


Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

СУМЦОВ АНДРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ



УДК: 629.4.083

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ
ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДЕРНІЗОВАНИХ МАНЕВРОВИХ
ТЕПЛОВОЗІВ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Фалендиш Анатолій Петрович,
Український державний університет залізничного
транспорту, кафедра теплотехніки та теплових
двигунів, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Капіца Михайло Іванович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна,
кафедра локомотиви, завідувач кафедри

кандидат технічних наук, доцент
Гончаров Олександр Михайлович,
Філія «Науково-дослідний та конструкторсько-
технологічний інститут залізничного транспорту»
ПАТ «Укрзалізниця», науково-дослідний відділ
рухомого складу, головний фахівець

Захист відбудеться " 30 " червня 2017 р. о 11³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українському державному університеті залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського державного університету залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий "29" травня 2017 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



А. В. Прохорченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відповідно до «Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008–2020 роки», затвердженої наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 14 жовтня 2008 року № 1259, передбачено оновлення тягового рухомого складу шляхом створення і впровадження локомотивів нового покоління та модернізації наявних новим силовим обладнанням для доведення їх показників до сучасних вимог.

Впровадження нового або модернізованого рухомого складу потребує використання відповідної системи технічної експлуатації (ТЕ), яка дасть змогу ефективно використовувати його із забезпеченням усіх вимог і зокрема підвищення безпеки руху та надійності експлуатації. Тому впродовж останніх років науковими організаціями на замовлення ПАТ «Укрзалізниця» та промислових підприємств інтенсивно виконуються науково-технічні розробки щодо створення та адаптації системи ТЕ рухомого складу.

Останніми роками проводиться активна робота з модернізації тепловозів на залізницях та промислових підприємствах України. Для підвищення ефективності використання модернізованих тепловозів, зменшення собівартості перевезень, підвищення надійності та забезпечення високого рівня безпеки руху стає необхідним створення системи ТЕ, яка враховуватиме особливості модернізованих тепловозів та умови їх експлуатації. Запровадження раціональної системи ТЕ надаватиме змогу більш повно використовувати наявні ресурси та резерви локомотивного господарства в цілому.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота пов'язана з програмними завданнями щодо визначення раціональної системи ТЕ модернізованих тепловозів і виконувалася відповідно до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010 – 2019 роки (Постанова Кабінету Міністрів України № 1390 від 16.12.2009 р.) і стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1555-р. Наукові результати дисертаційної роботи отримані в ході виконання держбюджетних та госпдоговірних науково-дослідних робіт на замовлення ПАТ «Укрзалізниця» та інших підприємств за завданнями, виданими Українському державному університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ), за темами: «Методологія управління технічною експлуатацією модернізованого рухомого складу залізниць України протягом його життєвого циклу» (ДР 0113U001029), «Наукове обґрунтування структурних реформ в локомотивному господарстві залізниць України» (ДР 0108U000079), «Дослідження та розробка технічних рекомендацій з визначення раціональної системи технічного обслуговування та поточного ремонту модернізованих тепловозів ЧМЕЗ дизелями закордонного виробництва з урахуванням регіону їх експлуатації та конструктивних особливостей» (ДР 0111U007696), «Розробка програми-методики експлуатаційних випробувань на працездатність та обробка і оформлення їх результатів» (ДР 0113U006586), «Розробка методики випробувань з визначення викидів забруднювальних речовин з відпрацьованими газами дизеля модернізованого маневрового тепловоза потужністю 970 кВт, участь у випробуваннях та обробка їх

результатів» (ДР 0115U002087). Автор є співвиконавцем зазначених науково-дослідних робіт.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у підвищенні ефективності ТЕ модернізованих маневрових тепловозів (МТ) на основі удосконалення методів визначення параметрів системи ТЕ.

Для досягнення сформульованої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- провести аналіз стану тепловозного парку Укрзалізниці та оцінити доцільність його оновлення шляхом модернізації наявного парку тепловозів дизель-генераторами закордонного виробництва;
- провести аналіз систем ТЕ тягового рухомого складу на залізницях України і світу та сформулювати класифікацію системи використання за призначенням маневрових тепловозів на залізницях України;
- розробити концепцію вибору раціональної системи ТЕ для МТ;
- на базі проведеного аналізу існуючих показників оцінки ефективності складових частин ТЕ локомотивів та розробленої концепції розробити комплексний критерій оцінки системи ТЕ;
- визначити вплив різних експлуатаційних факторів і системи технічного обслуговування та ремонту (ТОР) на зміну коефіцієнта технічного використання;
- оцінити ефективність системи ТЕ з урахуванням умов експлуатації та особливостей конструкції тепловоза;
- визначити раціональну систему технічної експлуатації нових модернізованих маневрових тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat –3508.

Об'єкт дослідження – процес технічної експлуатації модернізованих маневрових тепловозів.

Предмет дослідження – методи та моделі визначення системи технічної експлуатації маневрових тепловозів.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у роботі завдань застосовувались такі методи: статистичні методи збору та обробки інформації, оцінка якості продукції при розробленні комплексного критерію оцінки системи ТЕ, математичного моделювання, теорії графів, теорії надійності при моделюванні коефіцієнта технічного використання, математичного моделювання та чисельного розрахунку при розробленні моделі вибору раціональної системи ТЕ для модернізованих МТ.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вперше:

- запропоновано концепцію вибору системи ТЕ, яка враховує особливості умов експлуатації маневрового тепловоза і дає змогу науково обґрунтувати вибір раціонального варіанта;
- запропоновано комплексний показник оцінки системи ТЕ МТ, який на відміну від існуючих показників враховує особливості умов експлуатації та стратегії системи технічного обслуговування та ремонту локомотива;
- отримано залежності зміни коефіцієнта технічного використання маневрового локомотива від часу відновлення та пробігу між ремонтами, що надає можливість прогнозування зміни технічного рівня системи технічної експлуатації.

Набули подальшого розвитку:

- класифікація систем використання за призначенням маневрових тепловозів у частині уточнення видів робіт, на яких використовується маневровий тепловоз протягом життєвого циклу;
- модель комплексної оцінки ефективності ТЕ МТ, яка враховує особливості умов експлуатації, сумарні витрати на неї та технічну досконалість системи технічної експлуатації;
- граф-модель станів МТ протягом його експлуатації, яка враховує проведення ТО-5 при пересилці локомотиву на інші підприємства для виконання капітальних ремонтів та модернізації.

Практичне значення одержаних результатів.

Отримано науково-обґрунтовану модель вибору раціональної системи технічної експлуатації на базі комплексного підходу з урахуванням фактичних умов експлуатації та розроблено рекомендації щодо її застосування.

Запропоновано до впровадження в Державній адміністрації залізничного транспорту методику та модель вибору системи ТЕ модернізованих МТ, які дозволять забезпечити вибір обґрунтованої стратегії утримання з урахуванням умов експлуатації.

Модель комплексної оцінки ефективності ТЕ МТ та методику вибору раціональної системи для модернізованих маневрових тепловозів ЧМЕЗ впроваджено у ПАТ "ТЕПЛОВОЗРЕМОНТНИЙ ЗАВОД".

Дисертаційні дослідження використовуються в навчальному процесі Українського державного університету залізничного транспорту при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю «Залізничний транспорт» і спеціалізацією «Локомотиви та локомотивне господарство».

