

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

ЛИСИЙ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ



УДК 629.017:629.083

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ
ПОЇЗДІВ ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ ЇХ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2016

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення вимог до безпеки руху, підвищення ресурсу з впровадженням сучасних досягнень вітчизняної і світової науки для ефективного використання засобів транспорту – одна з головних стратегій розвитку автомобілебудування. Її реалізація під час експлуатації автопоїздів зумовлена необхідністю проводити обслуговування за їх технічним станом, об'єктивно прогнозувати ресурс. Це дозволяє підвищити ефективність експлуатації автопоїздів і зменшити собівартість транспортних робіт.

Як показано в роботах М.Я. Говоруценка, Е.С. Кузнєцова, Р.В. Крамаренка, А.М. Шейніна та ін., особливо великі складності виникають при дослідженні інтенсивності зміни технічного стану транспортних засобів (ТЗ), на яку впливають експлуатаційні чинники. Інтенсивність зміни технічного стану ТЗ на 70-90% залежить від умов експлуатації, оцінити вплив яких дуже ускладнено.

Одним із шляхів підвищення ресурсу ТЗ є встановлення раціональної періодичності профілактики, яка характеризується закономірностями змін і витрат на технічне обслуговування (ТО) і ремонт (Р) ТЗ. На практиці експлуатації автопоїздів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва використовують рекомендації заводів-виробників, науково-дослідних та інших установ, готові програмні засоби. Завдання експлуатаційників зводяться до правильної організації системи підтримання працездатності автопоїздів, коригуючи рекомендації виробників і постачальників техніки з урахуванням фактичних умов експлуатації.

Таким чином, необхідно розробляти засоби для ТО і Р, що дозволять підвищити ефективність використання ресурсу ТЗ. Крім того, згідно з роботами О.С. Полянського і В.Г. Кухтова виникає необхідність прогнозувати та забезпечувати заданий рівень технічного стану агрегатів ТЗ.

Отже, вирішення загальної проблеми щодо ефективної експлуатації автопоїздів потребує єдиного підходу до їх обслуговування за фактичним технічним станом. Важливим є те, що на основі встановлення нових залежностей зміни технічного стану агрегатів автопоїздів від пробігу необхідно розробити новий підхід до управління їх ресурсом шляхом коригування періодичності ТО, що рекомендовані виробниками, з урахуванням фактичних умов експлуатації. Це дасть змогу збільшити їх добові пробіги, забезпечити безпеку руху, зменшити простої та собівартість перевезень. Це є актуальним завданням для розвитку транспортної галузі України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Матеріали дисертації є узагальненням досліджень, що виконані у межах:

- комплексних цільових програм, концепцій та наказів: «Транспортна стратегія України на період до 2020 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 20.10.2010 р. №2174-р); «Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільного транспорту на період до 2015 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 3.08.2011 р. №732-р); «Стратегія економічного та соціального розвитку Одеської області на період до 2015 року» (Розпорядження Одеської обласної державної адміністрації від 3.03.2005 р. №93/А-2005); «Концепція стратегічного розвитку «Одеса–2022»» (Розпорядження міської голови від 25.04.2012 р. №378-01р); Програма реалізації Пріоритетних напрямів співробітництва держав-учасників СНД у сфері транспорту на

період до 2020 року (Міжнародний документ від 22.05.2009 р., №998 445); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» (Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р., №550); «Про затвердження Програми формування та розвитку Державної спеціальної служби транспорту на 2005-2015 роки» (Постанова Кабінету Міністрів України від 21.09.2005 р., №939); «Про підготовку і планування до використання великогабаритних та великовагових транспортних засобів Збройних Сил України» (Наказ Міністра оборони України від 23.02.2015 р., №82);

- плану науково-дослідних робіт: «Обґрунтування та визначення напрямків автоматизації процесу розробки плануючих документів посадовими особами органів управління матеріально-технічним забезпеченням армійського корпусу та механізованої бригади під час застосування військ» (ЦВНІ ЦНДІ ЗСУ, таємно, шифр «Корпус-СВ-1», інв. 831-в, ДР 0101U001306, 2010-2012 рр.); «Обґрунтування вимог до бойової екіпіровки та спорядження парашутиста-десантника різних спеціальностей та парашутиста-рятувальника» (тема №14102-005, шифр «Комплект», 2014-2016 рр.);

- договорів про співробітництво між військовими частинами ЗСУ і підприємствами автомобільного транспорту з перевезення вантажів і сервісу.

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – підвищення ефективності експлуатації автопоїздів шляхом управління їх технічним станом. Відповідно до цього необхідно вирішити наступні основні наукові й прикладні завдання:

1. Проаналізувати основні експлуатаційні чинники, що суттєво впливають на ресурс основних агрегатів автопоїздів, систематизувати напрями підвищення ефективності технічної експлуатації (ТЕ) автопоїздів за рахунок раціональної періодичності ТО.

2. Обґрунтувати та вибрати основні критерії до моделювання управління технічним станом автопоїздів.

3. Дослідити і змоделювати показники рівня технічного стану автопоїздів модульної побудови. Розробити єдиний підхід до експериментального дослідження фактичного ресурсу основних агрегатів автопоїздів.

4. Провести статистичне дослідження фактичного ресурсу основних частин автопоїздів, виявити елементи, що інтенсивно зношується, виявити причини. Визначити закони розподілу ресурсу основних частин автопоїзда від пробігу.

5. Розробити комплекс засобів щодо підвищення ефективності експлуатації автопоїздів із заданою імовірністю безвідмовної роботи й розробити практичні рекомендації для впровадження результатів дослідження.

Об'єкт досліджень – процес зміни технічного стану автопоїздів при їх експлуатації.

Предмет досліджень – вплив технічного стану автопоїздів на ефективність їх експлуатації.

Методи дослідження: у роботі використані методи теорії ймовірності й математичної статистики, теорії надійності, теорії оптимального планування експерименту та статистичного моделювання. Експериментальні дослідження проведені із застосуванням імітаційного чисельного моделювання та дорожніх випробувань, які виконані на автопідприємствах. Розрахунки й обробка результатів експериментальних досліджень виконані з використанням програмного забезпечення

MS Excel.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше запропоновано метод оцінки рівня технічного стану автопоїздів шляхом систематизації множини їх експлуатаційних показників, які впливають на зміну технічного стану;

- виконано оцінку впливу експлуатаційних показників автопоїздів на рівень їх технічного стану запропонованим методом, що на відміну від існуючих дозволило виявити резерви покращення якості проведення технічних впливів на основі коригування періодичності ТО і прогнозування обсягу робіт;

- на основі системного підходу удосконалено теорію кваліметричного моделювання та вибору альтернативних рішень за комплексним показником рівня технічного стану автопоїзда, що дозволило визначити границі області існування показників експлуатаційних властивостей – економічності, динамічності та надійності автопоїздів та знайти у цій області кращий набір значень показників якості основних компонентів (підсистем, агрегатів, механізмів, елементів тощо) оптимізаційними методами на етапі моделювання.

Практичне значення одержаних результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблені заходи щодо контролю за технічним станом основних частин автопоїздів і обслуговування з урахуванням їх фактичного стану. Використання розробок дозволило підвищити імовірність прогнозування несправностей основних частин автопоїздів на 10%.

Результати роботи впроваджено на ТОВ ПП «Інтервід» (м. Одеса), ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса), що дозволило зменшити питомі витрати на експлуатацію одного автопоїзда до 15%, собівартість одиниці транспортної роботи на 1%.

Особистий внесок здобувача. Основні положення і результати дисертаційної роботи одержані самостійно. У наукових роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі результати: дослідження впливу основних легуючих елементів у конструкційних хромо-нікелеєвих сталях автомобільних деталей шасі вантажних автомобілів на їх зміну в кінетиці [1]; аналіз рівномірного розподілення ваги між колісними рушіями [2]; удосконалення технології передачі крутного моменту від двигуна до колісних рушіїв шляхом створення нової конструкції трансмісії ТЗ [3]; моделювання системи ТО і Р автопоїздів Volvo, DAF [11, 12]; удосконалення багатofакторної моделі порівняння експлуатаційних показників автопоїздів Volvo, DAF [4, 9]; аналіз умов забезпечення працездатності ТЗ на основі удосконалення системи ТО [5, 9]; дослідження ресурсу основних частин автопоїздів та причин зміни їх технічного стану [6]; удосконалення системної кваліметричної моделі визначення показника рівня технічного стану автопоїздів Volvo, DAF [8, 10], коригування режимів ТО автопоїздів [13].

Апробація результатів дисертації. У повному обсязі дисертаційну роботу обговорено та схвалено на наукових семінарах кафедр автомобільної техніки Військової академії (м. Одеса) і автомобілів Національного транспортного університету (м. Київ).

