

Українська державна академія залізничного транспорту

Уманець Микола Григорович

УДК 629.424.3: 621.313.12

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІШКИ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВОЗІВ В УМОВАХ
ЛОКОМОТИВНИХ ДЕПО

05.22,07 - рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків-2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі "Експлуатація та ремонт рухомого складу" Міністерства інфраструктури України

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Тартаковський Едуард Давидович,
Українська державна академія залізничного
транспорту, кафедра «Експлуатація та ремонт
рухомого складу», завідувач кафедри.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Басов Геннадій Григорійович,
Східно-Український національний університет
ім.В.Даля МОН України, м. Луганськ, кафедра
«Залізничний транспорт», професор.

доктор технічних наук, доцент
Капіца Михайло Іванович, Дніпропетровський
національний університет залізничного транспорту
ім. академіка Лазаряна, кафедра «Локомотиви»,
професор.

Захист відбудеться " 18 " жовтня 2011 р. о 11.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7. ауд. 1.417

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: м. Харків, майдан Фейербаха, 7. Автореферат розісланий « 16 » вересня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
А.В.

Прохорченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ

У загальному "життєвому циклі" технічних систем, що включає в себе проектування, експлуатацію і серійне виробництво, випробуванням приділяється особлива роль. У багатьох випадках виявляється, що велика частина витрат на забезпечення життєвого циклу приходить саме на проведення випробувань. Науковою основою підходу, що розвивається, є теорія випробувань, що у цей час перебуває в стадії свого формування. Вона представляється трьома ще слабо зв'язаними один з одним напрямками. Перший напрямок назвемо статистичним. Він складається із знаходження за дослідними даними границь довірчого інтервалу для показників ефективності систем і їхніх елементів. Другий напрямок у теорії випробувань може бути названий фізико- статистичним. Третій напрямок у теорії випробувань може бути (настільки ж умовно, як і перші два) названо алгебраїчним. Він складається в залученні математичного апарата алгебри матриць і методів багатомірного статистичного аналізу.

Для випробувань та їх оцінки в умовах депо приймемо за основний напрямок – статистичний.

Актуальність теми

Згідно із запропонованим проф. Данько М.І. класифікатором, ресурсозбереження в залізничній галузі включає такі основні ресурси, як паливо-енергетичні, запчастини і витратні матеріали, експлуатаційний ресурс парку рухомого складу та його окремих одиниць та трудові ресурси для забезпечення основної та допоміжної діяльності.

У сучасних умовах важливим напрямком є підвищення ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів. Це відповідає програмі розвитку залізничного транспорту України. З урахуванням постійного росту цін на енергоносії потрібен пошук нових резервів, які дозволили б знизити витрати на паливо з одночасним зниженням токсичності відпрацьованих газів тепловозів. Також це обумовлено великою ступеню зносу тепловозного парку України, але напружена економічна ситуація не дозволяє в повній мірі поповнювати парк тепловозів, що працюють на залізницях. В цих умовах існують два основних шляхи покращення техніко-економічних та екологічних показників локомотивів:

- модернізація та застосування технічної діагностики;
- застосування хімотологічних заходів (використання ефективних присадок до дизельного пального та оливи).

До першого шляху покращення паливної ефективності можна віднести модернізацію тепловозів електронно-керуючими системами роботи дизель-генераторними установками, електронними системами контролю витрати палива та реєстрації параметрів роботи тепловозів. Модернізацією електронними керуючими системами роботи дизель-генераторними установками досягається можливість безступінчастого завдання і високої

точності підтримки частоти обертання колінчатого вала дизеля (± 2 об/хв.), а також робота по характеристиці найбільшої економічності.

Другий шлях підвищення паливної ефективності тепловозів в експлуатації – застосування присадок до дизельного пального та моторної оливи. Фізико-хімічні властивості пального впливають на роботу паливної апаратури, процеси розпилювання, згоряння, а як наслідок на отриману потужність і економічність двигуна. Важливим є вплив палива та моторної оливи на корозійні процеси, нагароутворення та знос в двигуні. Тому застосування присадок дизельного пального та оливи може привести до позитивного результату, як для компенсації недоліків, пов'язаних з недостатньою якістю дизельного пального та оливи, так погіршеним технічним станом двигуна - ліквідація вуглецевих відкладень з поверхонь двигуна, паливної апаратури, газо-повітряного тракту. Ефективність запропонованих заходів по покращенню техніко-економічних показників роботи тепловозів можна перевірити лише при проведенні експлуатаційних випробувань.

Зв'язок роботи з науковими темами та програмами

Дисертаційна робота виконана у відповідності з планами науково-дослідних робіт на замовлення Укрзалізниці по темах «Проведення порівняльних випробувань тепловозів з дизелями, що обладнанні електронними регуляторами різних систем» (№ ДР 0107U006534), «Прогнозування характеристик маневрових, магістральних тепловозів та дизель-поїздів з урахуванням життєвого циклу» (№ ДР 0105U000899).

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування та практичне дослідження та удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо.

Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати такі задачі;

- зробити аналіз існуючих методів оцінки експлуатаційної ефективності тепловозів;
- виявити шляхи та методи підвищення ефективності тепловозів та їх оцінки, в тому числі витрати на паливо, оливу та на ремонт;
- запропонувати інтегральний критерій оцінки ефективності тепловозів в умовах депо;
- організувати та провести експлуатаційні випробування локомотивів з ціллю визначення ефективності основних технічних рішень щодо енергозбереження – впровадження електронних регуляторів частоти обертання та потужності дизель-генераторів різних конструкцій, використання різних добавок до дизельного пального та моторної оливи;
- визначити ефективність за розробленими методами в різних депо, на різних серіях локомотивів, в тому числі на екологічну складову ефективності.

Об'єкт дослідження - експлуатаційні випробування тепловозів в умовах локомотивних депо.

Предмет дослідження – методи оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо.

Методи дослідження – математична статистика, системний підхід, методи натурного експерименту, критеріальна оцінка ефективності, прогнозування характеристик.

