej U-95 i oleju mineralnego 15W40 SL/CF, gniazda zaworów wylotowych głowicy silnika Fiat 126P silnie są pokryte narostami. Narosty te zawierają, K, P, Ca i Zn o postaci tlenków, o czym świadczy silny spektr tlenu. Hipotezę tę należałoby jednak zweryfikować badaniami fazowymi. Warstwa ta jest dość gruba i twarda. Zabezpiecza ona gniazdo nie tylko chemicznie, ale i mechanicznie. Grubość tej warstwy jest znaczna, o czym świadczy bardzo słaby spektr żelaza leżącego poniżej a utworzonych na gniazdach zaworowych silnika zasilanego benzyna ołowiową. Z kolei przyłgni zaworów wylotowych głowicy silnika Fiat 126P mają narosty z bardzo dużym udziałem Ca, P, K i Zn, w postaci tlenków. Udział poszczególnych pierwiastków jest nieco inny niż w narostach na przyłgniach gniazd zaworowych, ze względu na inną temperaturę pracy grzybków zaworów (wyższą). Zawartość wapnia na przyłgniach zaworów jest większa niż na gniazdach zaworach. Z kolei zawartość K, P i Zn dość zbliżona.



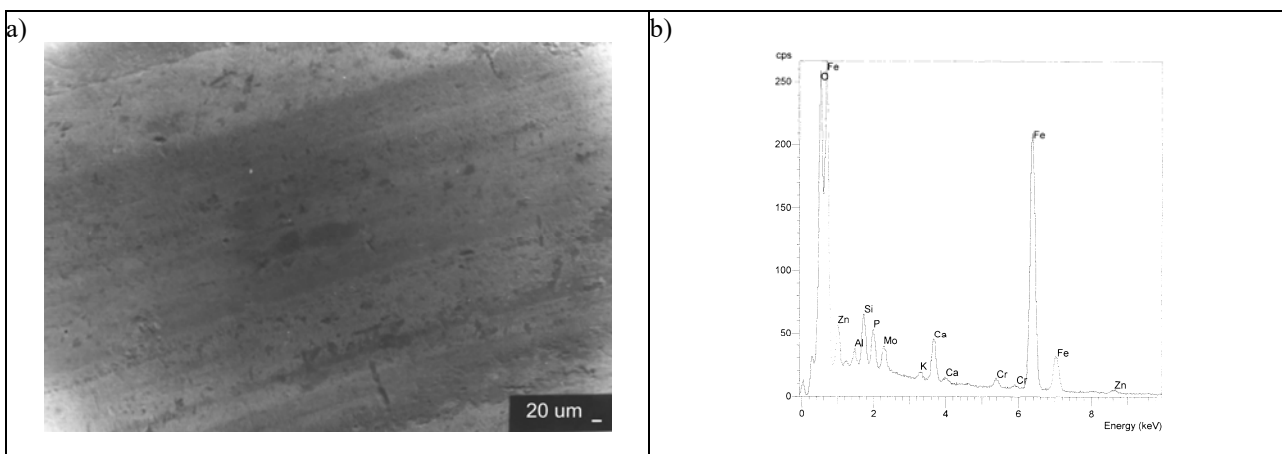
Рисunek 4 – Charakterystyka zaworu wylotowego, dla cylindra 2, wzdłuż obwodu: a) mikrofotografia powierzchni gniazda zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny z obszaru lewego od góry (rys. 4a) (K=15,65%, P=18,10%, Zn=10,82%, Ca=22,84%, Fe=5,04%, Si=0,24%), c) spektrogram i skład chemiczny z obszaru bez narostu ciemne pole (rys. 4a) (K=9,01%, P=19,77%, Zn=11,90%, Ca=20,50%, Fe=7,50%, Si=1,00%), d) spektrogram i skład chemiczny z powierzchni narostu białego w środku zdjęcia (rys. 4a) (K=21,19%, P=19,57%, Zn=9,81%, Ca=25,36%, Fe=2,98%, (zawartość wagowa)

Tabela 2 – Skład chemiczny nalotów na powierzchni zaworu wylotowego, przylgni, nad cylindrem 1 i 2 o wyznaczonej zawartości masowej i atomowej

Składnik	Udział masowy, %						Udział atomowy, %					
	Nad cylindrem 1			Nad cylindrem 2			Nad cylindrem 1			Nad cylindrem 2		
	Rys. 3b	Rys. 3c	Rys. 3d	Rys. 4b	Rys. 4c	Rys. 4d	Rys. 3b	Rys. 3c	Rys. 3d	Rys. 4b	Rys. 4c	Rys. 4d
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	-	-	-	0,24	1,00	-	-	-	-	0,38	1,60	-
P	18,91	26,88	10,40	18,10	19,77	19,57	27,18	35,35	16,82	26,60	28,58	28,24
K	10,84	3,11	22,33	15,65	9,01	21,19	12,34	3,24	28,61	18,21	10,32	24,21
Ca	37,15	46,42	22,91	22,84	20,50	25,36	41,27	47,17	28,63	25,94	22,90	28,27
Cr	2,30	1,84	0,35	9,02	17,84	0,42	1,97	1,44	0,34	7,89	15,37	0,37
Fe	3,28	5,09	0,88	5,04	7,50	2,98	2,62	3,72	0,79	4,11	6,02	2,38
Co	0,97	2,06	0,56	1,21	2,44	0,56	0,73	1,43	0,48	0,94	1,86	0,42
Ni	0,56	0,58	0,46	0,95	1,77	0,12	0,43	0,40	0,39	0,74	1,35	0,09
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	6,44	6,57	8,07	10,82	11,90	9,81	4,38	4,10	6,18	7,54	8,15	6,71
Mo	19,56	7,43	34,04	16,14	8,26	19,99	9,08	3,15	17,77	7,66	3,85	9,31
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Rysunek 5 – Charakterystyka gniazda zaworu dolotowego, dla cylindra 2, wzdłuż obwodu: a) mikrofotografia powierzchni gniazda zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny z obszaru w środku (rys. 5a) (K=0,76%, P=3,29%, Zn=3,02%, Ca=3,94%, Fe=76,47%, Al=0,89%, Si=4,13%), c) spektrogram i skład chemiczny z obszaru bez nalotu jasne pasma (rys. 5a) (K=0,15%, P=0,72%, Zn=0,58%, Ca=0,75%, Fe=86,92%, Al=1,77%, Si=5,15%), d) spektrogram i skład chemiczny z powierzchni zanieczyszczeń ciemne pasmo (rys. 5a) (K=3,25%, P=9,75%, Zn=11,33%, Ca=13,03%, Fe=43,93%, Al=0,19%, Si=1,27%), (zawartość wagowa)

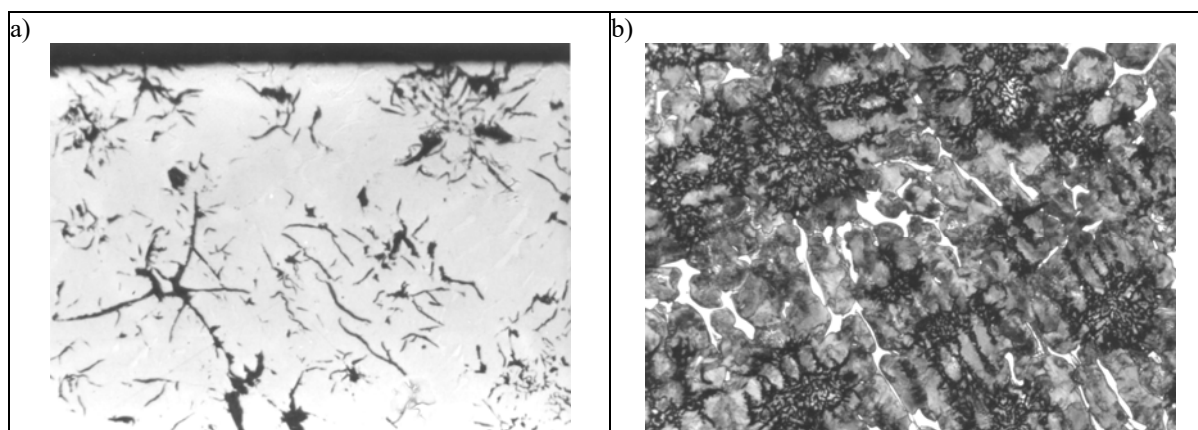


Rysunek 6 – Charakterystyka zaworu dolotowego, dla cylindra 2, wzdłuż obwodu: a), mikrofotografia powierzchni zaworu, b) spektrogram i skład chemiczny z obszaru z lewej od góry (rys. 6a) (K=1,65%, P=1,91%, Zn=1,96%, Ca=5,10%, Fe=73,77%, Si=3,51%), (zawartość wagowa)

Tabela 3 – Skład chemiczny nalotów na powierzchni gniazda zaworowego dolotowego oraz przyłgni

zaworu dolotowego, nad cylindrem 2, o wyznaczonej zawartości masowej i atomowej

Składnik	Udział masowy, %				Udział atomowy, %			
	Gniazdo zaworowe			Zawór	Gniazdo zaworowe			Zawór
	Nad cylindrem 2				Nad cylindrem 2			
	Rys. 5b	Rys. 5c)	Rys. 5d)	Rys. 6b)	Rys. 5b)	Rys. 5c)	Rys. 5d)	Rys. 6b)
Al	0,89	1,77	0,19	-	1,71	3,42	0,36	-
Si	4,13	5,15	1,27	3,51	7,67	9,56	2,34	6,75
P	3,29	0,72	9,75	1,91	5,55	1,21	16,37	3,32
K	0,76	0,15	3,25	1,65	1,01	0,20	4,32	2,28
Ca	3,94	0,75	13,03	5,10	5,14	0,98	16,90	6,87
Cr	1,53	1,10	0,61	1,06	1,53	1,10	0,61	1,10
Fe	76,47	86,92	43,93	73,77	71,50	81,19	40,90	71,30
Co	-	-	-	0,60	-	-	-	0,55
Ni	-	-	-	0,95	-	-	-	0,87
Cu	0,78	1,16	0,85	-	0,64	0,96	0,49	-
Zn	3,02	0,58	11,33	0,76	2,41	0,46	9,01	1,62
Mo	5,20	1,71	16,05	1,44	2,83	0,93	8,70	5,34
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100



Rysunek 7 – Gniazdo zaworu wylotowych, nad cylindrem 1: a) zgląd nietrawiony – ciemny grafit, pow. 250x, b) mikrostruktura – płytkowy perlit, grafit płatkowy (rozmięszczenie – rozetkowe), eutektyka fosforowa pseudopodwójna, nieliczne, drobne ziarna wolnego ferrytu, zgląd trawiony nitałem, pow. 500x

Charakterystykę warstw nalotowych gniazda zaworowego dolotowego przedstawia rysunek 5 i tabela 3. Na rysunku 5 zamieszczono mikrofotografię powierzchni oraz spektrogramy i składy chemiczne z trzech jego charakterystycznych obszarów. Występują tutaj obszary bez nalotu, jako jasne pasma, oraz obszary z popękanymi nalotami. W pasmach jasnych gniazda zaworowego dolotowego zawartość K, P, Zn i Ca jest bardzo mała i wynosi odpowiednio: 0,46%, 2,01%, 1,80% i 2,34%. Ciemna popękana warstwa nalotów zawiera małą zawartość potasu i fosforu, odpowiednio 3,25% i 9,75%. Z kolei zawartość cynku i wapnia, w tej ciemnej warstwie nalotów, jest mniejsza niż w gnieździe zaworu wylotowego gdyż wynosi masowo: Zn=11,33% oraz Ca=13,03%. Z tabeli 3 wynika iż gniazdo zaworu dolotowego nie zawiera kobaltu i niklu. Osadza się na gnieździe dolotowym aluminium i krzem, z materiału głowicy. Zawartość żelaza jest bardzo wysoka, wynika to ze spektru podłoża z żeliwa. Świadczy także o niewielkiej grubości warstwy nalotów na gnieździe dolotowym silnika Fiat 126P.

Na rysunku 6 zamieszczono mikrofotografię powierzchni nalotów na zaworze dolotowym. Zawierają one bardzo małe ilości K, P, Zn i Ca. Naloty te nie zawierają z kolei: aluminium i miedzi. Z porównania tabel 1, 2 i 3 wynika także, iż żeliwo gniazd zaworów dolotowych ma odmienny skład chemiczny niż gniazdo wylotowych, nie zawiera, bowiem kobaltu i niklu.

Ogólnie należy stwierdzić że gniazdo zaworu dolotowego w głowicy nie ma żadnego narostu, a w zagłębieniach odkładają się zanieczyszczenia, tlenki: K, P, Zn i Ca. Warstwa narostów nie występuje natomiast na przylgni zaworu dolotowego głowicy silnika Fiat 126P. Spektrogram zawiera tylko linie od pierwiastków

materiału zaworu (Fe, Mo, Cr, Ni) oraz od zanieczyszczeń zgromadzonych w nierównościach przyłgni.

Wyniki badania mikroskopowego gniazda zaworu wylotowego zamieszczono na rysunku 7. Badania mikroskopowe wykluczają jakąkolwiek penetrację składników narosłych na przyłgniach warstw z metalem przyłgni. Ich ochronna rola polega na ochronie chemicznej przed utlenianiem metalu pod przyłgnią i ochronie mechanicznej. Jeżeli oddziaływanie mechaniczne zaworu na gniazdo zaworu jest zbyt duże, warstwy te zostają zniszczone, a ich ochronna rola zanika.

PODSUMOWANIE

Przyłgni gniazd zaworowych wylotowych i zaworów wylotowych głowicy silnika Fiat 126P po przebiegu 40000 km, zasilanego benzyną bezołowiową uniwersalną U-95 i mającego olej silnikowy mineralny 15W-40 SL/CF, mają narosty utworzone przez K, P, Ca i Zn. Z kolei przyłgni gniazd zaworów dolotowych i zaworów dolotowych nie mają jakichkolwiek narostów z paliwa i oleju silnikowego. W narostach gniazd zaworowych wylotowych i dolotowych występują także Al i Si pochodzące od metalu głowicy, o zróżnicowanej ilości (tabela 1 i 3). Na przyłgniach zaworów wylotowych i dolotowych nie stwierdzono aluminium (tabela 2 i 3), natomiast zawartość krzemu jest sporadyczna na zaworach wylotowych (tabela 2) natomiast znaczna na zaworach dolotowych (tabela 3). Składniki warstw nalotowych (narostów) gniazd zaworowych nie penetrują metalu pod przyłgnią. Nie wyklucza to penetracji metalu pod przyłgnią przez tlen.

LITERATURA

1. Orzechowski Z., Prywer J.: Wytwarzanie i zastosowanie rozpylonej cieczy. Warszawa, WNT – Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2008.
2. Harrison A., Cracknell R. F., Krueger-Venus J., Sarkisov L.: Branched versus linear alkane adsorption in carbonaceous slit pores. Adsorption-journal of the International Adsorption Society, 20 (2-3), 427-437, 2014.
3. Hornik A.: Modelowanie obciążeń cieplnych złożenia gniazdo - zawór silnika z zapłonem samoczynnym. Praca doktorska, promotor K. Wilk, Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katowice 2010.
4. Patejuk A.: Kształtowanie właściwości zaworów tłokowych silników spalinowych. Białystok. Rozprawy Naukowe Nr 185, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2010.
5. Forsberg P., Debord D., Jacobson S.: Quantification of combustion valve sealing interface sliding - A novel experimental technique and simulations. Tribology International, 69, 150-155, 2014.
6. Forsberg P., Gustavsson F., Hollman P., Jacobson S.: Comparison and analysis of protective tribofilms found on heavy duty exhaust valves from field service and made in a test rig. Wear, 302 (1-2), 1351-1359, 2013.
7. Forsberg P., Hollman P., Jacobson S.: Wear mechanism study of exhaust valve system in modern heavy duty combustion engines. Wear, 271 (9-10), 2477-2484, 2011.
8. Hong J. S., Kim Y. S., Chun K. J.: Study on exhaust valve and seat insert wear depending on fuel type. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 13 (2), 253-260, 2012.
9. Patel M., Aswath P. B.: Structure and chemistry of crankcase and cylinder soot and tribofilms on piston rings from a Mack T-12 dynamometer engine test. Tribology International, 77, 111-121, 2014.

STRESZCZENIE

MICHALSKI Jacek. Skład chemiczny warstw nalotowych oraz oddziaływanie składników spalin z materiałem gniazd zaworowych i zaworami silnika zasilanego benzyną bezołowiową U-95 samochodu Fiat 126P / MICHALSKI Jacek // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

Przedstawiono składy chemiczne warstw nalotowych (trzecie ciało, tribofilm, tribopowłoka, ochronna warstwa procesu użytkowania) na powierzchni przyłgni zaworów wylotowych i zaworu dolotowego oraz odpowiednich powierzchniach gniazd zaworowych silnika czterosuwowego o zapłonie iskrowym z samochodu Fiat 126P. Do jego określenia stosowano metodę mikroanalizy rentgenowskiej. Analizę przeprowadzono dla wszystkich gniazd wylotowych i przyłgni zaworów wylotowych oraz na jednym gnieździe dolotowym. Zawory i gniazda zaworowe wymontowano z głowicy silnika zasilanego benzyną bezołowiową uniwersalną U-95, po przebiegu samochodu 40000 km. Oddziaływanie gazów spalinowych oceniono na podstawie badania metalograficznego strefy podpowierzchniowej materiału gniazda wylotowego.

РЕФЕРАТ

МІХАЛЬСКИ Яцек. Хімічний склад нальоту та вплив складу відпрацьованих газів на матеріал клапаних сідел і клапанів двигуна, який працює на неетильованому бензині А-95 автомобіля Fiat 126P / МІХАЛЬСКИ Яцек // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті розглянуто хімічний склад відкладень (третє тіло, трибо шар, трибо покриття, захисний, експлуатаційний шарв), що утворюються на поверхні випускних клапанів і їх сідел у чотиритактному двигуні з іскровим запалюванням автомобіль Fiat 126P. Для дослідження використовувався метод рентгенівського мікроаналізу. Аналіз був проведений для всіх випускних клапанів та їх сідлах, а також для одного впускного. Клапани та їх сідла було видалено з головки блоку циліндрів двигуна, який пропрацював на неетильованому, універсальному бензині А-95, після пробігу в 40000 км. Вплив продуктів згорання оцінювався за допомогою металографічного дослідження щілин підповерхневого шару металу сідел випускних клапанів.

ABSTRACT

MICHALSKI Jacek. Chemical composition of damage and impact of injection components with the valve seats material and valves power engine unleaded petrol U-95 car Fiat 126P. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

Chemical compositions are presented fuel deposits (third body, tribofilm, tribolayers, protective film wear) on the surface of the outlet valves and the inlet of the intake valve and suitable surfaces of valve seats of car Fiat 126P four-stroke spark ignition engine. The X-ray microanalysis method was used. The analysis was performed for all outlets and slots of outlet valves and one intake port. Valves and valve seats were removed from the engine head fed with unleaded petrol U-95, after running 40,000 km. Influence exhaust gases it was assessed on the basis of the metallographic study of the subsurface outlet material.

AUTOR:

MICHALSKI Jacek, Prof. dr hab. inż, Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОР:

МІХАЛЬСКИ Яцек, Професор, доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згорання і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 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 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Савін Ю.Х., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

Savin Yu.F, Ph.D in Technical Science, Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of the Technical operation of cars and car services department, Kyiv, Ukraine.

УДК 621.43.056
UDC 621.43.056

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЯ В РУСІ ЗА РЕЖИМАМИ
ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЇЗДОВОГО ЦИКЛУ В ПРОЦЕСІ ПРОГРІВУ ДВИГУНА

Трифонов Д. М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE DETERMINATION OF INDICATORS OF THE CAR IN MOTION FOR MODES OF THE
EUROPEAN DRIVING CYCLE IN THE PROCESS OF ENGINE WARMING UP

Trifonov D. M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ В ДВИЖЕНИИ ЗА РЕЖИМАМИ
ЕВРОПЕЙСКОГО ЕЗДОВОГО ЦИКЛА В ПРОЦЕССЕ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ

Трифонов Д. Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ

Питання енергозбереження на автомобільному транспорті в умовах щорічного зростання енергоспоживання, рівня негативного впливу на навколишнє середовище і збільшення емісії шкідливих речовин здобувають все більшу актуальність. У зв'язку з цим, впровадження заходів з підвищення енергоефективності двигунів внутрішнього згоряння та методів прогнозування витрати палива в різних умовах експлуатації дозволить економити значні обсяги енергетичних ресурсів.

Переважна кількість легкових автомобілів експлуатується в міських умовах. Крім того, їх більшість у міжзмінний період зберігається на відкритих стоянках, що в умовах низьких температур навколишнього повітря створює додаткові труднощі, пов'язані з необхідністю теплової підготовки двигуна і систем, які забезпечують його роботу. Для підвищення ефективності використання автомобілів в цих умовах необхідно прогнозувати значення показників їх експлуатаційних властивостей, і, насамперед, додаткової витрати палива на забезпечення теплового режиму двигуна з урахуванням природно-кліматичних факторів.

Досить об'єктивні експлуатаційні показники роботи легкового автомобіля можна отримати шляхом вимірів його показників при русі за їздовими циклами. Міські їздові цикли широко використовують для оцінки паливної економічності та екологічних показників автомобілів в умовах, наближених до їх реальної експлуатації у місті. Проте діючі випробувальні цикли передбачають визначення витрати палива при позитивній температурі навколишнього повітря. У зв'язку з цим, проблема впливу низької температури навколишнього повітря на витрату палива при русі, особливо під час прогріву холодного двигуна, за такого циклу вимагає додаткових досліджень.

У зв'язку з цим, дослідження, які направлені на розробку та вдосконалення математичних моделей їздового циклу для визначення показників автомобіля в процесі прогріву двигуна в русі, а також вдосконалення методики прогнозування витрат палива автомобілями в міських умовах, що враховують низькотемпературні умови експлуатації, є актуальною задачею підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для визначення експлуатаційних показників роботи легкового автомобіля можливо використовувати різні методики [1,2]. В якості таких методик зазвичай виступають випробувальні їздові цикли [3-8]. Випробувальний їздовий цикл являє собою набір параметрів і послідовностей, з допомогою яких наближено описується рух середньостатистичного автотранспортного засобу в реальних умовах. В залежності від середньої швидкості руху прийнято розділяти цикли на міські та замські. За територіальною ознакою їх умовно можна розділити на європейський, американський і японський.

Відомі математичні моделі для розрахунків показників автомобіля в русі за режимами різних їздових циклів [5-8]. Для легкових автомобілів найбільш широко використовують математичні моделі для визначення показників автомобіля в русі за режимами Європейського їздового циклу NEDC (New European Driving Cycle) (рис. 1) згідно Правил ЄЕК ООН №83 [9]. Розрахунки за математичними моделями проводять для прогрітого двигуна. В цих моделях для підвищення точності розрахунків враховують процеси, які займають незначний час і не регламентовані картою їздового циклу.

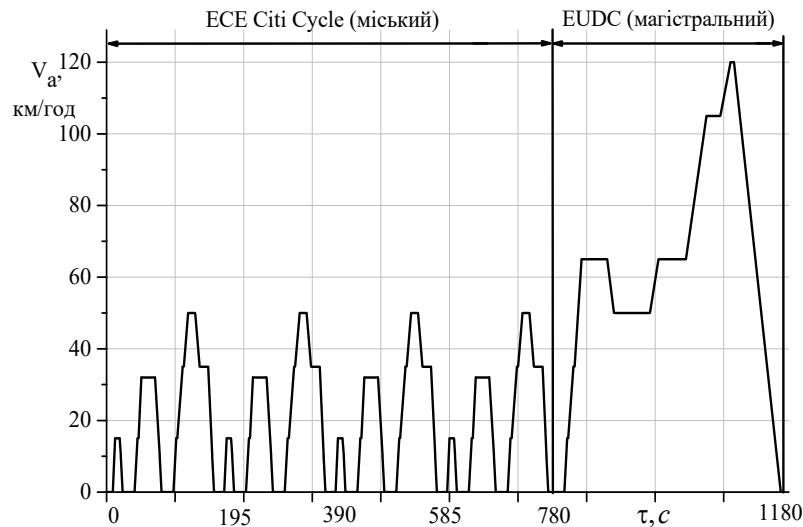


Рисунок 1 – Європейський їздовий цикл NEDC

Постановка завдання

В даному дослідженні вирішується задача визначення відносної зміни витрати палива і шкідливих викидів за використання системи підігріву повітря і без неї. Це дозволяє виключати з моделі супутні процеси (розігнання двигуна перед виключенням зчеплення, рух автомобіля з пробуксовуючим зчепленням, процеси сповільнення з різною інтенсивністю та інші), залишивши ті процеси, які зазначені в карті їздового циклу.

Результати досліджень

Прийняті спрощення дозволяють розглядати в їздовому циклі (рис. 2) наступні режими:

1. Режими мінімальної частоти обертання холостого ходу.
2. Режими розганяння автомобіля на різних передачах.
3. Режими руху з сталою швидкістю.
4. Режими сповільнення.

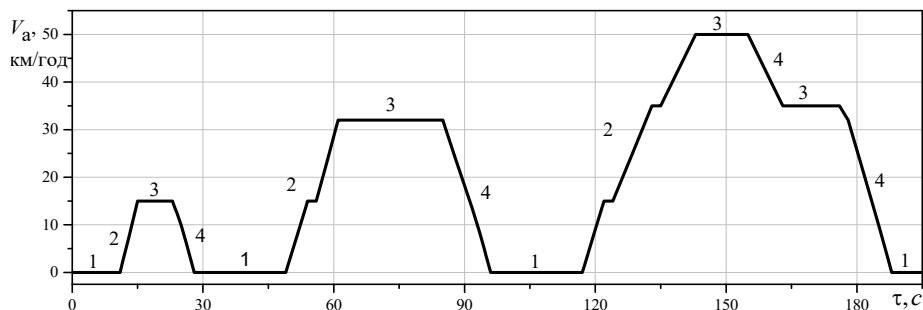


Рисунок 2 – Фрагмент Європейського їздового циклу з прийнятими в розрахунках режимами

Для опису закономірностей руху автомобіля в цих режимах, визначення паливної економічності і екологічних показників використовували наступні залежності:

1. Режим мінімальної частоти обертання холостого ходу.

В цьому режимі показники роботи двигуна визначали за експериментальними даними з врахуванням температури оливи або охолоджувальної рідини.