Результати дисертаційної роботи пройшли апробацію на республіканських і міжнародних науково-технічних конференціях: «Новітні шляхи створення, технічної експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів» (м. Одеса, Військова академія, 2015 р.);

симпозіумі українських інженерів-механіків у м. Львові (м. Львів, НУ «Львівська політехніка», 2015 р.); «Транспорт, екологія – стійкий розвиток» (Болгарія, м. Варна, Технічний університет, 2015 р.); «Інноваційні проекти в галузі технічного сервісу машин» (м. Харків, ХНТУСХ, 2015 р.); «Проблеми якості та експлуатації автотранспортних засобів: експлуатація та розвиток автомобільного транспорту» (Росія, м. Пенза, АДІ ПГУАС, 2015 р.); «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (м. Вінниця, ВНТУ, 2015 р.); «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу» (м. Харків, ХНТУСХ, 2015 р.); 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника «Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті» (м. Харків, ХНАДУ, 2015 р.); «Проблеми функціонування систем транспорту» (Росія, м. Тюмень, ТюмГНГУ, 2015 р.); «Покращення конструктивних та експлуатаційних показників автомобілів і машин» (м. Київ, НТУ, 2015 р.); «Наука – освіті, виробництву, економіці» (Білорусь, м. Мінськ, БНТУ, 2016 р.).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано у 13 роботах, з яких: 7 – у спеціалізованих виданнях (з них 1 одноосібна) і входять до переліку обов'язкових, 4 – в матеріалах конференцій, а також 2 – опубліковано в Росії.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, додатків і викладена на 200 сторінках. Робота містить 124 сторінки основного тексту, 19 таблиць, 65 рисунка, 7 додатків викладено на 34 сторінках, 141 джерела використаної літератури викладено на 16 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність проблеми, сформульовані мета і завдання досліджень, наведені основні отримані автором наукові результати, визначена їх практична значущість і новизна.

У **першому розділі** «Аналіз факторів, що впливають на технічний стан автопоїздів» розглянуто сучасний стан проблеми підвищення ефективності експлуатації автомобільних поїздів шляхом управління їх технічним станом. Проведений огляд літературних джерел, аналіз вітчизняного та світового досвіду експлуатації автопоїздів показав, що їх фактичний ресурс суттєво відрізняється від нормативного.

Згідно з роботами М.Я. Говоруценка, В.М. Варфоломєєва, І.М. Арініна необхідно обслуговувати ТЗ за технічним станом. Сучасні методи й засоби ТО враховують інформацію про технічний стан функціональних елементів ТЗ. Під час постійного контролю за технічним станом основних частин ТЗ отримується й систематизується інформація щодо їх фактичного стану. Виникає необхідність в коригуванні режимів ТО, що полягає в уточненні основного переліку операцій і періодичності їх виконання на підставі спільного аналізу фактичних даних про виконання операцій обслуговування та періодичності, змісту та обсягів виконаних ремонтів.

В якості об'єкта дослідження при коригуванні режимів ТО для підприємств, що експлуатують автопоїзди іноземного виробництва, була визначена цільова функція:

$$C, L_{\text{опт}}(t_{\text{тр}}) \rightarrow \text{opt}, \quad (1)$$

де C – витрати на ТО і Р автопоїзда, грн.; $L_{\text{опт}}$ – оптимальний (ефективний) пробіг автопоїзда, тис. км; $t_{\text{тр}}$ – питома трудомісткість поточного ремонту, чол×год/1000 км.

При технічній експлуатації автопоїздів підвищення $\alpha_{\text{ТТ}}$ призводить до збільшення продуктивності процесу перевезень W_i . Тоді собівартість перевезень – це функція:

$$S = f(C_{\text{ПВ}}, C_{\text{ЗВ}}, L, W), \quad (2)$$

де $C_{\text{ПВ}} = C_{\text{ЗПв}} + C_{\text{НВ}}$ – постійні витрати, що складаються із заробітної плати водіїв і накладних витрат, грн.; $C_{\text{ЗВ}} = C_{\text{П}} + C_{\text{ЗМ}} + C_{\text{Ш}} + C_{\text{А}} + C_{\text{ТО}}$ – змінні витрати, що складаються з витрат відповідно на паливо, змащувальні матеріали, шини й амортизаційні відрахування, ТО і Р автопоїзда, грн.; L – пробіг автопоїзда, тис. км; W – продуктивність процесу перевезень автопоїздом, т×км.

Зменшення комплексу витрат на експлуатацію автопоїздів може бути досягнуте за рахунок зменшення витрат на шини, паливо та ТО і Р їх агрегатів. На підставі проведеного аналізу сформульовано основні завдання дослідження, що пов'язані з управлінням ефективністю експлуатації автомобільних поїздів і визначено цільову функцію, яка поєднує їх технічну готовність та собівартість їх експлуатації.

Отже, управління технічним станом автомобільних поїздів, коригування періодичності ТО їх основних вузлів, агрегатів, механізмів потребує подальшого дослідження.

У другому розділі «Обґрунтування та вибір критеріїв до моделювання управління технічним станом автопоїздів» розглянуто автопоїзд, як технічну систему (рис. 1), що складається із взаємозв'язаних підсистем (агрегатів, механізмів і т.п.), які не гарантують створення оптимальної технічної системи, а в деяких випадках навіть спричиняють її непрацездатність. Отже, в основу рішення задач роботи покладено принцип цілісності, який вимагає розгляду технічної системи як єдиного цілого, що складається з структурних частин, які пов'язані між собою певними відношеннями.

Технічний стан автопоїзда дозволяє аналізувати чинники, що впливають на його зміну, по ступеню переваги й, отже, здійснювати у просторі параметрів X множини Y (рис. 2) пошук границь області існування показників рівня технічного стану тягача і напівпричепа та пошуку у цій області кращого набору значень показників якості основних компонентів (підсистем, агрегатів, механізмів, елементів тощо) оптимізаційними методами на етапі моделювання.

На прикладі автопоїздів марок DAF і Volvo виділено основні елементи (дані ТОВ «Зенал» ЛТД представлені в табл. 1).

На основі аналізу даних про напрацювання двигуна, моста, рами автопоїздів марок DAF і Volvo встановлено, що наробіток їх на відмову складає понад 1 млн. км пробігу, що у декілька разів перевищує наробіток на відмову інших агрегатів, вузлів. Тому ці агрегати у подальшій роботі не розглядались.

Статистичний аналіз даних ТОВ «Зенал» ЛТД щодо напрацювання основних частин автопоїздів дозволив встановити їх середні значення.

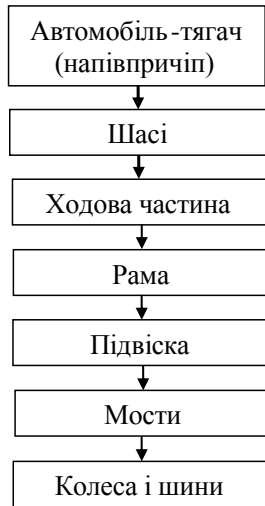


Рис. 1. Схема будови автомобіля-тягача (напівпричіп)

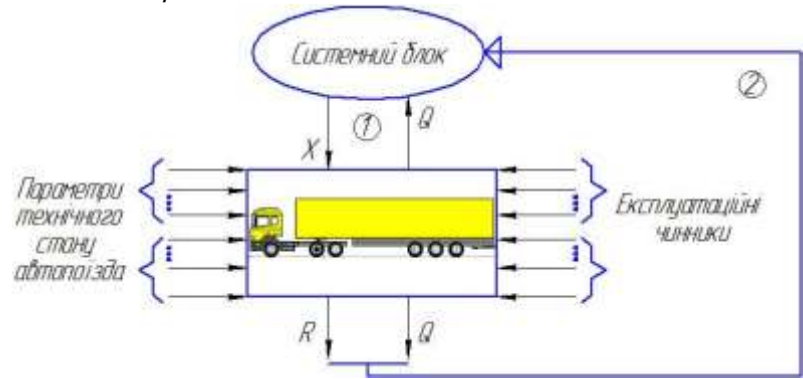


Рис. 2. Схема управління якістю технічного стану автопоїзда в процесі експлуатації: R – вектор результуючих параметрів; Q – вектор нормованих кваліметричних показників; X – вектор управляючих параметрів; 1 і 2 – внутрішній та зовнішній контури управління