Наукова новизна отриманих результатів

Вирішена науково – практична задача удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо. Для цього:

- вперше запропонований інтегральний критерій ефективності, який враховує витрати дизельного палива, моторної оливи та витрати на ремонт;
- отримані аналітичні залежності екологічної складової ефективності тепловозів;
- запропоновано метод прогнозування характеристик тепловозів за даними експлуатаційних випробувань в умовах депо;
- доопрацьовані методи статистичної оцінки ефективності окремих інженерних рішень щодо модернізації тепловозів та використання різних добавок до дизельного пального та моторної оливи;
- доопрацьовано метод безконтактного дистанційного вимірювання температур випускних газів дизелів та отримані аналітичні залежності щільності значень.

Практичне значення одержаних результатів

Результати роботи впроваджено при організації випробувань електронних регуляторів вітчизняного та закордонного виробництва фірми Hainzmann в локомотивному депо Основа Південної залізниці; при випробуваннях кондиціонеру дизельного пального FP-4000 в локомотивному депо Лозова Південної залізниці; випробування електронних регуляторів в локомотивних депо Одеської залізниці; при випробуваннях добавки до моторної оливи Озерол в депо Харків-Сортувальний Південної залізниці.

Матеріали дисертації використовують при викладанні основних дисциплін спеціалістам та магістрам кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу», у курсовому та дипломному проектуванні.

Особистий внесок здобувача

В статтях [2,9] автору належить розробка концепції визначення ефективності витрат енергоресурсів; в статтях [3,4,5] автору належить розробка технології впровадження присадок до дизельного пального та моторної оливи; в статтях [6,7,8] автором запропоновано теоретичні залежності ефективності енергозберігаючих технологій. Всі публікації задовольняють вимогам ВАК України.

Апробація результатів дисертації

Основні матеріали і результати дисертації доповідалися і отримали позитивні відгуки:

- XVII-XX – міжнародних науково-технічних конференціях «Проблеми розвитку рейкового транспорту» (Крим, м. Алушта , Ялта 2007-2010 р.)

- 64-72 науково-технічних конференціях з міжнародною участю Української державної академії залізничного транспорту.

Повністю дисертаційна робота доповідалася на розширеній науково-технічній нараді ХК «Луганськтепловоз» (2009), та розширеному засіданні кафедри ЕРРС УкрДАЗТ з участю членів спеціалізованої вченої ради (2010,2011р.)

Публікації

Основні результати дослідження опубліковані в 9 статтях в фахових виданнях, а також в 2х додаткових статтях.

Структура роботи

Дисертація має вступ, чотири розділи, висновки, список використаної літератури, який включає 115 найменування та додатки. Обсяг дисертацій складає 118 сторінок основного тексту, 11 таблиць, 2 додатка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи, подано її загальну характеристику.

Перший розділ дисертації присвячений аналізу методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань в умовах локомотивних депо.

Входження України в світову спільноту, дотримання ринкових відносин, проведення реструктуризації локомотивного господарства викликає необхідність методичного та наукового обґрунтування пропонованих заходів. Використовувані раніш методи оцінки ефективності тепловозів в експлуатації передбачали умови повністю засвоєного виробництва, відновлення від централізованих фондів витрат на розробку, дослідження та випробування дослідних зразків. При цьому не враховувалися реалізації основних характеристик тепловоза в умовах експлуатації, особливо по витраті палива, витратам на ремонт та компенсації витрат по шкідливим викидам в навколишнє середовище. Великий внесок в розробку науково обґрунтованих методів оцінки ефективності локомотивів в умовах експлуатації зробили вчені - Боднар Б.Є., Басов Г.Г. Бутько Т.В., Володін А.І. Голубенко О.Л., Ісаєв І.П., Капіца М.І., Коссов Є.Є., Кузьмич В.Д., Стрекопитов В.В., Тартаковський Е.Д., Ткаченко В.П., Четвергов В.А., Кудряш А.П., Зайончковський В.М., Сімсон А.Е., Жалкін С.Г., Хоміч А.З. та інші. Особливу актуальність має оцінка ефективності прийняття технічних рішень при модернізації тепловозів, впровадженні вузлів та агрегатів закордонного виробництва. Тому виникла необхідність методичного забезпечення оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо. Відповідно сформульовані мета та задачі даної дисертаційної роботи.

В другому розділі дисертації надано наукове обґрунтування удосконаленню методів оцінки експлуатаційної ефективності при випробуваннях тепловозів в умовах локомотивних депо.

Для перевірки однорідності статистичних даних і можливості їх спільної обробки є багато методів, що ґрунтуються на різних принципах.

Після того, як визначено мінімальну кількість необхідних даних, треба розв'язати питання, як саме дані мають бути вміщені в склад вибірки. Завдання полягає в тому, щоб із загальної кількості локомотивів виділити потрібну кількість, близьких між собою за показниками напрацювання, технічного стану, умов експлуатації. Це потрібно для забезпечення однорідності результатів спостереження.

Якщо за локомотивами спостерігають з початку експлуатації їх, завдання забезпечення однорідності спрощується і зводиться до добору машин, які експлуатуються в одній кліматичній зоні, у схожих умовах, на роботах одних і таких самих видів за однакової системи здійснення ТО і ремонтів. В іншому випадку завдання ускладнюється, бо воно стає багатофакторним і треба враховувати вплив кожного фактора за допомогою методу множинної кореляції чи інших методів.

Припустимо, що стан локомотива в експлуатації характеризується значеннями сукупності параметрів X і Y . У різних умовах експлуатації ці параметри приймають випадкові значення. Як відомо, випадкові величини характеризується щільністю функції розподілу, або її дискретним аналогом - гістограмою. Маючи досить репрезентативну вибірку з генеральної сукупності для випадкової величини X , визначаємо статистичні значення характеристик Mx і Dx (математичне очікування і дисперсію відповідно), а також імовірності влучення випадкової величини X в інтервали розбивки. Крім величини стану об'єкта в експлуатації, як правило, характеризується розподіл випадкової величини Y , для якої одержання статистичного матеріалу звичайно утруднено.

Повну картину дають розподіли величин X і Y при різних умовах експлуатації з урахуванням детермінованих залежностей $y_i = \varphi_i(x)$ рис.1,2.

Далі за допомогою перетворення кожної стохастичної залежності випадкової величини X з кожної детермінованої залежністю $y_i = \varphi_i(x)$ одержуємо поле значень випадкової величини Y , що безпосередніми вимірами визначити неможливо.