Годинні витрати палива і повітря та концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах в режимах холостого ходу, описували поліноміальними залежностями від частоти обертання двигуна n_d :

$$G_i = a_0 + a_1 n_d + a_2 n_d^2, \quad (1)$$

2. Розганяння автомобіля описували рівнянням:

$$\frac{dV_a}{dt} = \frac{1}{\delta(m_0 + m_g)} \left[\frac{M_K \cdot U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}{r_K} - P_f \pm P_i - P_w \right], \quad (2)$$

де, V_a – швидкість автомобіля, м/с;

t – час, с;

δ – коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються;

m_o – власна маса автомобіля, кг;

m_b – маса вантажу, кг;

M_k – крутний момент двигуна, що визначається положенням важеля паливоподачі φ_θ або розрідженням за дросельною заслінкою ΔP_k і частотою обертання n_θ , Нм;

P_f – сила опору дороги, Н;

P_i – сила опору підйому, Н;

P_w – сила опору повітря, Н.

r_k – радіус кочення колеса, м;

U_i – передаточне число коробки передач;

U_p – передаточне число головної передачі;

η_T – ККД трансмісії.

Коефіцієнт врахування мас автомобіля, що обертаються визначали за залежністю:

$$\delta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n I_{ki} + I_\theta \cdot U_i^2 \cdot U_p^2 \cdot \eta_T}{(m_0 + m_\theta) \cdot r_k^2}, \quad (3)$$

де, $\sum_{i=1}^n I_{ki}$ – сумарний момент інерції коліс автомобіля;

I_θ – момент інерції мас двигуна, що обертаються, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Сили, що входять в вираз 2 визначали за залежностями:

$$P_f = (m_0 + m_\theta) \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

$$P_i = (m_0 + m_\theta) \cdot g \cdot f \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

$$P_w = kF \cdot V_a^2, \quad (6)$$

де, f – коефіцієнт опору коченню, Н/кг

α – кут підйому (спуску) дороги, град;

kF – фактор опору повітря, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$.

Використовуючи рівняння 2 на кожній елементарній ділянці розганяння та кожній передачі в коробці передач визначали необхідний крутний момент для руху автомобіля з прискоренням згідно карті їздового циклу.

$$M_k(t) = I_\theta \cdot \frac{\partial n_\theta(t)}{\partial t} \cdot \frac{30}{\pi} + I_{3ч} \cdot \frac{\partial n_\theta(t)}{\partial t} \cdot \frac{30}{\pi} + M_{оп}, \quad (7)$$

де, $I_{3ч}$ – момент інерції мас автомобіля, які обертаються, приведений до зчеплення, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$M_{оп}$ – момент опору руху автомобіля, Н·м.

$$I_{3ч} = \frac{(m_0 + m_\theta) \cdot r_k^2}{U_i^2 \cdot U_p^2} + \sum_{i=1}^n \frac{I_{ki}}{U_i^2 \cdot U_p^2}, \quad (8)$$

де, I_{ki} – момент інерції i -го колеса автомобіля, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$$M_{оп} = \frac{(m_0 + m_\theta) \cdot (f_0 \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot r_k \cdot g}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}, \quad (9)$$

де, $g = 9,81$ — прискорення земного тяжіння м/с^2 ;

Як встановлено в чисельних експериментальних дослідженнях [4-8] крутний момент бензинового двигуна задовільно описується лінійною залежністю від розрідження за дросельною заслінкою

$$M_K = b_0 + b_1 \cdot \Delta p_k, \quad (10)$$

де, b_0 і b_1 – дослідні коефіцієнти;

Δp_k – розрідження у впускному трубопроводі.

Використовуючи отримані в стендових дослідженнях експериментальні дані визначали необхідне розрідження для отримання потрібного крутного моменту.

Частоту обертання колінчастого вала двигуна в процесі розганяння розраховували за залежністю:

$$n_d = \frac{V_a \cdot U_i \cdot U_p}{\pi \cdot r_k} \cdot 30, \quad (11)$$

За необхідними для руху автомобіля Δp_k і n_d визначали годинні витрати бензину і повітря, концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна в процесах розганяння автомобіля на кожній елементарній ділянці. Ці показники описували поліноміальними залежностями другого ступеня

$$G_i = c_0 + c_1 \Delta p_k + c_2 n_d + c_{11} \Delta p_k^2 + c_{22} n_d^2 + c_{12} \Delta p_k n_d, \quad (12)$$

За визначеними показниками роботи двигуна в цьому режимі та з використанням результатів експериментальних досліджень на гальмівному стенді визначали паливну економічність та шкідливі викиди.

3. Показники роботи двигуна в русі автомобіля з сталою швидкістю розраховували за залежностями.

Необхідний крутний момент двигуна визначали за залежністю

$$M_K = \frac{[(m_0 + m_e) \cdot f_0 \cdot \cos \alpha + kF \cdot V_a^2] \cdot r_k}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}, \quad (13)$$

За отриманими значеннями M_K за залежністю (10) визначали Δp_k .

Частоту обертання вала двигуна визначали за залежністю (11).

Годинні витрати бензину і повітря, концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна визначали за залежністю (12)

4. В процесі сповільнення показники роботи двигуна розраховували наступним чином: якщо двигун з системою впорскування бензину або з карбюратором з економайзером примусового холостого ходу (ПХХ) витрату бензину і шкідливі викиди приймали рівними нулю, якщо карбюратор не обладнаний економайзером ПХХ витрату бензину і шкідливі викиди приймали такими, як в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу.

Разом з тим змінна величина годинної витрати бензину і концентрацій шкідливих речовин в відпрацьованих газах в процесах несталої руху автомобіля ускладнює розрахунки витрати бензину і шкідливих викидів в процесі прогріву двигуна. Тому витрата бензину і концентрації шкідливих речовин в цих режимах були прийняті сталими, середніми для даного режиму, які визначали за залежністю (кг/год):

$$G_{TC} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta G_i \cdot \tau_i}{\tau_n}, \quad (14)$$

де, ΔG_i – середня годинна витрата бензину або середня маса шкідливих викидів на елементарній ділянці несталої режиму, кг/год;

τ_i – тривалість руху автомобіля на елементарній ділянці, год;

τ_n – тривалість несталої режиму, год.

Можливість спрощення їздового циклу перевіряли розрахунком витрати палива в детальному і спрощеному циклах при прогрітовому двигуні, розрахунки за яким проводили в інших дослідженнях [5, 6]. На рис. 3 показані залежності годинної витрати бензину в режимах детального і спрощеного їздових циклів для прогрітого двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія».

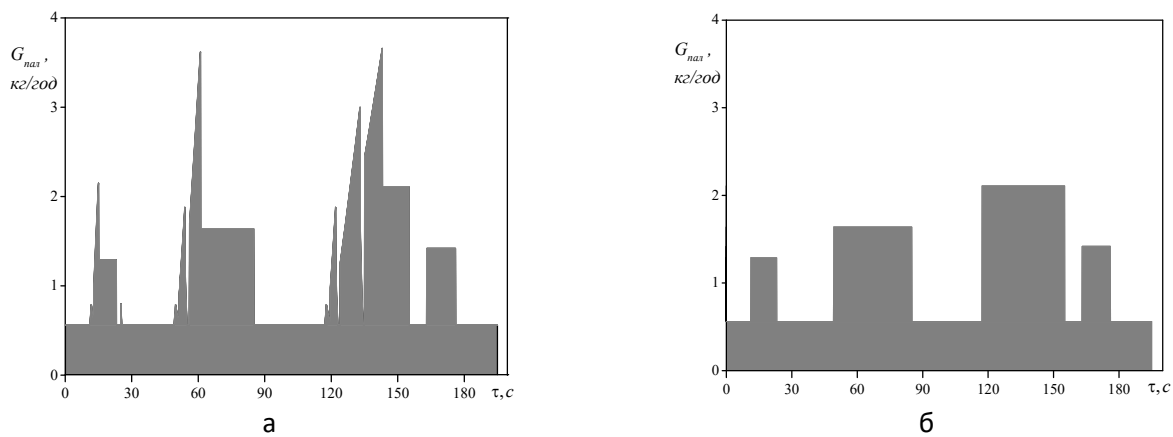


Рисунок 3 – Залежності годинної витрати бензину в режимах детального (а) і спрощеного (б) їздових циклів для прогрітого двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія»

Порівняння витрати бензину за фрагмент циклу при змінній витраті і середній проводили методом порівняння площі під лініями витрати бензину за залежністю.

$$G_{нал} = S \cdot m_G \cdot m_\tau, \quad (15)$$

де, S – мм²/фрагмент;

m_G – масштаб витрати бензину, кг/год мм;

m_τ – масштаб часу, год/мм.

Отримана в дослідженнях [5, 6] витрата бензину на один фрагмент Європейського міського їздового циклу на відстань 1,013 км становить в середньому 62 г/фрагмент, розрахункова для спрощеного їздового циклу 63,6 г/фрагмент, різниця складає 2,5%, що свідчить про можливість використання такого підходу для визначення порівняних показників автомобіля з двигуном, який прогрівають з системою підігріву повітря на впуску та без неї.

Як зазначалось в методиці проведення досліджень, на показники двигуна в процесі прогріву впливає багато факторів, врахувати які практично неможливо. Тому в методиці запропоновано оцінювати температурний стан двигуна температурою оливи або охолодної рідини, а зміну паливної економічності в процесі прогріву оцінювати коефіцієнтом температурного впливу. За результатами дорожніх досліджень, які проведені в Національному транспортному університеті, отримана залежність цього коефіцієнта від температури оливи двигуна (рис. 4). Ця залежність отримана в результаті опрацювання даних по витраті бензину на одиницю пробігу в режимах прогріву двигуна з системою підігріву повітря на впуску та без нього в процесі дорожніх досліджень.

Експериментальні точки отримані для різних температур оливи з використанням даних дорожніх випробувань використовували для визначення коефіцієнта температурного впливу:

$$K_t = G_{нал i} / G_{нал пр} \quad (16)$$

де $G_{нал i}$ – витрата бензину на одиницю пробігу автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» в процесі прогріву двигуна, кг/км;

$G_{нал пр}$ – витрата бензину на одиницю пробігу цього автомобіля з прогрітим двигуном, кг/км.

Результати вимірювань опрацювали за допомогою програми OriginPro. Середньоквадратична величина K_t описується поліномом четвертого порядку від температури оливи в системі мащення двигуна:

$$K_t = 4,95923 - 0,30752 \cdot x^1 + 0,01108 \cdot x^2 - 1,97323E-4 \cdot x^3 + 1,33884E-6 \cdot x^4 \quad (17)$$

Коефіцієнт достовірності апроксимації – 0,99512.

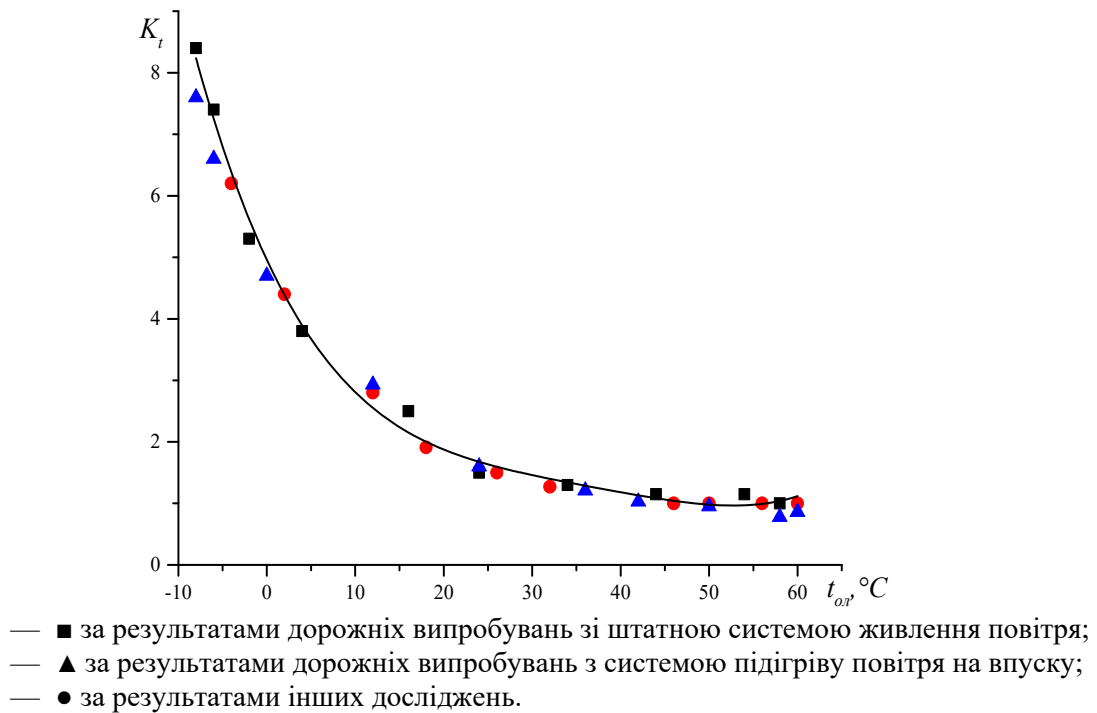


Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта температурного впливу від температури оливи в системі мащення двигуна автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія»

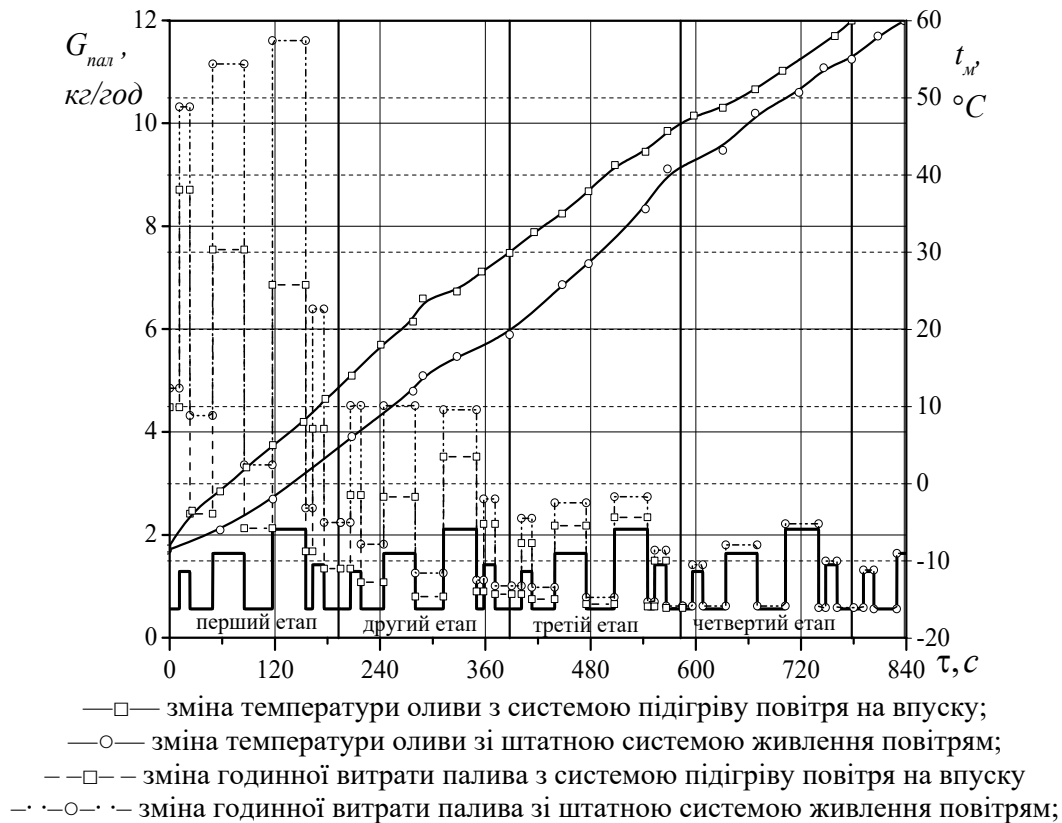


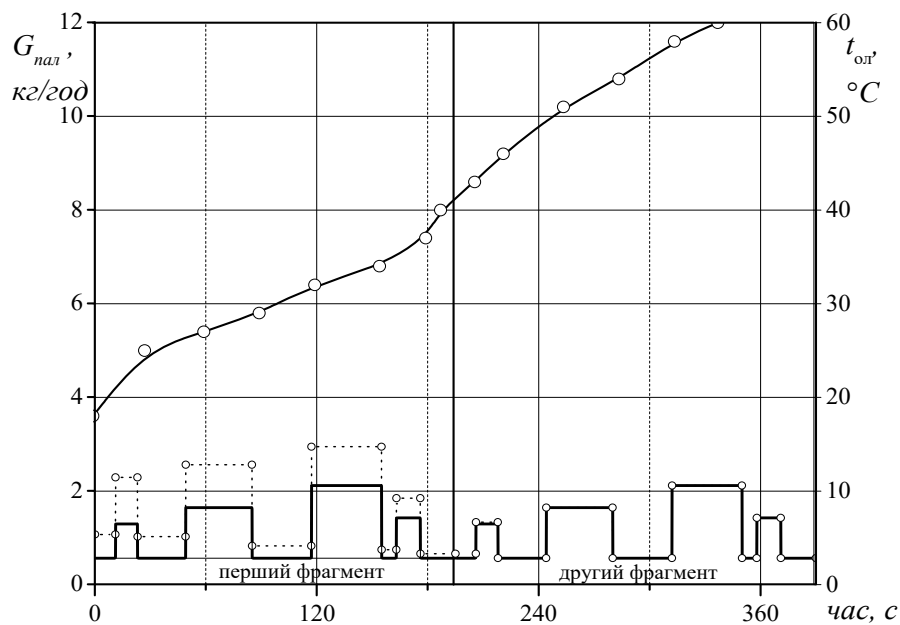
Рисунок 5 – Закономірність зміни температури оливи в картері двигуна та годинної витрати палива в процесі руху автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» з системою підігріву повітря на впуску та без неї за температури навколишнього повітря мінус 10°C

Закономірність зміни температури оливи в процесі руху автомобіля в дорожніх умовах з системою підігріву повітря на впуску та без неї побудували на графіку їздового циклу (рис. 5) та з нанесеними лініями годинної витрати бензину при прогрітому двигуні. Використавши розподіл годинної витрати бензину автомобілем з прогрітим двигуном, зміну температури оливи двигуна і

коефіцієнт температурного впливу (рис. 4) розраховали годинні витрати бензину за використання системи підігріву повітря на впуску та без неї. За результатами розрахунків визначена питома витрата бензину автомобілем з прогрітим двигуном близько 61 г/км, якщо автомобіль не обладнаний системою прогріву питома витрата бензину автомобілем складає 129 г/км, при використанні системи підігріву повітря на впуску питома витрата бензину автомобілем складає 100 г/км. Таким чином, встановлення і використання системи підігріву повітря на впуску при температурі навколишнього повітря мінус 10°C дозволяє очікувати зниження витрати бензину в процесі прогріву в дорожніх умовах на 22,5%.

Як показали результати дорожніх випробувань автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія», використання системи підігріву повітря на впуску дозволяє знизити витрату бензину в процесі прогріву двигуна на 20,7 %, що свідчить про об'єктивність отриманих в їздовому циклі результатів.

Можливість прийнятого підходу до визначення витрати палива автомобілем в процесі прогріву двигуна підтверджується розрахунками з використанням даних, отриманих в інших дослідженнях [5, 6]. На рис. 6 показана експериментальна крива зміни температури оливи в системі мащення двигуна в русі автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» за температури навколишнього повітря +18°C. Температура оливи досягла 60°C в русі за Європейським їздовим циклом за умовного пробігу 1,75 км. Експериментально визначена питома витрата бензину склала 115 г/км, розрахована з використанням коефіцієнту температурного впливу 117 г/км, різниця складає 1,7% тобто результати практично співпали, що підтверджує можливість такого підходу до оцінки ефективності застосованої системи підігріву повітря на впуску двигуна.



—○— зміна температури оливи в картері двигуна за результатами стендових випробувань;

· · · · · зміна годинної витрати палива за результатами розрахунків

Рисунок 6 – Експериментальна крива зміни температури оливи в системі мащення двигуна та розрахункові величини годинної витрати палива в русі автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» за режимами Європейського їздового циклу за температури навколишнього повітря +18°C.

Висновки

1. Аналіз проведених досліджень показує, що розрахункові дослідження паливної економічності автомобілів під час руху за їздовим циклом широко застосовуються і дають достовірні результати, що підтверджується експериментальними дослідженнями проведеними в Національному транспортному університеті.

2. Використання коефіцієнта температурного впливу дає можливість оперативно та більш достовірно прогнозувати витрату палива автомобілями з іскровим запалюванням при їх прогріві в русі в залежності від початкової температури оливи в картері двигуна.

3. Використання системи підігріву повітря на впуску при прогріві двигуна з іскровим запалюванням в русі може забезпечити поліпшення паливної економічності (при початковій температурі оливи двигуна близько мінус 10°C економія бензину складає близько 20%).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стефановский А.Б. О влиянии температурных условий на расход топлива легковыми автомобилями / Таврический государственный агротехнологический университет Праці ТДАТУ Вип. 13, Т. 6 С. 178-184
2. Odsell O. Influence of ambient temperature and cold start on automobile fuel consumption / O. Odsell // VTI Rapport. - Linkoping, 1981. - No. 207A. - 17 p.
3. LeeJ Y. Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle / Y. LeeJ, I. Park, J.H. Lee // International Journal of Automotive Technology, August 2014, Volume 15, Issue 5, pp 709–714
4. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов и расхода топлива двигателями автомобилей путем оптимизации эксплуатационных факторов: дис. на соискание науч. степени д-ра техн. наук: спец. 05.22.10. - эксплуатация автомобильного транспорта / Ю.Ф. Гутаревич - К. 1985 - 538 с.
5. Симоненко Р. В. Покращення паливної економічності і екологічних показників автомобілів шляхом раціонального прогріву їх двигунів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / Р. В. Симоненко - К., - 2004. – 205с.
6. Мерзжівська Л.П. Покращення паливної економічності і зменшення шкідливих викидів автомобілів раціональним регулюванням бензинових двигунів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.10. – експлуатація автомобільного транспорту / Л.П. Мерзжівська. – К., – 1998. – 247с.
7. Андриухіна О.С. Розробка спрощеного випробувального циклу для перевірки технічного стану бензинових двигунів легкових автомобілів в умовах експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / О.С. Андриухіна – К., 2006. – 193 с.
8. Гунько А.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників автомобілів в умовах експлуатації: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20. – експлуатація та ремонт засобів транспорту / А.В. Гунько - К., 2006. - 185 с.
9. ДСТУ UN/ECE R 83-05:2009 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно викидів забруднювальних речовин залежно від палива, необхідного для двигунів (Правила ЕЭК ООН № 83-05:2005, IDT).

REFERENCES

1. Stefanovsky A.B. On the influence of temperature conditions on fuel consumption by passenger cars / Tavria state agrotechnological University / Pratsy TDAU № 13, T. 6 S. 178-184. (Rus)
2. Odsell O. Influence of ambient temperature and cold start on automobile fuel consumption / O. Odsell // VTI Rapport. - Linkoping, 1981. - No. 207A. - 17 p.
3. LeeJ Y. Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle / Y. LeeJ, I. Park, J.H. Lee // International Journal of Automotive Technology, August 2014, Volume 15, Issue 5, pp 709–714
4. Hutarevych Iu.F. Reduction of harmful emissions and fuel consumption in car engines by optimizing operational factors: dis. on competition]. degree of Dr. Techn. nauk: spets. 05.22.10. - operation of road transport / Iu.F. Hutarevych - K. 1985 to 538 C. (Rus)
5. Symonenko R. V. Improvement in fuel efficiency and environmental performance of vehicles through proper warm-up their engines Diss. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / R.V. Symonenko - K. - 2004. – 205с. (Ukr)
6. Merzhyievska L.P. Improving fuel economy and reducing car emissions a rational regulation of diesel engines Diss. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.10. – operation of road transport / L.P. Merzhyievska. – K., – 1998. – 247с. (Ukr)
7. Andriukhina O.S. the Development of a simplified test cycle to check the technical state of petrol engines in passenger cars in operation: dis. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / O.S. Andriukhina - K., 2006. – 193 p. (Ukr)
8. Hunko A.V. Improvement in fuel efficiency and environmental performance of vehicles in

operation: dis. on competition of the Sciences. the degree candidate. tech. nauk: spets. 05.22.20. – maintenance and repair of means of transport / A. V. Hunko - K., 2006. - 185 p. (Ukr)

9. DSTU UN/ECE R 83-05:2009 uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants depending on the fuel required for engines (UN ECE regulations No. 83-05:2005, IDT). (Ukr)

РЕФЕРАТ

Тріфонов Д.М. Визначення показників автомобіля в русі за режимами Європейського їздового циклу в процесі прогріву двигуна / Д.М. Тріфонов // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлені результати розрахункових досліджень паливної економічності автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» під час руху за режимами Європейського їздового циклу в процесі прогріву двигуна. Випробувальні їздові цикли широко застосовуються і дають достовірні результати, що підтверджується експериментальними дослідженнями проведеними в Національному транспортному університеті. Проте діючі випробувальні цикли передбачають визначення витрати палива при позитивній температурі навколишнього повітря. У зв'язку з цим, проблема впливу низької температури навколишнього повітря на витрату палива при русі, особливо під час прогріву холодного двигуна, за такого циклу вимагає додаткових досліджень, які спрямовані насамперед на розробку та вдосконалення математичних моделей їздового циклу для визначення показників автомобіля в процесі прогріву двигуна в русі, а також вдосконалення методики прогнозування витрат палива автомобілями в міських умовах, що враховують низькотемпературні умови експлуатації.

В даному дослідженні вирішується задача визначення відносної зміни витрати палива за використання в умовах низьких температур навколишнього середовища системи підігріву повітря на впуску і без неї. На показники двигуна в процесі прогріву впливає багато факторів, врахувати які практично неможливо. Це дозволяє виключати з моделі частину процесів, залишивши ті процеси, які зазначені в карті їздового циклу.

Для підвищення ефективності використання автомобілів в цих умовах необхідно прогнозувати значення показників їх експлуатаційних властивостей, і, насамперед, додаткової витрати палива на забезпечення теплового режиму двигуна з урахуванням природно-кліматичних факторів.

З метою забезпечення можливості оперативної та більш достовірної прогнозувати витрату палива автомобілями з іскровим запалюванням при їх прогріві в русі в залежності від початкової температури оливи в картері двигуна запропоновано використання коефіцієнта температурного впливу.

Це дозволить підвищити ефективність експлуатації автомобільного транспорту в умовах низьких температур навколишнього повітря.

Результати статті можуть бути використані для подальших досліджень, пов'язаних із забезпеченням енергоефективності силових установок автомобілів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОГРІВ ДВИГУНА, ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ НА ВПУСКУ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ, ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЇЗДОВИЙ ЦИКЛ, МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ.