Таблиця 1 – Дані напрацювання на відмову основних елементів автопоїздів з тягачами Volvo

| Системи автопоїздів | Наробіток на відмову, км | Наробіток на відмову, год. | Середній час відновлення, год. | Інтенсивність потоку відмов, км ⁻¹ | Інтенсивність відновлення, год. ⁻¹ | Відношення інтенсивності потоку відмов до відновлення, год./км |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|---|--|
| Двигун | 1000000 | 16703 | 37 | $6 \cdot 10^{-05}$ | 0,027027 | 0,002215 |
| Рама | 1000000 | 16703 | 14 | $6 \cdot 10^{-05}$ | 0,071429 | 0,000838 |
| Мости | 1000000 | 16703 | 8 | $6 \cdot 10^{-05}$ | 0,125 | 0,000479 |
| Паливний насос | 1000000 | 16703 | 5,2 | $6 \cdot 10^{-05}$ | 0,192308 | 0,000311 |
| Ходова частина тягача | 100000 | 1670,2 | 15 | 0,0005987 | 0,066667 | 0,008981 |
| Ходова система напівпричепа (н/п) | 200000 | 3340,6 | 10,5 | 0,000299 | 0,095238 | 0,003143 |
| Рульове управління | 120000 | 2004,3 | 10,5 | 0,0004989 | 0,095238 | 0,005239 |
| Гальмівна система тягача | 120000 | 2004,3 | 15 | 0,0004989 | 0,066667 | 0,007484 |
| Гальмівна система н/п | 100000 | 1670,3 | 8,2 | 0,0005987 | 0,121951 | 0,004909 |
| Електрообладнання тягача | 120000 | 2004,3 | 5,6 | 0,0004989 | 0,178571 | 0,002794 |
| Електрообладнання н/п | 250000 | 4175,7 | 4,3 | 0,0002395 | 0,232558 | 0,00103 |
| Коробка передач (механічна) | 60000 | 1002,2 | 12 | 0,0009978 | 0,083333 | 0,011974 |
| Зчеплення | 240000 | 4008,7 | 4,5 | 0,000249 | 0,222222 | 0,001123 |
| Головна передача | 1000000 | 16703 | 5,5 | $6 \cdot 10^{-05}$ | 0,181818 | 0,000329 |
| Шина Michelin тягача | 180000 | 3006,5 | 1,2 | 0,0003326 | 0,833333 | 0,000399 |
| Шина Michelin н/п | 180000 | 3006,5 | 1,2 | 0,0003326 | 0,833333 | 0,000399 |
| Шина Goodyear тягача | 180000 | 3006,5 | 1,2 | 0,0003326 | 0,833333 | 0,000399 |
| Шина Goodyear н/п | 180000 | 3006,5 | 1,2 | 0,0003326 | 0,833333 | 0,000399 |
| Шина (Китай) | 120000 | 2004,3 | 1,2 | 0,0004989 | 0,833333 | 0,000599 |
| Шина (Корея) | 180000 | 3006,5 | 1,2 | 0,0003326 | 0,833333 | 0,000399 |
| Деталі кузова | 120000 | 2004,3 | 12 | 0,0004989 | 0,083333 | 0,005987 |
| Середнє | 354762 | 5925,5 | 8,31 | 0,0003543 | 0,325874 | 0,00283 |

Згідно за результатами проведених досліджень ресурс автопоїздів Volvo, що перебували в експлуатації, змінювався за експоненційним законом, на основі якого було визначено поправку на знос (k) для коригування пробігу. Визначено зміну фактичного зносу (y %) автопоїздів Volvo (рис. 3):

$$I_a = 100 \cdot (1 - e^{-(0,09T_\phi + 0,0003L_\phi)}), \quad (3)$$

де e – основа натуральних логарифмів, $e = 2,72$; 0,09 – коефіцієнт, що враховує вплив віку автопоїзда і залежить від виду, марки, моделі; T_ϕ – фактичний вік автопоїзда, років; 0,0003 – коефіцієнт, що враховує вплив пробігу автопоїзда з

початку експлуатації і залежить від виду, марки, моделі; L_ϕ – фактичний пробіг автопоїзда з початку експлуатації, тис. км.

Експлуатаційні показники q_j (економічність, динамічність, безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність) зображені у вигляді вершин $q_j, \forall j = \overline{1,5}$ графа (рис. 4), прообразами яких є показники Q .

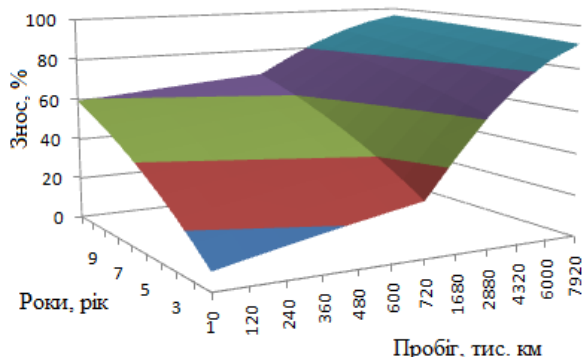


Рис. 3. Залежність фактичного зносу (в %) автопоїздів Volvo від їх фактичного віку та пробігу

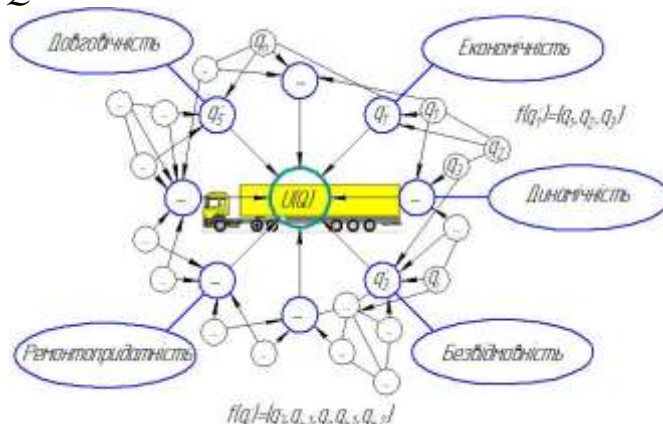


Рис. 4. Граф-схема моделі експлуатаційних показників якості технічного стану автопоїзда

Функція стану автопоїзда як складної технічної системи визначає узагальнену умову її оптимізації

$$F_{opt}\{q_1^{ек}, q_2^{дин}, q_3^{безвідм}, q_4^{рем}, q_5^{довг}\} = F_{opt}\{Q\} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Значення показника рівня технічного стану $U(Q) \equiv U$ є інваріантним рівню кваліметричної моделі. Оскільки рівень технічного стану – поняття відносне, отже відповідний критерій $U(Q)$ є безрозмірним, а комплексні показники (економічність, динамічність, надійність), що мають імовірнісну природу, не перевершують одиницю, тобто:

$$\begin{bmatrix} q_{a1} & q_{a2} & q_{a3} & q_{a4} & q_{a5} & -1 \\ 0 & q_{u2} & q_{u3} & q_{u4} & q_{u5} & -1 \\ 0 & 0 & q_{x3} & q_{x4} & q_{x5} & -1 \\ 0 & 0 & 0 & q_{n4} & q_{n5} & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & q_{n.u5} & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ U \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де q_{aj} , q_{uj} , q_{xj} , q_{nj} – нормовані експлуатаційні показники j -ої ознаки властивості, що характеризують рівень технічного стану відповідно автомобіля-тягача взагалі, шасі, ходової частини, підвіски тягача; $q_{n.u5}$ – нормовані експлуатаційні показники 5-ої ознаки властивості, що характеризують рівень технічного стану пневматичної шини тягача; $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5\}$ – стовпець невідомих вагових коефіцієнтів.

На основі гіперболічної функції, що відображає зниження рівня переваги будь-якої ознаки якості $y_i, \forall i = \overline{1, n}$ із зростанням її значення, для нормування різноманітних фізичних шкал елементів множини $\{Y\}$ у діапазоні $[0, 1; 1]$ розраховуються:

а) при відображенні без зміни градієнта

$$q_{ij} = 0,1 + 1,18th \left[\frac{y_{ij} - y_{ij}^{\min}}{y_{ij}^{\max} - y_{ij}^{\min}} \right]; \quad (6)$$

б) при зміні градієнта на протилежний

$$q_{ij} = 1 - 1,18th \left[\frac{y_{ij} - y_{ij}^{\min}}{y_{ij}^{\max} - y_{ij}^{\min}} \right], \quad (7)$$

де y_{ij} – експлуатаційні показники i -го показника j -ої ознаки властивості тягача, що характеризують рівень його технічного стану; y_{ij}^{\min} , y_{ij}^{\max} – відповідно нижня (мінімальна) і верхня (максимальна) межі статистично усередненого діапазону зміни i -го показника j -ої ознаки властивості тягача.

Розглянуто показники ефективності, прохідності, габаритно-масові показники, показники експлуатаційних властивостей автопоїздів. На прикладі автопоїздів Volvo FH12.420, DAF XF 95.430, Volvo FH12 D12D420, Scania P124LB4x2NA420 визначені їх кількісні технічні характеристики. Проведено узгодження чотирьох груп показників автопоїздів під час ранжирування. Окремі експлуатаційні показники автопоїздів змістовно було об'єднано в чотири наступні групи з чотирьох параметрів:

I. Показники ефективності: потужність двигуна; число обертів двигуна при M_{\max} ; вантажопідйомність; максимальна швидкість.

II. Показники прохідності: тип і розмір шин; дорожній просвіт; максимальний крутний момент, що підводиться до ведучих коліс; кут підйому, що долає автопоїзд.

III. Габаритно-масові показники автопоїзда: довжина; ширина; висота; повна маса та її розподіл по осям.

IV. Показники експлуатаційних властивостей: витрата палива з вантажем; габаритні радіуси повороту, габаритна смуга руху; максимальне навантаження на передню вісь; база автомобіля-тягача.

Сформована еталонна сукупність експлуатаційних показників, тобто еталонним був автопоїзд, який мав найкраще значення по кожному порівнювальному показнику.