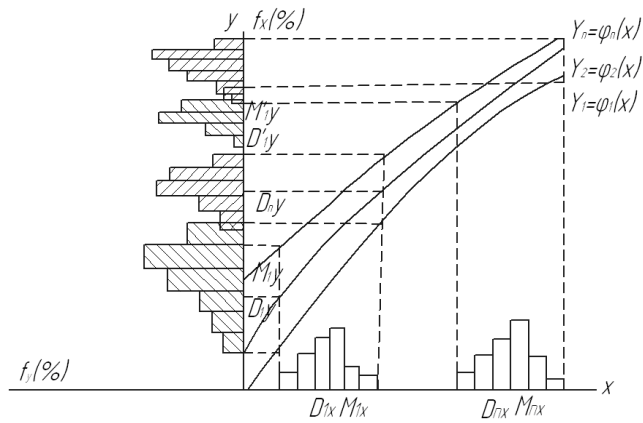
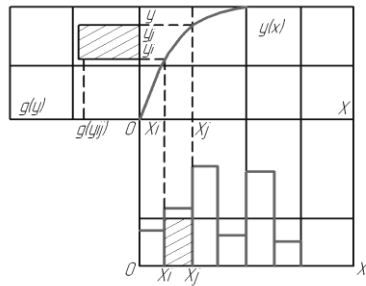


Рис. 1. Побудова поля значень випадкової величини



$$\begin{aligned}
 y &= \varphi(x) \\
 G(y) &= P(y < y) = P(0 < x < x) = \\
 &= \int_0^x f(x) \\
 x &= \varphi'(y) = \Psi(y) \\
 g(y) &= G'(y) = f[\Psi(y)]\Psi'(y) \\
 g(y_{ij}) &= \frac{f(x_{ij})\Delta x_{ij}}{\Delta y_{ij}}
 \end{aligned}$$

Рис. 2. Графічна інтерпретація методики перетворення випадкових величин

Завдання такого прогнозування істотно спрощується, якщо детерміновані залежності $Y_i = \varphi_i(x)$ лінійні. Тому, якщо детерміновані криві $y = \varphi(x)$ не сильно відрізняються від прямих, то варто застосувати метод лінеаризації для функцій випадкових аргументів. Одержання математичних очікувань M_{y_i} і дисперсій D_{y_i} зводиться до елементарних перетворень.

Математичне очікування M_y і D_y можна визначити, не знаходячи закону розподілу величини Y .

Для оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо, на основі досліджень проф. Бутько Т.В., пропонується оптимізаційна модель з наступною цільовою функцією, що враховує динамічні характеристики основних складових ефективності у формі:

$$E = \frac{\int_{l_1}^l [c_1 \varphi_{II}(l) + c_2 \varphi_M(l) + c_3 \varphi_H(l)] dl}{\int_{l_1}^l [c_1 \varphi_{II}'(l) + c_2 \varphi_M'(l) + c_3 \varphi_H'(l)] dl} \Rightarrow \max \quad (1)$$

$$l_1 \leq l \leq l_p,$$

де l_1 - початковий пробіг впровадження технічного рішення;

l_p - пробіг до ремонту, де оцінюється ефективність впровадження дослідного технічного рішення;

$\varphi_{\Gamma}(l)$ - залежність витрати палива від пробігу;

$\varphi_M(l)$ - залежність витрати моторної оливи від пробігу;

$\varphi_H(l)$ - залежність витрат на виконання ремонтів від пробігу.

Задана цільова функція побудована на основі припущення, що витрати палива, оливи та на ремонт є незалежними між собою.

Дана оптимізаційна модель є основою автоматизованої технології проведення експлуатаційних випробувань в умовах локомотивних депо. Визначення оптимального значення цієї цільової функції є достатньо важкою математичною задачею з урахуванням зміни кожного показника. Тому використовувався адаптивний метод короткострокового прогнозування.

В третьому розділі розглянуті питання оцінки ефективності функціонування тепловозних дизелів впровадженням технічних та технологічних засобів енергозбереження при випробуваннях в умовах локомотивного депо.

Більша частина парку тепловозів модернізована системами «БІС» та «Дельта». Електронна система контролю наявності дизельного палива призначена для безперервного контролю кількості дизельного палива в паливному баку тепловоза, в тому числі коли його рівень знаходиться в межах перемичок паливомірного скла, а також здійснення наступних облікових операцій:

- контроль об'єму відпуску дизельного палива і часу заправки;
- облік реальних витрат дизельного палива в часі на всіх режимах роботи тепловоза;
- фіксація об'єму, кількості і часу можливих зливів палива, визначення наявності води в паливному баку тепловоза.

Система здійснює безперервний контроль наявності палива і його температури в реальному часі як при працюючому двигуні тепловоза, так і при непрацюючому.

Обробка даних систем контролю та реєстрації дозволяє прогнозувати основні техніко-економічні характеристики тепловозних дизель-генераторів. Для прикладу наведені на рисунку 3 прогнозування характеристик N_e - ефективної потужності від реалізації n_{ov} , n_k - позиції контролера машиніста в пасажирському та в вантажному русі з використанням детермінованої залежності $N_e = f(n_{ov})$ **рис.3.**

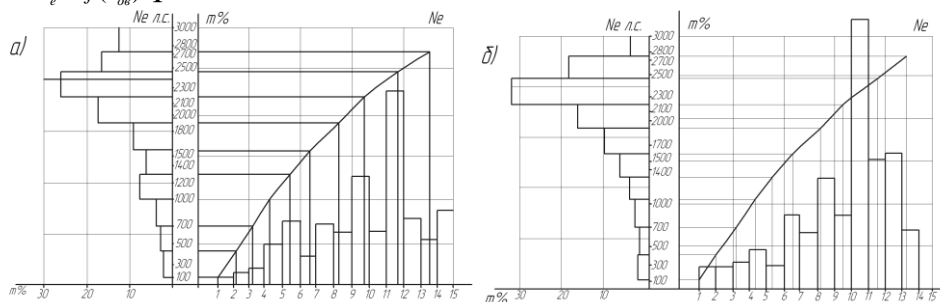


Рис. 3. Виявлення середніх значень потужності:
а) в пасажирському русі; б) в вантажному русі.