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційних досліджень отримані автором самостійно та проводилися в УкрДУЗТ. В працях у співавторстві особистий внесок автора полягає у такому: [1] – проведено аналіз існуючих систем обслуговування модернізованих тепловозів ЧМЕЗ; [2, 8] - проведено аналіз варіантів модернізації тепловозного парку залізниць України та модернізації маневрових тепловозів серії ЧМЕЗ в різних країнах; [3, 12] – розроблено модель оптимізації системи технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів; [4, 6, 9] – аналіз світового досвіду ТЕ тягового рухомого складу; [5] – вибір та визначення ефективності системи ТЕ модернізованих тепловозів з урахуванням системи використання за призначенням та різних систем ТОР; [7] – аналіз фактичної економічності застосування модернізованих тепловозів М62 та перспективи їх подальшого використання; [10] – створення комплексного коефіцієнта технічної експлуатації та методики його розрахунку; [11] – моделювання коефіцієнта технічного використання залежно від різних умов; [13] – аналіз існуючої системи технічної експлуатації рухомого складу та розмежування її складових частин; [14] – розроблення моделі визначення ефективності технічної експлуатації тягового рухомого складу; [15] – аналіз показників системи технічної експлуатації локомотивів; [17] – класифікація системи експлуатації маневрових тепловозів на залізницях України; [18] – розрахунок та порівняння критеріїв оцінки систем технічної експлуатації.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення й результати дисертаційної роботи були представлені доповідались та отримали схвалення на таких науково-технічних і науково-практичних конференціях:

XXXVI науково-технічній конференції викладачів, аспірантів та співробітників Харківської національної академії міського господарства (Україна, м. Харків, 2012 р.);

IV міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті» (Франція, м. Париж, 2013 р.);

73 міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми и перспективы развития железнодорожного транспорта» (Україна, м. Дніпропетровськ, 2013 р.);

XLIII науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Залізничний транспорт: сучасні проблеми науки» (Україна, м. Київ, 2013 р.);

міжнародній науково-технічній конференції «Локомотивы. XXI век» (Росія, м. Санкт-Петербург, 2013 р.);

науково-практичній конференції «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» (Україна, м. Лозова, 2015 р.);

науково-практичній конференції «Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи» (Україна, м. Трускавець, 2016 р.);

науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасного управління в соціально-економічних, технічних та гуманітарних системах» (Україна, м. Одеса, 2016 р.).

Робота в повному обсязі доповідалась на розширеному засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту в 2016 р. за участю членів спеціалізованої вченої ради.

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 19 наукових праць, у тому числі 11 статей у фахових виданнях, затверджених МОН України, з них 2 – публікації у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз, а також 8 тез доповідей на науково-технічних конференціях.

Структура і обсяг дисертації.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг дисертації складає 165 сторінок тексту, з яких обсяг основного тексту 124 сторінки. Робота ілюстрована 29 рисунками, з них 4 на окремих сторінках, наведено 8 таблиць, з них 1 на окремій сторінці, список використаних джерел із 164 найменувань на 18 сторінках і 3 додатки на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показано її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету й завдання дослідження, подано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено аналізу стану тепловозного парку залізниць

України та його модернізації. Парк маневрових тепловозів залізниць України складається з різних серій, переважна більшість локомотивів припадає на тепловози ЧМЕЗ різних індексів. Понад 95 % цих тепловозів експлуатуються за межами нормативно встановленого терміну служби, що складає 25 років. Тільки тепловози ЧМЕЗе експлуатуються на межі нормативного терміну експлуатації, але і вони вичерпають призначений ресурс у найближчі 3 роки.

«Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008–2020 роки» передбачено заміну застарілого тягового рухомого складу шляхом закупівлі нових локомотивів та комплексної модернізації наявних. Для МТ серії ЧМЕЗ та магістральних серії М62 основним напрямком обрано комплексну модернізацію з використанням силових енергетичних установок на базі дизелів закордонного виробництва. Вивчено існуючі напрями модернізації тепловозів для залізниць України. Проаналізовано системи ТЕ тягового рухомого складу на залізницях світу. З проведеного аналізу визначено, що основним напрямком розвитку систем ТЕ є збереження планово-попереджувальної системи утримання локомотивів з поступовим переходом до сервісної системи ТОР із використанням елементів обслуговування окремих вузлів за станом. Проаналізовано систему утримання серійних та модернізованих МТ ЧМЕЗ на залізницях різних країн. Обґрунтовано вибір напрямку необхідних досліджень.

Розвиток наукових основ та реалізація практичного досвіду у сфері технічної експлуатації локомотивів взагалі й тепловозів зокрема має широке висвітлення у наукових працях. Найбільш фундаментальними дослідженнями в цьому напрямі є роботи таких організацій, як ВНІЗТ, ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, МІТ, ОмІТ, СНУ ім. В. Даля, УкрДУЗТ, які виконувалися під керівництвом таких вчених, як: Бутько Т.В., Боднаря Б.Є., Басова Г.Г., Басова А.А., Воробйова О.О., Голубенка О.Л., Гончарова О.М., Горського А.В., Ісаєва І.П., Калабухіна Ю.Є., Капіци М.І., Крашенініна О.С., Павловича Є.С., Тартаковського Е.Д., Устенка О.В., Фалендиша А.П., Четвергова В.А. та ін. У проаналізованих працях автори розглядають визначення ефективності лише системи ТОР локомотивів без урахування результативності використання за призначенням, тобто немає комплексного підходу, який би враховував особливості, як конструкції тепловоза, так і надійності його та умов експлуатації.

Другий розділ присвячено розробленню методології оцінки системи ТЕ МТ. На основі проведеного в першому розділі аналізу було сформовано концепцію вибору раціональної системи ТЕ модернізованих МТ. Вона полягає у тому, що удосконалення системи технічної експлуатації необхідно проводити на базі комплексного підходу до її оцінки. Реалізація такого підходу базується на врахуванні фактичної системи експлуатації, особливостей системи ТОР та конструкції локомотива.

Для цього була розроблена процедура, що складається з таких етапів:

- аналіз та визначення структури системи ТЕ МТ на залізницях України;
- аналіз показників оцінки окремих складових частин ТЕ МТ;
- розроблення комплексного коефіцієнта ТЕ з урахуванням існуючих показників;
- визначення зміни коефіцієнта технічного використання $K_{\text{ти}}$ залежно від різних факторів;

- визначення показників системи експлуатації в залежності від різних режимів роботи;
- визначення вартості планових та непланових ремонтів;
- розрахунок комплексного коефіцієнта ТЕ для різних режимів експлуатації МТ;
- вибір раціональної системи на основі проведених розрахунків.

Реалізація розробленої процедури вимагала створення комплексного критерію оцінки ефективності системи ТЕ МТ і створення моделі визначення ефективності системи ТЕ за запропонованим критерієм.

Розроблення комплексного критерію оцінки ефективності ТЕ МТ потребує проведення класифікації видів робіт, що виконуються МТ, і методів оцінки їх ефективності. Для цього проведено аналіз системи експлуатації МТ на залізницях України. В загальному випадку систему експлуатації можна умовно розділити на дві складові: використання за призначенням (ВП) та систему ТЕ. Перша безпосередньо забезпечує виконання роботи тепловозом, друга направлена на підтримання його в справному стані, тобто система ВП реалізує потенціал конструкції тягової одиниці, а система ТЕ забезпечує збереження цього потенціалу протягом всього життєвого циклу. У процесі експлуатації МТ виникає необхідність його використання на різних видах робіт, тому структура системи ВП для нього вимагає додаткового уточнення її класифікації. Проведений аналіз дав змогу уточнити та розширити існуючу класифікацію, структуру якої представлено на рисунку 1.