Результати модифікування і нормування експлуатаційних показників автопоїздів представлялися у вигляді:

$$X_i^{\text{FH12.420}} = \frac{p_i^{\text{FH12.420}}}{\sqrt{[p_i^{\text{FH12.420}}]^2 + [p_{ei}]^2}}; \quad X_i^{\text{DAF}} = \frac{p_i^{\text{DAF}}}{\sqrt{[p_i^{\text{DAF}}]^2 + [p_{ei}]^2}}; \quad X_i^{\text{FH12D12}} = \frac{p_i^{\text{FH12D12}}}{\sqrt{[p_i^{\text{FH12D12}}]^2 + [p_{ei}]^2}}; \quad X_i^{\text{Scania}} = \frac{p_i^{\text{Scania}}}{\sqrt{[p_i^{\text{Scania}}]^2 + [p_{ei}]^2}}, \quad (8)$$

де $p_i^{\text{FH12.420}}$, p_i^{DAF} , p_i^{FH12D12} , p_i^{Scania} – експлуатаційний показник відповідно Volvo FH12.420, DAF XF 95.430, Volvo FH12 D12D420, Scania P124LB4x2NA420 ($i = 1, \dots, 16$); p_{ei} – аналогічний експлуатаційний показник еталонного зразка ($i = 1, \dots, 16$).

Параметри кожного автопоїзда $X_1^{(j)} \dots X_{16}^{(j)}$ ($j = 1, \dots, 4$) були узгоджені при ранжируванні за важливістю шляхом експертного опитування.

Метод узгодженого ранжування враховував переваги кожного експерта. Розставлялися за рівнем зменшення їх важливості наступну послідовність з чотирьох

показників X_1, X_2, X_3, X_4 .

Узгодження декількох поглядів експертів, особливо у випадку їх великої кількості дозволило отримати зважений результат. Його корисність прямо пропорційна не тільки рівню кваліфікації експертів, але також їх кількості в процесі розв'язання задачі об'єктивного ранжирування множини параметрів.

Встановлено закони розподілу за статистичним аналізом фактичного ресурсу основних частин автопоїздів. Статистичними даними фактичного ресурсу основних частин автопоїздів (загальний обсяг вибірки тягачів Volvo – 25 од.) визначено: середнє значення \bar{l} їх зношування, середнє квадратичне відхилення σ і щільність розподілу.

Отже, метод відображення рівня технічного стану автопоїзда та графоаналітичний метод порівняння його експлуатаційних показників забезпечив функціонально-структурну цілісність, підвищену об'єктивність відображення і фізичну інформативність експлуатаційних показників якості основних частин в єдиному системному базисі внутрішніх (структурних) і зовнішніх (функціональних) властивостей автопоїзда. Запропоновані методики дали змогу оцінити рівень технічного стану автопоїзда та виявити резерви покращення якості проведення технічних впливів на основі коректування, прогнозування періодичності ТО.

Статистичні й експериментальні дослідження дозволили виявити основну проблему – необхідність управляти ефективністю експлуатації автомобільних поїздів шляхом управління їх технічним станом, а саме коригуванням періодичності ТО, що рекомендовані виробниками, за фактичним технічним станом.

У **третьому розділі** «Моделювання управління технічним станом автопоїздів» на основі аналізу та статистичного усереднення параметрів автопоїзда та розрахункових значень їх функціональних показників визначено межі зміни відповідних показників рівня технічного стану автопоїзда, виконано нормування відповідних показників згідно з (5) і (6). На основі кваліметричної моделі визначено групові показники та побудовано відповідно «павутини якості» до (тонка лінія на рис. 5, а) і після коригування періодичності ТО (за даними табл. 2 показана основна лінія на рис. 5, а) тягача Volvo FH12 D12D420.

За результатами моделювання рівня технічного стану тягача визначено показник $U = 0,44$, встановлено можливість його покращення за показниками надійності шляхом коригування періодичності ТО (до $U = 0,72$).

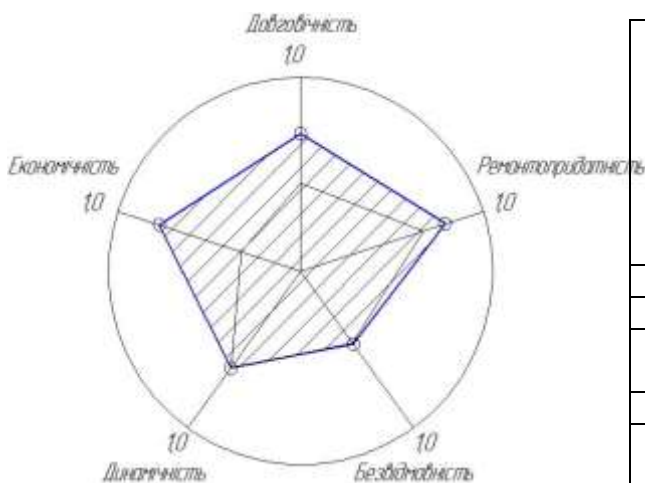
Побудовані гістограми імовірності появи відмов основних елементів автопоїзда протягом 1,0 млн. км пробігу (рис. 6), надані статистичні характеристики появи несправностей і відмов основних систем автопоїздів (табл. 3, 4).

Ступінь впливу експлуатаційних чинників на ресурс основних частин автопоїздів різний. За допомогою математично-статистичного методу експертних оцінок визначено, що з 95%-ою ймовірністю найбільш значимими є експлуатаційні чинники: періодичність ТО і ремонту, умови експлуатації, якість конструкції автомобіля, рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо ТО та ремонту.

Дані про загальний ресурс автопоїздів (рис. 7) необхідні для удосконалення системи управління технічним станом на автотранспортному підприємстві.

Таблиця 2 – Систематизація показників рівня технічного стану тягача Volvo FH12 D12D420 після коригування періодичності ТО

| Властивість | Показник рівня технічного стану | Діапазон визначення ($y^{min} \dots y^{max}$) | Значення для тягача (y_{ij}) | Нормоване значення показника q_{ij} за (6) і (7) |
|-----------------------|--|---|----------------------------------|--|
| 1. Економічність | 1.1. Пробіг до ТО $L_{TO} = k \cdot L_a$ | 50...75 тис. км | 54,9 тис. км | 0,7725 |
| 2. Динамічність | 2.1. Тягова сила на колесах $P_T = M_e u_o u_k \eta_{mp} / r_{d\kappa}$ | 25...35 кН | 29,7 кН | 0,6171 |
| | 2.2. Коефіцієнт корисної дії трансмісії $\eta_{mp} = 0,92 - 0,00012 \cdot L_a$ | 0,8...0,92 | 0,9 | 0,9051 |
| 3. Безвідмовність | 3.1. Імовірність безвідмовної роботи тягача $p_a = 1 - q_a$ | 0,8...0,99 | 0,86 | 0,4607 |
| | 3.2. Імовірність безвідмовної роботи шасі $p_{III} = 1 - q_{III}$ | 0,8...0,99 | 0,89 | 0,6206 |
| | 3.3. Імовірність безвідмовної роботи ходової частини $p_{x.c.} = 1 - q_{x.c.}$ | 0,7...0,99 | 0,77 | 0,3794 |
| 4. Ремонтопридатність | 4.1. Середня тривалість відновлення тягача (фактична) | 20...48 год. | 25 год. | 0,7915 |
| | 4.2. Середня тривалість відновлення шасі при $L_{ср.ш} t_{в.ш} = q_{ш} \cdot T_{ш}$ | 16...23 год. | 18,67 год. | 0,5701 |
| | 4.3. Середня тривалість відновлення ходової частини при $L_{ср.х.ч.} t_{в.х.ч.} = q_{х.ч.} \cdot T_{х.ч.}$ | 10...18 год. | 15,3 год. | 0,3118 |
| | 4.4. Середня тривалість відновлення підвіски при $L_{ср.п} t_{в.п} = q_n \cdot T_n$ | 3...6 год. | 5,10 год. | 0,2855 |
| 5. Довговічність | 5.1. Середній пробіг тягача до КР | 1100...1500 тис. км | 1200 тис. км | 0,711 |
| | 5.2. Середній ресурс шасі $L_{ср.ш} = \bar{L}_{ш} - 1,28 \cdot \sigma_{ш}$ | 60...1000 тис. км | 266,76 тис. км | 0,7446 |
| | 5.3. Середній ресурс ходової частини $L_{ср.х.ч.} = \bar{L}_{х.ч.} - 1,28 \cdot \sigma_{х.ч.}$ | 70...120 тис. км | 85,212 тис. км | 0,6517 |
| | 5.4. Середній ресурс підвіски $L_{ср.п} = \bar{L}_n - 1,28 \cdot \sigma_n$ | 50...100 тис. км | 63,816 тис. км | 0,682 |
| | 5.5. Середній ресурс пневматичної шини $L_{ср.ш} = \bar{L}_{п.ш} - 1,28 \cdot \sigma_{п.ш}$ | 180...216 тис. км | 187,46 тис. км | 0,759 |