Випробування по визначенню паливної економічності локомотивів з електронними регуляторами проводились двома способами.

Перший спосіб передбачав формування контрольної групи (груп) тепловозів, параметри експлуатаційної роботи якої порівнювались з параметрами експлуатаційної роботи модернізованої групи.

Другий спосіб полягав в послідовній постановці гідромеханічних регуляторів (4-7PC2 і ЧКД-С16) на другому етапі випробувань і електронних регуляторів («PEGASOS» фірми Heinzmann та ЭРЧМ30Т2 ОО «Дизельавтоматика») на першому та третьому етапі, на тепловози 2ТЕ116 №1393 та ЧМЕЗ №4538 відповідно.

Формування контрольних груп виконувалось по наступним принципам:

- в контрольну групу включались тепловози тієї ж серії, що і обладнані електронними регуляторами;
- тепловози модернізованої і контрольної груп на час проведення порівняльних випробувань повинні працювати в однакових експлуатаційних режимах;
- технічний стан тепловозів модернізованої і контрольної груп повинний бути близьким до аналогічного.

При послідовній установці штатного гідромеханічного регулятора і електронного регулятора забезпечувалось виконання наступних умов:

- перед початком експлуатаційних випробувань настройка гідромеханічних регуляторів виконувалась робітниками депо на пункті реостатних випробувань у відповідності з діючими нормативними документами з участю представників УкрДАЗТ та особисто автора;
- настройка електронних регуляторів виконувалась представниками фірми-виробника (поставщика), на пункті реостатних випробувань з участю робітників депо, які були відповідальні за реостатні випробування, і представників УкрДАЗТ та особисто автора;
- після виконання робіт по настроюванню на пункті реостатних випробувань тепловози направлялись для експлуатаційної роботи на однакові ділянки (однотипні технологічні процеси).

Вибір параметрів порівняння.

Для порівняння економічної ефективності експлуатаційної роботи тепловозів 2ТЕ116 та ЧМЕЗ зі штатними гідромеханічними регуляторами (4-7PC2 і ЧКД-С16) та електронними регуляторами («PEGASOS» і ЭРЧМ30Т2) були прийняті наступні параметри:

- для тепловозів серії 2ТЕ116 при виконанні поїзної роботи витрата палива на 10 тис. ткм ($\text{кг}/10^4\text{ткмбр.}$);
- для тепловозів ЧМЕЗ при виконанні маневрової роботи витрата палива на лок. год.

Оцінка відносної величини зміни параметрів експлуатаційної роботи, які прийняті для порівняння модернізованої і контрольної групами виконувались за формулою (за пропозицією проф. Богаєвського О.Б.):

$$\text{Эк}_{\text{Топл.М.гр}} = \frac{\text{g}_{\text{К.гр}} - \text{g}_{\text{М.гр}}}{\text{g}_{\text{К.гр}}} \cdot 100\% , \quad (2)$$

де $\text{g}_{\text{К.гр}}$ - питома витрата палива контрольною групою за період спостережень;

$\text{g}_{\text{М.гр}}$ - питома витрата палива модернізованою групою за період спостережень.

Результати експлуатаційних випробувань тепловозів 2ТЕ116 штатними регуляторами 4-7РС2 і електронного регулятора PEGASOS, в локомотивному депо Основа Південної залізниці:

- Модернізована група складалася із локомотивів серії 2ТЕ116 №725, 810, 1378, 1393, 1488.

- Для формування першої контрольної групи були вибрані локомотиви 2ТЕ116 № 596, 653, 1084, 1185, 1450, які мають подібні показники технічного стану.

- Друга контрольна група була сформована із парку локомотивів серії 2ТЕ116 шляхом виключення із неї локомотивів з ЕР «PEGASOS» і локомотивів з ДГУ типу 1Д80.

Були отримані наступні значення економії палива модернізованої групи:

– в порівнянні з першою контрольною групою 0,7%;

– в порівнянні з другою контрольною групою 1,2%.

Результати експлуатаційних випробувань тепловозів ЧМЕЗ з штатними регуляторами ЧКД-С16 і ЕР ЭРЧМ30Т2, в локомотивному депо Одеса-Сортувальна Одеської залізниці.

Модернізована група включала тепловоз серії ЧМЕ-3 №4538.

Контрольна група включала тепловози серії ЧМЕЗ №№ 4537, 7010, 7036, 7037. Були отримані наступні значення економії палива модернізованою групою в порівнянні з контрольною групою - 9,5%.

Спеціалістами кафедри ЕРРС та Південної залізниці за участю автора проводилися випробування, була доказана ефективність присадок дизельного палива та оливи, розроблених фірмою Адіоз. Також проводилися випробування миучої присадки до дизельного пального - FP4000, а також нової технології видалення вуглецевих відкладень з деталей паливної апаратури та циліндрово-поршевої групи без розбирання за технологією компанії FIREPOWER.

Для визначення впливу впровадження енергозберігаючих технологій на технічний стан дизелів тепловозів доопрацьований метод дистанційного безконтактного вимірювання температур найбільш температурно-напружених деталей: люків вихлопного ресиверу, дренажних труб, компенсаторів турбокомпресорів. Вимірювання нагрівання інфрачервоним пірометром з урахуванням температури повітря, компенсації фонового випромінювання та коефіцієнту випромінювальної здібності. Розрахунок погрішностей проводиться як:

$$\Delta T_{\text{в}} = \frac{\Delta T_{\text{н}}}{\Sigma} \quad (3)$$

де Σ - коефіцієнт випромінювальної здібності;

t – температура вимірювання.