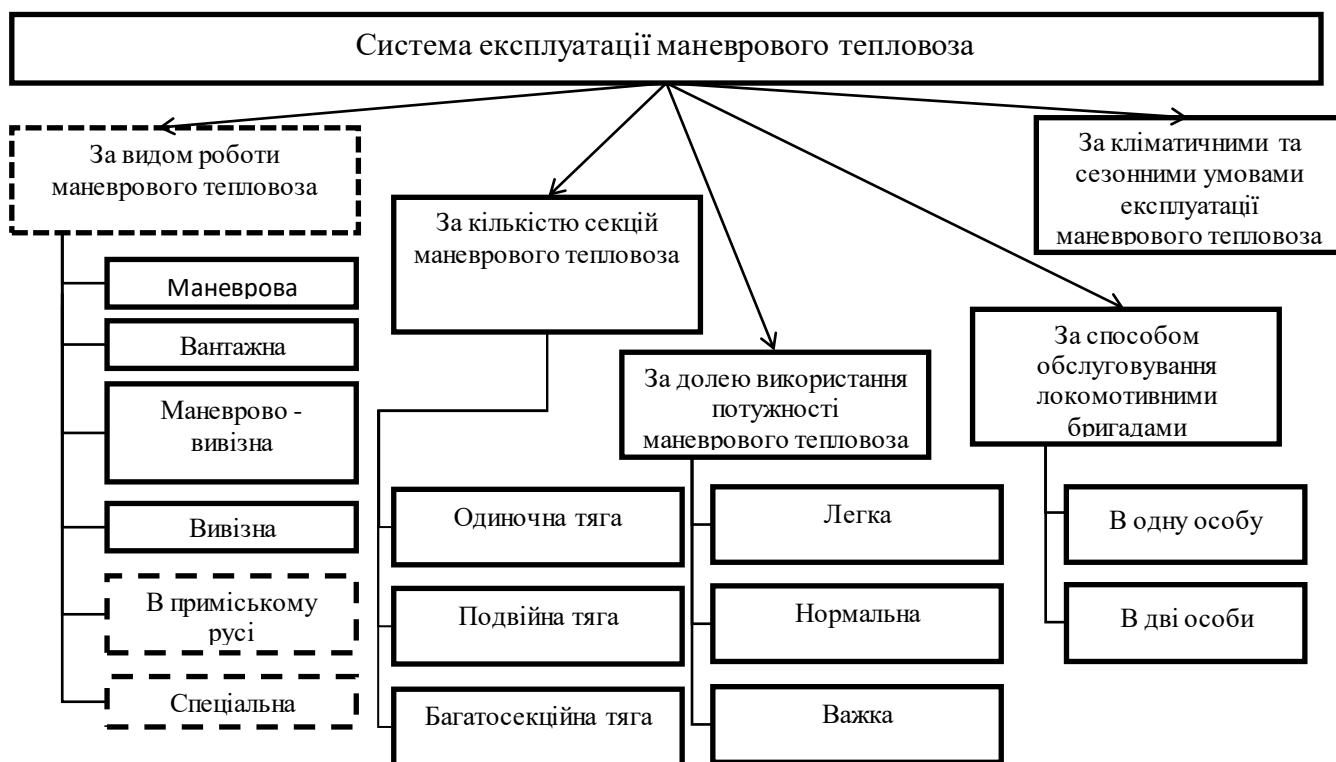


Рисунок 1 – Структура системи експлуатації маневрових тепловозів на залізницях України

Сформульована структура системи ВП дозволяє наочно продемонструвати широту застосування МТ на залізницях України. Якщо манєврова, гіркова та вивізна

роботи є безпосереднім цільовим використанням локомотива за призначенням, то приміська робота пов'язана з необхідністю задоволення потреб у перевезеннях в умовах нестачі відповідних одиниць рухомого складу. Спеціальна робота призначена для задоволення потреб залізниць у виконанні певних робіт через брак спеціальних машин. Такий вид робіт в основному має сезонний характер проведення, наприклад, для очищення від льоду контактної мережі на окремі МТ у зимовий період встановлюють вібропантографи.

Через такий значний спектр робіт оцінка ефективності системи ВП викликає певні труднощі. Вони пов'язані з різним фізичним змістом показників, що використовуються для їх оцінки.

Загальний масив показників, які характеризують експлуатацію локомотива P , складається з окремих масивів, що характеризують відповідний напрям оцінки системи експлуатації. Так, із проведеного дослідження для МТ він матиме вигляд

$$P = \{P_{к\acute{л}}^{ВП}; P_{як\acute{с}}^{ВП}; P_{к\acute{л}}^{ТОР}; P_{як\acute{с}}^{ТОР}; P_{екон}; P_{конс}\}, \quad (1)$$

де $P_{к\acute{л}}^{ВП}$ – масив кількісних показників ВП; $P_{як\acute{с}}^{ВП}$ – масив якісних показників ВП; $P_{к\acute{л}}^{ТОР}$ – масив кількісних показників системи ТОР; $P_{як\acute{с}}^{ТОР}$ – масив якісних показників системи ТОР; $P_{екон}$ – масив економічних показників; $P_{конс}$ – масив показників, що характеризують конструкцію локомотива.

У результаті проведеного аналізу існуючих показників за основний критерій оцінки системи ВП необхідно обрати обсяг виконаної роботи, який для тепловозів з електричною передачею потужності доцільно виразити через кількість виробленої тяговим генератором електричної енергії. Використання цього показника дає змогу врахувати навантаження, що припадає на тепловоз у цілому та окремі його системи при всіх варіантах розглянутої класифікації системи експлуатації. При такому підході враховуються особливості умов експлуатації, в яких використовується локомотив.

Для оцінки ефективності застосування системи ТОР використовують різні показники надійності (коефіцієнти готовності та технічного використання, трудомісткість проведення планових технічних обслуговувань (ТО), поточних ремонтів (ПР), капітальних ремонтів (КР) і непланових ремонтів (НР) та ін.) та економічні (загальна вартість системи ТОР, середня вартість НР). Серед них найбільш повно характеризує систему ТОР лише коефіцієнт технічного використання, тому що він враховує всі планові ТО, ПР, КР та НР.

Усі ці показники відображають лише окремі складові і не дають комплексної оцінки системи ТЕ. З економічної точки зору, комплексну оцінку системі технічної експлуатації дає її повна вартість протягом життєвого циклу. Але її застосування не відображає технічну оцінку системи ТЕ. Виходячи з цього, було запропоновано новий критерій її оцінки – комплексний показник системи технічної експлуатації $K_{КТЕ}$, що визначається за формулою

$$K_{KTE} = \frac{C_{E \text{ заг}} + C_{HP} \cdot M_{HP}}{QT_E K_{TB}}, \quad (2)$$

де K_{KTE} – комплексний показник технічної експлуатації, грн/кВт год; $C_{E \text{ заг}}$ – загальні сумарні витрати на експлуатацію, грн; C_{HP} – середня вартість непланового ремонту, грн/ремонт; M_{HP} – кількість непланових ремонтів; Q – питомий обсяг виробленої електричної енергії для тепловозів з електропередачею, кВт·год/год; T_E – тривалість експлуатації, год; K_{TB} – коефіцієнт технічного використання.