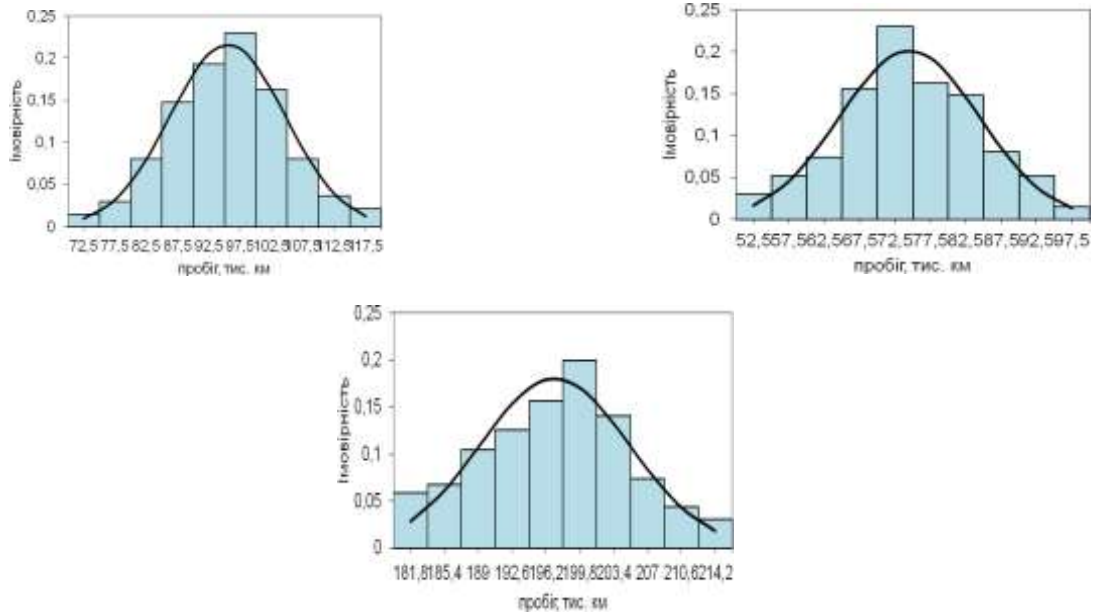


а)

| 1. Економічність | 2. Динамічність | 3. Безвідмовність | 4. Ремонтопридатність | 5. Довговічність | Рівень моделі |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| 0,7725 | 0,6171 | 0,4607 | 0,7915 | 0,711 | Автомобіль |
| - | 0,9051 | 0,6206 | 0,5701 | 0,7446 | Шасі |
| - | - | 0,3794 | 0,3118 | 0,6517 | Ходова частина |
| - | - | - | 0,2855 | 0,682 | Підвіска |
| - | - | - | - | 0,759 | Пневматична шина |

б)

Рис. 5. «Павутина якості» за показниками $q_{a,j}$ (а) та матриця $[Q]$ (б) для тягача Volvo FH12 D12D420 після коригування періодичності ТО



а) б) в)

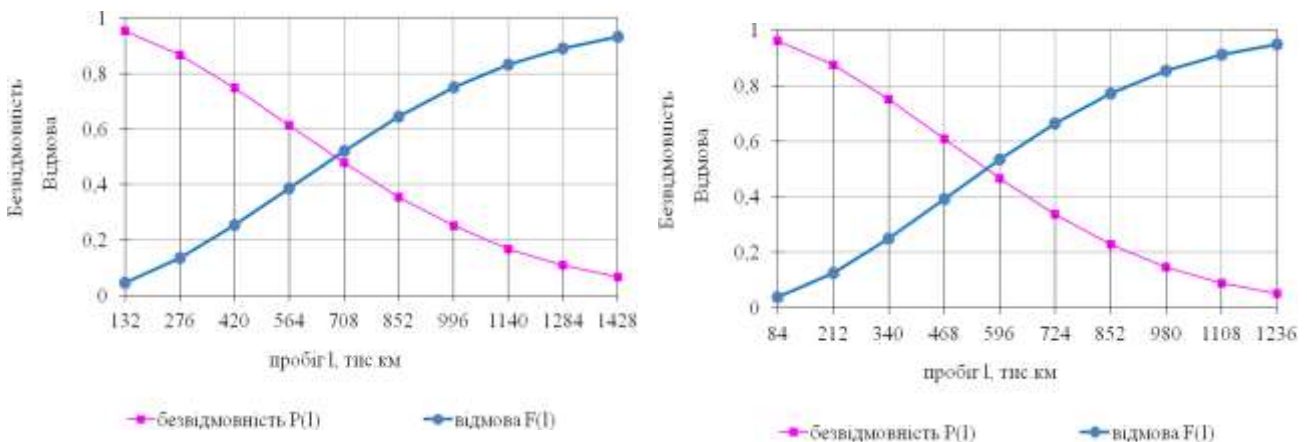
Рис. 6. Ресурс основних елементів автопоїздів Volvo: а – ходової частини; б – підвіски; в – пневматичної шини Michelin 315/70 R22.5

Таблиця 3 – Статистична характеристика появи несправностей і відмов автопоїздів

| Найменування системи, агрегату, вузла | Вид розподілу | Математичне очікування M , тис. км | Дисперсія D , тис. км | Середньо-квдратичне відхилення σ , тис. км | Коефіцієнт асиметрії γ_1 | Коефіцієнт ексцесу γ_2 |
|--|---------------|--------------------------------------|-------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|
| Ходова частина | Нормальний | 97,5 | 92,16 | 9,6 | 0,005154 | -0,11343 |
| Підвіска | Нормальний | 76,9 | 106,09 | 10,3 | -0,02315 | -0,31128 |
| Пневматична шина Michelin 315/70 R22.5 | Нормальний | 197,7 | 68,89 | 8,3 | -0,04655 | -0,53378 |

Таблиця 4 – Щільність розподілу появи несправностей і відмов автопоїздів

| Найменування системи, агрегату, вузла | Щільність розподілу |
|--|---|
| Ходова частина | $0,041756 \cdot \exp[-(l_i-97,5)^2/182,65]$ |
| Підвіска | $0,038773 \cdot \exp[-(l_i-76,9)^2/211,84]$ |
| Пневматична шина Michelin 315/70 R22.5 | $0,04801 \cdot \exp[-(l_i-197,7)^2/138,14]$ |



а) б)

Рис. 7. Графічне зображення основних характеристик надійності автопоїздів: а – Volvo; б – DAF
Для управління технічним станом автопоїздів у даний час використано ряд

принципів. Це управління за ресурсом, за рівнем надійності й станом. Їх реалізація визначалась рівнем технічного стану автопоїздів в процесі експлуатації (надійністю, експлуатаційною технологічністю та ін.) і рівнем інформаційного та технологічного забезпечення системи їх експлуатації. У сучасних умовах виникла необхідність впровадження організації ТО та Р автопоїздів за їх станом.

Таким чином, аналіз технічного стану основних елементів автопоїздів показав на необхідність удосконалення системи ТО і Р їх основних вузлів і агрегатів з урахуванням їх ресурсу, коригування періодичності ТО за станом, використовуючи сучасні методи діагностики.

Здійснено розв'язання задачі з урахуванням зміни окремих параметрів автопоїздів. Отримана об'єктивна оцінка інтегральної характеристики автопоїздів зарубіжного виробництва на прикладі автопоїздів Volvo FH12.420, DAF XF 95.430, Volvo FH12 D12D420, Scania P124LB4x2NA420 за їх експлуатаційними показниками (рис. 8). Кращим виявився автопоїзд Volvo FH12 D12D420 ($E = 1,312$).