Відношення температур після впровадження енергозберігаючих технологій та штатних мали середні значення 1,0-1,2. Статистична оцінка вимірювань середніх температур випускних газів по циліндрах - зрівнювались емпіричні залежності з теоретичними по критерію χ^2 – Пірсона. В зоні допуску – розподіл за нормальним законом, поза допусків – рівняння прямої. Так розподіл температур випускних газів апроксимований як:

$$f(t) = \frac{1}{46} \exp\left[-\frac{(t-3)^2}{67}\right] \quad (4)$$

$$f(t) = \frac{1}{52} \exp\left[-\frac{(t-4)^2}{84}\right] \quad (5)$$

$$f'(t_d) = 1.18 - 0.0024t'_{\text{вун}};$$

$$f'(t_d) = 1.18 - 0.0024t'_{\text{вун}};$$

$$f'(t_{d1}) = 1.23 - 0.0028t'_{\text{вун}}.$$

де $f(t_d, t_{d1})$ - значення температур випускних газів в межах допуску;

$f'(t_d, t_{d1})$ - значення температур випускних газів за межами допуску.

Розроблені автором і застосовуються методи статистичного прогнозування, що забезпечують у сполученні з інструментальною (приладовою) перевіркою оцінку технічного і теплотехнічного стану тепловоза. До них можна віднести:

визначення завантаження кожного тепловоза по вазі поїздів, що обслуговуються. Із цією метою по настільному журналі чергового по депо (частина II) за кожен добу по кожному окремо тепловозу і напрямку вибираються дані про вагу поїздів, що обслуговуються. Потім за певний період (місяць, квартал) підраховується кількість поїздок тепловоза з поїздом певної ваги. У такий спосіб розраховується ймовірність обслуговування в кожному інтервалі і визначається завантаження по кожному тепловозу. У міру накопичення даних вдається побудувати і обчислити кореляційну залежність пробігу від ваги поїзда;

- розрахунки експлуатаційних допусків із застосуванням статистичного прогнозування методом суперпозицій, що передбачають можливість, при відсутності або неповних даних фізичних вимірів, проведення порівняння паспортних характеристик із частотою реалізацій певних рівнів параметрів.

Для отримання кількісної оцінки зміни енергетичної оцінки ефективності наряду з показником витрати палива, віднесеної до вимірника роботи, доцільно в якості узагальнюючого показника використовувати оборотність тепловозного двигуна, віднесеного до виконаної тонно-кілометрової роботи.

Цей показник (m) характеризує кількість обертів двигуна, необхідних для виконання вимірника роботи, тобто 10^4 т·км брутто. Проведені дослідження показали можливість аналітичної оцінки основних експлуатаційних параметрів тепловозу в функції показника оборотності. Отримані кореляційні рівняння при значеннях $940 \leq m \leq 6320$:

технічна швидкість:

$$V_{\text{max}} = 77,48 - 20,96 \cdot 10^{-3} m + 2,15 \cdot 10^{-6} m^2 - 52 \cdot 10^{-12} m^3; \quad (6)$$

частота обертання колінчастого валу:

$$n_d = 278,3 + 11,24 \cdot 10^{-2} m + 4 \cdot 10^{-5} m^2 - 9,7 \cdot 10^{-9} m^3; \quad (7)$$

годинна витрата палива:

$$B_{\text{год}} = -139,4 + 30,26 \cdot 10^{-2} m - 6,62 \cdot 10^{-5} m^2 + 4 \cdot 10^{-9} m^3; \quad (8)$$

кількість перемикачів контролера машиніста:

$$n_k = 2,24 + 24,54 \cdot 10^{-5} m - 15,97 \cdot 10^{-8} m^2 + 3,1 \cdot 10^{-11} m^3. \quad (9)$$

Накопичення інформації по кожному тепловозу дозволяє крім підвищення достовірності оцінки стану в даний момент часу, прогнозувати зміну показників ефективності і надійності тепловозу.

Четвертий розділ дисертації присвячений аналізу результатів експлуатаційних випробувань та розрахунку екологічної складової прийняття технічних рішень.

Для проведення оцінки зміни енергетичної ефективності локомотива під час проведення експлуатаційних випробувань, зафіксуємо стан локомотива на конкретний момент часу (еталонний стан). Далі будемо робити порівняння поточних показників середнього і дисперсії вибірки з еталонними значеннями (контрольний стан). Дане порівняння будемо здійснювати шляхом перевірки статистичних гіпотез:

- рівності середніх двох вибірок;
- однорідності дисперсій двох вибірок.

При перевірці рівності середніх двох вибірок питомої витрати дизельного палива перевіряється нуль-гіпотеза $M_1 = M_2$ про рівність середніх значень генеральних сукупностей, що лежать в основі обох вибірок, за умови, що дисперсії не рівні $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. Для рішення цього завдання скористаємося методом, запропонованим Д. Віера, для нас цікаво, що різниця середніх значень на 5%-вом рівні значима, якщо при обсягах вибірок $n_1 \geq 3$ і $n_2 \geq 3$ виконується співвідношення:

$$\frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 - (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 4} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \geq 2. \quad (10)$$

Якщо відношення не перевищує значення 2, то підстав для відхилення нуль-гіпотези про рівність середніх значень двох вибірок питомої витрати дизельного палива $M_1 = M_2$ на 5%-вом рівні немає.

Однорідність дисперсій двох вибірок питомої витрати дизельного палива на тягу поїздів перевіряємо за критерієм Бартлетта при наявності даних, розподіл яких досить близько до нормального розподілу:

$$c = \frac{\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{v}}{3(k-1)} + 1 \quad (11)$$

де $v = n - k$ - загальне число ступенів свободи;

Критерій Бартлетта являє собою комбінацію чутливого критерію на «нормальність» розподілу, з менш чутливим критерієм на рівність дисперсій.

$$\bar{X}^2 = \frac{1}{c} \left[2.3026 \left(v \cdot \lg s^2 - \sum_{i=1}^k v_i \cdot \lg s_i^2 \right) \right], \quad (12)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^k v_i \cdot S_i^2}{v} c(k-1) \quad - \text{ступенями свободи};$$

де k - число груп поєднаних вибірок, кожна вибірка повинна включати не менш 5-ти спостережень;

s^2 - оцінка зваженої дисперсії;

v_i - число ступенів свободи в кожній i -групі (дорівнює n_i-1);

S_i^2 - оцінка дисперсії i - групи.