Вибір раціональної системи технічної експлуатації відповідно до розробленої концепції полягає у пошуку варіанта з найменшою величиною комплексного показника технічної експлуатації K_{KTE} з-поміж різних варіантів системи ТЕ. В неявному вигляді цільова функція математичної моделі матиме такий вигляд

$$K_{KTE}(T_{TE}) = f(C_E(T_E), C_{HP}(T_{TE}), Q(T_E), K_{TB}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Прагнення до мінімуму цільової функції виходить за рахунок мінімізації витрат на утримання та експлуатацію МТ. При цьому об'єм виробленої енергії має прагнути до максимуму. Для адекватного розрахунку за запропонованою формулою необхідне введення ряду обмежень

$$\begin{cases} T_{TE} > 5 \text{ років}; C_E > 0; C_{HP} > 0; \\ Q > 0; T_{HP} < T_D; 0,75 < K_T < 1. \end{cases} \quad (4)$$

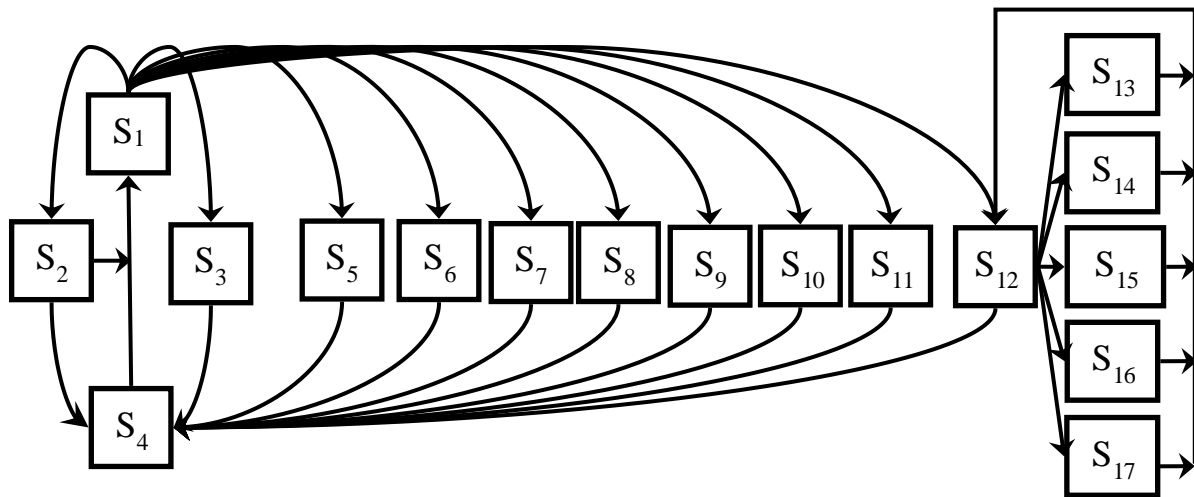
Таким чином, використання комплексного підходу до визначення раціональної системи технічної експлуатації враховує умови роботи та вартісну оцінку експлуатації локомотива.

Третій розділ дисертації присвячено аналізу складових частин комплексного коефіцієнта ТЕ.

Оцінка ефективності системи ТЕ в цілому виявила необхідність вивчення зміни коефіцієнту технічного використання МТ в залежності від різних факторів експлуатації. Для його розрахунку необхідне визначення коефіцієнту готовності.

Протягом всього часу МТ може перебувати в різних станах, що входять до загального масиву S . Кількість станів та їх взаємозв'язок залежить від прийнятої системи та стратегії технічної експлуатації. Масив S можна представити у вигляді граф-моделі. Для існуючої в Україні системи експлуатації МТ на залізничному транспорті вона матиме вигляд приведений на рисунку 2.

Розподіл станів між системами ТОР доцільно проводити за відношенням локомотива різного парку. Стани $S1 - S4$ відносяться до системи експлуатації (МТ перебуває в справному стані і відноситься до парку, що знаходиться в експлуатації). Інші стани відносяться до системи ТОР.



S_1 – очікування експлуатації; S_2 – експлуатація; S_3 – ТО-2; S_4 – екіпіровка; S_5 – ТО-3; S_6 – ТО-4; S_7 – ТО-6; S_8 – НР; S_9 – ПР-1; S_{10} – ПР-2; S_{11} – ПР-3; S_{12} – ТО-5; S_{13} – КР-1; S_{14} – КР-2; S_{15} – консервація; S_{16} – КРП; S_{17} – модернізація.

Рисунок 2 – Граф станів в яких перебуває маневровий тепловоз під час експлуатації

Використовуючи граф станів, у яких перебуває МТ, було проведено розрахунок коефіцієнта готовності K_G для різних стратегій системи ТОР. Отримані результати використані при розрахунку коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}$, який відповідно до ДСТУ 2862 розраховується за формулою

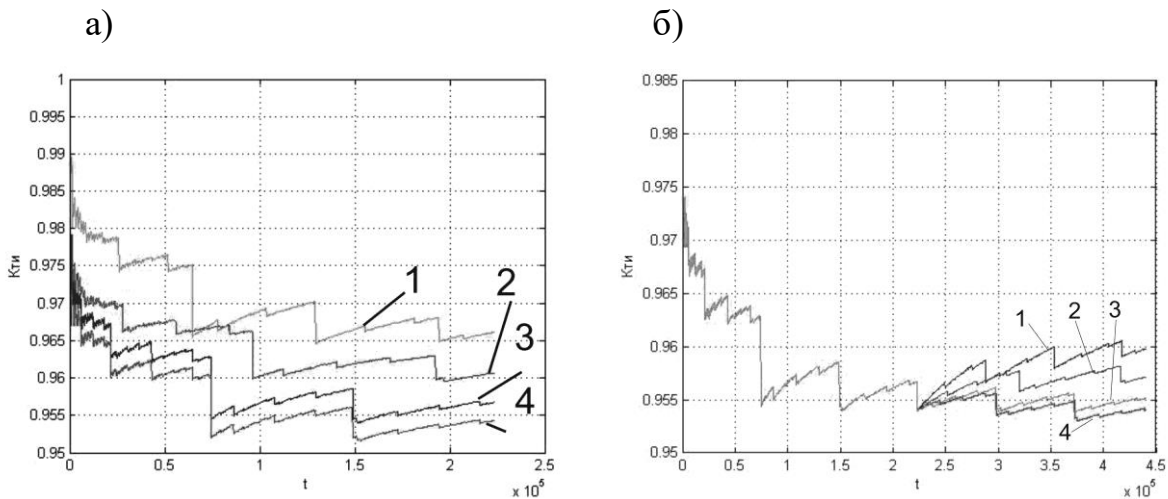
$$K_{ТВ} = K_G \cdot T_d / T_{ном}, \quad (5)$$

де K_G – коефіцієнт готовності; T_d – дійсний фонд часу, год; $T_{ном}$ – номінальний фонд часу, год.

У процесі функціонування тепловоза протягом життєвого циклу коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$ змінюється. Розглянуто ідеальний варіант експлуатації тепловоза, при якому не відбувається відмова на лінії і, як наслідок, не проводяться окремі НР, тобто всі можливі несправності усуваються на планових ТО та ПР і при цьому не виникає збільшення часу простою на них. При тривалості життєвого циклу (ЖЦ) у 25,5 року і залежно від прийнятої системи ТОР коефіцієнт технічного використання матиме різну величину зі схожою загальною динамікою зміни (рисунок 3а).

Як показали результати моделювання, для розглянутих систем ТОР він перебуває в межах 0,9540 – 0,9598. При цьому більш високі значення належать до систем ТОР модернізованих тепловозів, що мають більш високі міжремонтні інтервали. Характерною є різниця між системами модернізованих тепловозів (стратегії III та IV). Так, для III стратегії періодичність проведення ТО-3 та ПР-1 більші ніж для системи, передбаченої наказом 429Ц/од для модернізованих тепловозів, а для більших за обсягом видів ремонтів (ПР-3, КР-1, КР2) – менші. Завдяки цьому, при розрахунку впродовж зазначеного терміну, витрати часу на

простій для тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat-3508 значно менші, і як наслідок, коефіцієнт технічного використання значно вищий.



1 – IV стратегія; 2 – III стратегія; 3 – I стратегія; 4 – II стратегія

Рисунок 3 – Зміна коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}$ тепловозів ЧМЕЗ протягом нормативного ЖЦ при різних стратегіях ТОР (а) і зміна коефіцієнта технічного використання протягом подовженого до 50 років ЖЦ та при переході на різні системи ТОР (б)

Аналіз, проведений у першому розділі, показав необхідність проведення модернізації для заміни застарілого парку маневрових локомотивів. Окрім зниження витрат на експлуатацію, це дає змогу підвищити коефіцієнт технічного використання при переході на нові раціональні системи ТОР. Виконані розрахунки засвідчили, що при проведенні модернізації, збільшенні ЖЦ до 50 років та переході на нову систему утримання для тепловоза ЧМЕЗ з дизелем Cat-3508 $K_{ТВ} = 0,9598$, а при відмові від модернізації та експлуатації за нормами понаднормативної експлуатації (II стратегія) $K_{ТВ} = 0,9540$ (рисунок 3б). На жаль, таких ідеальних умов функціонування системи ТОР досягти неможливо через вплив на стан локомотива різних факторів системи ВП (кліматичні умови, особливості полігону експлуатації, режими навантаження та ін.) і системи ТОР (якість проведення ремонту, якість запасних частин, своєчасність прогнозування виникнення відмов та ін.), тому виникає необхідність проведення НР.