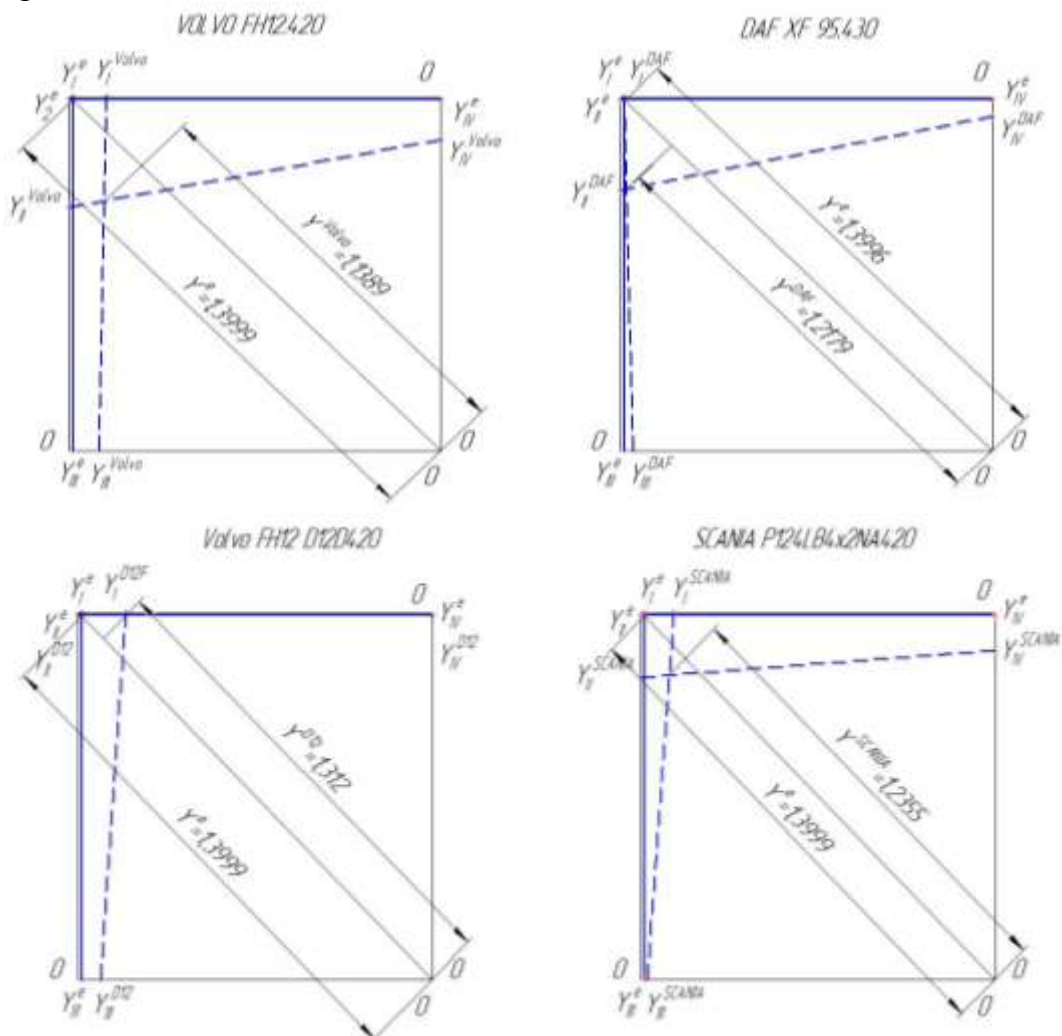


Рис. 8. Графік інтегральних показників автопоїздів Volvo FH12.420, DAF XF 95.430, Volvo FH12 D12D420, Scania P124LB4x2NA420

Отже, отримані результати дозволили раціонально коригувати періодичність ТО і Р автопоїздів за їх фактичним станом.

У **четвертому розділі** «Основні заходи щодо підвищення ефективності експлуатації автопоїздів» пропонується моделювання системи ТО враховуючи фактори, що впливають на ресурс основних частин автопоїздів. Розроблено

алгоритм розробки раціональних режимів ТО автопоїздів (рис. 9), що визначає надійність, економічність і безпеку руху автомобіля.

Основні завдання при розробці раціональних режимів ТО і Р:

- виявлення найбільш «слабких» частин автомобіля;
- вивчення закономірностей і причин зміни технічного стану вузлів, агрегатів і матеріалів;

- обґрунтування методів визначення режимів профілактики і встановлення допустимих з економічних, технічних, технологічних або інших ознак значень параметрів технічного стану вузлів, агрегатів і механізмів;

- визначення періодичності та переліків операцій профілактики та ремонту з достатньою мірою достовірності.

Для складання графіка сервісного планування на базі інформації, що отримана шляхом дослідження фактичного ресурсу основних частин автопоїздів, встановили, що раціональна періодичність ТО в залежності від умов експлуатації:

- Volvo по дорогам Україна-Європа базове (*Service X*) – 50-55 тис. км, річне (*Service Y*) – 100-110 тис. км;

- DAF по дорогам України базове (*Service X*) – кожні 30-35 тис. км, річне (*Service Y*) – кожні 90-105 тис. км.

Таким чином, управління ефективністю експлуатації автомобільних поїздів шляхом коригування періодичності їх ТО, що рекомендовані виробниками, за фактичним технічним станом забезпечує: а) визначення фактичного ресурсу основних частин автопоїздів Volvo, DAF на базі експериментальних даних контролю фактичного стану; б) збільшення ресурсу основних частин автопоїздів Volvo, DAF за рахунок удосконалення системи ТО за фактичним технічним станом; в) ефективна експлуатація за рахунок коригування періодичності їх ТО і зменшення простою в зоні ремонту.

Розроблені методики коригування періодичності ТО і прогнозування фактичного ресурсу основних частин автопоїздів впроваджені на ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса). Це дозволило зменшити питомі витрати на експлуатацію на один автомобіль до 15%.

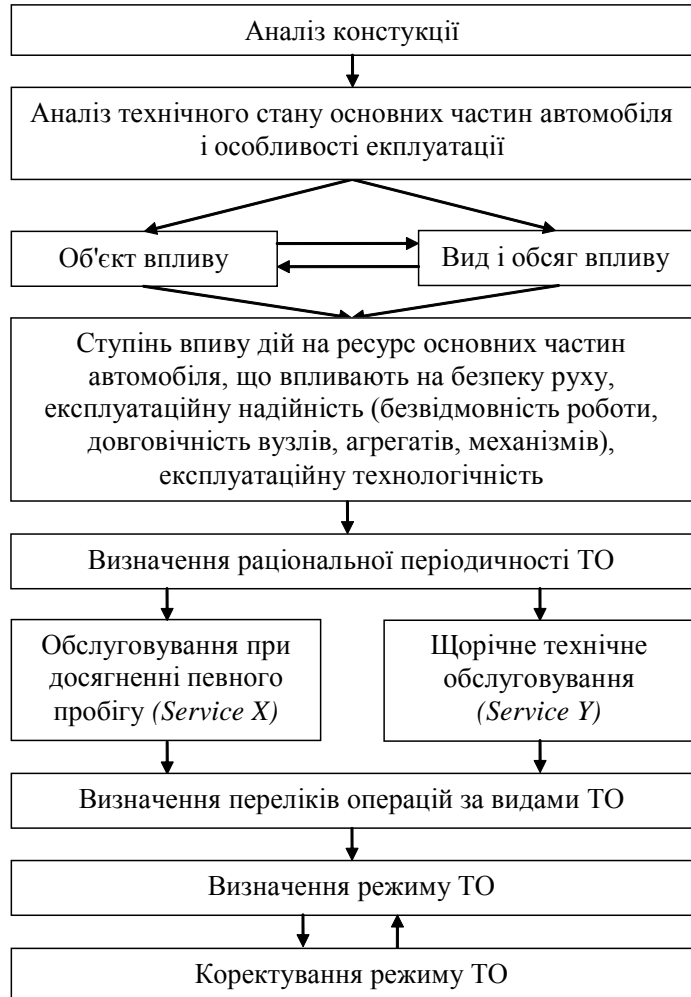


Рис. 9. Алгоритм розробки раціональних режимів ТО автомобільних поїздів DAF і Volvo

Розроблені засоби управління технічним станом основних частин автопоїздів дозволяють поліпшити показники ефективності технічної експлуатації шляхом оптимізації коефіцієнта технічної готовності (КТГ) $\alpha_{ТГ} \rightarrow opt$ за рахунок очікуваних позитивних приростів його складових, що забезпечує економічну ефективність:

$$\Delta\alpha_{ТГ}^{kop} = \Delta\alpha_{\delta}^{kop} + \Delta\alpha_{ТВ}^{kop} + \Delta\alpha_{зч}^{kop} + \Delta\alpha_{p}^{kop}, \quad (9)$$

де $\Delta\alpha_{\delta}^{kop}$, $\Delta\alpha_{ТВ}^{kop}$, $\Delta\alpha_{зч}^{kop}$, $\Delta\alpha_{p}^{kop}$ – приріст КТГ за рахунок відповідно: ефективного використання ресурсу основних частин автопоїздів з урахуванням постійного контролю за технічним станом в процесі діагностування; управління обсягами технічних впливів, враховуючи коригування періодичності ТО, що рекомендовані виробниками, за фактичним технічним станом; управління запасними частинами шляхом прогнозування їх ресурсу; управління ресурсом основних частин автопоїздів шляхом ефективною експлуатації.

Розроблені засоби сприяють збільшенню КТГ $\alpha_{ТГ}$ автомобільних поїздів і вирішенню поставленої цільової функції дослідження. Управління ресурсом основних частин автопоїздів Volvo, DAF дозволяє на основі коригування періодичності ТО і прогнозування підвищити рівень безпеки їх руху і планувати: а) питомі витрати на їх експлуатацію; б) норми витрат запасних частин; в) собівартість транспортних перевезень.

У цілому проектне рішення дозволило зменшити собівартість одиниці транспортної роботи на 1%. Очікуване збільшення прибутку від удосконалення системи ТО і Р становило 29740 грн. Зменшення загальної собівартості на 3% обумовило можливість зменшення тарифу на 0,7%. За розрахованим тарифом чистий прибуток після удосконалення системи ТО і Р автопоїздів на ТОВ «Зенал» ЛТД склало 4715,3 тис. грн.

Матеріали дисертаційної роботи впроваджено: на ТОВ ПП «Інтервід» (м. Одеса), ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса), у навчальний процес Військової академії (м. Одеса).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання – підвищення ефективності експлуатації автопоїздів з урахуванням періодичності ТО, рекомендованого виробником і скорегованого залежно від умов експлуатації, що дозволило підвищити ефективність використання ресурсу автопоїзда. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. На основі аналізу літературних джерел щодо експлуатації автомобільних поїздів іноземного виробництва встановлено, що їх фактичний ресурс суттєво відрізняється від нормативного, який рекомендовано виробником, оскільки він у значній мірі залежить від умов експлуатації.