Якщо оцінка \bar{x}^2 більше, ніж табличне критичне значення для заданої статичної надійності або дорівнює йому, то нуль-гіпотеза $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$. При перевірці гіпотез можливі чотири результати:

- 1) фактично вірна гіпотеза H_0 , і вона допускається критерієм Cr ;
- 2) фактично вірна гіпотеза H_0 , але вона відкидається критерієм Cr ;
- 3) фактично вірна гіпотеза H_1 , а H_0 відкидається критерієм Cr ;
- 4) фактично вірна гіпотеза H_1 , але H_0 допускається критерієм Cr . Істина допускається тільки в першому і третьому випадках. У другому випадку допускається помилка першого роду: відхиляється вірна гіпотеза H_0 . Якщо проте гіпотеза H_0 вірна, то прийняте рішення не вірно.

Розглянемо практичний приклад використання запропонованого методу оцінки зміни енергетичної ефективності локомотива в експлуатації на основі даних вибірок питомої витрати дизельного палива вантажного тепловоза серії 2TE116 Південної залізниці. Аналіз зібраної статистичної інформації про питому витрату дозволив виділити типові приклади зміни параметрів середнього і дисперсії контрольної вибірки в порівнянні з еталонної, а так само фактори, що впливають на ці зміни табл.1.

Таблиця 1

Приклад зміни дисперсії і рівності середніх значень при порівнянні контрольної вибірки з еталонної

Номер поїздки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Питома витрата, кг/вим.	26,8	26,7	26,8	26,5	26,2	27	26,9	27,3	28,1	27,4
Номер поїздки	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Питома витрата, кг/ вим.	27,5	27,4	27,9	27,7	25,8	27,1	26,2	27,7	26,8	26,4
Номер поїздки	21	22	23	24	-	-	-	-	-	-
Питома витрата, кг/вим..	26,3	26,5	27,6	26,8	-	-	-	-	-	-

У таблиці сірим кольором виділені еталонні вибірки, без виділення - контрольні вибірки.

Поділ повної вибірки на еталонну і контрольну вибірки являє собою інтеграційний процес, що полягає в наступній послідовності дій:

- 1) значення питомої витрати енергоресурсу накопичуються в первісну вибірку до $n < 4$;
- 2) коли первісна вибірка відповідає умові $n > 4$, проводиться розрахунок граничної помилки вибірки:

$$\sigma \sqrt{\frac{t_a^2 \cdot v}{n}} \cdot 1,91 \quad (13)$$

де v - коефіцієнт варіації;

t_a - критерій Стьюдента для прийнятого рівня значимості a ;

n - число поїздок.

3) якщо гранична помилка вибірки більше прийнятої границі значимості в 10%, то така вибірка виключається з розрахунку, якщо ж гранична помилка

менше, первісна вибірка стає еталонною і набір даних в еталонну вибірку припиняється;

4) всі нові значення питомої витрати енергоресурсу записуються в контрольну вибірку.

Розраховані середні значення та дисперсії використані для перевірки рівності середніх і однорідності дисперсій порівнюваних еталонних і контрольних вибірок.

Можливі чотири результати порівняння середніх і дисперсій еталонної вибірки з контрольною:

1) дисперсії не рівні $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$, середні рівні $M_1 = M_2$ зміна умов експлуатації;

2) дисперсії рівні $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, середні не рівні $M_1 \neq M_2$ - зміна енергетичної ефективності локомотива;

3) дисперсії не рівні $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$, середні не рівні $M_1 \neq M_2$ - зміна умов експлуатації й зміна енергетичної ефективності локомотива;

4) дисперсії рівні $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, середні рівні $M_1 = M_2$ - стан і умови експлуатації локомотива не змінилися.

У цей час у залізничній галузі вводиться новий нормований екологічний показник - питомий викид в атмосферу твердих часток від тепловоза. Даний показник має позначення РТ (від англ. «particles» - частки) і вимірюється в г/кВт·годину. Норми на питомі викиди ТЧ від тепловозів уже діють у США (з 1998 р.), планується введення європейського стандарту «EURES» (аббревіатура - European Railway Emission Standard), яким передбачається введення обмежень питомих викидів ТЧ від тепловозів, вироблених і експлуатованих у країнах Євросоюзу. В Україні сьогодні проводиться реформа транспортного сектора однієї із завдань якої є гармонізація нормативно-правової бази вітчизняного рейкового транспорту з відповідними європейськими і міжнародними документами. Результатом проведення даної реформи стане введення питомого викиду ТЧ у ряд нормованих екологічних показників вітчизняних тепловозів.

Для визначення енергетичної складової техніко-економічних показників та складової екологічних показників функціонування існуючих типів тягового рухомого складу з урахуванням виду та умов експлуатаційної роботи було розроблено 2-ох та 3-ох факторні математичні моделі другого порядку питомої витрати палива Y_n на тягу поїздів та викиду n -ої шкідливої речовини тепловозом на вимірник експлуатаційної роботи $Y_{u.p.n}$ (запропоновано проф. Калабухіним Ю.Є.):

$$Y_{n(e)(u.p.n)} = a_0 + \sum_{i=1}^k (a_i \cdot X_i) + \sum_{i=1}^k (a_{ii} \cdot X_i^2) + \sum_{\substack{i,j=1 \\ (i < j)}}^k (a_{ij} \cdot X_i \cdot X_j), \quad (14)$$

де a_0, a_{ij}, a_{jj} - коефіцієнти кореляції;

$X_1, X_2 \dots X_k$ - змінні фактори експлуатації;

k - кількість факторів експлуатації.

Змінні фактори було вибрано на основі аналізу значимості їх впливу на функцію відгуку Y_n , Y_e та $y_{ш.р_n}$. Для отримання коефіцієнтів кореляції моделей (табл. 2 та 3) було застосовано методи тягових розрахунків та планування експерименту, а також результати дослідження фактичного питомого викиду n -ої шкідливої речовини $m_{num_n}^{\phi}$ магістральними та маневровими тепловозами в залежності від їх фактичного терміну служби.

Достовірність отриманих багатофакторних математичних моделей питомої витрати палива на тягу поїздів перевірялась шляхом зіставлення з фактичними даними експлуатації. Різниця не перевищувала 5 %.