ABSTRACT

Trifonov D.M The determination of indicators of the car in motion for modes of the european driving cycle in the process of engine warming up / D.M Trifonov // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article presents the results of computational studies of fuel efficiency of the car ZAZ-1102 "Tavriia" during the movement modes of the European driving cycle in the process of warming up the engine. The test driving cycle are widely used and give reliable results, as confirmed by experimental studies conducted at the National Transport University. However, existing test cycles include the determination of fuel consumption at positive ambient temperature. In this regard, the influence of low ambient temperature

on fuel consumption when driving, especially during cold engine warms up, such a cycle requires additional studies that are aimed primarily at the development and improvement of mathematical models of the driving cycle to determine the performance of the car in the process of warming up the engine in motion, and improving methods of predicting fuel consumption of cars in urban areas, taking into account low temperature conditions.

In this study, the problem of determining the relative change in fuel consumption when used in conditions of low ambient temperatures the heating system intake air without it. On the performance of the engine warming-up process is affected by many factors, to take into account that almost impossible. This allows you to exclude from the model the part of the process, leaving the processes that are listed in the map of the driving cycle.

To improve the efficiency of car use in these conditions it is necessary to predict values of indicators of their performance properties, and, above all, additional costs of fuel for thermal control of the engine based on natural and climatic factors.

To ensure the ability to quickly and more accurately predict fuel consumption of cars with spark ignition when warming up in motion depending on the initial oil temperature in the crankcase is the proposed use of the coefficient of thermal effects.

This will improve the efficiency of operation of road transport in conditions of low ambient temperatures.

The results of this paper can be used for further research related to the energy efficiency of power plants cars.

KEY WORDS: EXPERIMENTAL STUDY, WARMING UP OF THE ENGINE, TEMPERATURE OF INTAKE AIR, THE FUEL ECONOMY TEST DRIVING CYCLE, MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Трифонов Д.М. Определение показателей автомобиля в движении за режимами Европейского ездового цикла в процессе прогрева двигателя / Д.М. Трифонов // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье представлены результаты расчетных исследований топливной экономичности автомобиля ЗАЗ-1102 «Таврия» во время движения за режимами Европейского ездового цикла в процессе прогрева двигателя. Испытательные ездовые циклы широко применяются и дают достоверные результаты, что подтверждается экспериментальными исследованиями, проведенными в Национальном транспортном университете. Однако действующие испытательные циклы предусматривают определение расхода топлива при положительной температуре окружающего воздуха. В связи с этим, проблема влияния низкой температуры окружающего воздуха на расход топлива при движении, особенно во время прогрева холодного двигателя, за такого цикла требует дополнительных исследований, которые направлены прежде всего на разработку и совершенствование математических моделей ездового цикла для определения показателей автомобиля в процессе прогрева двигателя в движении, а также совершенствование методики прогнозирования расхода топлива автомобилями в городских условиях, учитывающих низкотемпературные условия эксплуатации.

В данном исследовании решается задача определения относительного изменения расхода топлива при использовании в условиях низких температур окружающей среды системы подогрева воздуха на впуске и без нее. На показатели двигателя в процессе прогрева влияет много факторов, учесть которые практически невозможно. Это позволяет исключать из модели часть процессов, оставив те процессы, которые указаны в карте ездового цикла.

Для повышения эффективности использования автомобилей в этих условиях необходимо прогнозировать значения показателей их эксплуатационных свойств, и, прежде всего, дополнительной затраты топлива на обеспечение теплового режима двигателя с учетом природно-климатических факторов.

С целью обеспечения возможности оперативно и более достоверно прогнозировать расход

топлива автомобилями с искровым зажиганием при их прогреве в движении в зависимости от начальной температуры масла в картере двигателя предложено использование коэффициента температурного воздействия.

Это позволит повысить эффективность эксплуатации автомобильного транспорта в условиях низких температур окружающего воздуха.

Результаты статьи могут быть использованы для дальнейших исследований, связанных с обеспечением энергоэффективности силовых установок автомобилей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОГРЕВ ДВИГАТЕЛЯ, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НА ВПУСКЕ, ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЕЗДОВОЙ ЦИКЛ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.

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. М. Омеляновича-Павленка, 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, M. Omelianovycha-Pavlenka 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. М. Омеляновича-Павленко 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 the automobiles department, 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 531.61.001.32:629.3(045)
UDC 531.61.001.32:629.3(045)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ АГРЕГАТІВ НА ТРАНСПОРТІ

Трофімов І.Л., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Суліман О.М., Національний авіаційний університет, Слав’янський коледж, Слав’янськ, Україна
Горуша В.В., Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Мальована С.Ю., Національний авіаційний університет, Слав’янський коледж, Слав’янськ, Україна

IMPROVEMENTS POWER AGGREGATES CONSTRUCTION ON TRANSPORT

Trofimov I.L., candidate of engineering sciences, National aviation university, Kiev, Ukraine
Suliman O.M., National aviation university, College of Slaviansk, Slaviansk, Ukraine
Gorupa V.V., National aviation university, Kiev, Ukraine
Malyovanaya S.U., National aviation university, College of Slaviansk, Slaviansk, Ukraine

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ НА ТРАНСПОРТЕ

Трофимов И.Л., Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Сулиман А.Н., Национальный авиационный университет, Славянский колледж, Славянск, Украина
Горуша В.В., Национальный авиационный университет, Киев, Украина
Малёвана С.Ю., Национальный авиационный университет, Славянский колледж, Славянск, Украина

Introduction

There is a big variety of accumulators of power in engineering. Mechanical include spring, rubber, pneumatic, pneumatic- and spring- hydraulically accumulators, power accumulators as the lifted cargo, and at last, flywheel or inertial accumulators. Also exist thermal accumulators, accumulating huge power in a unit of mass, and allocating it as thermal. Each of them is good in its own way and has its area of use. The actual task is development and uses for a drive of working body combined accumulators of power and power assemblies in modern machines [1].

Statement of problem

The inertia of rotation showing the most brightly in work of flywheels, it very widely used in engineering in particular in hydraulic drive of self-propelled machines and their equipment which work by live load. Reserved in flywheel the power by a little loads of working member then realize by higher loads. Hydrostatic transmission of machine allows to carry out charging inertial accumulators when driving downhill and then to use reserved energy at movement on horizontal way or on rise. It is difficult to name the machine which hasn't flywheel or similar detail – a massive pulley, a toothed wheel, a friction. The accumulation ability of flywheels is one thousand times larger then electrostatic, electrodynamics and electrochemical accumulators. But, when required to accumulate some of power and excrete it as electrical then named above electric accumulators are able to turn out more effective. By this the flywheels high-power generators are much more effective, than the battery of condensers or throttles of the same capacity. In particular one of the perspective method of uninterrupted submission, transformation and preservation of any kind of energy is development of new power-plants which on design and by principle of work would spent energy carriers as small as possible would kept autonomy in work, would be ecologically safe without service [2].

The purpose of the work is development of inertial model, flywheel generator for creation and simultaneously accumulations power for hydrostatic drive of machines used in engineering practice.

Analysis means of energy accumulation

From mechanical accumulators as engines can be used practically all, but with different efficiency. Spring accumulators are widely applied as clock engines, toys, various devices for giving beginning pulse of movement flywheel. Spring engines accumulate small amount of power in mass unit, in thousand times it is less than flywheels from the same material. The same parameters have also spring-hydraulic accumulators, with that difference, that the energy which has been saved up in spring, is allocated with pressure of working liquid. In this case the work is made by hydraulic engine of this or that type. Electrochemical, pneumatic,

pneumatic hydraulic and flywheel accumulators for today are actively applied as engines of machines. The general feature which characteristic for accumulators of these three types is high specific power consumption. Useful energy which has been saved up by these accumulators - hundred thousand joules of energy in kg mass of accumulator. In order to use it as mechanical the electrochemical and pneumatic accumulators or just balloon with compressed gas is necessary to have electric or pneumatic (hydraulic) engine [5].

Usually any engine is not necessary in any engine for flywheel the allocation of energy occurs by shaft rotation of flywheel. The unconditional advantage of flywheel accumulator or engine on its basis is in it. The assignment of flywheel is a bit another in so-called shock action machines where inertia is used for product of mechanical work: in various splitting up and metal cutting assemblies, rolling mills, presses, scissors. During of working course such machines the flywheel take place power slowing down, the dispersal is made by the special engine smoothly, in piston machines all occurs is contrary. In these two cases inertia of flywheel make possible work of the machine - the kinetic energy which has been saved up at dispersal, is used at slowing down.

When it is said about terms of preservation (conservation) of power there are pneumatic accumulators on the foreground pneumatic accumulators act and it is possible to keep the energy of the compressed gas for many years. Electrochemical accumulators concede here to them and flywheels in spite of the fact that laboratory samples allowed the storage of energy for week and months, have to recede on the third plan. But by consideration of such parameter as specific capacity the flywheels again come out on the top with a huge stock. There is no engine or accumulator, capable to develop so big capacities as a flywheel. The capacity developing by a flywheel, is practically boundless and it is limited only by opportunities of transmission. The second place belongs to pneumoaccumulators here, the third - to electrochemical accumulators having, as it is known, not high specific capacity. Analogy to duration charging, dependent on specific capacity of accumulator. Modern flywheel engine has the best parameters on reliability, durability, efficiency and influence of temperatures [9].

The most important ability of that or either engine or accumulator is to recuperate machine's energy. Here the first place belongs to flywheel though the pneumatic and electromechanical accumulators also are capable to recuperate the power. In accumulators of all three types there are big prospects of growth of useful parameters and in the first place of specific power consumption. The greatest prospects as it is marked above, have flywheels. It is tied in the first place with creation of super flywheels from over-tenacity threadlike materials.

Good prospects of growth of power consumption have the electrochemical accumulators too which have enough high parameters. Prospects of pneumatic accumulators are more modest and they depend basically on creation of over-tenacity and light cylinders from the same threadlike materials.

The approximate data on power consumption of some accumulators with use of materials of D.V. Rabenhorsta are resulted on Fig/ 1 [10].

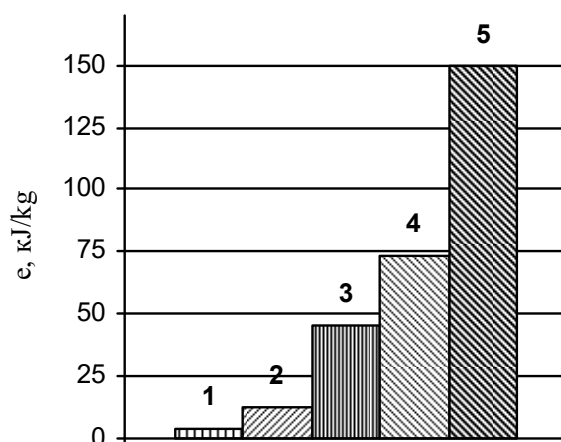


Figure 1 – Power consumption of some accumulators of energy
 1 – steel shroud; 2 – acid accumulator; 3 – super flywheel from modern materials;
 4 – sodium-air accumulator; 5 – perspective super flywheel

These data unequivocally testify to high perspectivity of flywheels engines. And it is doubtless, that many machines of already near future will be led simple, reliable, economic and not polluting of environment - flywheel engine.

The subject of the given research is establishments of appropriateness of interaction of mobile weight with flywheels of the device.

Statement of basis material of research

Taking into account a complexity of proceeding processes and physical objects interactions and also the stated task having been worked out the model of experimental installation which can be named "satum flywheel generator of gravitational action – SFGGA". Given power aggregate uses the energy of gravitational power field as a primary pulse for the beginning of work as well as any other mechanical accumulator of power [3], [4]. The principle of the device's model consist on the basis of fundamental laws of physics (dynamics) – constantly change of energy's density of the power carrier (mass) due to change of speed and direction of movement at its interaction with flywheels without breaking gravitation's laws. It is known, that the mass is equivalent to energy. One kg of weight is approximately equal $8,98755 \cdot 10^{16}$ J of energy [8]. Therefore mass is named – the power carrier.

This device will be working within the action of gravitational field.

Let's consider the bases of method of force calculation and the constructive scheme of model power generator.

Research the scheme of forces which operate on elements of design Fig 2 [5], [6].

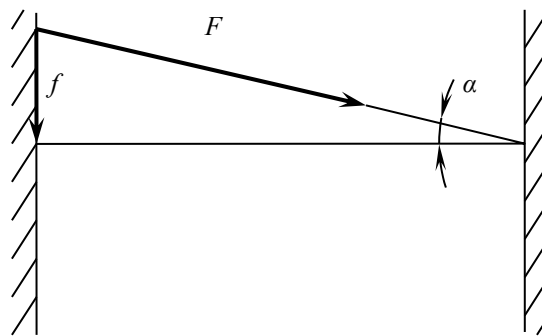


Figure 2 – Scheme of working forces

Calculation is spent basis on formulas:

$$mg = f \quad (1)$$

$$\frac{mg}{F} = \sin \alpha \quad (2)$$

$$f = F \sin \alpha \quad (3)$$

$$F = \frac{f}{\sin \alpha} = \frac{mg}{\sin \alpha} \quad (4)$$

where F – force; α – a corner between force and the force of gravitation; f – gravitation force of the earth; m – mass of flywheels; g – acceleration of free drop.

Results of calculations it is brought in Table 1.

Table 1 – Force calculation of flywheel

α , degrees	$\sin \alpha$	F	α , degrees	$\sin \alpha$	F	α , degrees	$\sin \alpha$	F
30	0,5000	1,50	9	0,1564	4,80	3'	0,0008	938,00
29	0,4848	1,55	8	0,1392	5,39	2'	0,0005	1500,0
28	0,4695	1,60	7	0,1219	6,50	1'=60"	0,0002	3750,0
27	0,4540	1,65	6	0,1045	7,18			
26	0,4384	1,73	5	0,0872	8,6	50"	0,0001667	4499
25	0,4220	1,78	4	0,0698	10,74	40"	0,0001334	5622
24	0,4067	1,80	3	0,0523	14,34	30"	0,0001001	7492
23	0,3907	1,92	2	0,0349	21,49	20"	0,000068	11029
22	0,3746	2,00	1-60'	0,0175	42,86	10"	0,0000335	22388
21	0,3584	2,09				9"	0,00003015	24917
20	0,3420	2,19	50'	0,0145	51,70	8"	0,0000268	27985
19	0,3256	2,30	40'	0,0116	64,66	7"	0,00002345	32051
18	0,3090	2,43	30'	0,0087	86,20	6"	0,0000201	37313
17	0,2929	2,56	20'	0,0058	129,30	5"	0,00001675	44910
16	0,2756	2,72	10'	0,0029	258,60	4"	0,0000134	55970
15	0,2888	2,90	9'	0,0026	283,50	3"	0,0000105	71428
14	0,2419	3,10	8'	0,0023	326,10	2"	0,0000067	111940
13	0,2250	3,33	7'	0,0020	375,00	1"	0,0000035	214285
12	0,2079	3,60	6'	0,0017	441,00			
11	0,1908	3,93	5'	0,0014	536,00			
10	0,1736	4,32	4'	0,0011	682,00			

In accordance to values in Table 1 we build the diagram of the force's dependence from the angle of position of the stem concerning the top position, a point 0, Fig 3. The stem from starting position (t.0), moves to point 8, downwards (Fig 4). When calculating the constructional scheme of the model the coordinates of passage floating mass from 0 - 8 we design using, formulas:

$$a_n = a_1 + d(n-1), \text{ mm} \quad (5)$$

$$S_n = \frac{a_1 + a_n}{2} n, \text{ mm} \quad (6)$$

where $a_1=d=1,16667$ mm; $n = 8$ – quantity of center points of bow; S_n – responsible to diameter of circle of rotation mass; a_n – center of bow of path of movement mass [5].

Analyzing the diagram of dependence ranges we draw a conclusion that the mechanical force from mass depends on the angle of position of the stem. In accordance to the constructive scheme, Fig 4, the minimal value of force will be in a point 0, and maximal in a point 8. Therefore, the construction of power aggregate provides lags of the stem in a point 8 as it is possible longer at rotation of flywheels that responses to the maximal value of density of power bearer in volume of space. Simultaneously the length of the web will be the greatest too.

And as consequence the values of work also will be maximal. When working the pattern its details carry out complicated motion: the flywheels gyration around their axis and cam shaft with the stem oscillate in horizontal from the centre and back between two flywheels constantly operating on them with the certain force. It is stipulated by the construction when rotation the flywheels takes place compulsory own substitution of web under the action of mass. And the force which operates on flywheels is much more the force of frictional resistance.

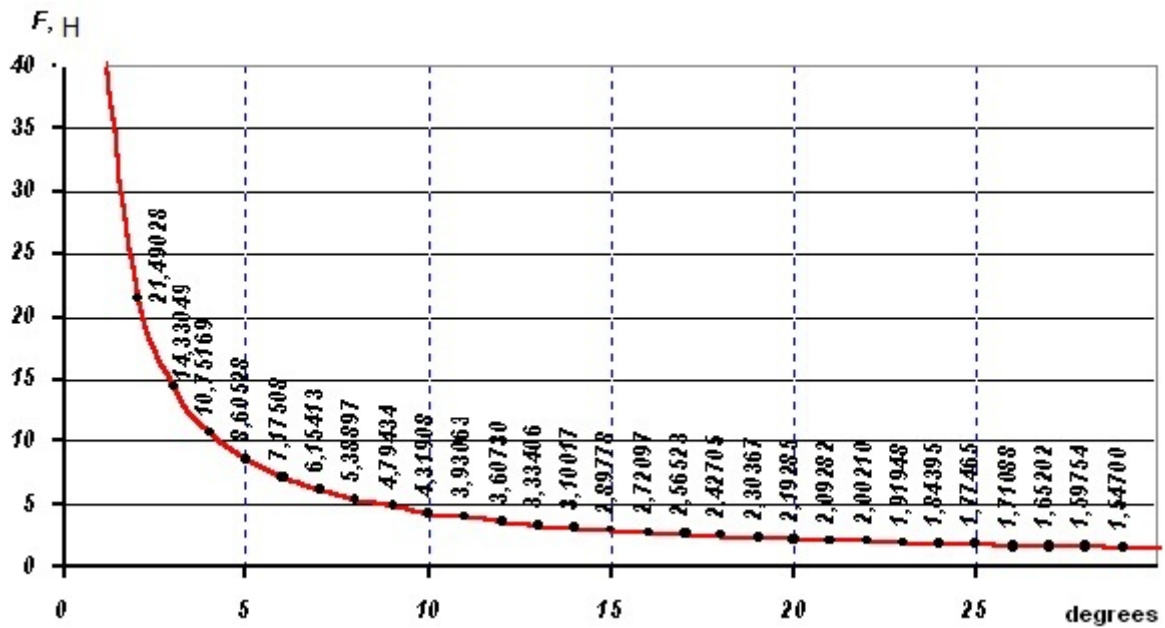


Figure 3 – Diagram of dependence of force from the angle position of the stem

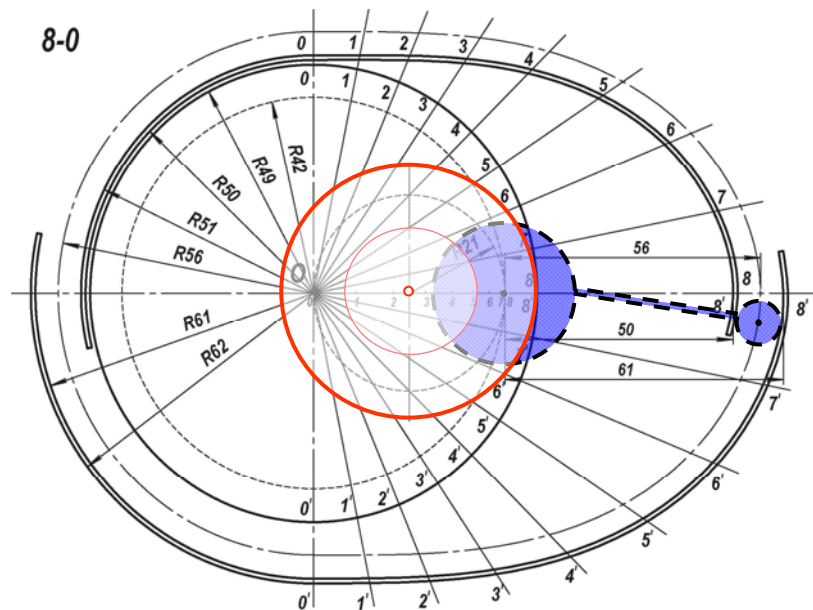


Figure 4 – The constructive scheme of the model of flywheel generator

After calculations, elaboration of drawing and making of details it is created the physical model of the device (Fig 5).

While working the flywheel generator of gravitational action (as a group of interaction physical objects) occurs constantly change of objects motion (speed and direction), therefore takes place constantly change of power's closeness. This idea is the base of working up the flywheel generator of power gravitational action which in its turn capable and to accumulate the power too [7].

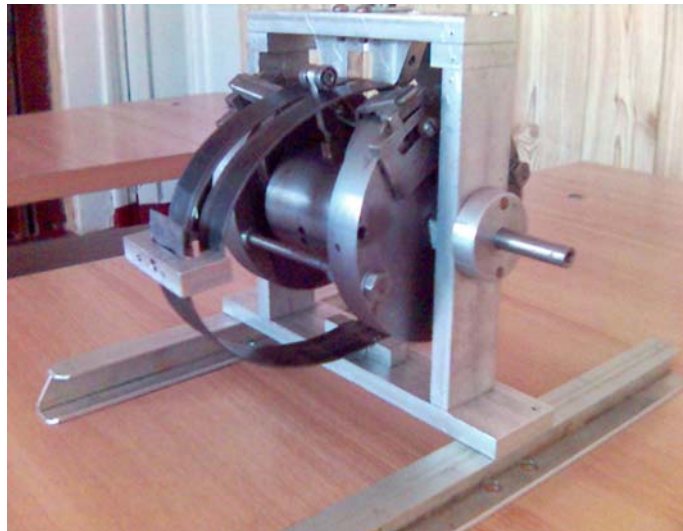


Figure 5 – View of model flywheel generator gravitational action

Conclusions

On the basis of observations, accumulation, comparison of analysis of real factors of an environment and various information sources the force calculation has been carried out the pattern of flywheel generator of gravitational action has been worked up and has been stated main principles of interaction energy of mass with flywheels in the gravitational field. The developed model of flywheel engine is not closed there may be continuous movement and processes in it in which energy constantly revives and accumulate. If energy revives without additional expenses we will receive the necessary generator and accumulator of power. The flywheel generator of energy of gravitational action converts power in that, which it is necessary for us at present moment in the present case.

It is clearly that similar power sources don't solution up to the end all problems of power engineering, but show one of ways of stable get of power without fuel expended as a matter of fact the floating mass is power-bearer. The advantage of flywheel generator is opportunity of constant perfection and accessible construction to realization, the independence from area of use receipt and opportunity of accumulation practically including hydraulic power.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Akosta V., Kovan V., Gram B., Bases of modern physics. – Moscow, Prosveshenie, 2001. – 251 p.
2. Прохоров А.М. Физическая энциклопедия. – М.: Большая Российская энциклопедия. Т4. Резонансное излучение. – 1994. – с. 313.
3. Бабанов И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1998. – 245 с.
4. Ландау Л.Д., Лившиц В.М. Теоретическая физика. Теория поля. – М.: Наука, 1988. – 189 с.
5. Кравец И.А. Управляемый синтез энергии. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 234 с.
6. Кравец И.А. Сатурная энергия – это энергия из энергий // Проблемы техники. – 2002. – №3. – с. 39-52.
7. Шаблюковский В. Вечный двигатель Джона Кили // Волонтёр. – №2, 2005, – с. 4-12.
8. Равдель А.А., Пономарёва А.Г. Краткий справочник физико – химических величин. – Санкт-Петербург.: Химия. – 1993. – с. 47.
9. Гулия Н.В. Маховичные двигатели. – М.: «Транспорт». – 2002. – 148 с.
10. Саликеева С. Н., Галеева Ф. Т. Обзор методов получения альтернативной энергии // Вестник Казан. технолог.ун-та 2012. – № 8., том 15. – с. 57-59.

REFERENCES

1. Akosta V., Kovan V., Gram B., Bases of modern physics. – Moscow, Prosveshenie, 2001. – 251p.
2. Prohorov A.M., Physical encyclopedia. – Moscow, Big Russian Encyclopedia.V4. Resonant radiation. – 1994. – p. 313.
3. Banov I.M., Theory of fluctuation. – Moscow, Science, 1998. – p. 245.

4. Landau L.D., Livshits V.M., Theoretical physics. Theory of field. Moscow, Science, 1988. – p. 189.
5. Kravets I.A., Controlled synthesis of energy. Kharkov, 2001. – 234p.
6. Kravets I.A., Satum energy is energy from energy. Problems of technique, 2002, – №3. – p. 39-52.
7. Shabliovskiy V., John Kili's perpetual mobile. The Volunteer. – №2, 2005, – p. 4-12.
8. Radvel A.A., Ponamoreva A.G., Brief directory of physical-chemical values. S-P, Chemical, 1993. – p. 47.
9. Gulia N.V. Flywheels engines. – Moscow, Transport, 2002. – 148 p.
10. Salikeeva S. N., Galeeva F. T. The review of the methods in order to receive of alternative energy// Bulletin.Kazan.technolog.University 2012 - № 8., volume15ю – p. 57-59.

РЕФЕРАТ

Трофімов І.Л. Удосконалення конструкції енергетичних агрегатів на транспорті / І.Л. Трофімов, О.М. Суліман, В.В. Горупа, С.Ю. Мальована // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У цій статті обговорюється проблема створення і використання механічних акумуляторів енергії, а також приводиться модель інерційного генератора створення і акумуляції енергії для гідростатичного приводу машин використовуваних в інженерній практиці. Проведений аналіз засобів акумуляції енергії. Проаналізована проблема використання механічних акумуляторів маховикового типу. Встановлено, що основні переваги маховикових генераторів – виділення енергії шляхом обертання валу самого ж маховика, а також досить високі показники з надійності, довговічності, ККД, впливу дії температур порівняно з електрохімічними, пневматичними і пневмогідравлічними акумуляторами енергії. Також маховику належить першість відносно рекуперації енергії машини і великі перспективи зростання питомої енергоємності. У цій роботі основним предметом дослідження було встановлення закономірності взаємодії рухливої маси з маховиками пристрою. Був обґрунтований і проведений силовий розрахунок махогенератора. На підставі розрахунків розроблено детальні креслення і сконструйована фізична модель махогенератора гравітаційної дії. Даний енергоагрегат використовує енергію гравітаційного силового поля, як первинний імпульс для початку роботи, а так само будь-якого іншого механічного акумулятора енергії. Розроблена модель маховикового двигуна не є замкнутою, в ній можливі безперервні рух і процеси, в якому постійно відроджується і акумулюється енергія. Подібні енергетичні джерела не вирішують до кінця всіх проблем енергетики, але показують один із шляхів стабільного отримання енергії без витрати палива, оскільки по суті рухлива маса є енергоносієм. Результати досліджень можуть бути застосовані в машинобудуванні і транспортній галузі, зокрема, при створенні екологічного наземного транспорту. Ця робота буде цікава експертам енергетики, а також екологам і хімотологам в області створення і раціонального використання альтернативних джерел енергії.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕНЕРГІЯ, АКУМУЛЯТОР, ЕНЕРГОГЕНЕРАТОР, ГРАВІТАЦІЯ, МАСА, САТУМНА ЕНЕРГІЯ, МАХОВИК.