Вивчення впливу НР на зміну коефіцієнту технічного використання було проведено у два етапи. На першому середній простій МГ на НР був прийнятий однаковим для всіх випадків, а напрацювання до НР змінювалось дискретно: 2000 годин, 4000 годин, 6000 годин, 8000 годин, 10000 годин та 20000 годин. В результаті отримано зміну коефіцієнту готовності, яка має найбільший приріст в інтервалі від 2 000 один до 6 000 годин, а подальше збільшення напрацювання до НР призводить до незначної зміни коефіцієнту готовності (рисунок 4а).

Для теоретичного моделювання обрано проведення окремого НР без зміни структури та періодичності планових ТО та ПР. Як параметри вихідних даних використано час простою на НР (T_B) та середнє напрацювання до нього (T_o). За допомогою математичного моделювання отримано залежність зміни коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}$ від цих факторів (рисунок 4б).

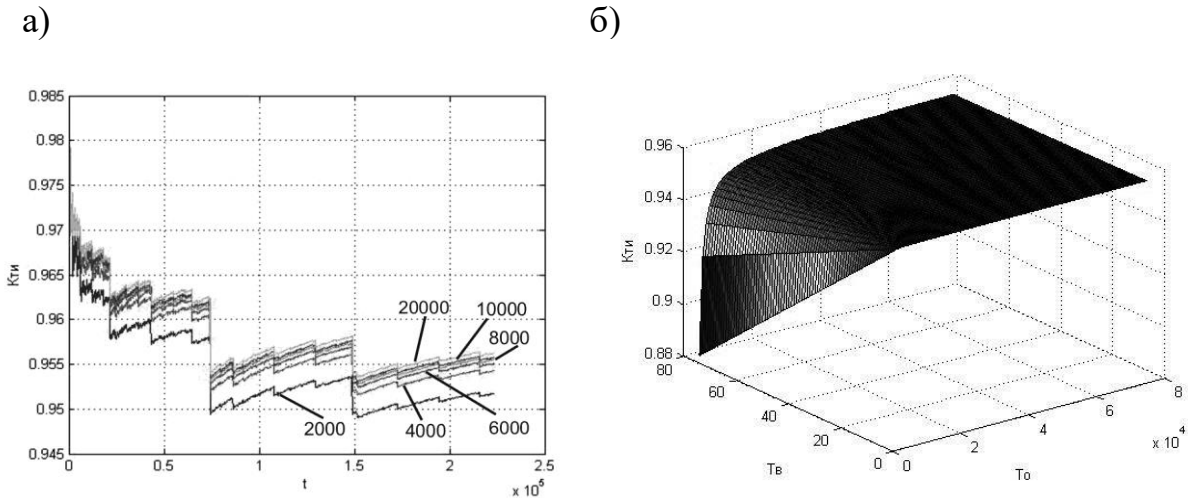


Рисунок 4 – Зміна коефіцієнта технічного використання $K_{ТИ}$ ЖЦ залежно від середнього напрацювання до НР (а) та зміна $K_{ТИ}$ в кінці ЖЦ залежно від часу простою на НР (T_B) та середнього напрацювання до НР (T_o) (б)

Використовуючи методи апроксимації, залежність $K_{ТВ}$ від T_B та T_o описується рівнянням полінома другого ступеня, що має вигляд

$$K_{ТВ}(T_o, T_B) = K_{СТОР} + 4,94 \cdot 10^{-8} \cdot T_o - 4,865 \cdot 10^{-5} \cdot T_B - 5,268 \cdot 10^{-13} \cdot T_o^2 + 5,617 \cdot 10^{-10} \cdot T_o T_B, \quad (6)$$

де $K_{СТОР}$ – коефіцієнт прийнятої системи ТОР; T_B – середній час простою на НР, год; T_o – середнє напрацювання до НР, год.

Достовірність проведеної апроксимації перевірено за двома критеріями: сума квадратів похибок SSE та коефіцієнтом детермінації R^2 . Вони склали відповідно 0,0005539 та 0,9972 для всіх отриманих виразів. Таким чином, отримано залежності зміни коефіцієнта технічного використання від прийнятої стратегії системи ТОР.

Четвертий розділ присвячено розрахунку раціональної системи ТЕ для модернізованого МТ серії ЧМЕЗМ з дизелем Cat-3508 та визначенню ефекту від її запровадження протягом життєвого циклу.

Модернізований тепловоз ЧМЕЗМ з дизелем Cat-3508 створений шляхом комплексної модернізації МТ серії ЧМЕЗ зі встановленням сучасного силового та допоміжного обладнання. З базового тепловоза при модернізації були запозичені візки, головна рама тепловоза та тягові електродвигуни типу ТЕ006. Інше устаткування встановлюється нове, зокрема дизель-генератор, що складається з дизельного двигуна Caterpillar 3508В номінальною потужністю 970 кВт та двох

генераторів: головного змінного струму типу ГС523УХЛ2 і додаткового типу ГС1101УХЛ2. Обидва генератори виробництва ДП «Електроважмаш».

Як вихідні дані для розрахунку та вибору раціональної системи ТЕ було розглянуто чотири варіанти системи ТОР (три з яких діють на залізницях України і варіант, що пропонується заводом-виробником) та три варіанти системи ВП (експлуатація на вантажній, вивізній та маневровій роботах). Таким чином, було розраховано 12 варіантів систем ТЕ. Ступінь завантаження тепловоза на різних режимах роботи приведена в таблиці 1.

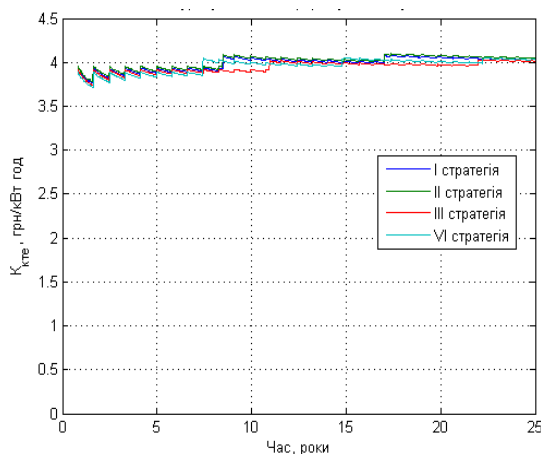
Таблиця 1 – Ступінь завантаженості тепловоза на різних видах роботи

№ п/п	Вид роботи тепловоза	Ступінь завантаження				
		Холостий хід	25%	50%	75%	100%
1	Маневрова	46	40	12	1,5	1,5
2	Вивізна	67	2	3	3	25
3	Вантажна	60	10	11	13	6

Для всіх варіантів розглянутих систем експлуатації і при всіх стратегіях ТОР $K_{КТЕ}$ буде зростати протягом життєвого циклу. Наприклад, для маневрової роботи в кінці ЖЦ 25 років він складає 3,8 – 4,2 грн/кВт·год залежно від прийнятої стратегії системи ТОР (рисунок 5а).

Для приведення різнотермінових витрат на ТЕ протягом ЖЦ до розрахункового року необхідно виконати дисконтування. Враховуючи дисконтування, коефіцієнт $K_{КТЕ}$ буде перебувати в межах 3,8 – 0,85 грн/кВт·год (рисунок 5б).