Таблиця 2

Багатофакторна математична модель питомої витрати палива Y_n тепловозом 2ТЕ116 та електроенергії Y_e для тяги вантажних поїздів

Y	Коефіцієнт кореляції									
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{11}	a_{22}	a_{33}	a_{12}	a_{13}	a_{23}
Y_n	44,67	0,95	3,56	-11,89	-1,15	-1,64	-1,66	0,693	-0,878	-1,546
Y_e	82,96	2,48	23,44	-12,37	0,625	5,99	5,03	1,625	-0,125	-4,125

Таблиця 3

Багатофакторна математична модель питомого викиду CO тепловозами ТЕП150 та ТЕП70 у пасажирському русі

Y_{CO} тепловоза	Коефіцієнт кореляції					
	a_0	a_1	a_2	a_{11}	a_{22}	a_{12}
ТЕП150	0,6493	-0,002	0,13171	-0,013	0,2056	-0,02175
ТЕП70	0,9354	-0,008	0,05282	-0,007	0,0534	-0,00053

В основу методу визначення щорічної екологічної складової показників функціонування тягової одиниці покладено засіб безпосереднього розрахунку викиду n -ої шкідливої речовини тепловозом при виконанні одиниці експлуатаційної роботи та річного обсягу цієї роботи (табл. 4). Для цього було використано багатофакторні математичні моделі питомого викиду n -ої шкідливої речовини тепловозом на вимірник експлуатаційної роботи $y_{ш.р_n}$.

Економічна оцінка шкоди, що наноситься газовими викидами шкідливих речовин в атмосферне повітря тепловозом в рік t життєвого циклу з урахуванням відносної агресивності n -ої шкідливої речовини, визначається за формулою:

$$Y_t = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{n=1}^{n=W} (A_n \cdot M_{n_t}) \quad (15)$$

Аналіз питомого середньо-експлуатаційного викиду шкідливих речовин NO_x та CO , що викидаються у навколишнє середовище із вихлопними газами дизелів тепловозів ТЕП70 та ТЕП150 вказують, що найменший викид шкідливих речовин відповідає дільничній швидкості 50-55 км/год.

Таблиця 4

Розрахунок маси викиду n -ої шкідливої речовини тепловозом

Вид експлуатаційної роботи	Маса викиду n -ої шкідливої речовини m_{num_n} на одиницю експлуатаційної роботи	Річна маса викиду n -ої шкідливої речовини M_{n_t} , кг
Вантажний рух, кг/обіг	$\frac{\sum_{n,n} \sum_1^z [Y_{u,p_n} \cdot (4 \cdot n_4 + 6 \cdot n_6 + 8 \cdot n_8) \cdot q_z \cdot l_z]}{10000} +$ $+ \frac{m_{num_n}^{\phi} \cdot b_{xx} \cdot (\tau_{np} + \tau_{zd} + \sum_1^z \tau_z)}{1000 \cdot 60}$	$m_{num_n}^6 \cdot K_{об.m_t}$
Пасажирський рух, кг/обіг	$\frac{\sum_{n,n} \left[4 \cdot n_4 \cdot \sum_1^z (Y_{u,p_n} \cdot q_z \cdot l_z) \right]}{10000} +$ $+ \frac{m_{num_n}^{\phi} \cdot b_{xx} \cdot (\tau_{np} + \tau_{zd} + \sum_1^z \tau_z)}{1000 \cdot 60}$	$m_{num_n}^n \cdot K_{об.m_t}$

Для кількісної оцінки ефективності експлуатаційних випробувань по різним депо отримана середньомісячна динаміка питомих витрат дизельного палива, оливи та на ремонт, а також розрахована середньомісячна динаміка інтегральної ефективності випробуваних енергозберігаючих технологій (рисунок 4,5). Значення коефіцієнта інтегральної ефективності коливаються від 0,85 до 2,8%.

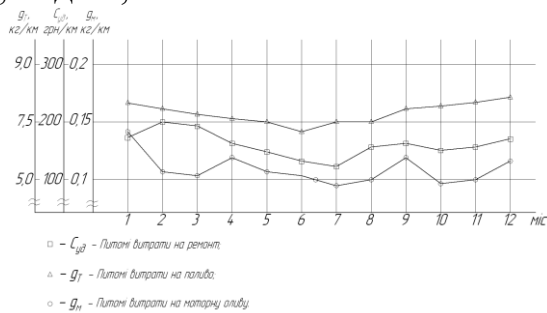


Рис. 4. Середньомісячна динаміка витрат на ремонт, дизельне паливо та оливу

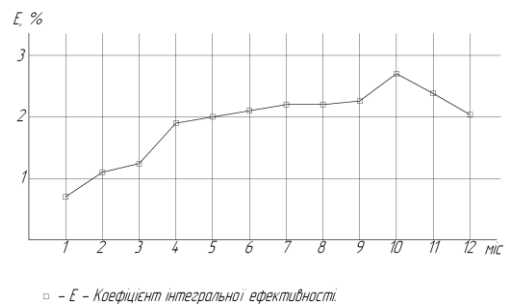


Рис. 5. Середньомісячна динаміка інтегральної ефективності енергозберігаючих технологій

Запропонована методологія оцінки експлуатаційних випробувань пропонується для використання при заміні дизель-генераторів на тепловозах серій ЧМЕЗ, 2ТЕ10В та М62 закордонними силовими установками виробництва США та Німеччини.

Для збору, накопичення та аналізу статистичних даних про витрату енергоресурсів тепловозами на основі положень висвітлених в дисертаційній роботі, запропонований проект автоматизованого робочого місця теплотехніка локомотивного депо.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі комплексно з єдиних методологічних позицій вирішена науково-практична задача удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивного депо. Розробки дисертації будуть використовуватись для оцінки ефективності модернізації парку тепловозів енергетичними установками закордонного виробництва, а також для утворення методичного забезпечення учбового плану магістрів та ІППК з дисципліни «Ресурсозберігаючі технології», дипломному проектуванні та виконанні кваліфікаційних робіт магістрами.