ABSTRACT

Trofimov I.L., Suliman O.M., Gorupa V.V., Malyovanaya S.U. Improvements power aggregates construction on transport. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

This article discusses the problem of creating and using mechanical energy accumulators, as well as a model of the inertial generator for creating and accumulating energy for hydrostatic drive of machines used in engineering practice. The analysis means of accumulation energy is carried out. The problem of using mechanical flywheel batteries is analyzed. It has been established that the main advantages of flywheel generators are energy release by rotating the shaft of the flywheel itself, as well as rather high indicators of reliability, durability, efficiency, the influence of temperature effects in comparison with electrochemical, pneumatic and pneumohydraulic energy accumulators. Also, the flywheel belongs to the priority regarding the recuperation of the energy the machine and the great prospects for the growth of the specific energy intensity. In this work, the main subject of the study was to establish the regularity of the interaction of the mobile mass with the flywheels of the device. The power calculation of the generator was justified and

conducted. On the basis of calculations, detailed drawings have been developed and a physical model of the gravity generator has been designed. This power unit uses the energy of the gravitational force field, as the primary impulse to start work, as well as any other mechanical energy accumulator. The developed model of the flywheel engine is not closed, it can be continuous motion and processes, in which the energy is constantly reviving and accumulating. Such energy sources do not solve up to the end of all energy problems, but they show one of the ways of stable energy production without fuel consumption, since in essence the mobile mass is an energy carrier. The results of the research can be applied in engineering and transport industries, in particular, in the development of environmental land transport. This work will be of interest to energy experts, as well as environmentalists and chemotheologists in the field of creation and rational use of alternative energy sources.

KEY WORDS: POWER, ACCUMULATOR, POWER GENERATOR, GRAVITATION, MASS, SATUM POWER, FLYWHEEL.

РЕФЕРАТ

Трофимов И.Л. Усовершенствования конструкции энергетических агрегатов на транспорте / И.Л. Трофимов, А.Н. Сулиман, В.В. Горупа, С.Ю. Малёвана // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В этой статье обсуждается проблема создания и использования механических аккумуляторов энергии, а также приводится модель инерционного генератора создания и аккумуляции энергии для гидростатического привода машин используемых в инженерной практике. Проведён анализ средств аккумуляции энергии. Проанализирована проблема использования механических аккумуляторов маховичного типа. Установлено, что основные преимущества маховичных генераторов – выделение энергии путем вращения вала самого же маховика, а также довольно высокие показатели по надежности, долговечности, КПД, влиянию воздействия температур в сравнении с электрохимическими, пневматическими и пневмогидравлическими аккумуляторами энергии. Также маховику принадлежит первенство относительно рекуперации энергии машины и большие перспективы роста удельной энергоёмкости. В этой работе основным предметом исследования было установления закономерности взаимодействия подвижной массы с маховиками устройства. Был обоснован и проведен силовой расчет махогенератора. На основании расчетов разработано детальные чертежи и сконструирована физическая модель махогенератора гравитационного действия. Данный энергоагрегат использует энергию гравитационного силового поля, как первичный импульс для начала работы, а так же любого другого механического аккумулятора энергии. Разработанная модель маховичного двигателя не является замкнутой, в ней возможны непрерывные движение и процессы, в котором постоянно возрождается и аккумулируется энергия. Подобные энергетические источники не решают до конца всех проблем энергетики, но показывают один из путей стабильного получения энергии без затраты топлива, поскольку по сути подвижная масса есть энергоносителем. Результаты исследований могут быть применены в машиностроении и транспортной отрасли, в частности, при создании экологического наземного транспорта. Эта работа будет интересна экспертам энергетикам, а также экологам и химмотологам в области создания и рационального использования альтернативных источников энергии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭНЕРГИЯ, АККУМУЛЯТОР, ЭНЕРГОГЕНЕРАТОР, ГРАВИТАЦИЯ, МАССА, САТУМНАЯ ЭНЕРГИЯ, МАХОВИК.

АВТОРИ:

Трофімов Ігор Леонідович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології Національного авіаційного університету, E-mail: troffi@ukr.net, ID ORCID: 0000-0001-5539-1166, SPIN-код автора: 8051-5281, контактний тел.: (097)238-28-89, Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Суліман Олексій Миколайович – завідувач відділення «Авіаційних і економічних спеціальностей», викладач – методист, старший викладач Відокремленого структурного підрозділу Національного авіаційного університету Слов'янський коледж Національного авіаційного університету, E-mail: san.ttoa@mail.ru, контактний тел.: +38 (098)01-02-085, +38 0502131349, Україна, 84100, м. Слов'янськ, вул. К.Маркса, 27.

Горупа Василь Васильович – старший викладач кафедри біотехнологій Національного авіаційного університету, E-mail: vasilichus@yandex.ru, контактний тел.: +38(050)133-77-26, Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Мальована Світлана Юріївна – викладач іноземної мови І категорії Відокремленого структурного підрозділу Національного авіаційного університету Слов'янський коледж Національного авіаційного університету, контактний тел.: +380508884108, Україна, 84100, м. Слов'янськ, вул. К.Маркса, 27.

AUTHORS:

Trofimov Igor L., candidate of engineering sciences, associate professor, associate professor Department of ecology National aviation university, e-mail: troffi@ukr.net, ID ORCID: 0000-0001-5539-1166, SPIN-cod: 8051-5281, Ukraine, 03680, Kyiv, Kosmonavta Komarova ave.1.

Suliman Aleksey N., head of “Aviation and Economical specialties” department, Teacher-methodologist, senior teacher of Separated Structural Subdivision of National Aviation University Slavyansk College of National Aviation University, E-mail: san.ttoa@mail.ru, Contact tel.: +38 (098)01-02-085, +38 0502131349, Ukraine, 84100, Slavyansk, Karla Marksa street 27.

Gorupa Vasily V., senior teacher Department of Biotechnology National aviation university, E-mail: vasilichus@yandex.ru, Contact tel.: +38(050)133-77-26, Ukraine, 03680, Kyiv, Kosmonavta Komarova ave.1.

Malevanaya Svetlana Yurievna, the first category foreign language teacher of Separated Structural Subdivision of National Aviation University Slavyansk College of National Aviation University, Contact tel.: +380508884108, Ukraine, 84100, Slavyansk, Karla Marksa street 27

АВТОРЫ:

Трофимов Игорь Леонидович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экологии Национального авиационного университета, E-mail: troffi@ukr.net, ID ORCID: 0000-0001-5539-1166, SPIN-код автора: 8051-5281, контактний тел.: (097)238-28-89, Україна, 03680, Київ, просп. Комарова, 1.

Сулиман Алексей Николаевич, заведующий отделением «Авиационных и экономических специальностей», преподаватель-методист, старший преподаватель Отдельного структурного подразделения Национального авиационного университета Славянский колледж Национального авиационного университета, E-mail: san.ttoa@mail.ru, контактний тел.: +38 (098)01-02-085, +38 0502131349, Україна, 84100, г. Славянск, ул. К.Маркса, 27.

Горупа Василий Василиевич, старший преподаватель кафедры биотехнологий Национального авиационного университета, E-mail: vasilichus@yandex.ru, контактний тел.: +38(050)133-77-26, Україна, 03680, Киев, просп. Комарова, 1.

Малеваная Светлана Юрьевна, преподаватель иностранного языка I категории Отдельного структурного подразделения Национального авиационного университета Славянский колледж Национального авиационного университета, контактний тел.: +380508884108, Україна, 84100, г. Славянск, ул. К.Маркса, 27.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Зайченко С.В., доктор технічних наук, доцент, професор кафедри енергоменеджменту НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна.

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

REVIEWERS:

Zaychenko S.V., PhD, Associate Professor, Professor of Department of energyaudit NTUU “KPI Sikorskiy’s Igor name”, Kyiv, Ukraine

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

УДК 621.355
UDC 621.355

BADANIA POJEMNOŚCI REZERWOWEJ AKUMULATORÓW ROZRUCHOWYCH O RÓŻNYM OKRESIE EKSPLOATACJI

USTRZYCKI Adam, Dr inż., Politechnika rzeszowska, Rzeszów, Polska
KRZEMIŃSKI Artur, Mgr inż., Politechnika rzeszowska, Rzeszów, Polska
SITARZ Justyna, inż., Politechnika rzeszowska, Rzeszów, Polska

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗЕРВНОЇ ЄМНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРІВ З РІЗНИМИ ПЕРІОДАМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

УСТШИЦЬКИЙ Адам, Доктор Інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
КШЕМІНЬСЬКИЙ Артур, Магістр Інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща
СІТАРЖ Юстина, Інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

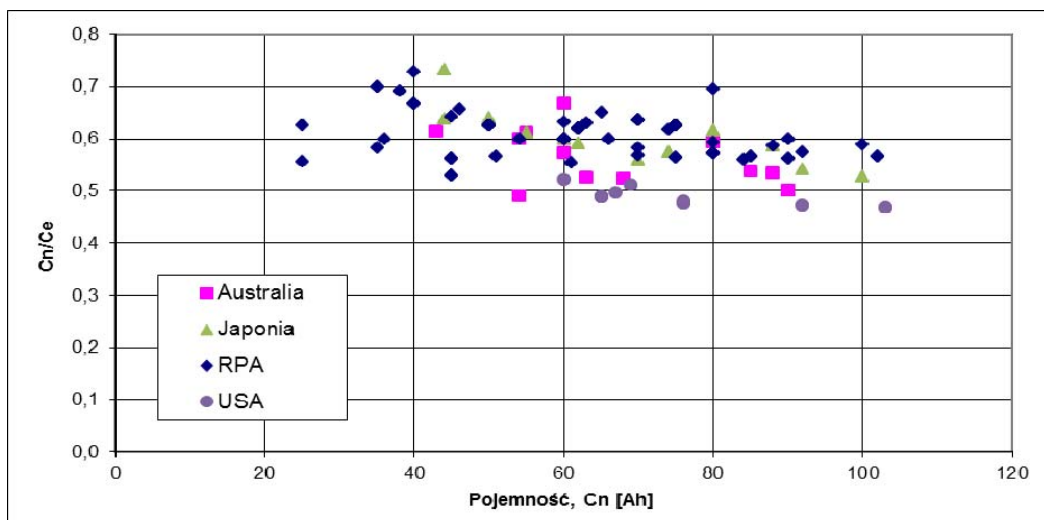
TEST OF RESERVE CAPACITY OF STARTER BATTERIES AFTER VARIOUS EXPLOITATION PERIODS

USTRZYCKI Adam, Phd., Rzeszow University Of Technology, Rzeszow, Poland
KRZEMINSKI Arthur, Msc Eng., Rzeszow University Of Technology, Rzeszow, Poland
SITARZ Justyna, Eng., Rzeszow University Of Technology, Rzeszow, Poland

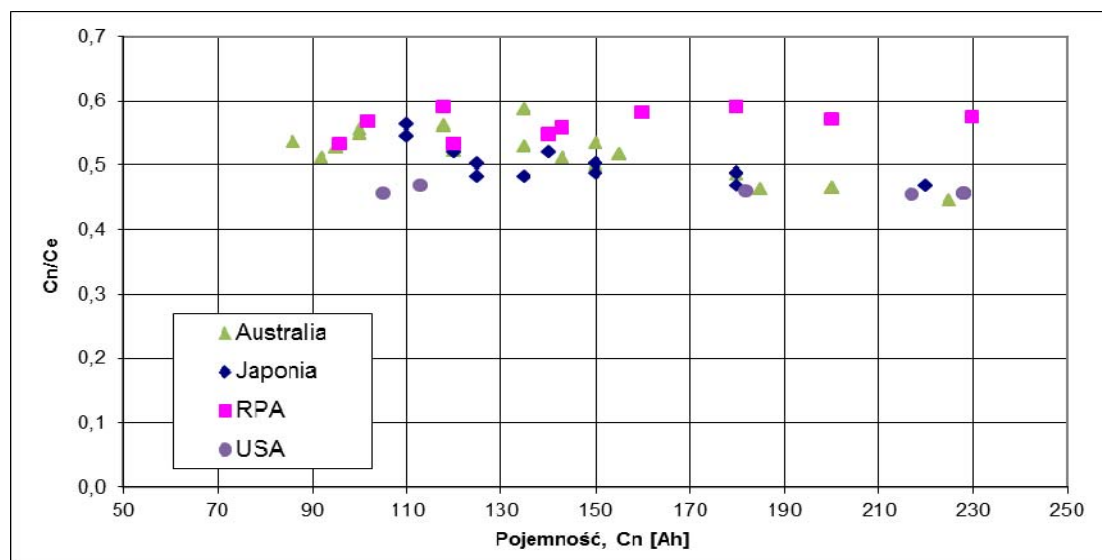
WPROWADZENIE

Akumulatory rozruchowe stosowane w pojazdach samochodowych pełnią istotną rolę nie tylko w czasie rozruchu silnika spalinowego, podczas którego są w typowym rozwiązaniu jedynym źródłem energii, lecz mogą zastąpić podstawowe źródło energii elektrycznej w pojeździe jakim jest alternator w sytuacji, gdy ulegnie on uszkodzeniu. W takiej sytuacji, czas w którym pojazd jest użytkowany zależy przede wszystkim od parametrów i stanu akumulatora rozruchowego, który staje się wówczas podstawowym źródłem energii elektrycznej zasilając w nią różnorodne urządzenia elektryczne pojazdu, jak również od zapotrzebowania tych urządzeń na energię elektryczną. Zapotrzebowanie to można oczywiście ograniczać wyłączając zbędne urządzenia elektryczne, natomiast możliwości akumulatora, jako źródła prądu w dużej mierze będą zależę od jego stanu technicznego.

Czas jazdy z uszkodzonym alternatorem określa w przybliżeniu pojemność rezerwowa, która jest wyrażana w minutach. Dla nowych akumulatorów znamionowe wartości tego parametru podaje producent, jednak na skutek użytkowania akumulatorów wyjściowe wartości tego parametru ulegają zazwyczaj pogorszeniu. Pojemność rezerwowa (C_e) daje jednocześnie pewien obraz stanu akumulatora w odniesieniu do jego rzeczywistej pojemności dwudziestogodzinnej, która jest jednym z podstawowych parametrów akumulatorów rozruchowych. W pracy [2] podano, że pojemność dwudziestogodzinna akumulatora rozruchowego wyrażona w Ah stanowi ok. $0,4 \cdot C_e$. Analiza obecnie produkowanych akumulatorów przez różnych producentów pozwala określić ten współczynnik na poziomie ok. 0,60 dla akumulatorów do samochodów osobowych i ok. 0,55 dla akumulatorów do samochodów użytkowych (rys. 1 i 2).



Rysunek 1 – Stosunek pojemności dwudziestogodzinnej do pojemności rezerwowej C_n/C_e w zależności od pojemności dwudziestogodzinnej C_n dla akumulatorów samochodów osobowych produkowanych w różnych regionach świata (opracowano na podstawie [4, 5, 6, 7])



Rysunek 2 – Stosunek pojemności dwudziestogodzinnej do pojemności rezerwowej C_n/C_e w zależności od pojemności dwudziestogodzinnej C_n dla akumulatorów samochodów użytkowych produkowanych w różnych regionach świata (opracowano na podstawie [4, 5, 6, 7])

W niniejszym artykule podjęto próbę określenia, jak zmienia się wartość pojemności rezerwowej w okresie eksploatacji akumulatorów rozruchowych, celem ustalenia, w jakim stopniu parametr ten ulega degradacji podczas użytkowania akumulatorów w pojeździe samochodowym.

METODYKA BADAŃ I CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA POMIAROWEGO

Pojemność rezerwowa w odróżnieniu od pojemności tzw. dwudziestogodzinnej podawanej na obudowie akumulatora wyrażana jest czasem w minutach, w którym akumulator może być rozładowywany w określonych warunkach. Ponieważ na właściwości akumulatora mają wpływ m.in. takie parametry jego eksploatacji, jak prąd wyładowania czy temperatura elektrolitu, to parametry te podczas badania pojemności rezerwowej muszą być ściśle określone. Według normy warunki te są następujące [3]:

- prąd wyładowania I_w powinien wynosić $25 \text{ A} \pm 1\%$,
- temperatura akumulatora (elektrolitu) powinna wynosić $t_a = 25 \pm 3^\circ\text{C}$,
- napięcie końcowe, do którego należy rozładowywać akumulator podczas określania

pojemności rezerwowej powinno wynosić $1,75 \text{ V/ogniwo}$, co oznacza, że dla akumulatora o napięciu znamionowym wynoszącym 12 V , składającego się z 6 ogniw, wartość ta powinna wynosić $U_k = 10,5 \pm 0,05 \text{ V}$.

W odróżnieniu od pojemności dwudziestogodzinnej akumulatora, która wyrażana jest w amperogodzinach, prąd wyładowania podczas badania pojemności rezerwowej dla typowego akumulatora samochodu osobowego jest kilkakrotnie większy i nie zależy od pojemności. Dla pojemności dwudziestogodzinnej prąd wyładowania wyrażony w amperach wynosi $I_n = C_n/20$, natomiast temperatura i napięcie końcowe są takie same jak w przypadku określania pojemności rezerwowej [3].

Przed badaniem pojemności rezerwowej akumulator powinien być naładowany. W zależności od typu akumulatora ładowanie należy przeprowadzić w określony sposób. Akumulatory otwarte ładuje się przez 24 h przy napięciu $16 \text{ V} \pm 0,10 \text{ V}$ maksymalnym prądem ograniczonym do $5 \cdot I_n$, gdzie I_n oznacza wartość prądu znamionowego (dwudziestogodzinnego). Temperatura powinna być utrzymywana w zakresie $25^\circ\text{C} \div 30^\circ\text{C}$. Jeżeli temperatura akumulatora przekroczy dopuszczalną wartość należy zastosować kąpiel wodną jako chłodziwo. Akumulatory z zaworem należy ładować przez 20 h przy stałym napięciu o wartości $14,4 \text{ V} \pm 0,01 \text{ V}$ maksymalnym prądem ograniczonym do $5 \cdot I_n$ a następnie prądem o wartości $0,5 \cdot I_n$ przez okres 4 h. Temperatura akumulatora powinna być utrzymywana podobnie jak dla akumulatorów otwartych w zakresie $25^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$.

Gdy upłynie 1 h - 5 h od momentu zakończenia ładowania, akumulator wyładowuje się prądem o wartości I_w , do czasu, aż napięcie na zaciskach akumulatora spadnie do $10,5 \text{ V} \pm 0,05 \text{ V}$. Podczas badania należy zmierzyć czas trwania wyładowania. Badana pojemność rezerwowa C_r równa jest wartości zmierzonego czasu wyładowania t w minutach.

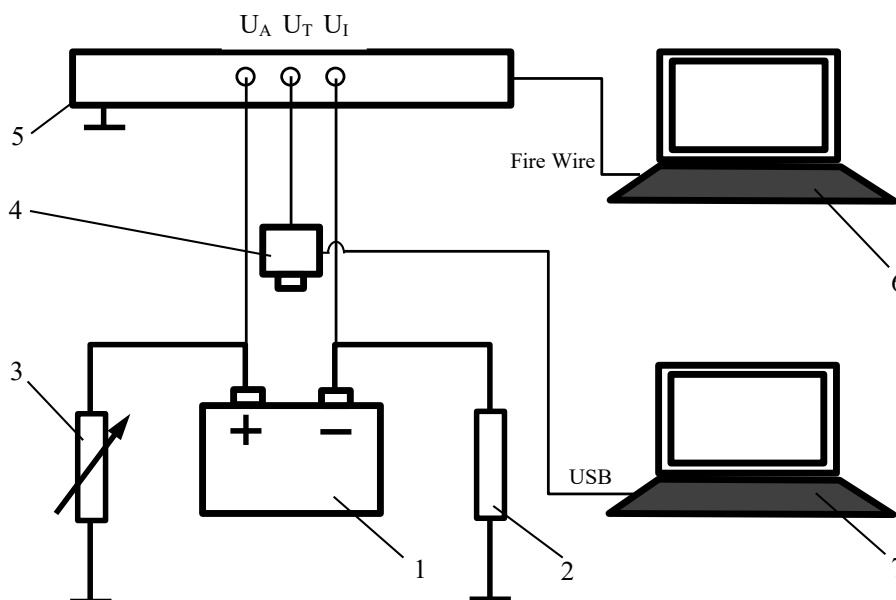
Podczas badania pojemności rezerwowej, powinno się umieścić badany akumulator w kąpielii wodnej, o temperaturze t_a . Jeżeli, badanych akumulatorów jest więcej, powinny one być od siebie oddalone o 25 mm, a ich górna płaszczyzna powinna znajdować się około 15 - 25 mm nad poziomem wody.

Badane akumulatory były akumulatorami rozruchowymi z zaworem, po różnym okresie eksploatacji (tabela 1). Akumulatory badano pojedynczo. Akumulator nr 1 był akumulatorem nowym w tym sensie, że nie był eksploatowany, a jedynie okresowo doładowywany w sklepie. Ze względu na porównawczy charakter badań zrezygnowano z kąpieli wodnej podczas wyładowywania akumulatorów, a temperaturę akumulatorów utrzymywano na założonym poziomie za pomocą naturalnego chłodzenia przez otaczające powietrze. Każdy akumulator przed badaniem poddawano ładowaniu za pomocą urządzenia do ładowania akumulatorów typu MSW 12-25 firmy Semi Elektronik.

Tabela 1 – Podstawowe parametry badanych akumulatorów

Parametr	Akumulator 1	Akumulator 2	Akumulator 3	Akumulator 4
Czas eksploatacji	nowy	2 lata	3 lata	4 lata
Rodzaj	Akumulator rozruchowy z zaworem			
Napięcie	12 V			
Pojemność	62 Ah			
Prąd rozruchu	520 A			
Pojemność rezerwowa	100 min			
Wymiary	242 x 175 x 175 (dł. / szer. / wys.)			
Położenie biegunów	Prawy +			

Do obciążenia akumulatorów wykorzystano zestaw 3 żarówek typu H4 z połączonymi żarnikami oraz opornicę, za pomocą której regulowano wartość prądu wyładowania akumulatora utrzymując ją na założonym poziomie. Pomiar prądu wyładowania realizowany był poprzez pomiar spadku napięcia na oporniku wzorcowym. Pomiar temperatury elektrolitu akumulatora w środkowym ogniwie, ze względu na brak bezpośredniego dostępu do elektrolitu, realizowany był za pomocą kamery termowizyjnej typu OPTPI16023T900 współpracującej z oprogramowaniem PIconect firmy Optris. Kamera umożliwiała poza obrazowaniem rozkładu temperatur na ekranie monitora, także generowanie sygnału napięciowego proporcjonalnego do mierzonej temperatury w zakresie o 0 do 10 V.



Rysunek 3 – Schemat układu pomiarowego: 1 – akumulator, 2 – opornik wzorcowy do pomiaru natężenia prądu, 3 – układ obciążający z opornicą, 4 – kamera termowizyjna, 5 – system akwizycji danych, 6 – komputer rejestrujący dane, 7 – komputer sterujący pracą kamery termowizyjnej, U_A – napięcie na zaciskach akumulatora, U_T – sygnał napięciowy proporcjonalny do temperatury akumulatora, U_I – sygnał napięciowy proporcjonalny do prądu wyładowania akumulatora

Do rejestracji sygnałów zastosowano zestaw pomiarowy do akwizycji danych typu Indimodul 621 firmy AVL. Ze względu na ograniczony zakres napięcia wejściowego, który wynosi dla tego urządzenia 10 V, pomiar napięcia na akumulatorze realizowany była za pomocą dzielnika napięcia. Sygnały rejestrowane były z krokiem czasowym wynoszącym 1 s. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 3.

Akumulator nr 1 był poddany badaniom dwukrotnie celem określenia powtarzalności pomiarów. Różnica w czasie rozładowywania tego akumulatora do napięcia końcowego wyniosła w tych dwóch próbach 98 s, co daje błąd rzędu 1,78 %. Biorąc pod uwagę dużą liczbę czynników mających w pływ na wartość czasu rozładowania należy uznać tą wartość jako akceptowalną. Średnia wartość pojemności rezerwowej dla tego akumulatora wyniosła 92 min. Na podstawie tego badania uznano, że metodyka jest poprawna i badania pozostałych akumulatorów prowadzono w pojedynczych próbach, ze względu na stosunkowo długi czas pomiaru.

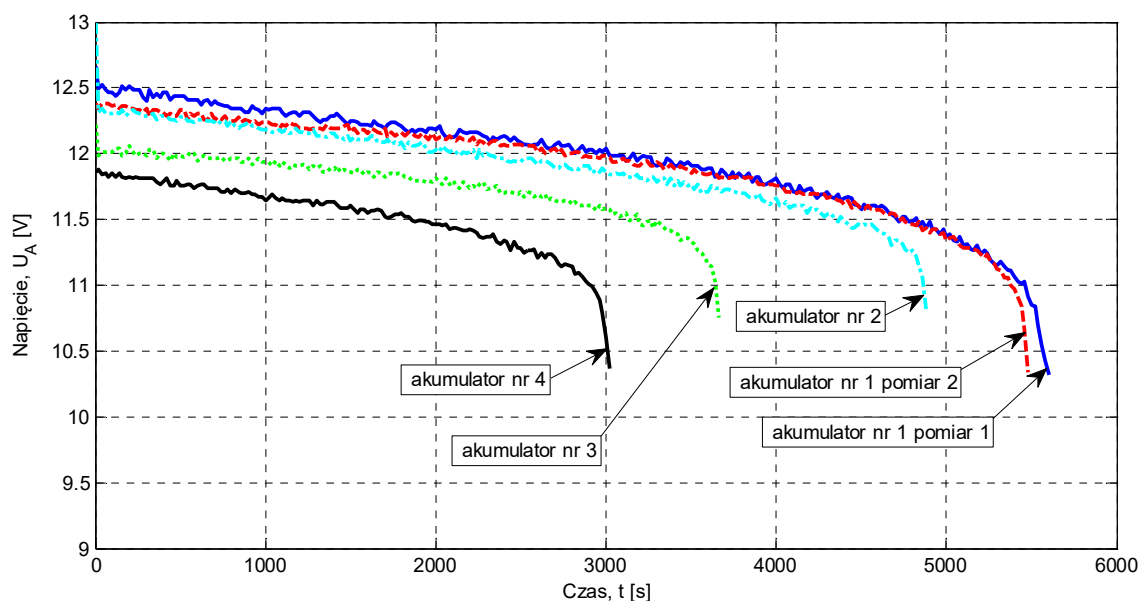
ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Na rys. 4 – 6 przedstawiono wyniki uzyskane podczas pomiarów. Rys. 4 przedstawia przebieg napięcia na zaciskach badanych akumulatorów. Na podstawie tych przebiegów określono czas rozładowania akumulatora i pojemność rezerwową (tabela 2).