а)



б)

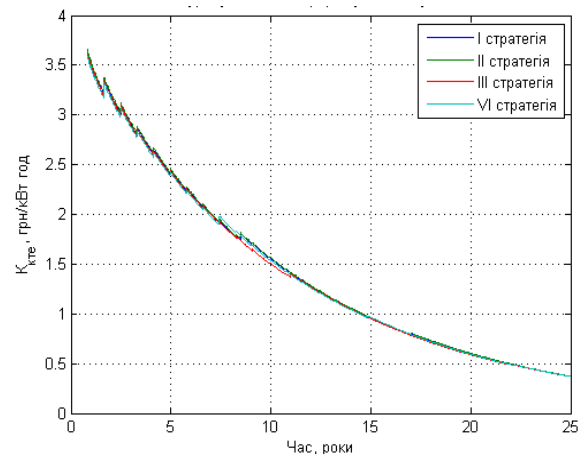


Рисунок 5 – Результати моделювання комплексного коефіцієнта технічної експлуатації $K_{КТЕ}$ при експлуатації МТ на маневровій роботі протягом ЖЦ при різних стратегіях системи ТОР без урахування дисконтування (а) та з урахуванням дисконтування (б)

У результаті розрахунку комплексного коефіцієнта технічної експлуатації доведено, що найбільш ефективним, з точки зору обраного критерію, є застосування ІV стратегії системи ТОР для маневрової та вивізної роботи.

Упровадження будь-яких технологій, інженерних рішень необхідно проводити шляхом оцінки ефективності від їх застосування у порівнянні з існуючими. Економічний ефект від упровадження раціональної системи ТЕ МТ – це результативність економічної діяльності, реалізації економічних програм та заходів, що характеризується різницею між отриманим результатом та існуючим підходом. Тобто для випадку визначення економічного ефекту від упровадження раціональної системи ТЕ отримуємо економію (або збитки) у порівнянні з існуючою системою.

Таким чином, економічний ефект визначався за наступною формулою

$$E_{\text{ф}} = C_{\text{ТЕ1}} - C_{\text{ТЕр}} , \quad (7)$$

де $E_{\text{ф}}$ – економічний ефект, грн; $C_{\text{ТЕ1}}$ – витрати на існуючу систему ТЕ, грн; $C_{\text{ТЕр}}$ – витрати на раціональну систему ТЕ, грн.

Як існуюча система ТЕ МТ розглядається перша стратегія, що застосовується для тепловозів ЧМЕЗ з нормативним терміном служби. За розрахунками, проведеними вище, раціональною системою ТЕ визначено стратегію номер чотири. Результати розрахунку економічного ефекту для МТ при використанні на маневровій роботі подано на рисунку 6.

Вони свідчать про доцільність використання четвертої стратегії. Економічний ефект від її застосування складає 2,86 млн грн. в розрахунку на один МТ. Економічний ефект від застосування раціональної системи ТЕ з урахуванням дисконту протягом ЖЦ складає 32,37 млн грн. в розрахунку на один МТ. Для інших видів робіт зміна економічного ефекту має аналогічний вигляд. Так, при використанні МТ на вивізній роботі він буде складати 548,11 тис. грн, з урахуванням дисконту 6,18 млн грн, а на вантажній роботі 782,1 тис. та 8,82 млн грн відповідно.

Як критерій оцінки технологічної ефективності застосовуємо коефіцієнт технічного використання. Порівнюючи його величину для раціональної системи ТЕ з існуючою, отримуємо величину приросту використання МТ у відсотках:

$$E_T = \frac{(K_{\text{ТВ1}} - K_{\text{ТВр}})}{K_{\text{ТВ1}}} 100\% , \quad (8)$$

де E_T – технологічний ефект; $K_{\text{ТВ1}}$ – коефіцієнт технічного використання існуючої системи ТЕ; $K_{\text{ТВр}}$ – коефіцієнт технічного використання раціональної системи ТЕ.

На рисунку 7 показано зміну коефіцієнта технічного використання протягом життєвого циклу раціональної системи у порівнянні з тією, що застосовується нині.

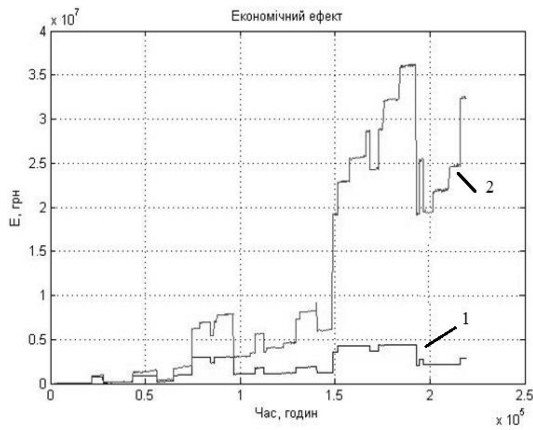


Рисунок 6 – Зміна економічного ефекту від упровадження раціональної системи ТЕ при виконанні МТ маневрової роботи без урахування дисконтування (1) та з врахуванням (2)

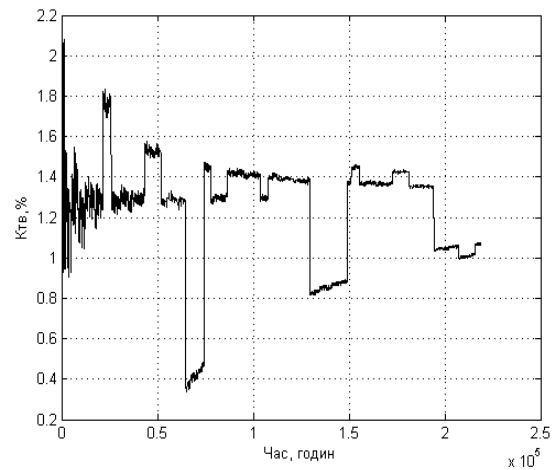


Рисунок 7 – Зміна коефіцієнта технічного використання модернізованого МТ ЧМЕЗ від упровадження раціональної системи ТЕ при виконанні маневрової роботи

Таким чином, у результаті проведених розрахунків для модернізованих тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat-3508 найбільш раціональною системою СТЕ буде четверта стратегія.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують актуальне наукове завдання удосконалення методу вибору оптимальної системи ТЕ модернізованих МТ.

На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень зроблено такі висновки:

1. Проведений аналіз стану тепловозного парку Укрзалізниці засвідчив необхідність його оновлення. Найбільш скрутна ситуація в цьому напрямку виникла у парку МТ. Понад 95 % тепловозів ЧМЕЗ потребують заміни через моральний та фізичний знос. Аналіз варіантів модернізації тепловозів, зокрема серії ЧМЕЗ, показав, що найбільшою є перспектива оновлення ТРС шляхом проведення комплексної модернізації. При цьому на тепловоз встановлюють сучасну силову установку, мікропроцесорну систему управління та проводять комплекс заходів щодо подовження терміну служби несучих конструкцій (рами тепловоза, візків та ін.) і тягових електродвигунів. Завдяки такому підходу можливе отримання сучасного локомотива з меншими капітальними вкладеннями, що є дуже актуальним при недостатніх темпах фінансування програм оновлення рухомого складу.

2. Аналіз систем технічної експлуатації тягового рухомого складу на залізницях України та світу виявив, що основною моделлю системи ТОР на залізницях світу є планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту з різними підходами в організації баз ремонту та корегування обсягів робіт при проведенні ТО та ПР.

3. Аналіз наукових праць у галузі визначення систем ТЕ виявив відсутність комплексного підходу до вибору стратегії ТОР з урахуванням результативності експлуатаційної роботи.