2. Запропоновано метод оцінки рівня технічного стану автопоїздів шляхом систематизації множини їх експлуатаційних показників, які впливають на зміну технічного стану і виконано оцінку впливу експлуатаційних показників автопоїздів на рівень їх технічного стану запропонованим методом, що на відміну від існуючих дозволило виявити резерви покращення якості проведення технічних впливів на

основі коригування періодичності ТО і прогнозування обсягу робіт.

3. Удосконалено теорію кваліметричного моделювання та вибору альтернативних рішень за комплексним показником рівня технічного стану автопоїзда, що дозволило визначити границі області існування показників експлуатаційних властивостей – економічності та динамічності автопоїзда і знайти у цій області кращий набір значень показників якості основних компонентів (підсистем, агрегатів, механізмів, елементів тощо) оптимізаційними методами на етапі моделювання.

4. Визначено, що найбільш значимими чинниками, що впливають на ресурс автопоїздів, є експлуатаційні чинники: періодичність ТО і Р, умови експлуатації, якість конструкції ТЗ, рівень кваліфікації ремонтних робітників і обладнання щодо проведення ТО і Р. Отримана об'єктивна оцінка інтегральної характеристики автопоїздів Volvo FH12.420, DAFXF 95.430, Volvo FH12D12D420, Scania P124LB4x2NA420 з урахуванням зміни експлуатаційних чинників. Встановлено, що кращим для умов експлуатації є автопоїзд Volvo FH12D12D420 ($E = 1,312$).

5. Запропоновано комплексний показник рівня технічного стану автопоїзда, встановлено напрямки покращення експлуатаційних показників на рівнях систем, підсистем, агрегатів. За результатами моделювання рівня технічного стану автопоїзда Volvo FH12 D12D420 визначено комплексний показник $U = 0,44$ та встановлено можливість його покращання шляхом коригування періодичності ТО до $U = 0,72$.

6. Встановлено закони розподілу ресурсу основних частин автопоїздів: шасі (математичне очікування $M = 423,5$ тис. км, середнє квадратичне відхилення $\sigma = 223$ тис. км), ходова частина ($M = 97,5$ тис. км, $\sigma = 9,6$ тис. км), підвіска ($M = 76,9$ тис. км, $\sigma = 10,3$ тис. км), пневматична шина ($M = 197,7$ тис. км, $\sigma = 8,3$ тис. км) – нормальний закон розподілу. Встановлена щільність розподілу появи несправностей і відмов автопоїздів.

7. Удосконалено систему ТО основних частин автомобільних поїздів Volvo, DAF за їх фактичним технічним станом, що дозволило підвищити рівень безпеки руху. Встановлено, що раціональна періодичність ТО в залежності від умов експлуатації: автопоїздів Volvo по дорогам Україна-Європа базове (*Service X*) – 50-55 тис. км, річне (*Service Y*) – 100-110 тис. км; автопоїздів DAF по дорогам України базове (*Service X*) – кожні 30-35 тис. км, річне (*Service Y*) – 90-105 тис. км. Використання розробок дозволило підвищити імовірність прогнозування несправностей основних частин автопоїздів на 10%.

8. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено на ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса), ТОВ ПП «Інтервід» (м. Одеса) та у Військової академії (м. Одеса). Використання результатів досліджень на ТОВ «Зенал» ЛТД (м. Одеса) дозволили зменшити на один автомобіль питомі витрати на експлуатацію до 15%, собівартість одиниці транспортної роботи на 1% (0,02 грн./т×км). Очікуване збільшення прибутку від удосконалення системи ТО і Р становило 29740 грн. Зменшення загальної собівартості на 3% обумовило можливість зменшення тарифу на 0,7%. За розрахованим тарифом чистий прибуток після коригування режимів ТО автопоїздів склав 4715,3 тис. грн.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях

1. Лысый А.В. Исследование влияния основных легирующих элементов в конструкционных хромо-никелевых сталях на изменение в кинетике и механизмах структурообразования никотрированных покрытий / Арцибашева Н.Н., Белецкая О.В., Григорова Т.М., Лысый А.В. // Вісник Одеської Державної академії будівництва та архітектури. – Одеса : ОДАБА, 2013. – Вип. 52. – С. 11-14.

2. Лисий О.В. Спосіб рівномірного розподілення ваги між колісними рушіями / Петров Л.М., Лисий О.В. // Праці Одеського політехнічного університету [«Науковий та науково-виробничий збірник»]. – Одеса : ОНПУ, 2014. – Вип. 2 (44). – С. 54-58. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Popu_2014_2_11

3. Лисий О.В. Фізико-математична модель автомобільного транспортного засобу розділеної ваги з поєднуючим енергетичним елементом / Петров Л.М., Борисенко Т.М., Лисий О.В. // Праці Одеського політехнічного університету [«Науковий та науково-виробничий збірник»]. – Одеса : ОНПУ, 2015. – Вип. 3 (47). – С. 35-40. – Режим доступу: <http://pratsi.opu.ua/articles/all/year:2015/release:34>

4. Лисий О.В. До багатофакторної моделі порівняння експлуатаційних показників автопоїздів / Сахно В.П., Сакно О.П., Лисий О.В., Клименко В.В. // [Електронне наукове фахове видання] Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. – Харків : ХНАДУ, 2015. – Вип. 7/2015. – С. 118-125. – Режим доступу: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE15_1/index.html

5. Лисий О.В. Аналіз умов забезпечення працездатності автотранспортних засобів на основі удосконалення системи технічного обслуговування / Сахно В.П., Сакно О.П., Лисий О.В. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка [«Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві»]. – Харків : ХНТУСГ, 2015. – Вип. 158. – С. 144-149. – Режим доступу: http://khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_158/25.pdf

6. Лисий О.В. Дослідження ресурсу основних частин автопоїздів та експертний аналіз причин зміни їх технічного стану / Сахно В.П., Поляков В.М., Сакно О.П., Лисий О.В. // Вісник Національного транспортного університету [Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник]. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 2 (32). – С. 234-242.

7. Лисий О.В. Моделювання експлуатаційних показників рівня технічного стану автопоїзда / О.В. Лисий // Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – Одеса : ВА, 2015. – Вип. 2(4). – С. 18-24.

Опубліковані праці апробаційного характеру

8. Лисий О.В. Порівняння показників надійності автотранспортних засобів / Сахно В.П., Лисий О.В., Клименко В.В. // Збірник тез доповідей наук.-практ. конф. [«Новітні шляхи створення, технічної експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів»], [м. Одеса, 8-11 вересня 2015 р.]. – Одеса : Військова академія, 2015. – С. 217-219.

9. Лисий О. Умови забезпечення працездатності автотранспортних засобів / Сахно В., Сакно О., Лисий О. / Праці 12-го міжнар. симпозіуму українських

інженерів-механіків у Львові [м. Львів, 28-29 трав. 2015 р.] – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2015. – С. 162-163.

10. Лисий О.В. До системної кваліметричної моделі визначення показника технічного рівня стану автопоїздів / Сахно В.П., Сакно О.П., Лисий О.В. // Матеріали VIII між нар. наук.-практ. конф. [«Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»], [м. Вінниця, 19-21 жовт., 2015 р.] – Вінниця : ВНТУ, 2015. – С. 220-223.

11. Лисий О.В. Особливості управління технічним станом автопоїздів / Сахно В.П., Сакно О.П., Лисий О.В. // Наукові праці Міжнар. наук.-практ. конф. Присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю заснування автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника [«Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті»], [м. Харків, 15-16 жовт. 2015 р.] – Харків : ХНАДУ, 2015. – С. 173-174. – Режим доступу: <http://af.khadi.kharkov.ua/fakultet/nauka/konferenciji/naukovi-praci-2015.html>

Публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав з напрямку

12. Лысый А.В. Развитие системы технического обслуживания автотранспортных средств с учетом появления отказа при достижении определенного пробега / Сахно В.П., Сакно О.П., Лысый А.В. // Материалы X междунар. заочн. науч.-техн. конф. [Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта], [г. Пенза, 15 мая 2015 г.]. – Пенза : ПГУАС, 2015. – С. 301 – 307.

13. Лысый А.В. Система управления надежностью автопоездов за счет корректирования режимов технического обслуживания / Сакно О.П., Лысый А.В., Маханьков В.А. и др. // Материалы междунар. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных [«Проблемы функционирования систем транспорта»], [Тюмень, 14-15 дек. 2015 г.]. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. – Т. 2. – С. 171-178.

Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір та навчальний посібник

14. Пат. №96881 Україна. МПК (2015.01) F01C 13/00, F01C 20/00, B60T 1/00, B60T 7/00, B60T 8/52 (2006.01). Магнетардер / Боряк К.Ф., Беліков В.Т., Возний В.І., Ленков С.В., Лисий О.В., Мартиненко С.П.; заявник і патентотримувач Боряк К.Ф., Беліков В.Т. № u 2014 08833, заявл. 06.10.2014, опубл. 25.02.2015, Бюл. №4.