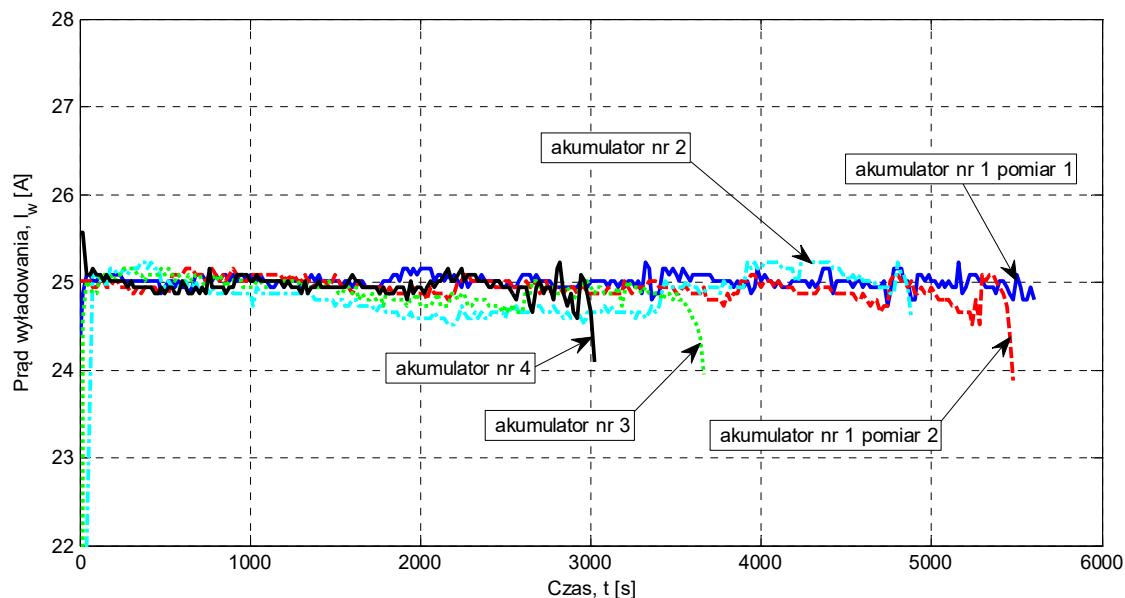
Tabela 2 – Wyniki przeprowadzonych badań pojemności rezerwowej akumulatorów rozruchowych

Badany akumulator	Akumulator nr 1	Akumulator nr 2	Akumulator nr 3	Akumulator nr 4
Czas rozładowania, t [s]	5568 5470	4896	3666	3010
Pojemność rezerwowa, Ce [min]	92	82	61	50

W trakcie badań, ponieważ wraz z upływem czasu zmniejszało się napięcie na zaciskach badanych akumulatorów, wartość prądu wyładowania I_w była doregulowywana za pomocą opornicy, celem utrzymania go na poziomie 25 A. Na rys. 5 przedstawiono zmiany prądu wyładowania podczas badania pojemności rezerwowej dla badanych akumulatorów. Jak widać w końcowej fazie pomiarów, ze względu na szybki spadek napięcia, możliwość utrzymania prądu na założonym poziomie była ograniczona, co szczególnie jest zauważalne dla akumulatorów już eksploatowanych.

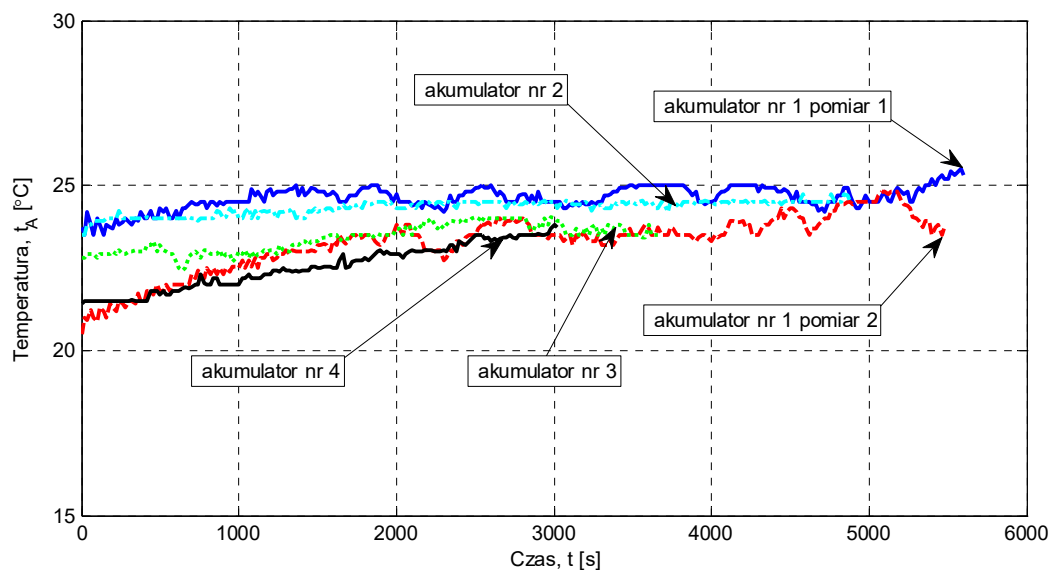


Rysunek 4 – Przebieg zmian napięcia na zaciskach akumulatora U_A dla badanych akumulatorów podczas badania pojemności rezerwowej



Rysunek 5 – Przebieg zmian prądu wyładowania I_w dla badanych akumulatorów podczas badania pojemności rezerwowej

Należy tu zauważyć, że utrzymanie narzuconej przez normę tolerancji nie było możliwe przy wykorzystaniu regulacji ręcznej za pomocą opornicy, szczególnie w końcowej fazie badań, ze względu na szybki spadek napięcia na akumulatorze. Pomijając początkową fazę, w której regulowano prąd wyładowania i tą fazę końcową zakres zmian prądu wyładowania podczas całego cyklu badawczego nie przekraczał 0,5 A. Zmiany temperatury akumulatorów w trakcie badań przedstawiono na rys. 6.



Rysunek 6 – Przebieg zmian temperatury badanych akumulatorów t_A podczas badania pojemności rezerwowej

Analizując przedstawione wyniki badań pojemności rezerwowej można zauważyć, że nawet akumulator, który nie był eksploatowany nie posiadał znamionowej wartości pojemności rezerwowej. Średnia zmierzona wartość pojemności rezerwowej wyniosła 92 min, co prawdopodobnie pociąga za sobą także obniżenie pojemności dwudziestogodzinnej. Z analizy literatury wynika, że jest to typowe zjawisko w odniesieniu do pojemności dwudziestogodzinnej dla tego typu akumulatorów, gdyż akumulator uzyskuje parametry znamionowe dopiero po kilkunastu poprawnie przeprowadzonych cyklach ładowanie/rozładowanie [1]. Może to także wynikać z powodów opisanych wyżej, że w trakcie przechowywania akumulator jest już eksploatowany w wyniku samoczynnego rozładowania i związanego z tym okresowego ładowania wynikającego z faktu, że akumulatory kwasowo-ołowiowe powinny być przechowywane w stanie pełnego naładowania.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pojemności rezerwowej akumulatorów rozruchowych pozwalają stwierdzić, że parametr ten pogarsza się wraz z czasem eksploatacji akumulatorów. Ponadto, żaden z badanych akumulatorów nie uzyskał znamionowej wartości pojemności rezerwowej podawanej przez producenta. Nawet akumulator, który nie był eksploatowany w typowych warunkach pracy w pojeździe nie posiadał tej wartości, co może być związane z faktem, że akumulatory przechowywane w sklepie podlegają cyklom samoczynnego rozładowania i są okresowo ładowane. W efekcie tego mamy już do czynienia z pewnego typu okresem eksploatacji, przy czym zazwyczaj przeciętny nabywca akumulatora nie jest w stanie określić, ile taki okres przechowywania (eksploatacji) trwał do momentu kupna. W związku z tym oznaczenie daty produkcji byłoby przydatnym parametrem mogącym pomóc w ocenie nabywanego akumulatora.

Im dłuższy jest okres eksploatacji akumulatora, jak wykazały przeprowadzone badania, tym mniejsza jest wartość pojemności rezerwowej, która dla akumulatora eksploatowanego ponad cztery lata osiągnęła jedynie połowę wartości znamionowej. Należy pamiętać przy tym, że na stan akumulatora ma wpływ także sposób eksploatacji.

Biorąc pod uwagę, że pojemność rezerwowa akumulatora jest w pewnym stopniu odzwierciedleniem pojemności dwudziestogodzinnej, pomiar tego parametru może być metodą diagnostyczną oceny stanu technicznego akumulatora ze względu na stosunkowo krótki czas pomiaru w porównaniu z czasem pomiaru pojemności dwudziestogodzinnej.

W celu pełnego wykorzystania pomiaru pojemności rezerwowej do określania przybliżonej pojemności dwudziestogodzinnej akumulatorów rozruchowych należy przeprowadzić badania jak zmienia się wartość stosunku C_n/C_e , czyli pojemności dwudziestogodzinnej do pojemności rezerwowej wraz z okresem eksploatacji akumulatorów.

LITERATURA

1. Czerwiński A.: Akumulatory, baterie, ogniwa. WKiŁ, Warszawa 2012.
2. Fuchs E., Masoum M.: Power Conversion of Renewable Energy Systems. Springer, New York 2011.
3. PN-EN 50342-1: Akumulatory ołowiowe rozruchowe. Wymagania ogólne i metody badań. PKN, Warszawa 2007.
4. <http://www.battery.co.za/products/automotive>.
5. <http://www.centurybatteries.com.au>.
6. <http://kyotojap.com/productguide/batteries>.
7. <http://www.northstarbattery.com/technical-documents>.

STRESZCZENIE

Ustrzycki Adam. Badania pojemności rezerwowej akumulatorów rozruchowych o różnym okresie eksploatacji / Ustrzycki Adam, Krzemiński Artur, Sitarz Justyna // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów pojemności rezerwowej kwasowych akumulatorów rozruchowych charakteryzujących się różnym okresem eksploatacyjnym. Pojemność rezerwowa pozwala oszacować czas jazdy samochodem w typowych warunkach, w przypadku uszkodzenia alternatora. Badania wykonano zgodnie z normą dotyczącą tego typu akumulatorów. Badaniom poddano akumulatory tego samego typu wyprodukowane przez tego samego producenta. Podczas badań mierzono prąd wyładowania, napięcie na zaciskach akumulatora oraz temperaturę akumulatora. W wyniku przeprowadzonych pomiarów określono pojemność rezerwową akumulatorów, która wyraża się czasem w minutach. Pojemność ta wynosiła 92 min dla akumulatora nowego i 50 min dla akumulatora o najdłuższym okresie eksploatacji wynoszącym 4 lata.

РЕФЕРАТ

Устшицькі Адам. Дослідження резервної ємності автомобільних акумуляторів з різними періодами життя / Устшицькі Адам, Кшемінські Артур, Сітаж Юстина // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлено результати вимірів резервної ємності кислотних пускових акумуляторів, що характеризуються різним експлуатаційним періодом. Резерв ємності дозволяє оцінити час їзди в нормальних умовах, у разі виходу з ладу генератора. Випробування проводилися відповідно до стандарту для даного типу акумулятора. Випробовувалися батареї одного і того ж типу, виготовлених

одним і тим же виробником. Під час дослідження вимірювалися струм розряду, напруга на клеммах акумулятора і температура батареї. В результаті вимірювань зазначених батарей, було обчислено резерв ємності. Для нової батареї ця ємність забезпечувала 92 хвилин роботи, а для батареї з найдовшим періодом експлуатації 4 роки – 50 хвилин.

ABSTRACT

Ustrzycki Adam. Test of reserve capacity of starter batteries after various exploitation periods / Ustrzycki Adam, Krzemiński Artur, Sitarz Justyna // Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article presents the results of measurements of reserve capacity of acid starter batteries having various operating period. Reserve capacity allows estimating the time to drive in typical conditions, in case of failure of the alternator. The tests were performed according to the standard for this type of batteries. The testing batteries were of the same type and were produced by the same manufacturer. During the study discharge current, the voltage between the battery terminals and battery temperature were measured. As a result of the measurements the reserve capacity of battery expressed in minutes was calculated. This capacity was 92 minutes for the new battery, and 50 minutes for battery, which operating time was 4 years.

AUTORZY:

USTRZYCKI Adam, dr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

KRZEMIŃSKI Artur, mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

SITARZ Justyna, inż., Politechnika Rzeszowska, Katedra Silników Spalinowych i Transportu, Al. Powstańców Warszawy 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszów, Polska

АВТОРИ:

УСТШИЦКІ Адам, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

КШЕМІНЬСКИ Артур, Магістр інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, тел.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

СИТАЖ Юстина, Інженер, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Жешув, Польща

AUTHORS:

USTRZYCKI Adam, PhD., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

KRZEMIŃSKI Artur, MSc Eng., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

SITARZ Justna, Eng., Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1531, 35-959, Rzeszow, Poland

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів та теплотехіки, Київ, Україна.

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

REVIEWERS:

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

Bortnytskyi P.I., PhD in Technical Science, National Transport University, Professor of the Technical operation of cars and car services department, Kyiv, Ukraine, Kyiv, Ukraine.

УДК 504:656
UDC 504:656

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЗА ПРИНЦИПАМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Спасіченко О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Гришук В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Старинець Л. М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

GREENING THE TRANSPORT SYSTEM ON THE PRINCIPLE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Khrutba V., Dr. in Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine
Spasichenko O., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Grishuk V.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Starynets L. M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРИНЦИПАМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Хрутьба В.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Спасченко О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Гришук В.И., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Старинец Л. Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Актуальність поставленої проблеми. Основне призначення міського пасажирського транспорту – перевезення пасажирів. Процеси урбанізації в Україні, швидкі темпи зростання населення, особливо у великих містах, потребують постійного розвитку міського транспорту. Від ефективності його роботи значною мірою залежать ритмічність функціонування всього господарського комплексу країни, узгодженість і взаємодія магістральних транспортних ліній.

В останні роки становище в транспортно-дорожньому комплексі України значно погіршилося. З транспортом пов'язані серйозні соціально-економічні проблеми, які посилюються з мірою розвитку економіки і зростання обсягів перевезень. До таких проблем належать: зростання дорожньо-транспортної аварійності; зростання негативного впливу транспорту на стан навколишнього середовища і здоров'я населення; зростання втрат, пов'язаних із транспортними заторами; зростання викидів парникових газів і витрати палива тощо.

Автомобільний транспорт є основним споживачем моторних палив (споживає близько 65 % використовуваного у країні дизельного палива, понад 95 % бензину і майже 90 % зрідженого нафтового газу). Водночас автотранспорт є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря. Також автомобіль чинить значний акустичний вплив на навколишнє середовище [1,2].

Незадовільний стан вітчизняної інноваційної та високотехнологічної складової транспортної галузі пояснюється низьким рівнем тарифів на перевезення, що підлягають державному регулюванню; обмеженим фінансуванням з державного та місцевих бюджетів; відсутністю коштів на просте відтворення основних фондів внаслідок зниження їх вартості та недостатнього рівня амортизаційних відрахувань; відсутністю інвестицій на умовах концесій, державно-приватного партнерства; недосконалістю механізмів лізингу. Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам.

Одночасно погіршуються соціальні стандарти якості пасажирських перевезень за такими показниками, як наповненість транспортного засобу, забезпечення міським електротранспортом та автобусами великої місткості, регулярність руху. Понад 15 років експлуатуються 92 % трамваїв, 78 % вагонів метро, 63 % тролейбусів, понад 25 років - 58,9 % пасажирських залізничних вагонів. Підприємства громадського пасажирського транспорту характеризуються збитковістю внаслідок низького рівня тарифів, недостатньої компенсації з бюджету витрат на перевезення пільгових категорій пасажирів; неефективності системи збору виручки від міських та приміських перевезень на пасажирському транспорті загального користування.

Враховуючи те, що в Україні активізувалися процеси інтеграції до Євросоюзу, виникає гостра проблема інтеграції національної транспортної системи в європейську. Зростання масштабів перевезень, енергетична криза, екологічні проблеми призводять до необхідності структурно перебудовувати існуючу систему міського транспорту [4,5].

Аналіз основних досліджень та публікацій. Над питанням розвитку та провадження концепції сталого розвитку працювало багато авторів, зокрема: С. Д. Макосій, який розглядав зарубіжний досвід реалізації стратегії сталого розвитку [6]; О. В. Бойко, З. П. Дзуліт аналізували питання сталого розвитку транспорту України [7]; А. О. Омаров – Шахін висвітлив науково – практичні аспекти впровадження концепції сталого розвитку: зарубіжний і вітчизняний досвід [8]. Проте, існує потреба в подальшому дослідженні цього питання. Проте, питання реалізації Стратегії сталого розвитку транспорту для України залишається вкрай актуальним.

Мета. Визначити основні напрямки реалізації принципів сталого розвитку транспорту в існуючу транспортну систему України.

Викладення основного матеріалу дослідження. На сьогодні парк легкових, вантажних, вантажопасажирських, спеціальних, спеціалізованих автомобілів та автобусів в нашій країні є одним з найбільш застарілих у Європі. Станом на кінець 2014 року середній вік таких транспортних засобів в Україні склав 18,8 року (у 2012 р. цей показник становив 18,2 років). Близько 30% українського автопарку – це автомобілі та автобуси віком понад 25 років. На сьогодні 6 із 10 дорожніх транспортних засобів в Україні старші 10 років. При цьому легкові автомобілі віком понад 10 років становлять 60% від загальної кількості легкових автомобілів, а вантажні автомобілі – понад 62%. Останні роки в Україні склалася тенденція до збільшення середнього віку автомобілів, що перебувають в експлуатації, що пояснюється кризою 2009-2010 років, коли продаж нових автомобілів різко скоротився. Омолодження парку відбувається не так істотно, між тим, самі автомобілі старіють. Ці два тренди і призвели до зростання середнього віку автомобілів. Середній вік автомобілів в Україні сьогодні такий же, як у 2005-2006 роках, враховуючи те, що середній вік автомобілів, що продаються на вторинному ринку України в поточному році - 15 років.

Як видно з цих даних середній вік усіх груп автомобілів, зростає. Це свідчить про те, що роль автомобільного парку, як штучного джерела забруднення довкілля, зростає з одного боку внаслідок зростання автомобільного парку, з іншого – через експлуатацію автомобілів зі зношеними двигунами і іншими агрегатами.

Транспорт є одним із найбільших споживачів природних ресурсів, а саме стиснутого природного газу та нафти, а міський електротранспорт – електроенергії (табл. 1).

Таблиця 1 – Споживання енергетичних ресурсів в 2013 р., що приведені до загальних одиниць виміру, ГВ т·год

Категорія	Вид енергоносія					
	Електроенергія	Теплова енергія	Природний газ	Бензин, СПГ	Дизель	Всього
	ГВ·год					
Будівлі бюджетної сфери	591,3	1869,0	222,0			2682,3
Інші будівлі	2724,1	1237,6	509,4			4471,1
Будівлі житлового фонду	2136,0	12572,0	2994,3			17702,3
Вуличне освітлення	61,2					61,2
Промислові підприємства	1754,9		2063,9			3818,8
Система централізованого водопостачання	378,3					378,3
Система централізованого теплопостачання	852,88					852,9
Транспорт, в т.ч.:	378,5			8415,0	2300,9	11094,4
Міський транспорт	5,7			10,1	25,6	41,4
Громадський транспорт	372,9			5,4	175,4	553,6
Приватний транспорт				8399,5	2099,9	10499,3
Загалом	8877,20	15678,6	5789,5	8415,0	2300,9	41061,1

З таблиці видно, що транспортна галузь друга в Україні, після будівель житлового фонду, яка споживає колосальну кількість енергії.

Водночас автотранспорт є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря. Його викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря упродовж останніх років становлять близько 1796,5 млн. т щорічно або 90 % від загального обсягу викидів забруднюючих речовин, від пересувних джерел забруднення в Україні (рис. 1, табл. 2).

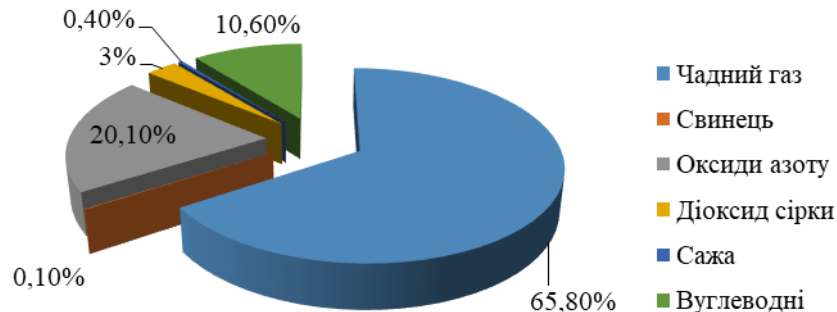


Рисунок 1 – Склад відпрацьованих газів автомобіля

Таблиця 2 – Викиди CO₂ в 2013 р., тис. тонн

Категорія	Вид енергоносія					
	Електроенергія	Теплова енергія	Природний газ	Бензин, СПГ	Дизель	Всього
	тис. тонн					
Будівлі бюджетної сфери	641,3	500,9	44,8			1187,0
Інші будівлі	2954,3	331,7	102,9			3388,9
Будівлі житлового фонду	2316,5	3369,3	604,8			6290,6
Вуличне освітлення	66,4					66,4
Промислові підприємства	1903,2		416,9			2320,1
Система централізованого водопостачання	410,3					410,3
Система централізованого теплопостачання	924,9					924,9
Транспорт, в т.ч.:	410,5			2095,3	614,3	3120,2
Міський транспорт	6,1			2,5	6,8	15,5
Громадський транспорт	404,4			1,3	46,8	452,5
Приватний транспорт				2091,5	560,7	2652,1
Загалом	9627,3	4210,9	1169,5	2095,3	614,3	17708,3

Ще одна проблема, яку створює транспорт – це вібраційне та акустичне навантаження. Вібрації, що виникають при русі автомобіля, не тільки впливають на водія і пасажирів, але й передаються через дорожнє покриття на навколишні об’єкти. Дослідження показують, що вони можуть перевищувати припустимий для людини рівень на відстані від проїжджої частини до 10 м.

Стабільна робота усіх видів транспорту є невід’ємною умовою нормального функціонування економіки як країни, так і окремого регіону чи міста. Наприклад, для території м. Києва вперше опрацьовано схему розподілу техногенних динамічних навантажень (рис. 1.2), де виділені ділянки з різним рівнем вібраційного впливу. За площею, 52 % території міста піддаються динамічним навантаженням незначного рівня (IV категорія) – сюди входять рекреаційні та сельбищні зони; 36 % території зазнають помірно-середніх та середніх рівнів вібрацій (III категорія – 20 %, II категорія – 16 %); під впливом значних рівнів (I категорія), що перевищують 96 дБ, знаходиться 15% території м. Київ, поряд із залізничними коліями або у місцях де одночасно функціонує кілька джерел динамічних навантажень (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема розподілу техногенних динамічних навантажень

Умовні позначення: 1 – низький рівень (<46 дБ); 2 – середній рівень (46-53 дБ); 3 – вібраційний рівень 53-73 дБ; 4 – високий рівень (73-96 дБ); 5 – вулиці та магістралі міста; 6 – будівництво; 7 – промисловість; 8 – гідрографічна мережа.

Згідно статистичної інформації, рівень забруднення довкілля в значній мірі визначається технічним станом автомобілів, який в свою чергу залежить від часу їх перебування в експлуатації [9].

Для вирішення вище перерахованих проблем основні напрямки реалізації Стратегії сталого розвитку транспорту, які успішно впроваджені в Європі, передбачають такі завдання (рис. 3).



Рисунок 3 – Підходи Сталого розвитку транспорту

Декомпозиція визначених завдань формує відповіді підзадачі, які можуть бути реалізовані у вигляді окремих проєктів, програм та/або портфелів проєктів.