4. Для оцінки та вибору раціональної системи ТЕ для МТ в умовах залізниць України було розроблено концепцію вибору системи ТЕ МТ, яка комплексно враховує різні аспекти функціонування системи ТЕ.

5. В результаті визначення фактичної структури системи ВП було запропоновано удосконалення класифікації системи ВП МТ у частині розширення класифікації видів робіт, що виконуються маневровими локомотивами. При цьому враховано можливість використання МТ на приміській та спеціальній роботі, що не передбачено виробником, але широко застосовується на залізницях України.

6. На базі проведеного аналізу існуючих показників оцінки ефективності складових частин системи технічної експлуатації локомотивів та розробленої концепції створено інтегральний критерій оцінки – комплексний показник технічної експлуатації. Він ґрунтується на показниках оцінки системи експлуатації та системи ТОР маневрових тепловозів.

7. Визначено вплив різних експлуатаційних факторів та стратегій систем ТОР на зміну коефіцієнта технічного використання та коефіцієнта експлуатації. В результаті проведеного моделювання отримані залежності коефіцієнта технічного використання для різних стратегій систем ТОР залежно від непланових ремонтів. Так, наприклад, у разі продовження терміну експлуатації з 25 до 50 років і за відсутності змін у системі ТОР, коефіцієнт технічного використання буде складати $K_{ТВ} = 0,9552$. В разі переходу на нові стратегії він підвищується до 0,9571 – 0,9598. При цьому значну роль відіграє також час простою на всіх видах ТО, ПР та КР. Зменшення простою на ТО-2 на одну годину за рахунок зміни часу на екіпірування дає змогу підвищити коефіцієнт $K_{ТВ}$ на 1,3 %.

8. Проведено оцінку ефективності системи технічної експлуатації модернізованих тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat-3508 для різних умов експлуатації та стратегій проведення планових ТО та ПР. У результаті обрано раціональну систему з урахуванням умов експлуатації, виду роботи, що виконується маневровим тепловозом, та можливих стратегій системи ТОР.

9. Економічний ефект від застосування раціональної системи технічної експлуатації модернізованих тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat-3508 в розрахунку на один МТ при використанні їх для маневрової роботи складає 2,86 млн грн. Економічний ефект від застосування раціональної системи ТЕ з урахуванням дисконту протягом ЖЦ складає 32,33 млн. грн. Зміна економічного ефекту при використанні МТ на вивізній роботі буде складати 548,11 тис грн., з урахуванням дисконту –6,18 млн грн, а на вантажній роботі 782,10 тис. та 8,82 млн грн відповідно.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці

1. Сумцов А.Л. Аналіз систем обслуговування модернізованих тепловозів ЧМЕЗ / А.Л. Сумцов, М.І. Брагін, О.В. Клименко // Вісник Східноукраїнського

національного університету ім. В. Даля.– Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2012. – № 3 (174). – С. 185 – 188.

2. Хорунжий, С.В. Модернізація тепловозів М62 на залізницях України / С.В. Хорунжий, А.Л. Сумцов, А.М. Зінківський, О.В. Камчатний // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 127. – С. 122 – 126.

3. Фалендиш, А.П. Модель оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту локомотивів / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, Ю.В. Білецький // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2013. – Вип. 18 (207), Ч.2 – С.45 – 48.

4. Тартаковський, Е.Д. Досвід технічної експлуатації тягового рухомого складу на залізницях країн СНД / Е.Д. Тартаковський, С.О. Міхеєв, А.Л. Сумцов, Ю.В. Мінеєва // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2014. – № 3 (210). – С. 251 – 256.

5. Фалендыш, А.П. Вопросы модернизации тепловозов с учетом жизненного цикла / А.П. Фалендыш, А.Л. Сумцов, О.В. Клецкая // Локомотив-информ, 2015. - № 01 (103) – С. 4 – 9.

6. Чигирик, Н.Д. Досвід технічної експлуатації тягового рухомого складу на залізницях країн Європи / Н.Д. Чигирик, А.Л. Сумцов, Ю.В. Білецький // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2015. – № 1 (218). – С. 29 – 32.

7. Тартаковський, Е.Д. Перспективи використання модернізованих тепловозів М62 / Е.Д. Тартаковський, А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, С.О. Міхеєв // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк:ДонІЗТ, 2012. – № 32. – С. 155 – 157.

8. Фалендиш, А.П. Аналіз варіантів модернізації тепловозів серії ЧМЕЗ / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Клименко // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013. – № 36. – С. 162 – 166.

9. Фалендиш, А.П. Досвід технічної експлуатації тягового рухомого складу на залізницях Північної Америки / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Трубіхін. // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. –Вип. 143. –С. 58 – 63.

Публікації у виданнях України, що зареєстровані у міжнародних наукометричних базах

10. Фалендиш, А.П. Програмний комплекс вибору системи технічної експлуатації маневрового тепловозу / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Артеменко. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2016. - №1. – С. 54 – 61.

11. Фалендиш, А.П. Моделирование зміни коефіцієнта технічного використання маневрового тепловоза для різних систем утримання. / А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов, О.В. Артеменко, О.В. Клецка // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2016. – Вип. 1 (79). – № 3. – С. 19 – 23.

Праці апробаційного характеру

12. Харламов, П.А. Оптимізація системи обслуговування тепловозів із закордонними дизелями / П.А. Харламов, А.Л. Сумцов, М.В. Володарець // XXXVI науково-технічна конференція преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства «Городской электротранспорт, электроснабжение и освещение городов». Программа и тезисы докладов. – Харків: ХНАМГ, 2012. – С. 23.

13. Тартаковський, Е.Д. Аналіз складових технічної експлуатації рухомого складу залізниць / Е.Д. Тартаковський, А.П. Фалендиш, А.Л. Сумцов // Інноваційні технології на залізничному транспорті: Збірник наукових праць конференції, 24–31 березня 2013 р. м. Париж, Франція.– Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2013. – С. 66–67

14. Тартаковський, Е.Д. Модель визначення ефективності технічної експлуатації тягового рухомого складу залізниць // Е.Д. Тартаковський, Н.Д. Чигирик, Ю.В. Білецький, А.Л. Сумцов / Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта 23-24 мая 2013 г. Материалы 73 международной научно-практической конференции. – Днепропетровск: ДИИТ, 2013 - С. 28 – 29.

15. Сумцов, А.Л. Анализ показателей для определения межремонтных интервалов тепловозов / А.Л. Сумцов, О.В. Трубихин, Н.И. Брагин. // Локомотивы XXI век: Сборник материалов Международной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения д.т.н., профессора Е.Я. Гаккеля, г. Санкт-Петербург, Россия. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2013. – С. 109 – 112.

16. Сумцов, А.Л. Застосування сумарної енергії виробленої дизель-генератором, як показника міжремонтного інтервалу для тепловозів з електричною передачею потужності / А.Л. Сумцов // Збірник тез XLIII науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Залізничний транспорт: сучасні проблеми науки". – К.: ДЕДУТ, 2013. - Ч. 1. – С. 221 – 223.

17. Чигирик, Н.Д. Класифікація складових систем експлуатації маневрових тепловозів на залізницях України / Н.Д. Чигирик, А.Л. Сумцов, Ю.В. Білецьки. // Логістичне управління та безпека руху на транспорті. Збірник тез науково-практичної конференції. 4–8 травня 2015 р. м. Лозова, Україна. – Северодонецьк: СНУ ім. В.Даля, 2015. – С. 45 – 46.

18. Сумцов, А.Л. Порівняння критеріїв оцінки систем технічної експлуатації локомотивів / А.Л. Сумцов, Н.Д. Чигирик, П.О. Харламов // Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи: Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції. 11–17 квітня 2016 р. м. Трускавець, Україна. – Северодонецьк: СНУ ім. В.Даля, 2016. – С. 174 – 176.