15. Лисий О.В. Технологія ремонту автомобілів КрАЗ-6322, КрАЗ-63221, КрАЗ-6446 [навчальний посібник] / Лисий О.В., Меленчук В.М., Березенський Р.В. [та ін.]. – Одеса: Військова академія, 2014. – 206 с.

АНОТАЦІЯ

Лисий О.В. Підвищення ефективності експлуатації автомобільних поїздів шляхом управління їх технічним станом. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка Міністерства освіти і науки України, Харків, 2016.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми ефективної експлуатації автопоїздів з тягачами Volvo і DAF за рахунок коригування періодичності ТО за фактичним технічним станом.

На основі системного підходу удосконалено теорію кваліметричного моделювання та вибір альтернативних рішень за комплексним показником технічного рівня тягача, що дозволив визначити границі області існування показників експлуатаційних властивостей (економічність, динамічність, надійність) тягача та знайти у цій області кращий набір їх значення основних компонентів (агрегатів, механізмів, елементів тощо) оптимізаційними методами на етапі моделювання.

На основі комплексного аналізу запропоновано загальний підхід: метод відображення технічного рівня автопоїзда та графоаналітичний метод порівняння його експлуатаційних показників забезпечує функціонально-структурну цілісність, підвищену об'єктивність відображення і фізичну інформативність експлуатаційних показників якості його основних частин в єдиному системному базисі внутрішніх (структурних) і зовнішніх (функціональних) його властивостей. Узагальнений підхід забезпечує ефективну експлуатацію автомобільних поїздів і вдосконалення системи їх ТО.

Отримана об'єктивна оцінка інтегральної характеристики автопоїздів Volvo FH12.420, DAF XF 95.430, Volvo FH12 D12D420, Scania P124LB4x2NA420 з урахуванням зміни експлуатаційних параметрів (ефективність, прохідність, габаритно-вагові й експлуатаційні показники). Це дозволило раціонально прийняти рішення і вибрати автопоїзд для рішення поставлених задач.

Встановлено закон апроксимації розподілу ресурсу та щільність розподілу появи несправностей і відмов шасі, ходової частини, підвіски, пневматичної шини автопоїздів.

Удосконалено систему ТО основних частин автомобільних поїздів Volvo, DAF за їх фактичним технічним станом, що дозволило підвищити рівень їх безпеки руху. Розроблено алгоритм оптимізації раціональних режимів ТО автомобілів за статистичними даними обґрунтованої вибірки та планувати питомі витрати на їх експлуатацію, норми витрат запасних частин і собівартість транспортних перевезень. Встановлено, що раціональна періодичність ТО в залежності від умов експлуатації: а) автопоїздів Volvo по дорогам Україна-Європа базове (*Service X*) – 50-55 тис. км, річне (*Service Y*) – 100-110 тис. км; б) автопоїздів DAF по дорогам України базове (*Service X*) – кожні 30-35 тис. км, річне (*Service Y*) – 90-105 тис. км.

Ключові слова: автопоїзд, експлуатаційний чинник, ресурс, технічний стан, технічне обслуговування, ефективність.

АННОТАЦІЯ

Лысый А.В. Повышение эффективности эксплуатации автомобильных поездов путем управления их техническим состоянием. – На правах рукописи.

Диссертация на получение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта. – Харьковский

национальный технический университет им. П. Василенка Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2016.

В диссертационной работе решена важная научно-практическая задача, связанная с повышением эффективности эксплуатации автопоездов с тягачами Volvo и DAF путем управления их техническим состоянием за счет корректирования периодичности ТО.

На основе системного подхода усовершенствована теория квалиметрического моделирования и выбор альтернативных решений по комплексным показателям уровня технического состояния тягача, определены границы показателей эксплуатационных свойств (экономичность, динамичность, надежность) тягача и найдены в этой области оптимальный набор значений этих показателей основных компонентов (агрегатов, механизмов, элементов и тому подобное) оптимизационными методами на этапе моделирования.

Проанализированы основные эксплуатационные факторы, которые влияют на ресурс автопоездов. Определены наиболее значимые эксплуатационные факторы: периодичность ТО и Р, условия эксплуатации, качество конструкции ТС, уровень квалификации ремонтных рабочих и оборудования по проведению ТО и Р.

На основе комплексного анализа предложен общий подход: метод отражения уровня технического состояния автопоезда и графоаналитический метод сравнения его эксплуатационных показателей, который обеспечивает функционально-структурную целостность, повышенную объективность отражения и физическую информативность эксплуатационных показателей качества его основных частей в едином системном базисе внутренних (структурных) и внешних (функциональных) свойств. По результатам моделирования уровня технического состояния тягача Volvo FH12 D12D420 установлена возможность его улучшения по показателям надежности путем корректирования периодичности ТО; определен показатель уровня технического состояния до и после нововведений (соответственно $U = 0,44$, $U = 0,72$).

Получена объективная оценка интегральной характеристики автопоездов с учетом изменения эксплуатационных параметров (эффективность, проходимость, габаритно-весовые и эксплуатационные показатели). Это позволило рационально принять решение и выбрать автопоезд для решения поставленных задач.

Установлен закон аппроксимации распределения ресурса основных частей автопоездов Volvo: шасси, ходовая часть, подвеска, пневматическая шина – нормальный закон.

Усовершенствована система ТО основных частей автомобильных поездов Volvo, DAF по их фактическому техническому состоянию, что позволило повысить уровень безопасности движения. Разработан алгоритм оптимизации рациональных режимов ТО автомобилей по статистическим данным обоснованной выборки, что позволило планировать удельные затраты на их эксплуатацию, нормы расхода запасных частей и себестоимость транспортных перевозок.

Установлено, что рациональная периодичность ТО в зависимости от условий эксплуатации: автопоездов Volvo по дорогам Украина-Европа базовое (*Service X*) – 50-55 тыс. км, годовое (*Service Y*) – 100-110 тыс. км; автопоездов DAF по дорогам

Украины базовое (*Service X*) – каждые 30-35 тыс. км, годовое (*Service Y*) – 90-105 тыс. км.

Ожидаемое увеличение прибыли от усовершенствования системы ТО и Р составило 29740 грн. Уменьшение общей себестоимости на 3% обусловило возможность уменьшения тарифа на 0,7%. По рассчитанному тарифу чистая прибыль после корректирования режимов ТО автопоездов составила 4715,3 тыс. грн.

Материалы диссертационной работы внедрены на ООО «Зенал» ЛТД (г. Одесса), ООО ПП «Интервид» (г. Одесса). Внедрение результатов исследований на ООО «Зенал» ЛТД позволило уменьшить на один автомобиль удельные расходы на эксплуатацию до 15%, себестоимость единицы транспортной работы на 1% (0,02 грн./т×км). Ожидаемое увеличение прибыли от усовершенствования системы ТО и Р составляло 29740 грн. Уменьшение общей себестоимости на 3% обусловило возможность уменьшения тарифа на 0,7%. По рассчитанному тарифу чистая прибыль после корректирования режимов ТО автопоездов составил 4715,3 тыс. грн.

Ключевые слова: автопоезд, эксплуатационный фактор, ресурс, техническое состояние, техническое обслуживание, эффективность.

SUMMARY

Lysyi O.V. Effectiveness increase of operation of road trains by control their operating conditions. It is Manuscript.

The dissertation for scientific degree competition for candidate degree of technical sciences on specialty 05.22.20 – exploitation and maintenance of vehicles. – Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ministry of education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2016.

The dissertation is devoted to solving the efficient operation of trucks and tractors Volvo and DAF by correcting the frequency according to actual technical condition.

The theory of qualitative simulation and select alternative solutions for complex indicators of technical level of truck is improved on the basis of system approach, it is defined the boundary of the region of existence of operating properties (efficiency, dynamism, reliability) of truck and was found in this area, the best set of values for the quality indicators of the main components (subsystems, units, mechanisms, elements etc) optimization methods at the modeling stage.

The General approach is proposed on the basis of a comprehensive analysis, this are method reflect the technical level of road trains and the graphic-analytical method of comparing its performance, which ensures functional and structural integrity, enhanced the objectivity of the physical reflection and the informativeness of performance the quality of its main parts into a unified system the basis of internal (structural) and external (functional) properties.

Improved maintenance system of the main parts of road trains Volvo, DAF on their actual technical condition, which enabled to increase the level of traffic safety. The algorithm development of rational modes of vehicle maintenance according to the statistics-based sample that allowed us to plan the unit costs of their operation, norms of consumption of spare parts and the cost of transportation.

Installed that the rational periodicity of maintenance depending on the operating conditions: road trains Volvo by Ukraine-Europe roads Service X – 50-55 thousand km;

Service Y – 100-110 thousand km; road trains DAF by Ukraine roads Service X – every 30-35 thousand km, Service Y – 90-105 thousand km.

Keywords: road train, operational factor, lifetime, operating conditions, maintenance, effectiveness.

.

Підписано до друку __.__.20__ р. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 0,9. Друк лазерний. Зам. №____. Накл. 100 прим.

Надруковано у Військової академії (м. Одеса)
Адреса: 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10.