1. Планування міст високої щільності забудови та людського масштабу:
 - підтримка проєктів по створенню доступного житла у центральних районах;
 - пріоритетність людино – орієнтованих видів транспорту;

- пріоритет розвитку малого бізнесу у сфері роздрібної торгівлі та обслуговування;
 - розробка багатофункціональних міських кварталів;
 - уповільнення та зниження автомобільного трафіку;
 - створення житлових кварталів вільних від руху автомобілів.
2. Розвиток міст, орієнтованих на громадський транспорт:
- розвиток центрів у районах міста;
 - створення торгових об'єктів на ключових пересадочних вузлах;
 - розміщення офісних приміщень близько до станцій та зупинок громадського транспорту;
 - розміщення багатоквартирних будинків навколо зупинок громадського транспорту;
 - організація велопарковок на зупинках.
3. Оптимізація дорожньої мережі та її використання:
- забезпечення дотримання правил дорожнього руху;
 - зменшення швидкісного режиму в житлових районах до 40 км/год;
 - надання інформації про дорожню обстановку (своєчасне прибуття, затори, паркувальні місця);
 - підвищення зв'язності та транспортного сполучення районів міста із зменшення кількості об'їздів;
 - вдосконалення перехресть, критичних для пішоходів, велосипедистів та громадського транспорту.
4. Контроль використання транспортних засобів:
- оплата за кілометр/цінова політика;
 - робочі квитки (стимулювання поїздки на роботу на велосипеді чи громадським транспортом).
5. Заохочення пішохідного та велосипедного руху:
- створення велосипедних магістральних шляхів;
 - створення повноцінної міської велосипедної мережі;
 - реалізація комплексних велосипедних та пішохідних міських програм;
 - обмеження зростання дорожнього простору для автомобілів;
 - створення багатогалузевої системи міського велопрокату;
 - облаштування пішохідних зон;
 - призначення у структурі транспортної адміністрації радників з питань велосипедного та пішохідного руху;
- розробка високих стандартів якості планування тротуарів та велосипедних доріжок.
6. Стратегії комунікацій:
- просування продукції місцевого виробництва (зменшення потреби у транспортуванні);
 - проведення кампаній популяризації їзди на велосипеді;
 - нагородження компаній дружніх до велоруху;
 - маркетинг для поліпшення громадського транспорту;
 - зручні сайти операторів громадського транспорту і забезпечення доступу до даних для розробників додатків для смартфонів.
7. Комплексний підхід до вирішення проблеми:
- створення установ, відповідальних за сталий розвиток міського транспорту (інтегроване управління міського та транспортного планування; спілки громадського транспорту; заохочення громадян до створення неурядових організацій);
 - інтегрування транспорту в плани протидії змінам клімату;
 - розвиток, запровадження та просування комплексних планів стабільної міської мобільності;
 - моніторинг запровадження та втілення заходів.
8. Просування екологічних транспортних засобів:
- своєчасна перевірка та обслуговування транспортних засобів;
 - зони доступу транспорту з низьким рівнем викидів;
 - просування екологічно чистого палива;
 - інфраструктура для чистих видів палива;
 - закупівля екологічно чистих транспортних засобів для потреб міста.
9. Вдосконалення громадського транспорту:

- створення ефективних систем громадського транспорту, в яких широко представлені швидкісні автобусні перевезення та рейковий транспорт;
- зручні пересадочні вузли;
- сприяння інтеграції короткострокової оренди авто в систему громадського транспорту.
- Для визначення пріоритетів реалізації запропонованих заходів та їх ефективності проведемо SWOT аналіз (табл. 3)

Таблиця 3 – SWOT аналіз запропонованих заходів

Сильні сторони	Слабкі сторони
Висококваліфікована робоча сила, значна концентрація науково-дослідного персоналу	Низька інвестиційна привабливість
Висока лояльність та емоційна прихильність мешканців до запропонованих заходів	Відсутність інформованості суспільства щодо основних загроз життєзабезпеченню міста
Можливості концентрації політичної волі та потенційні можливості союзу бізнесу та влади для модернізації транспортного комплексу	Значно зношена інженерна інфраструктура, дуже значні втрати палива та енергії
Порівняно високий потенціал капіталовкладень, потрібних для модернізації, що привабливо для міжнародних фінансових структур	Відсутність налагодженої системи енергоменеджменту. Обмеженість фінансових можливостей бюджетів усіх рівнів та нестача фінансових ресурсів комунальних підприємств для впровадження енергоефективних проектів.
Високий потенціал енергозбереження.	
Можливості	Загрози
Порівняно низький рівень економічного розвитку, безліч невикористаних можливостей на ринках послуг у порівнянні з розвиненими країнами	Збереження політичної нестабільності
Можливості використання альтернативних видів палива та відновлювальних джерел енергії	Високі темпи зростання вартості послуг, низькі темпи зростання заробітної платні та можлива інфляція
Можливість залучення кредитів від міжнародних фінансових установ	Значна залежність регіону від зовнішнього постачання ресурсів
Високий потенціал економії енергоресурсів в секторі споживання	Відсутність належного позиціонування та просування країни на міжнародній арені
Можливості швидкого переходу до європейських стандартів енергетичного менеджменту	

З даного SWOT аналізу можна зробити висновок про те, що в Україні наявний великий потенціал та можливості для впровадження підходу сталого розвитку транспорту, проте треба боротися з існуючими загрозами для кращої ефективності впровадження заходів.

Висновки. Отже, для вирішення проблем, пов'язаних з транспортом доцільно застосовувати концепцію сталого розвитку транспорту, яка полягає у досягненні рівноваги між суспільством і навколишнім середовищем, що включає в себе проблеми довгострокового розвитку країни, питання зміни структури споживання, охорони, раціонального використання і відновлення природних ресурсів, екологічної та економічної безпеки, соціальної, науково – технічної та регіональної політики, а також питання зовнішньої політики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/nacdopovidi>
2. Проект плану дій сталого енергетичного розвитку м. Києва 2021-2030 р.р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://seap.ecosys.com.ua/seap_kiev.pdf

3. Національна програма підтримки впровадження транспортної стратегії України до 2020 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf
4. Масляк О. А. Транспортний комплекс України [Електронний ресурс]/ О.А. Масляк – Режим доступу: <https://books.br.com.ua/32060>
5. Концепція розвитку транспортного комплексу м. Києва" (Київська міська державна адміністрація, ДКП "Науково-дослідний інститут соціально-економічних проблем міста"). [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://kievcity.gov.ua/done_img/Концепція%20розвитку%20громадського%20простору%20в%20місті%20Києві.pdf
6. Макосій С. Д. Зарубіжний досвід реалізації стратегії сталого розвитку». – К.: Одеський регіональний інститут державного управління, 2016. – Ст.324 – 328.
7. Бойко О. В., Двудіт З. П. Сталый розвиток транспорту України. – К.: Науковий вісник НЛТУ України, 2013. – Вип. 23.18
8. Омаров – Шахін А. О. Науково – практичні аспекти впровадження концепції сталого розвитку: зарубіжний і вітчизняний досвід – К.: Вісник «Проблеми економіки» №4, 2014. – Ст.61 -67.
9. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

REFERENCES

1. The National Report on the State of Environment in Ukraine in 2014. [Electronic resource] - Access: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/nacdopovidi>
2. Draft Action Plan of Sustainable Energy Development. Kyiv 2021-2030 GG [Electronic resource] - Access: http://seap.ecosys.com.ua/seap_kiev.pdf
3. The national program to support implementation of the transport strategy of Ukraine until 2020 [electronic resource] - Access: http://mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf
4. Maslyak O.A. Transport complex of Ukraine [Electronic resource] / O.A. Maslyak - Access:: <https://books.br.com.ua/32060>
5. The concept of development of the Kyiv transport sector "(Kyiv City State Administration, SCE" Research Institute socio-economic problems of the city)". [Electronic resource] - Access: https://kievcity.gov.ua/done_img/Концепція%20розвитку%20громадського%20простору%20в%20місті%20Києві.pdf
6. Makosy S.D. "Foreign experience of sustainable development strategy" - K.: Odessa Regional Institute of Public Administration of the National Academy, 2016. – Page 324 – 328.
7. Boyko O.V, Dvulit Z.P. "Sustainable transport Ukraine." - K .: Scientific Bulletin NLTU Ukraine 2013 - Vol. 23.18
8. Omarov - Sahin A. O. "Scientific - practical aspects of implementation of sustainable development: foreign and domestic experience." - K .: Bulletin "Problems of Economics" №4, 2014. – Page 61 -67.
9. The official site of the State Statistics Service of Ukraine. [Electronic resource] - Access: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.О. Екологізація транспортної системи за принципами сталого розвитку / В.О. Хрутьба, О.В. Спасіченко, В.І. Гришук, Л.М. Старинець // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

В останні роки становище в транспортно-дорожньому комплексі України значно погіршилося. З транспортом пов'язані серйозні соціально-економічні проблеми, які посилюються з мірою розвитку економіки і зростання обсягів перевезень. До таких проблем належать: зростання дорожньо-транспортної аварійності; зростання негативного впливу транспорту на стан навколишнього середовища і здоров'я населення; зростання втрат, пов'язаних із транспортними заторами; зростання викидів парникових газів і витрати палива тощо.

Враховуючи те, що Україна прагне інтегруватися з Євросоюзом постає гостра проблема інтеграції національної транспортної системи в європейську транспортну систему.

Виходячи з проблематики, метою роботи було дослідження можливості інтеграції принципів сталого розвитку транспорту в існуючу транспортну систему України.

Розглянуто поточний стан транспортної галузі України, охарактеризовано проблеми, які створює транспорт: значна кількість шкідливих речовин, споживання великої кількості палива, вібраційне та акустичне навантаження.

Для ефективної боротьби з проблемами, що створює транспорт, запропоновано використати концепцію сталого розвитку транспорту, яка успішно функціонує у Європі. Для кращої ефективності запропонованих заходів проведено SWOT аналіз, що засвідчує, що концепція є перспективною для розвитку її в Україні.

Отже, для вирішення проблем, пов'язаних з транспортом доцільно застосовувати концепцію сталого розвитку транспорту, яка полягає у досягненні рівноваги між суспільством і навколишнім середовищем. Дана концепція дасть змогу суттєво зменшити негативний вплив транспорту на навколишнє середовище, а саме: зменшити викиди забруднюючих речовин, витрату палива, а як наслідок споживання палива (економія вичерпних природних ресурсів), зменшення акустичного та вібраційного навантаження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ, ТРАНСПОРТ, ШКІДЛИВІ ВИКИДИ, СПОЖИВАННЯ ПАЛИВА.

ABSTRACT

Khrutba V., Spasichenko O., Starinets L., Grischuk V. Greening the transport system on the principle of sustainable development / V. Khrutba, O. Spasichenko, V. Grischuk L., Starinets // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In the rest of the rocks, the station in the transport-road complex of Ukraine has clearly lost its way. In transport, there are serious problems with social and economic problems, which can be solved through the introduction of economy and transport. These problems include: the growth of road traffic accidents; growing negative impact of transport on the environment and public health; increase in losses associated with traffic congestion; the growth of greenhouse gas emissions and fuel consumption etc.

Given that Ukraine seeks integration with the European Union raises the acute problem of integration of the national transport system into the European transport system.

Based on the perspective, the purpose of work was to study the possibility of integration of sustainable transport development in the existing transportation system of Ukraine.

We consider the current state of the transport sector of Ukraine, described the problems created by transport: a large amount of harmful substances, consumption of large quantities of fuel, vibration and acoustic loads.

To effectively combat the problems that creates transportation, proposed to use the concept of sustainable transport, has been successfully operating in Europe. For better effectiveness of the proposed measures conducted SWOT analysis, which shows that the concept is promising for the development of Ukraine.

So, to solve problems related to transport appropriate to apply the concept of sustainable transport, which is the balance achieved between society and the environment. This concept will significantly reduce the negative impact of transport on the environment, namely to reduce pollutant emissions, fuel consumption, and consequently fuel consumption (savings of exhaustible natural resources), a decrease of acoustic and vibration loads.

KEY WORDS: SUSTAINABLE TRANSPORT DEVELOPMENT, TRANSPORT, EMISSIONS, FUEL CONSUMPTION.

РЕФЕРАТ

Хрутьба В.А. Экологизация транспортной системы по принципам устойчивого развития / В.А. Хрутьба, О.В. Спасиченко, Л. Н. Старинец, В. Гришук В. И.// Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В последние годы положение в транспортно-дорожном комплексе Украины значительно ухудшилось. С транспортом связаны серьезные социально-экономические проблемы, которые усиливаются с мерой развития экономики и роста объемов перевозок. К таким проблемам относятся: рост дорожно-транспортной аварийности; рост негативного воздействия транспорта на состояние окружающей среды и здоровье населения; рост потерь, связанных с транспортными пробками; рост выбросов парниковых газов и расхода топлива и тому подобное.

Учитывая то, что Украина стремится интегрироваться с Евросоюзом возникает острая проблема интеграции национальной транспортной системы в европейскую транспортную систему.

Исходя из проблематики, целью работы было исследование возможности интеграции принципов устойчивого развития транспорта в существующую транспортную систему Украины.

Рассмотрено текущее состояние транспортной отрасли Украины, охарактеризованы проблемы, которые создает транспорт: значительное количество вредных веществ, потребление большого количества топлива, вибрационное и акустическое нагроузки.

Для эффективной борьбы с проблемами, которые создает транспорт, предложено использовать концепцию устойчивого развития транспорта, которая успешно функционирует в Европе. Для лучшей эффективности предложенных мероприятий проведен SWOT анализ, который показывает, что данная концепция перспективная для развития в Украине.

Следовательно, для решения проблем, связанных с транспортом целесообразно применять концепцию устойчивого развития транспорта, которая заключается в достижении равновесия между обществом и окружающей средой. Данная концепция позволит существенно уменьшить негативное влияние транспорта на окружающую среду, а именно: уменьшить выбросы загрязняющих веществ, расход топлива, а как следствие потребления топлива (экономия невозполнимых природных ресурсов), уменьшение акустической и вибрационной нагрузки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТА, ТРАНСПОРТ, ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ, ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА.

АВТОРИ:

Хрутьба Вікторія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, кафедра екології і безпеки життєдіяльності, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. 099-262-10-97, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

Спасіченко Оксана Вікторівна, аспірант кафедри "Екологія та безпека життєдіяльності", e-mail: Ksuxa14@meta.ua, тел. +38 067-339-56-42 Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

Старинець Людмила Миколаївна, студент, Національний транспортний університет, e-mail: lyuda328@ukr.net, тел. +380964594560, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

Гришук Вадим Ігорович, аспірант кафедри "Екологія та безпека життєдіяльності", Національний транспортний університет, тел. 288-51-00, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 312

AUTHOR:

Khrutba Viktoriia A., Doctor of Technical Science in Technical Science, National Transport University, professor Head of department of Ecology and Life Safety, e-mail: hrutba@mail.ru, tel. +38 099-262-10-97, Ukraine, 01010, Kyiv, . Pavlenko Omelianovych-1, k. 312

Spasichenko Oksana V., department "Ecology and life safety", e-mail: Ksuxa14@meta.ua, tel. +38 067-339-56-42 Ukraine, 01010, m. Kyiv, M. Pavlenko Omelianovych-1, k. 312

Starynets Liudmyla M., student, National Transport University, department of Ecology and Life Safety, e-mail: lyuda328@ukr.net, tel. +380964594560, Ukraine, 01010, Kyiv, . Pavlenko Omelianovych-1, k. 312

Grishchuk Vadym I., National Transport University, department of Ecology and Life Safety, tel. 288-51-00, Ukraine, 01010, Kyiv. Pavlenko Omelianovych-1, k. 312

АВТОРЫ:

Хрутьба Виктория Александровна, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: hrutba@mail.ru, тел. +38099-262-10-97, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 312.

Спасиченко Оксана Викторовна, аспирант кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности», e-mail: Ksuxa14@meta.ua, тел. +38 067-339,56-42 Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 312

Старинец Л. Н., студент, Национальный транспортный университет, e-mail: lyuda328@ukr.net, тел. +380964594560, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 312

Гришук В.И. Национальный транспортный университет, тел. 288-51-00, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, к. 312

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мельниченко О.І., професор, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри транспортного права та логістики, Київ, Україна.

Алькема В.Г., доктор економічних наук, завідувач кафедри управлінських технологій Університету економіки та права "КРОК", Київ, Україна.

REVIEWERS:

Melnichenko A.I., Professor, National Transport University, professor of transport law and logistics, Kyiv, Ukraine.

Alkema V.G., Doctor of Economics, head of management technologies, University of Economics and Law "Krok".

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Мельниченко А.И., кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры транспортного права и логистики, Киев, Украина.

Алькема В.Г., доктор экономических наук, заведующий кафедрой управленческих технологий Университета экономики и права "КРОК", Киев, Украина.

УДК 621.89.017
UDK 621.89.017

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНИЙ ТЕРМОСТАТ ДЛЯ РОТАЦІЙНОГО ВІСКОЗИМЕТРА

Худолій М.М., кандидат технічних наук, ТОВ «Випробувальний центр паливно-мастильних матеріалів», Київ, Україна

Чуб А.М., Національний транспортний університет, Київ, Україна

LOW-TEMPERATURE THERMOSTAT FOR ROTARY RHEOMETER

Khudolii M.M., Ph.D., Fuel and Oil Testing Centre, Kyiv, Ukraine

Chub A.M., National Transport University, Kyiv, Ukraine

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ТЕРМОСТАТ ДЛЯ РОТАЦИОННОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Худолій Н.Н., кандидат технических наук, ООО «Испытательный центр топливно-смазочных материалов», Киев, Украина

Чуб А.Н., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Дослідження динамічної в'язкості нафтопродуктів ротаційними віскозиметрами при температурах нижче температури навколишнього середовища потребують охолодження зразків та підтримання вибраного значення температури з високою точністю.

В ротаційному віскозиметрі типу «Реотест 2», використання якого передбачено ГОСТ 1929-87 [1], для цієї мети передбачено рідинний циркуляційний термостат (рис. 1) [2]. Для роботи термостата при температурах нижче температури навколишнього середовища як теплоносії використовується етиловий спирт (біля 50 л), а як охолоджувач – «сухий лід». Робота такого термостата характеризується високими затратами, тривалим часом підготовки, проблемами з забезпеченням твердою вуглекислотою, складнощами з підтриманням сталої температури зразка та ін.

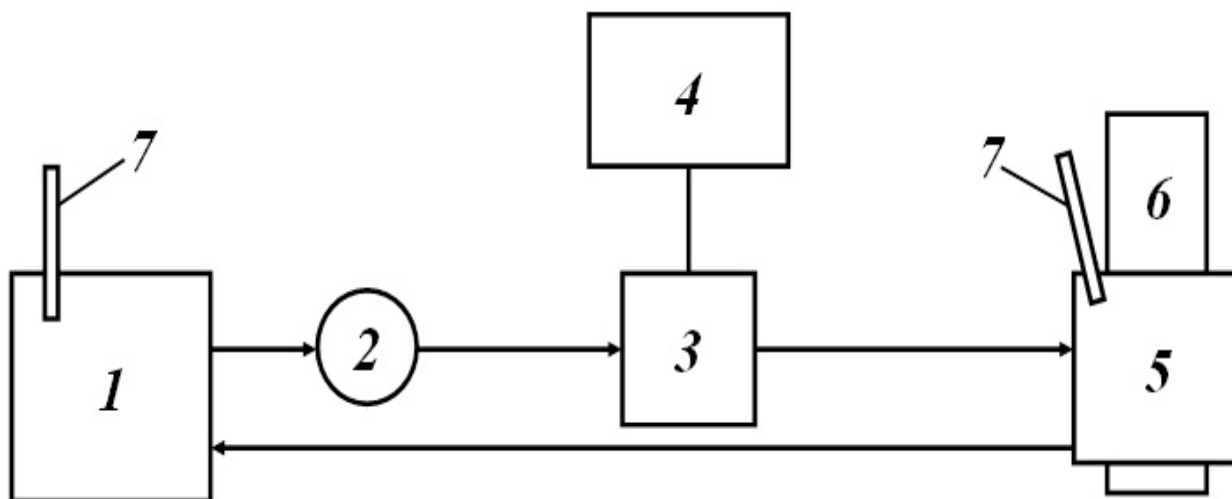


Рисунок 1 – Схема поєднання віскозиметра «Реотест 2» з циркуляційним термостатом

1 – ємність для охолоджуючої рідини; 2 – насос; 3 – кран; 4 – блок керування;
5 – ємність, що термостатується; 6 – ротаційний віскозиметр; 7 – термометр.

Розміщення випробувальних циліндрів в ємності, що термостатується, у цьому випадку показано на рис. 2.

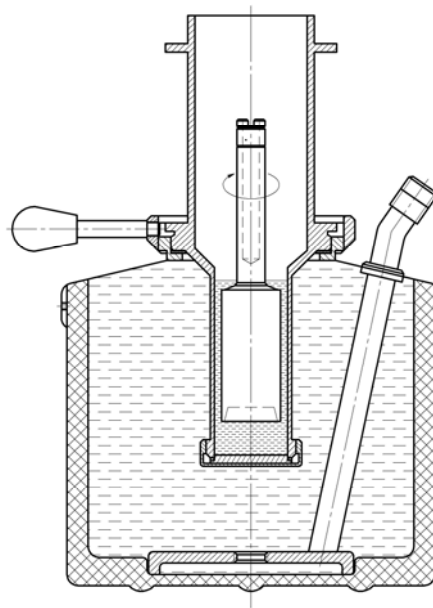


Рисунок 2 – Розміщення випробувальних циліндрів віскозиметра «Реотест 2» в ємності, що термостатується

Для вирішення перерахованих проблем у випробувальному центрі ТОВ «ВЦ ПММ» запропоновано для роботи з ротаційним віскозиметром «Реотест 2» використати низькотемпературний термоелектричний термостат, що базується на елементах Пельтьє (рис. 3) [3].

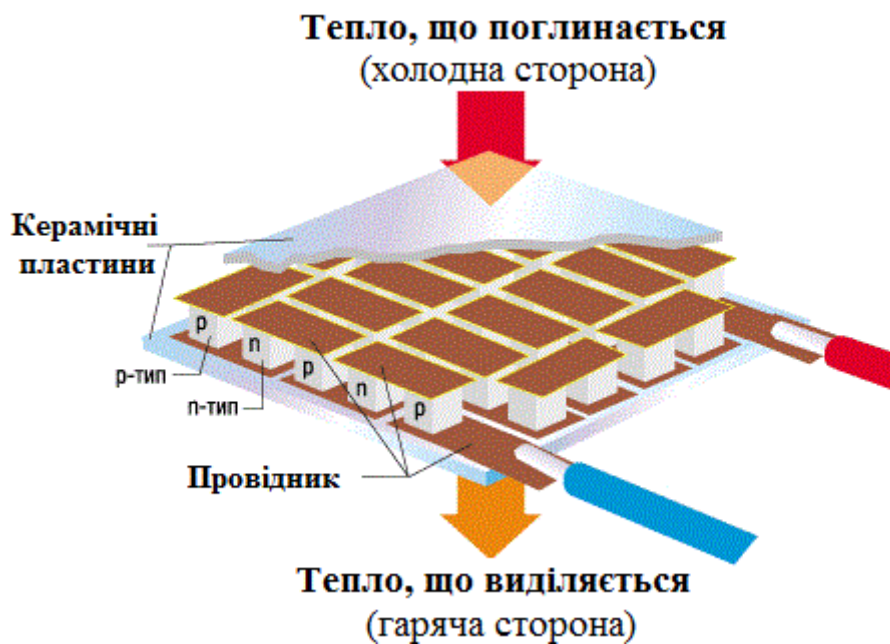


Рисунок 3 – Схема елемента Пельтьє

Елемент Пельтьє – це термоелектричний перетворювач, принцип дії якого полягає в виникненні різниці температур при протіканні електричного струму через напівпровідник. Протікання електричного струму спричиняє виділення теплоти з одного боку елемента Пельтьє та охолодження іншого.

Спільно з ТОВ «ІНКОМТЕХ» розроблено та виготовлено конструкцію термостату для забезпечення вимірювання динамічної в'язкості при температурах нижче температури навколишнього середовища за допомогою ротаційного віскозиметра. Схема поєднання термоелектричного термостату з віскозиметром «Реотест 2» показана на рис. 4.

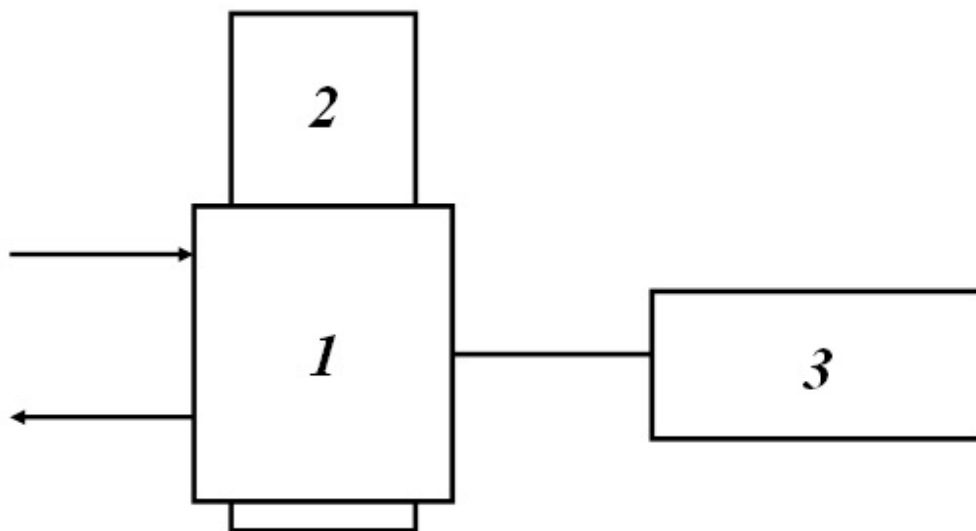


Рисунок 4 – Схема поєднання вискозиметра «Реотест 2» з термоелектричним термостатом
1 – ємність-термостат (на елементах Пельтьє); 2 – ротаційний вискозиметр;
3 – блок керування.

Для забезпечення вимог ГОСТ 1929-87 технічне завдання на термостат включає наступні вимоги:

1. Похибка вимірювання та підтримання температури, не більше $-0,5^{\circ}\text{C}$.
2. Швидкість охолодження $-1-2^{\circ}\text{C/хв}$.

Мінімальна температура, що здатен підтримувати термостат, – мінус 40°C . Відведення теплоти, що виділяють елементи Пельтьє здійснюється проточною водою.

Розміщення випробувальних циліндрів в термоелектричній ємності-термостаті показано на рис. 5.

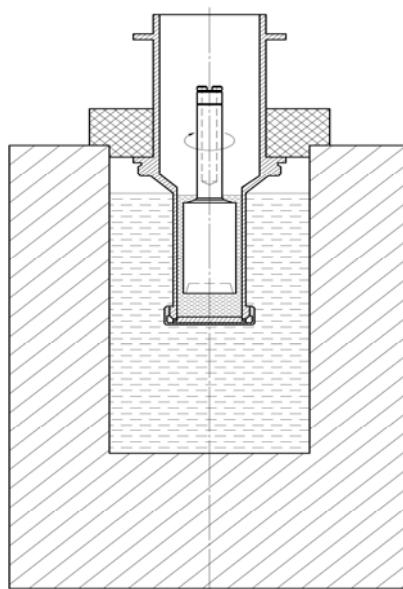


Рисунок 5 – Розміщення випробувальних циліндрів вискозиметра «Реотест 2» в ємності-термостаті

Місткість термоелектричного термостату (як і при використанні циркуляційного) заповнюється етиловим спиртом у кількості, що залежить від типу вимірювального пристрою вискозиметра (не більше 0,5 л). Як датчик температури використано платиновий термометр. Термостат дозволяє працювати як з циліндричними так і з конусо-площинними вимірювальними пристроями.

Загальний вигляд вискозиметра «Реотест 2» у поєднанні з термоелектричним термостатом показана на рис. 6.



Рисунок 6 – Загальний вигляд віскозиметра «Реотест 2» у поєднанні з термоелектричним термостатом

Випробування термостату показали, що він забезпечує підтримання сталої температури вимірюючого пристрою віскозиметра в діапазоні від $+20$ до -40°C з відхилом не більше $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Швидкість охолодження не менше $1^{\circ}\text{C}/\text{хв}$.