19. Сумцов, А.Л. Концепції вибору системи технічної експлуатації маневрових тепловозів. / А.Л. Сумцов // Актуальні проблеми сучасного управління в соціально-економічних, технічних та гуманітарних системах: Збірник тез науково-практичної конференції 24 - 26 листопада 2016 р. м. Одеса, Україна. – Северодонецьк: СНУ ім. В.Даля, 2016. – С. 159 – 162.

Сумцов А.Л. Удосконалення методів та моделей визначення системи технічної експлуатації модернізованих маневрових тепловозів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. – Український державний університет залізничного транспорту, МОН України, Харків, 2017.

Дисертація присвячена актуальній проблемі вибору раціональної системи технічної експлуатації модернізованих маневрових тепловозів. Для цього розроблено концепцію вибору оптимальної системи технічної експлуатації маневрових тепловозів, яка враховує умови системи експлуатації та системи технічного обслуговування і ремонту, особливості полігону та депо експлуатації. На базі запропонованої концепції та проведеного аналізу фактичної системи технічної експлуатації маневрових тепловозів розроблено модель визначення раціональної системи технічної експлуатації. Для її реалізації запропоновано новий критерій оцінки – комплексний показник системи технічної експлуатації маневрових тепловозів. Він дозволяє комплексно врахувати функціонування системи технічної експлуатації з урахуванням продуктивності системи використання за призначенням та ефективності системи технічного обслуговування та поточних ремонтів.

У процесі моделювання складових частин комплексного показника технічної експлуатації отримано залежності зміни коефіцієнта технічного використання маневрового тепловоза в залежності від міжремонтного інтервалу та непланових ремонтів.

На основі проведених розрахунків обрано оптимальну систему технічної експлуатації модернізованих маневрових тепловозів ЧМЕЗ з дизелем Cat –3508.

Ключові слова: система технічної експлуатації, коефіцієнт технічного використання, тяговий рухомий склад, модернізовані маневрові тепловози.

АННОТАЦИЯ

Сумцов А.Л. Усовершенствование методов и моделей определения системы технической эксплуатации модернизированных маневровых тепловозов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. - Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, МОН Украины, Харьков, 2017.

Диссертация посвящена актуальной проблеме выбора рациональной системы технической эксплуатации модернизированных маневровых тепловозов.

Проведенный анализ состояния тепловозного парка железных дорог Украины выявил высокую степень износа локомотивов, особенно маневровых тепловозов. Более 90% имеющегося парка уже полностью выработало свой назначенный заводом-изготовителем ресурс. Его обновление планируется, в основном, за счет модернизации имеющихся единиц. При этом сложилось два направления модернизации: ремоторизация и комплексная модернизация.

Внедрение модернизированных тепловозов влечет за собой необходимость использования рациональной системы технической эксплуатации для реализации и использования всего потенциала заложенного в конструкцию локомотива.

Проведенный анализ работ в области выбора технической эксплуатации локомотивов выявил отсутствие единого подхода к выбору оптимальной стратегии в эксплуатации. Помимо этого, для оценки систем используются в основном единичные показатели, что в недостаточной мере описывает функционирование технической эксплуатации локомотива в течении всего жизненного цикла. Анализ используемых в различных странах мира систем технического обслуживания и текущих ремонтов показал, что основной по-прежнему остаётся планово-предупредительная система. При применении широкого спектра методов и приборов диагностики в принятую систему вносят корректировки по фактическому объёму работ, выполняемых при плановых технических обслуживаниях и ремонтах. Однако в последние годы наметилась тенденция изменения организации баз по ремонту подвижного состава. Производители железнодорожной техники и компании, которые эксплуатируют подвижной состав, постоянно расширяют сервисное обслуживание локомотивов. Особенно эта тенденция актуальна для новых локомотивов.

Для решения поставленных в работе задач была разработана концепция выбора оптимальной системы технической эксплуатации маневровых тепловозов, которая учитывает условия системы эксплуатации и системы технического обслуживания и ремонта, особенности полигона и депо эксплуатации. Для ее реализации был проведен анализ системы эксплуатации маневровых тепловозов на железных дорогах Украины, в ходе которого была уточнена классификация видов выполняемых маневровым тепловозом работ. Анализ системы технического обслуживания серийных и модернизированных маневровых тепловозов ЧМЭЗ выявил общую тенденцию увеличения пробегов между техническими обслуживаниями для модернизированных тепловозов по сравнению с серийными локомотивами. При этом для разных стран величина межремонтного интервала капитальных ремонтов значительно отличается.

На базе предложенной концепции и проведенного анализа фактической системы технической эксплуатации маневровых тепловозов разработана модель по выбору оптимальной системы технической эксплуатации.

В основу разработанной модели положен новый критерий оценки эффективности системы технической эксплуатации локомотивов – комплексный показатель технической эксплуатации. Данный критерий учитывает условия эксплуатационной работы локомотива и систему организации технического обслуживания и ремонта, стоимость технической эксплуатации, длительность жизненного цикла. Для его разработки был использован комплексный подход оценки качества продукции. В результате получен показатель, который учитывает условия эксплуатации путем использования при расчетах, количества, выработанной дизель-генератором тепловоза электрической энергии.

В качестве показателя для оценки системы технического обслуживания и ремонта был принят коэффициент технического использования. Проведено исследование изменения коэффициента технического использования в зависимости

от различных факторов эксплуатации. Получены зависимости изменения коэффициента технического использования от простоя на неплановом ремонте, среднего пробега до него и принятой системы технического обслуживания и ремонта.

На основе проведенных расчетов выбрана рациональная система технической эксплуатации модернизированных маневровых тепловозов ЧМЭЗ с дизелем Cat-3508 при эксплуатации на маневровой и вывозной работе. В результате проведенных расчетов было подтверждено получение экономического эффекта от внедрения рациональной системы в сравнении с ныне используемой.

Ключевые слова: система технической эксплуатации, коэффициент технического использования, тяговый подвижной состав, модернизированные маневровые тепловозы.

ABSTRACT

Sumtsov A.L. Improvement of methods and models of definition of exploitation systems in modernized shunting locomotives. – Manuscript.

The following Dissertation is part of the scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.22.07 - railway rolling stock and traction of trains. - Ukrainian State University of Railway Transport, the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2017.

The dissertation is devoted to solving a current problem in choosing a rational technical exploitation system for modernized shunting locomotives. For this purpose there has been developed a concept for choosing the optimal system of technical exploitation of shunting locomotives, which takes into account conditions of exploitation and systems of maintenance and repair, as well as peculiarities of the ground and the depot of operation. On the basis of the proposed concept, and the associated analysis the actual system of technical exploitation of shunting locomotives, there has been developed a model for the determination of the rational system of technical exploitation. As part of its implementation a new evaluation criterion has been offered - a complex index of shunting locomotives' technical exploitation systems. It allows for comprehensive consideration of the functioning of technical exploitation systems with special attention given to the efficiency of the system of maintenance and routine repairs.

In the process of the modeling of components of the complex technical exploitation, anticipated dependency in the changes in shunting locomotive technical exploitation coefficient was obtained from overhaul intervals and unplanned repairs.

On the basis of the performed calculations, the optimal system of technical exploitation of modernized shunting locomotives CHMEЗ with diesel engine Cat 3508 has been selected.

Keywords: system of technical exploitation, coefficient of technical use, tractive rolling stock, modernized shunting locomotives.

Сумцов Андрій Леонідович

УДК: 629.4.083

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ВИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ
ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОДЕРНІЗОВАНИХ МАНЕВРОВИХ
ТЕПЛОВОЗІВ

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск



Чигирик Н.Д.

Підписано до друку 26.05.2017 р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.
Умовн.-друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,1.
Тираж 100 прим.

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ».
(ФО-П Миронов М.В. Свідоцтво ВО4№022953)
м. Харків, вул.. Мистецтв, 3 літер Б-1