Практичне використання термоелектричного термостату підтвердили його метрологічні характеристики та зручність використання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 1929-87 «Нефтепродукты. Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре».
2. Інструкція з експлуатації Реотест 2. Циліндричний та конусо-площинний ротаційний віскозиметр. VEB MLW, 1979. – 50 с.
3. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы / Абрам Федорович Иоффе. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1960. – 188 с.

REFERENCES

1. GOST 1929-87 Petroleum products. Methods of test for determination of dynamic viscosity by rotary viscosimeter/
2. Instruksia z ekspluatatsii Reotest 2. Tsylyndrychnyi ta konusno-ploshchynnyi rotatsiinyi viskozometr [User guide Rheotest 2. Cylindrical and cone-plate rotary rheometer]. VEB MLW, 1979. – 50 с.
3. Ioffe A.F. Poluprovodnikovue termoelementy [Semiconductor thermoelements]. Moscow-Leningrad, AN SSSR Publ, 1960. 188 p. (RUS)

РЕФЕРАТ

Худолій М.М. Низькотемпературний термостат для ротаційного віскозиметра / М.М. Худолій, А.М. Чуб // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті виконаний аналіз конструкції ротаційного віскозиметра «Реотест 2» для визначення динамічної в'язкості оливи при низьких температурах та обґрунтовано вибір конструктивних параметрів, які спрощують конструкцію ротаційного віскозиметра «Реотест 2».

Об'єкт дослідження – ротаційний віскозиметр «Реотест 2».

Мета роботи – вдосконалення конструкції ротаційного віскозиметра «Реотест 2» при визначенні динамічної в'язкості олив при низьких температурах.

Метод дослідження – експериментальний та розрахунковий.

Дослідження динамічної в'язкості олив ротаційним віскозиметром при температурах нижче температури навколишнього середовища потребують охолодження зразків та підтримання вибраного значення температури з високою точністю.

В ротаційному віскозиметрі типу «Реотест 2» для цієї мети передбачено рідинний циркуляційний термостат. Для роботи термостата при температурах нижче температури навколишнього середовища як теплоносії використовується етиловий спирт (біля 50 л), а як охолоджувач – «сухий лід». Робота такого термостата характеризується високими затратами, тривалим часом підготовки, проблемами з забезпеченням твердою вуглекислою, складнощами з підтриманням сталої температури зразка та ін.

Для вирішення перерахованих проблем запропоновано разом з ротаційним віскозиметром «Реотест 2» використовувати низькотемпературний термоелектричний термостат, що базується на елементах Пельтьє.

Запропонована конструкція відповідає вимогам ГОСТ 1929-87 для визначення динамічної в'язкості олив. Ця конструкція забезпечує підтримання сталої температури вимірюючого пристрою віскозиметра в діапазоні від + 20 до - 40°C з відхилом не більше $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Швидкість охолодження не менше $1^\circ\text{C}/\text{хв}$.

Отримані результати будуть використані в подальших дослідженнях з використанням віскозиметра Реотест 2.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОТАЦІЙНИЙ ВІСКОЗИМЕТР, ТЕРМОСТАТ, ЕЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЄ, ДИНАМІЧНА В'ЯЗКІСТЬ, ОЛИВА.

ABSTRACT

Khudolii M.M. Low-temperature thermostat for rotary rheometer / M.M. Khudolii, A.M. Chub // Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

In the article the analysis of the design rotary rheometer "Rheotest 2" to determine the dynamic viscosity of the oil at low temperatures and the choice of constructive parameters that simplify the design rotary rheometer "Rheotest 2".

The object of study is a rotary rheometer "Rheotest 2".

The purpose of the study – improving construction rotary rheometer "Rheotest 2" in determining the dynamic viscosity oils at low temperatures.

The method of research - experimental and calculated.

Research of dynamic viscosity oils rotary rheometer at temperatures below ambient temperature require sample cooling and maintaining the selected temperature with high accuracy.

In rotary rheometer "Rheotest 2" for this purpose provided liquid circulation thermostat. For the operation of the thermostat at temperatures below the ambient temperature as a coolant used ethyl alcohol (about 50 l), as well as the cooler - "dry ice". The work of the thermostat is characterized by high costs, long time preparation, problems with providing solid carbonic acid, difficulties with maintaining a constant temperature of the sample etc.

To solve the aforementioned problems offered together with rotary rheometer "Rheotest 2" use low-temperature thermoelectric thermostat unit that is based on the Peltier elements.

The proposed design meets the requirements of GOST 1929-87 to determine the dynamic viscosity of the oils. This design ensures maintaining a constant temperature measuring device of the viscometer in the range from + 20 to - 40°C with a deviation of fewer than $\pm 0,1^\circ\text{C}$. The speed of cooling not less $1^\circ\text{C}/\text{min}$.

The results will be used for the further research using rotary rheometer Rheotest 2.

KEY WORDS: ROTARY RHEOMETER, THERMOSTAT, PELTIER ELEMENTS, DYNAMIC VISCOSITY, OIL.

РЕФЕРАТ

Худолий Н.Н. Низкотемпературный термостат для ротационного вискозиметра / Н.Н. Худолий, А.Н. Чуб // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье выполнен анализ конструкции ротационного вискозиметра «Реотест 2» для определения динамической вязкости масла при низких температурах и обоснован выбор

конструктивных параметров, которые упрощают конструкцию ротационного вискозиметра «Реотест 2».

Объект исследования – ротационный вискозиметр «Реотест 2».

Цель работы – совершенствование конструкции ротационного вискозиметра «Реотест 2» при определении динамической вязкости масел при низких температурах.

Метод исследования – экспериментальный и расчетный.

Исследование динамической вязкости масел ротационным вискозиметром при температурах ниже температуры окружающей среды требуют охлаждения образцов и поддержания выбранного значения температуры с высокой точностью.

В ротационном вискозиметре типа «Реотест 2» для этой цели предусмотрено жидкостный циркуляционный термостат. Для работы термостата при температурах ниже температуры окружающей среды как теплоноситель используется этиловый спирт (около 50 л), а как охладитель – «сухой лед». Работа такого термостата характеризуется высокими затратами, длительным временем подготовки, проблемами с обеспечением твердой углекислотой, сложностями с поддержанием постоянной температуры образца и др.

Для решения перечисленных проблем предложено вместе с ротационным вискозиметром «Реотест 2» использовать низкотемпературный термоэлектрический термостат, который базируется на элементах Пельтье.

Предложенная конструкция соответствует требованиям ГОСТ 1929-87 для определения динамической вязкости масел. Эта конструкция обеспечивает поддержание постоянной температуры измешивающего устройства вискозиметра в диапазоне от + 20 до – 40 °С с отклонением не более $\pm 0,1$ °С. Скорость охлаждения не менее 1 °С/мин.

Полученные результаты будут использованы в дальнейших исследованиях с использованием вискозиметра Реотест 2.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РОТАЦИОННЫЙ ВИСКОЗИМЕТР, ТЕРМОСТАТ, ЭЛЕМЕНТ ПЕЛЬТЬЕ, ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ, МАСЛО.

АВТОРИ:

Худолій Микола Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, ТОВ «Випробувальний центр паливно-мастильних матеріалів», директор, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, тел. +380675099110, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1.

Чуб Анатолій Миколайович, Національний транспортний університет, старший викладач кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, тел. +380664255090, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 410.

AUTHOR:

Khudoliy Mykola M., Ph.D., associate professor, Fuel and Oil Testing Centre Ltd, director, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, tel. +380675099110, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1.

Chub Anatoly M., National Transport University, senior lecturer of department of automobiles technical exploitation and automobiles services center, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, tel. +380664255090, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 410.

АВТОРЫ:

Худолій Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ООО «Испытательный центр горюче-смазочных материалов», директор, e-mail: pmm@ntu.edu.ua, тел. +380675099110, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1.

Чуб Анатолий Николаевич, Национальный транспортный университет, старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервиса, e-mail: anatoliy.chub@gmail.com, тел. +380664255090, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 410.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

Волков О.Ф., кандидат технічних наук, доцент, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСПОРТПРОЕКТ», заступник завідувача випробувальної лабораторії, Київ, Україна.

REVIEWER:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Head of the automobiles department, Kyiv, Ukraine.

Volkof O.F., Ph.D., Associate Professor, State Road Transport Research Institute, Kyiv, Ukraine.

УДК 368.2

UDC 368.2

UWARUNKOWANIA W ZAKRESIE WYSOKOŚCI UBEZPIECZEŃ KOMUNIKACYJNYCH W POLSCE

ZIELIŃSKA Edyta, Dr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

SIEDLECKA Sylwia, Mgr inż., Politechnika Rzeszowska, Rzeszów, Polska

УМОВИ ЗБІЛЬШЕННЯ ВАРТОСТІ ПОСЛУ КОМУНІКАЦІЙНОГО СТРАХУВАННЯ В ПОЛЬЩІ

ЗЕЛІНСЬКА Едита, доктор інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

СІДЛЕЦЬКА Силья, магістр інженер, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща

CONDITIONS IN RESPECT OF THE AMOUNT OF COMMUNICATIONS INSURANCE IN POLAND

ZIELINSKA Edyta, PhD., Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

SIEDLECKA Sylwia, Master of Science, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

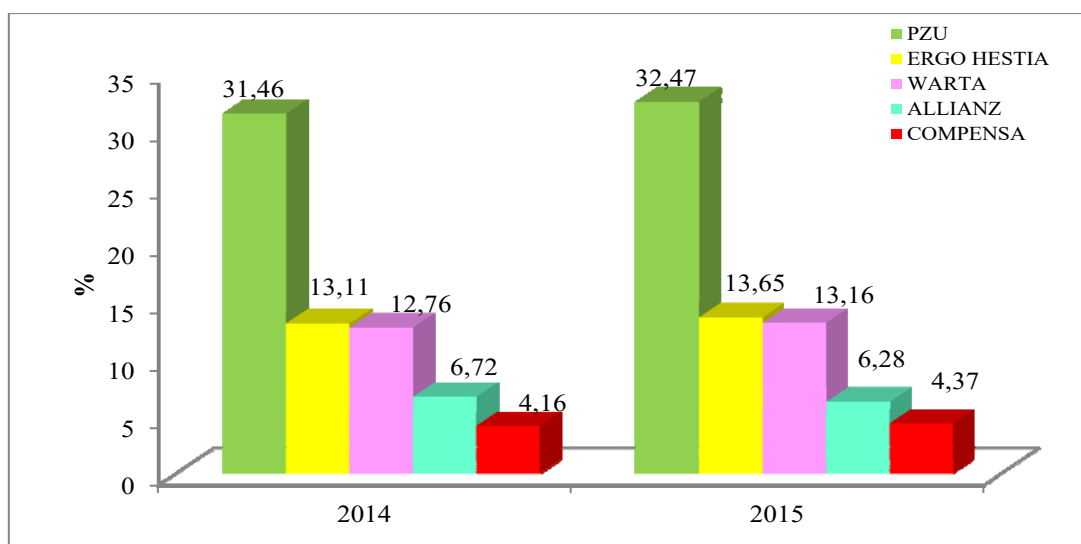
WSTĘP

W Polsce funkcjonuje bardzo dużo towarzystw ubezpieczeniowych, które w swojej ofercie posiadają ubezpieczenia komunikacyjne. Są one bardzo ważne dla posiadaczy pojazdów samochodowych, ponieważ dają gwarancję wypłaty odszkodowania niezbędnego do naprawienia zaistniałej szkody, pozwalają zatem uniknąć pokrywania z własnych środków finansowych wysokich kosztów wypadków [1,2]. Te wysokie koszty wypadków wynikają przede wszystkim z konieczności pokrycia wszystkich wydatków niezbędnych do wyleczenia poszkodowanych oraz naprawy ich uszkodzonego mienia. Popyt na ubezpieczenia komunikacyjne jest także spowodowany dużą wypadkowością i kolizyjnością na polskich drogach. Wpływ na taką sytuację mają przede wszystkim sami uczestnicy ruchu drogowego, szczególnie kierowcy samochodów osobowych, którzy często nie dostosowują prędkości jazdy do panujących warunków atmosferycznych.

Firmy ubezpieczeniowe działające w Polsce dysponują szeroką ofertą w zakresie obowiązkowych i dobrowolnych ubezpieczeń komunikacyjnych. Do najbardziej popularnych ubezpieczeń zaliczyć należy obowiązkowe ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej posiadacza pojazdu mechanicznego (OC) i autocasco (AC) [5]. Tego typu ubezpieczenia coraz częściej wykupują posiadacze pojazdów samochodowych w Polsce, w 2008 r. polisę OC wykupiło ok. 17 mln. osób a w roku 2015 przeszło 24 mln. kierowców, wzrost nastąpił także w przypadku AC, w 2008 takie ubezpieczenie nabyło – 4,5 mln. kierowców, natomiast w 2015 r. ponad 6 mln. osób.

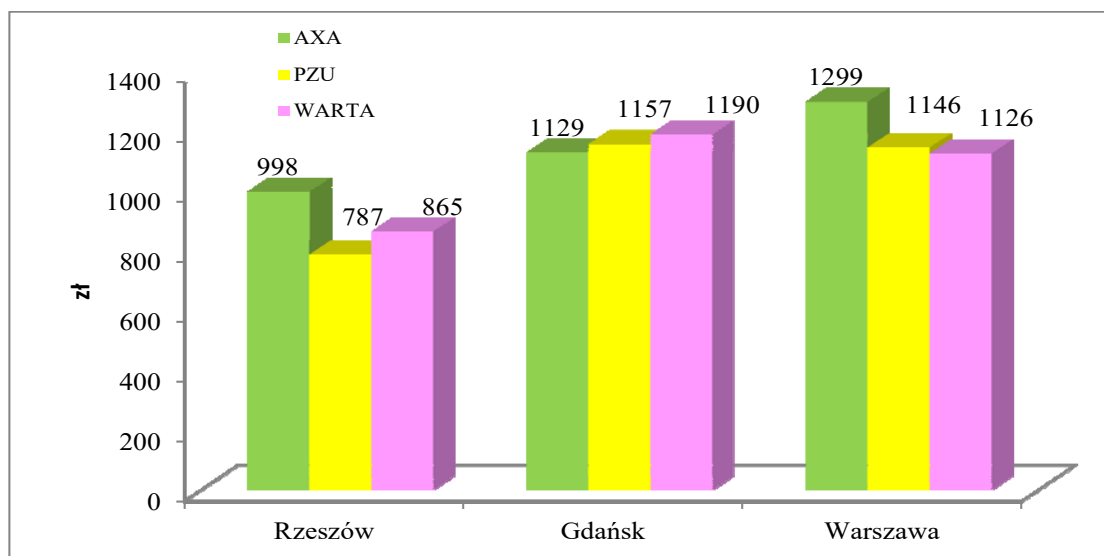
CZYNNIKI DECYDUJĄCE O WYSOKOŚCI SKŁADKI UBEZPIECZENIOWEJ

Charakteryzując ubezpieczycieli funkcjonujących w Polsce można zauważyć znaczne różnice w wysokości składek za oferowane polisy. Te różnice wynikają z różnych czynników branych pod uwagę przy ustalaniu wysokości ubezpieczenia, zależą od miejsca zamieszkania, wieku posiadacza pojazdu, posiadanych przez niego zniżek, czy ilości szkód w okresie trwania ochrony ubezpieczeniowej. Przy wyborze ubezpieczyciela należy również zwrócić uwagę na sposób wyceny szkód, która może być wykonywana przez rzeczoznawcę ubezpieczyciela lub w oparciu o wysokość kosztów poniesionych przez ubezpieczającego na podstawie faktur lub rachunków [4]. Na rys. 1 przedstawiono ubezpieczycieli, którzy w latach 2014-2015 mieli największy udział w polskim rynku ubezpieczeniowym.



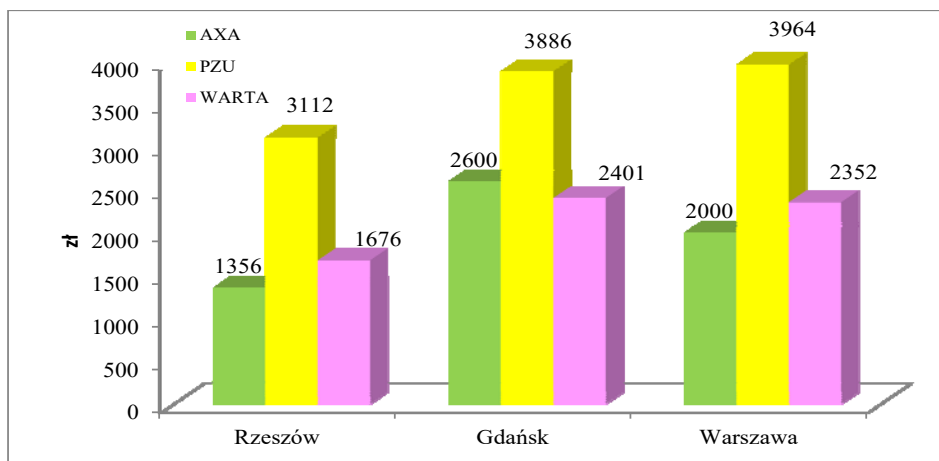
Rysunek 1 – Towarzystwa o największych udziałach w rynku ubezpieczeniowym w Polsce w 2014 i 2015 r.

Towarzystwa ubezpieczeniowe w Polsce mają dużą dowolność w kształtowaniu wysokości składek za oferowane ubezpieczenia komunikacyjne. W celu pokazania tych różnic porównano oferty trzech wybranych towarzystw ubezpieczeniowych (AXA, PZU, WARTA), które w swojej ofercie mają ubezpieczenia OC i AC. Do oceny ofert wybranych ubezpieczycieli w zakresie OC i AC (rys. 2 i rys. 3) wytypowano 50-letniego posiadacza pojazdu z 2012r. marki Audi A4 o pojemności silnika 2.0, który mieszka w Rzeszowie, w Gdańsku lub w Warszawie [3,5].



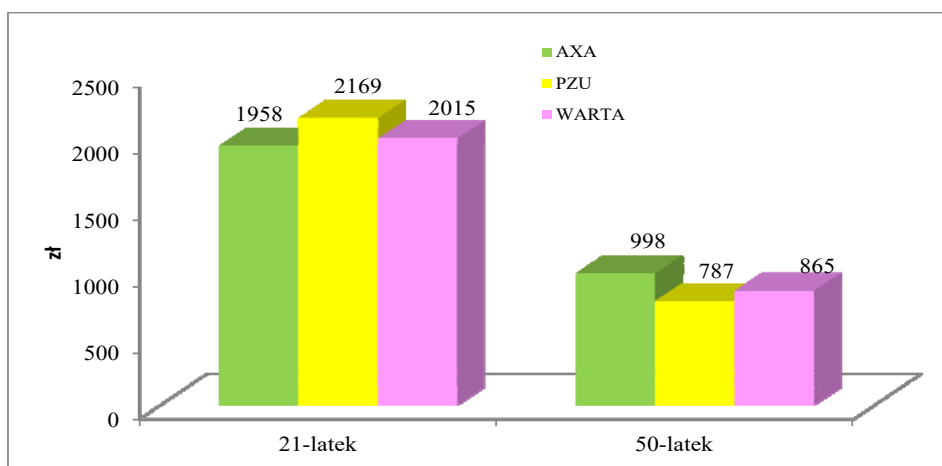
Rysunek 2 – Wpływ miejsca zamieszkania właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia OC

Z rys. 2 wynika, że ubezpieczający zapłaci najniższe składki za OC w Rzeszowie i ta tendencja dotyczy wszystkich analizowanych towarzystw ubezpieczeniowych. Najwyższe składki ubezpieczeniowe zapłaci mieszkaniec stolicy, największego miasta o bardzo dużym natężeniu ruchu drogowego, czyli też najwyższym ryzyku wystąpienia szkody. Najdroższe polisy dla rzeszowiaka i warszawiaka oferuje firma AXA, natomiast dla mieszkańca Gdańska najmniej korzystną ofertę ma WARTA. Biorąc natomiast pod uwagę porównanie ofert w zakresie ubezpieczenia AC najtańszą składkę proponuje w każdym przypadku firma AXA, a najdroższą PZU. Ponownie najniższe składki u wszystkich analizowanych ubezpieczycieli zapłaci mieszkaniec Rzeszowa.

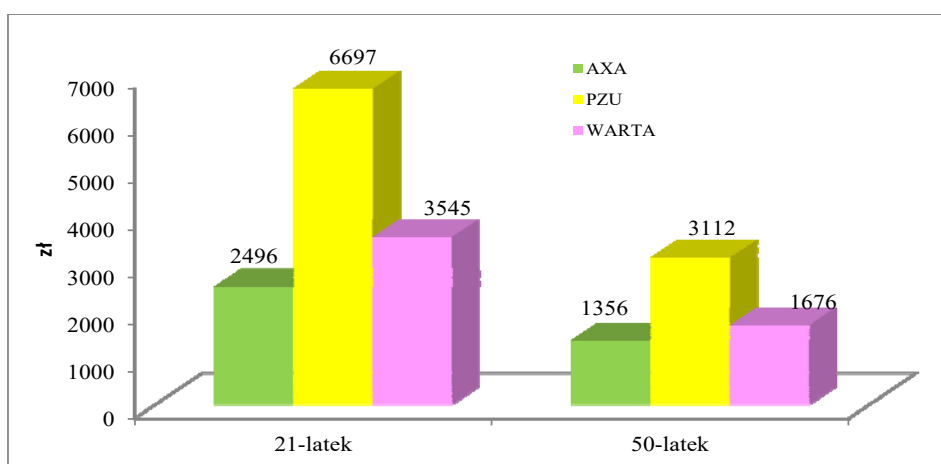


Rysunek 3 – Wpływ miejsca zamieszkania właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia AC

Kolejnym kryterium porównawczym był wiek ubezpieczających ten sam samochód marki Audi A4 o pojemności silnika 2.0 z 2012r. Na rys. 4 i rys. 5 przedstawiono wpływ wieku kierowcy 21-letniego i 50-letniego na wysokość składki ubezpieczeniowej za OC i AC [3,5].



Rysunek 4 – Wpływ wieku właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia OC

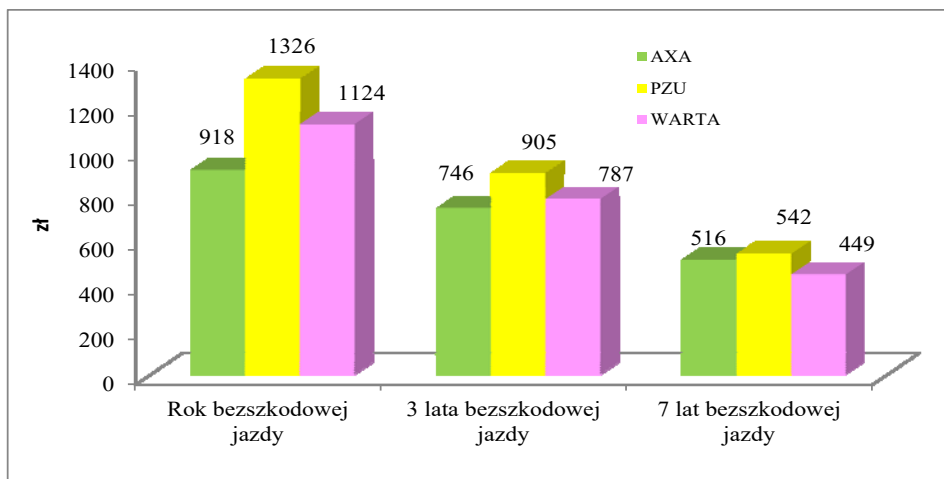


Rysunek 5 – Wpływ wieku właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia AC

Z danych pokazanych na obu wykresach można stwierdzić, że młody kierowca zapłaci znacznie wyższą składkę za ubezpieczenie swojego samochodu niż mężczyzna dojrzały. 21-latek zapłaci najwięcej za ubezpieczenie OC i AC w PZU, a najmniej w firmie AXA. Z kolei kierowca starszy najwięcej za

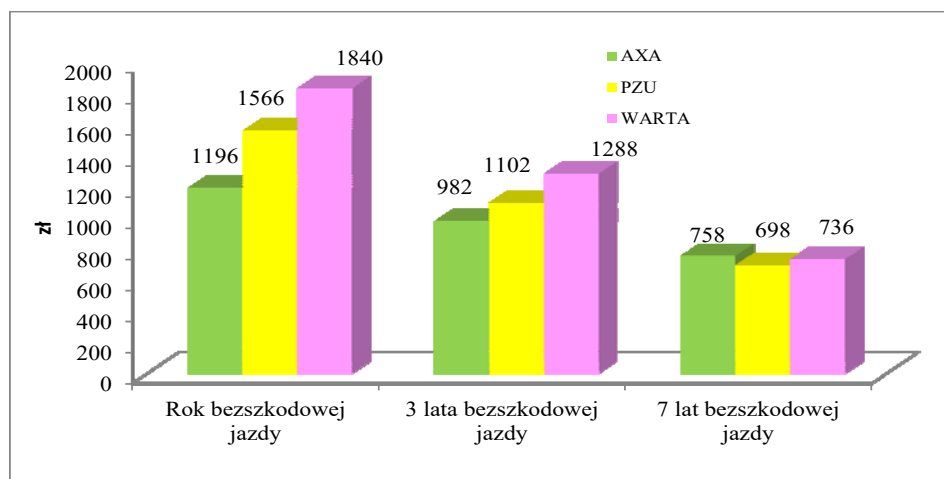
ubezpieczenie OC zapłaci w firmie AXA, a za AC w PZU. Najtańsze ubezpieczenie obowiązkowe OC dla 50-latka oferuje PZU, natomiast w zakresie AC najkorzystniejszą ofertę ma towarzystwo AXA.

Istotny wpływ na wysokość składki ubezpieczeniowej ma tzw. bezszkodowa jazda właściciela pojazdu. Na rys. 6 porównano stawki dla 50-letniego kierowcy w zakresie OC, który nie miał żadnej szkody w okresie 1 roku, 3 lat i 7 lat. Natomiast na rys. 7 przedstawiono wpływ jazdy bezszkodowej ubezpieczającego się na wysokość ubezpieczenia AC [3,5].



Rysunek 6 – Wpływ bezszkodowej jazdy właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia OC

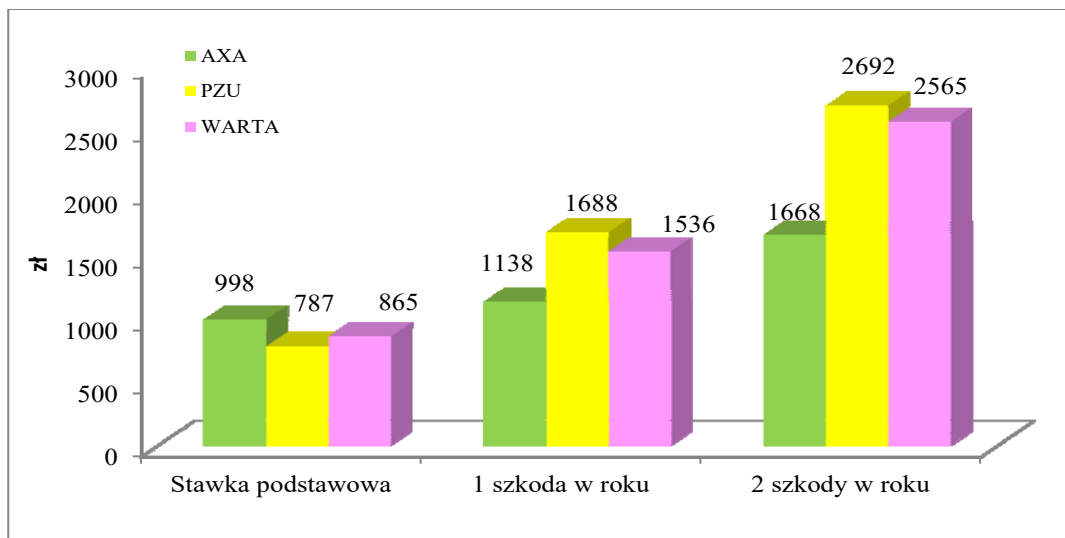
Najdłuższy okres bezszkodowej jazdy właściciela ubezpieczonego pojazdu wpływa w istotny sposób na wysokość składki ubezpieczenia OC, co pokazuje powyższy wykres. Najniższe składki w tym przypadku oferuje firma WARTA, natomiast najdrożej za OC, analizowany 50-letni kierowca, zapłaci w PZU. Różnice w PZU są bardzo duże, ponieważ rok bezszkodowej jazdy powoduje, że kierowca zapłaci za OC - 1326 zł, a po siedmiu latach bez szkód już tylko 542 zł.



Rysunek 7 – Wpływ bezszkodowej jazdy właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia AC

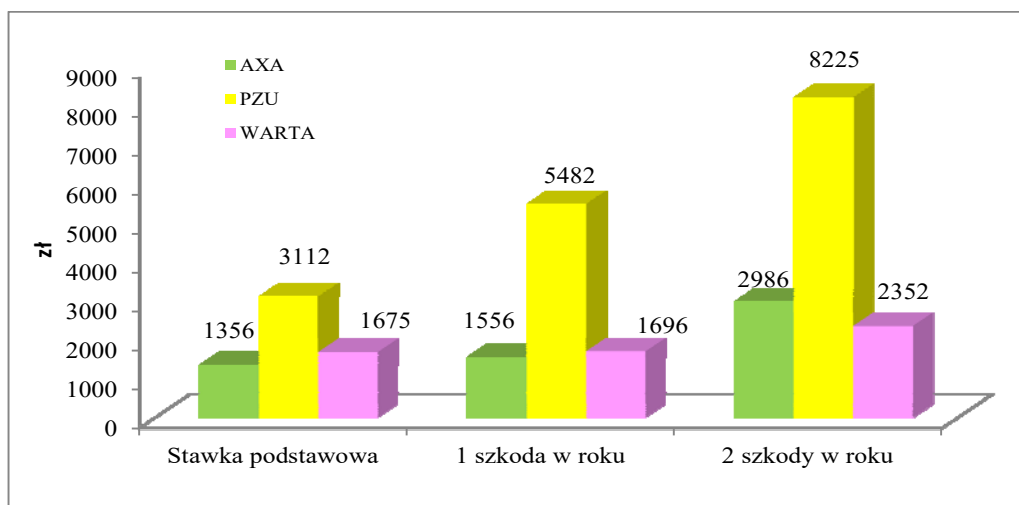
Z rys. 7 również wynika, że im dłuższy okres bez szkód komunikacyjnych, tym mniejsze składki za ubezpieczenia AC zapłaci właściciel pojazdu. Najmniejsze ubezpieczenie za bezszkodową jazdę przez rok i trzy lata kierowca zapłaci w firmie AXA, natomiast ten sam kierowca za siedem lat bezszkodowej jazdy najbardziej doceniony zostanie w PZU. Najwięcej kierowca z siedmioletnim bezszkodowym okresem jazdy zapłaci w firmie AXA.

Na wysokość ubezpieczenia OC i AC znaczny wpływ ma ilość szkód komunikacyjnych, które w okresie składkowym miał ubezpieczony. Wpływ ilości szkód na wysokość składki za OC pokazano na rys. 8, a na rys. 9 wpływ ilości szkód na wysokość składki za AC [3,5].



Rysunek 8 – Wpływ ilości szkód komunikacyjnych właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia OC

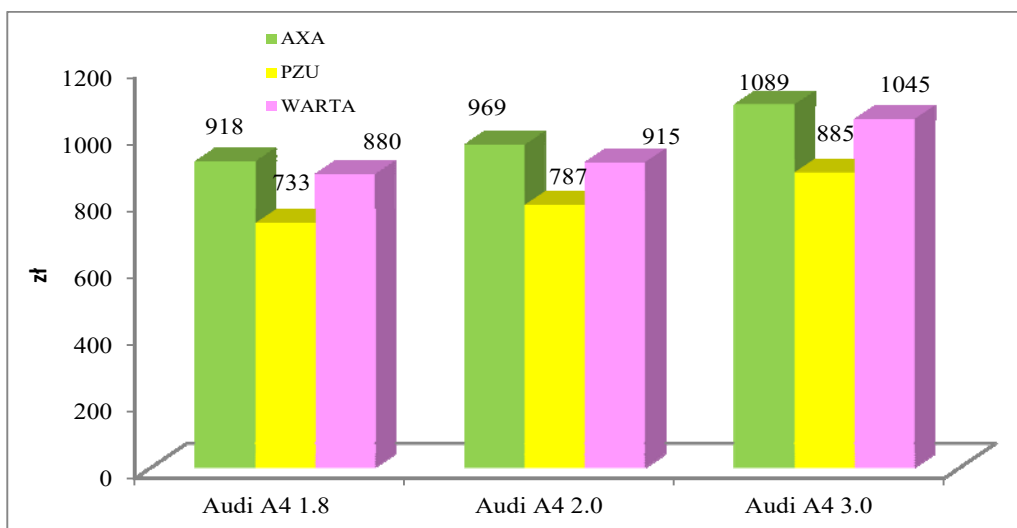
Przedstawione na rys. 8 informacje pozwalają na stwierdzenie, że wysokość składki ubezpieczeniowej rośnie w momencie wypłacenia odszkodowania za szkodę powstałą w poprzednim okresie składkowym. Jedna i dwie szkody w roku powodują największy wzrost ceny za ubezpieczenie OC w PZU, a najmniejszy w firmie AXA. Dla porównania, dwie szkody w roku to dla ubezpieczonego w PZU wydatek rzędu 2692 zł, natomiast w firmie AXA zaledwie 1668 zł. Ciekawostką jest na pewno to, że przy stawce podstawowej ubezpieczenie w AXA jest droższe niż w firmie PZU.



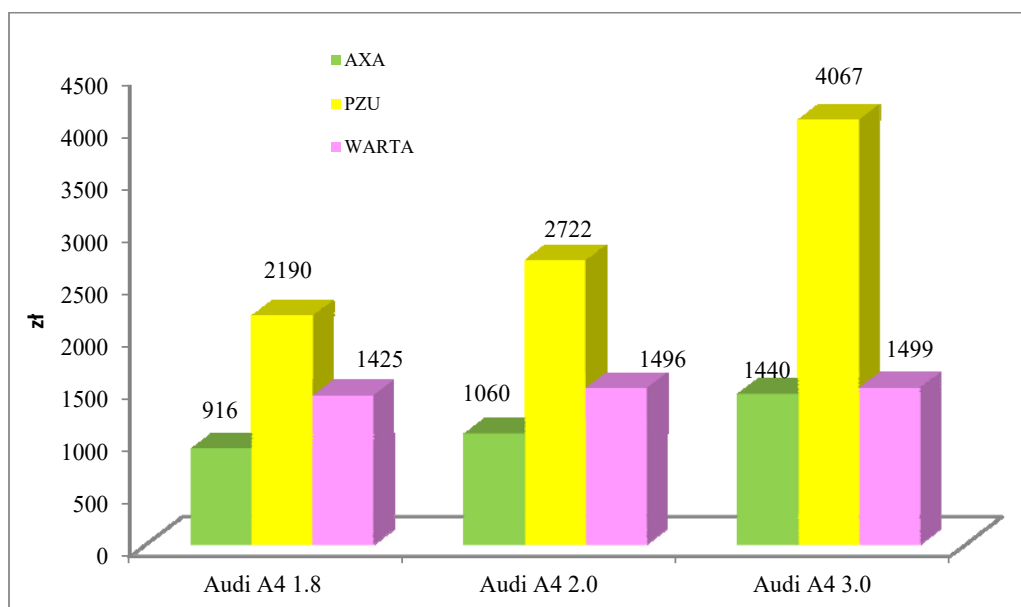
Rysunek 9 – Wpływ ilości szkód komunikacyjnych właściciela pojazdu na wysokość ubezpieczenia AC

Wysokość ubezpieczenia za AC po wystąpieniu jednej lub dwóch szkód komunikacyjnych najbardziej wzrasta, podobnie jak w przypadku OC, w PZU. Najniższy wzrost składki za polisę AC można zauważyć w przypadku jednej szkody w firmie AXA, a w sytuacji, w której doszło do wystąpienia dwóch szkód w okresie składkowym najtańsze ubezpieczenie będzie w WARCIE.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na wysokość ubezpieczenia OC (rys. 10) i AC (rys. 11) jest pojemność skokowa silnika. Do analizy wytypowano ponownie samochód marki Audi A4 z 2012r. o różnych pojemnościach silnika [3,5]. Na rys. 10 można zauważyć, że pojemność silnika ma duże znaczenia w ustaleniu ceny za ubezpieczenie OC. W każdej analizowanej firmie ubezpieczeniowej składka wzrasta wraz ze wzrostem pojemności silnika pojazdu, który ma być ubezpieczony. Najwyższe ceny za ubezpieczenie OC w każdym ocenianym wariantcie proponuje firma AXA, natomiast najmniejsze PZU.



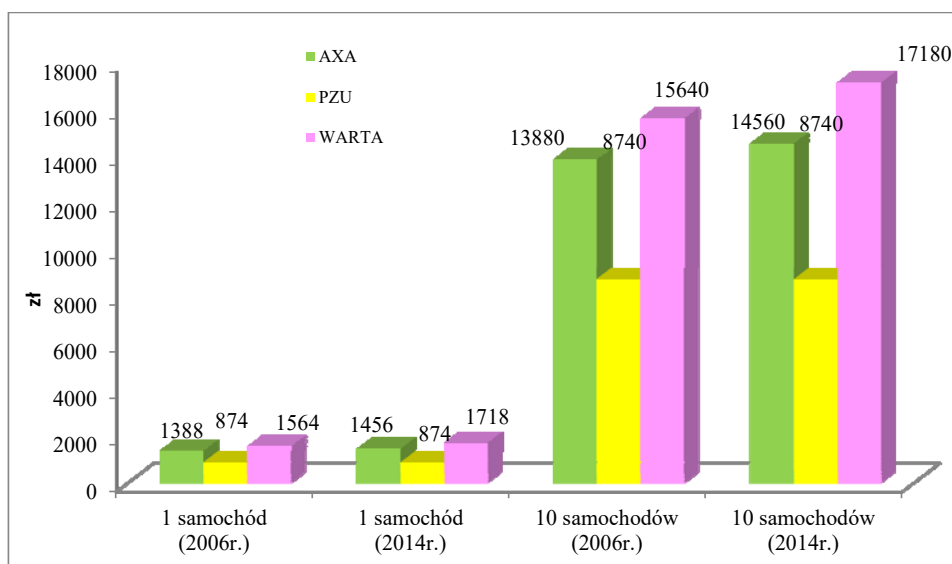
Rysunek 10 – Wpływ pojemności silnika na wysokość ubezpieczenia OC



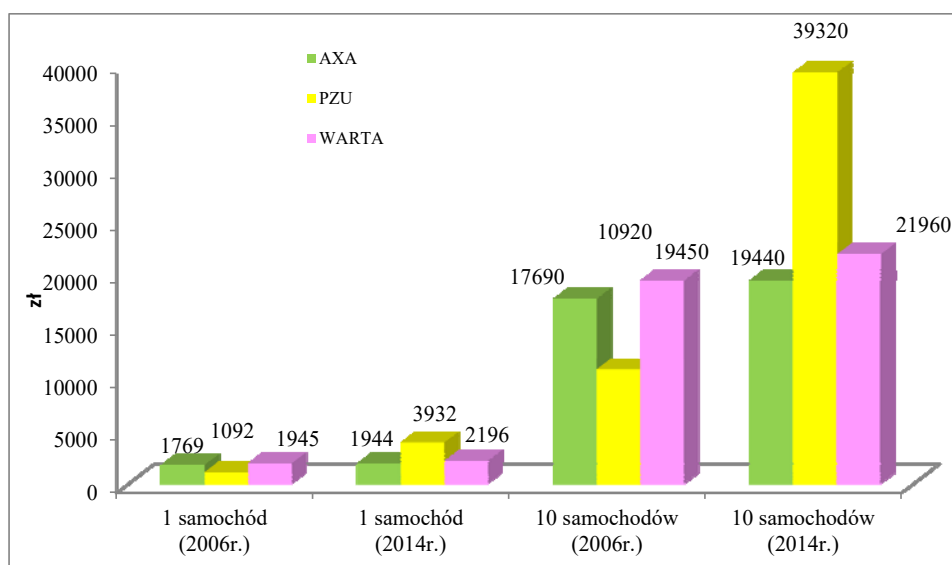
Rysunek 11 – Wpływ pojemności silnika na wysokość ubezpieczenia AC

Pojemność silnika ma duży wpływ również na wysokość składki za ubezpieczenie AC. Najkorzystniejszą ofertę dla osób ubezpieczających swój samochód ma firma AXA, podobne cenowo ubezpieczenie oferuje WARTA, natomiast PZU ma znacznie wyższą składkę od swoich rywali. Dla samochodu Audi A4 o pojemności 3.0 PZU ustaliło składkę za AC na poziomie 4067 zł, a pozostałe firmy wyceniły swoje polisy na 1440 zł i 1499 zł.

Do oceny czynników wpływających na wysokość składki OC i AC wytypowano także ilość posiadanych pojazdów przez ubezpieczającego oraz ich wiek (rys. 12 i rys. 13) [3,5]. Porównanie zostało dokonane w dwóch wariantach - dla właściciela małego przedsiębiorstwa transportowego dysponującego jednym pojazdem oraz 10 pojazdami dostawczymi marki Iveco Daily 35C15 3,5t z 2006 r. o wartości 30 tys. zł oraz Iveco Daily 35C15 3,5t z 2014 r. o wartości 75 tys. zł. Z danych pokazanych na rys. 12 wyraźnie wynika, że ilość pojazdów dostawczych przeznaczonych do ubezpieczenia przez jednego właściciela nie ma wpływu na wysokość składki OC. W firmach AXA i WARTA, w przeciwieństwie do PZU, istotne znaczenie ma wiek ubezpieczanych pojazdów dostawczych, tzn. że za nowsze samochody będzie naliczone wyższe ubezpieczenie. W PZU dla nowszego i starszego samochodu dostawczego będzie naliczona taka sama składka ubezpieczeniowa.



Rysunek 12 – Wpływ ilości pojazdów i ich wieku na wysokość ubezpieczenia OC

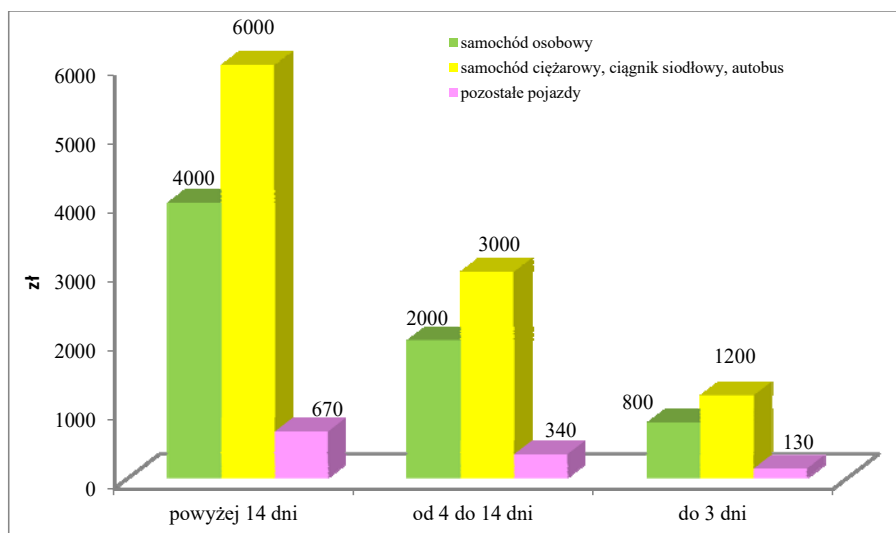


Rysunek 13 – Wpływ ilości pojazdów i ich wieku na wysokość ubezpieczenia AC

W przypadku ubezpieczenia AC wpływ na wysokość polisy ma wiek samochodów dostawczych, więcej właściciel pojazdów zapłaci za nowsze pojazdy o większej wartości. Najwięcej będzie kosztowało ubezpieczenie jednego lub 10 starszych samochodów dostawczych w WARCIE, natomiast ubezpieczenie jednego lub 10 nowszych pojazdów najdroższe będzie w firmie PZU.

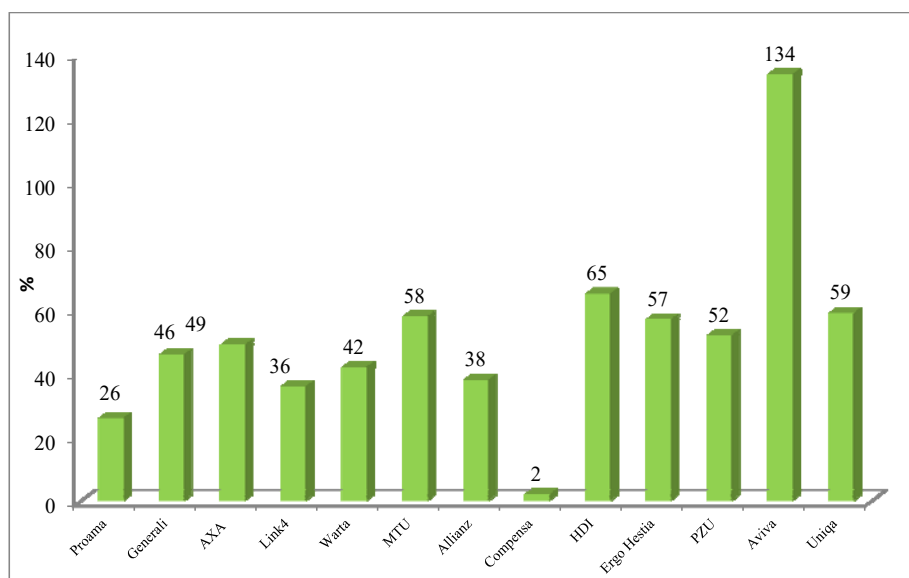
PROGNOZY W ZAKRESIE UBEZPIECZENIA ODPOWIEDZIALNOŚCI CYWILNEJ OC POSIADACZA POJAZDU MECHANICZNEGO

W 2017 r. w Polsce nastąpi znaczny wzrost kar za brak obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej posiadacza pojazdu mechanicznego. W przypadku kierowców samochodów osobowych nieposiadających ważnej polisy ubezpieczenia OC kwota kary może wynosić nawet 4 tys. zł. Za to samo przewinienie kierowcy samochodów ciężarowych muszą się liczyć z jeszcze wyższymi konsekwencjami finansowymi (rys. 14). Opłaty karne za brak ważnej umowy ubezpieczenia OC są uzależnione od płacy minimalnej obowiązującej w danym roku. Jest ona ustalana każdego roku przez Rząd Rzeczypospolitej Polskiej. W roku 2017 płaca minimalna brutto wzrosła do 2000 zł, w związku z czym wzrosła również wysokość sankcji za brak ważnego OC.



Rysunek 14 – Wysokość kar za brak OC w 2017 r.

Poza wzrostem kar za brak OC, zwiększą się także składki w zakresie tego obowiązkowego ubezpieczenia (rys. 15).



Rysunek 15 – Procentowy wzrost cen w 2017 r. za ubezpieczenie OC w stosunku do 2016 r.

Wpływ na sytuację przedstawioną na rys. 15 mają straty ubezpieczycieli w segmencie OC. Są one spowodowane obniżaniem składek przez firmy ubezpieczeniowe w ubiegłych latach, w celu pozyskania klienta. Działania takie wynikały z dużej konkurencji na polskim rynku ubezpieczeniowym, ponieważ każda z firm miała w swojej ofercie podobne ubezpieczenia. Niestety takie działania ubezpieczycieli doprowadziły obecnie do bardzo dużego wzrostu cen za polisy ubezpieczeniowe. Ważnym kryterium, które przyczyniło się do wzrostu cen ubezpieczeń obowiązkowych, jest także rosnąca świadomość osób poszkodowanych w wypadkach komunikacyjnych o tym, czego mogą się domagać się od ubezpieczycieli sprawców wypadków. Do wymienionych przyczyn wzrostu składek ubezpieczeniowych należy dodać również ustawę z 15 stycznia 2016r. o podatku od niektórych instytucji finansowych, która to nakłada na zakłady ubezpieczeniowe obowiązek płacenia podatku bankowego, a one obciążają nim swoich klientów.

Analizując dane na rys. 15 można stwierdzić, że wszystkie firmy ubezpieczeniowe podwyższyły ceny za OC w roku 2017. Najmniej, bo o zaledwie 2%, wzrosły składki w Compensie, a najbardziej zwiększyły się ceny polis w Avivie, bo aż o 134%.

PODSUMOWANIE

Z opracowanej w artykule analizy porównawczej ofert wybranych towarzystw, tj. AXA, PZU, WARTA można stwierdzić, że na wysokość składki ubezpieczeniowej wpływ mają różne czynniki. W niektórych towarzystwach, większy wpływ na wysokość ubezpieczenia ma wiek kierowców, ich doświadczenie, miejsce zamieszkania, a u innych ubezpieczycieli ważniejsze znaczenie ma wiek pojazdu, jego wartość lub pojemność silnika. Te różnice powinny skłonić właściciela pojazdu do zapoznania się z ofertą kilku towarzystw przed zawarciem umowy w zakresie OC i AC.

Przedstawiona w artykule ocena wybranych ubezpieczycieli pozwoliła na następujące wnioski – tańsze składki za ubezpieczenie OC i AC płacą mieszkańcy mniejszych miejscowości, niższe polisy mają doświadczeni kierowcy oraz właściciele pojazdów o mniejszych pojemnościach silnika. Z porównania cen za polisy ubezpieczenia autocasco wynika, że najczęściej najwyższą ofertę proponowało PZU i ich wysokość znacznie odbiegała od składek zaproponowanych przez firmy AXA i WARTA.

LITERATURA:

1. Orlicki M., Pokrzywniak J., Raczynski A.: Obowiązkowe ubezpieczenie OC posiadaczy pojazdów mechanicznych. Oficyna Wyd. Branta, Bydgoszcz 2007.
2. Rogowski S.: Ubezpieczenia komunikacyjne. Wydawnictwo Poltext, Warszawa 2008.
3. Gębuś D.: Ocena usług oferowanych przez ubezpieczycieli komunikacyjnych w Polsce. Praca inżynierska (promotor: E. Zielińska), Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2017.
4. Zielińska E.: Analiza porównawcza składek oferowanych przez ubezpieczycieli komunikacyjnych w Polsce. Збірник наукових праць, ВІСНИК № 30, Київ 2014.
5. Materiały źródłowe towarzystw ubezpieczeniowych: AXA, PZU, Warta.

STRESZCZENIE

ZIELIŃSKA Edyta. Uwarunkowania w zakresie wysokości ubezpieczeń komunikacyjnych w Polsce / ZIELIŃSKA Edyta, SIEDLECKA Sylwia // Wisnyk Narodowego Uniwersytetu Transportu. – K. : NTU, 2017. – № 39.

W artykule przedstawiono ofertę wybranych firm w zakresie ubezpieczeń komunikacyjnych. Podano najważniejsze czynniki decydujące o cenie polisy, takie jak miejsce zamieszkania, wiek posiadacza pojazdu, posiadane zniżki, ilość szkód w okresie trwania ochrony ubezpieczeniowej. Wpływ ilości szkód komunikacyjnych na wysokość kolejnej składki przedstawiono w oparciu o dane pochodzące z firm: AXA, PZU i WARTA.

РЕФЕРАТ

ЗЕЛІНЬСКА Едита. Умови збільшення вартості послуг комунікаційного страхування в Польщі / ЗІЕЛІНЬСКА Едита, СІДЛЕЦЬКА Силья // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті представлені пропозиції окремих компаній в галузі страхування. Вказані найбільш важливі фактори, що визначають вартість страхового полісу, такі, як місце проживання, вік власника транспортного засобу, наявна знижка, сума збитку в період страхового покриття. Вплив кількості комунікаційної шкоди на з підвищення наступного внеску представлено. спираючись дані, отримані від фірм AXA, PZU i WARTA.

ABSTRACT

ZIELINSKA Edyta, SIEDLECKA. Sylwia Conditions in respect of the amount of communications insurance in Poland. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The article presents some companies offer communications insurances. Are described the major factors determining the price of the policy, such as place of residence, age of a vehicle, owned discount, the amount of damage during the period of coverage. Effect of communications insurances in the amount of subsequent premiums are presented based on data from the companies: AXA, PZU, WARTA.

AUTORZY:

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

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

АВТОРИ:

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.

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

AUTHORS:

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

SIEDLECKA Sylwia, MSc, Rzeszow University of Technology, Departament 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 згоряння і транспорту, Жешув, Польща.

Савін Ю. Х., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, Київ, Україна.

REVIEWERS:

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

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.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Лейд К., доктор хабілітированный, профессор, Жешовская Политехника, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания и транспорта, Жешув, Польша.

Савин Ю.Х., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервиса, Киев, Украина.