По результатам дисертації можна зробити наступні висновки:

- проведений аналіз існуючих методів оцінки експлуатаційної ефективності тепловозів;
- виявлені шляхи та методи підвищення ефективності тепловозів та їх оцінки, в тому числі витрати на паливо, оливу та на ремонт;
- запропоновано інтегральний критерій оцінки ефективності тепловозів при експлуатаційних випробуваннях в умовах депо, який базується на відношенні витрат палива, моторної оливи, затрат на ремонт до і після впровадження основних енергозберігаючих технологій;
- організовані та проведені експлуатаційні випробування локомотивів з ціллю визначення ефективності основних технічних рішень щодо енергозбереження – впровадження електронних регуляторів частоти обертання та потужності дизель-генераторів різних конструкції, використання різних добавок до дизельного пального та моторної оливи;
- визначена ефективність за розробленими методами в різних депо, на різних серіях локомотивів, в тому числі на екологічну складову ефективності;
- проаналізовані напрямки розвитку теорії випробувань та зроблено висновок щодо віднесення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо основним напрямком є статистичний;
- ресурсозбереження та ефективність тепловозів при випробуваннях в депо включає як основні ресурси паливо-енергетичні, запчастини і витратні матеріали, експлуатаційний ресурс рухомого складу, трудові ресурси та екологічну складову;
- розроблена технологія та проведені експлуатаційні випробування електронних систем контролю та реєстрації параметрів електронних регуляторів частоти обертання та потужності різних конструкцій для дизель-генераторів різних серій тепловозів, використання різних добавок до дизельного палива та моторної оливи в локомотивних депо Південної та Одеської залізниць;
- доопрацьовані методи статистичної обробки даних експлуатації з прогнозуванням основних техніко-економічних характеристик дизель-генераторів за допомогою перетворення кожної статистичної залежності випадкової величини з кожною детермінованою залежністю;

- доопрацьований метод безконтактного дистанційного вимірювання температур випускних газів дизелів та отримані аналітичні залежності щільності значень;
- проведений аналіз середньомісячної динаміки витрат на ремонт, дизельне паливо та оливу, отримана за розрахунками середньомісячна динаміка інтегральної ефективності енергозберігаючих технологій, згідно яких цей коефіцієнт коливається від 0,85 до 2,8% по місяцях року.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАНИХ ПРАЦЬ

- 1 Уманець М.Г. Удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивних депо/ Уманець М.Г.// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті - Харків: УкрДАЗТ.- 2011.- Вип.5.- С. 151-153.
- 2 Уманець М.Г. Основні напрямки досліджень кафедри ЕРРС та Південної залізниці в галузі зниження витрат енергоресурсів локомотивами / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 76- С. 5-11.
- 3 Уманець Н.Г. Повышение топливной эффективности тепловозной дизельной установки / Н.Г. Уманец, А.Н. Диковенко// Лок-информ №5, 2006.-С. 46-49.
- 4 Уманець М.Г. Досвід використання кондиціонеру дизельного пального / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 8.- С. 22-25.
- 5 Уманець М.Г. Оцінка ефективності та безпечного застосування дизельної оливи з анамегатором «Озерол МП-10» / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, М.В. Максимов // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2007,-Вип 82- С. 60-64.
- 6 Уманець М.Г. Вплив паливного кондиціонеру FR-4000 на роботу тепловозного дизеля / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2008,-Вип 88- С. 227-232.
- 7 Уманець М.Г. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу (ТРС) / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2006,-Вип 72- С. 82-87.
- 8 Уманець М.Г. Вплив вуглицевих відкладень на роботу тепловозного дизеля та пропозиції по зниженню їх утворення / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2008,-Вип 96- С. 129-135.
- 9 Уманець М.Г. Технічні та технологічні засоби енергозбереження тепловозів в експлуатації /Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін //Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля, 2010. - Вип 5(143).- Частина 2.- 2010.- С 215-219.

Додаткові наукові праці

- 1 Уманець М.Г. Оцінка впливу анамегатора для моторних оливи «Озерол МП-10» на технічний стан тепловозних дизелів /Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, М.В. Максимов // Зб. наук. праць: УкрДАЗТ, 2007,-Вип 88- С. 232-238.

2 Уманець М.Г. Синтетичні фільтри для тепловозів – новітні технології для транспорту/ Грищенко Ю.М., Уманець М.Г., Бабанін О.Б.// Залізничний транспорт України. Науково-практичний журнал, 2011,-Вип.3-С.18-21.

АНОТАЦІЯ

Уманець М.Г. Удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивного депо. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Українська державна академія залізничного транспорту; Харків, 2011р.

Робота присвячена питанням удосконалення методів оцінки ефективності експлуатаційних випробувань тепловозів в умовах локомотивного депо.

Проведено аналіз існуючих методів оцінки надійності та паливної економічності тепловозів. Зроблено висновок щодо необхідності врахування для оцінки ефективності витрати на дизельне паливо, оливу та на ремонт. Крім того, потрібна оцінка екологічної складової ефективності. Удосконалена технологія проведення експлуатаційних випробувань та проведено випробування на ефективність електронних регуляторів частоти обертання колінчатого валу та потужності дизель-генераторів різних конструктивних особливостей та різних серій тепловозів в різних локомотивних депо Південної та Одеської залізниць. Запропонований інтегральний коефіцієнт ефективності та отримано залежність динаміки його змін по місяцях року. Коливання цього коефіцієнту мають значення від 0,85 до 2,8% по місяцях за рік.

Ключові слова: тепловоз, дизель-генератор, експлуатація, випробування, дизельне паливо, олива, ремонт експлуатаційна ефективність, екологічна складова, локомотивне депо, електронний регулятор, математичне очікування, дисперсія, критерій ефективності.

АННОТАЦИЯ

Уманец Н.Г. Усовершенствование методов оценки эффективности эксплуатационных испытаний тепловозов в условиях локомотивных депо.- Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – подвижной состав железных дорог и тяга поездов. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2011г.

Работа посвящена усовершенствованию методов оценки эффективности эксплуатационных испытаний тепловозов в условиях локомотивного депо. Приведен анализ существующих методов оценки надежности и топливной экономичности тепловозов. Сделан вывод о необходимости учитывать для

оценки эффективности затраты на дизельное топливо, масло и ремонты. Кроме этого, необходимо учитывать экологическую составляющую эффективности внедряемых мероприятий по энергосбережению. Усовершенствована технология проведения эксплуатационных испытаний и проведены в условиях депо испытания на эффективность электронных регуляторов частоты вращения коленчатых валов и мощности дизель-генераторов различных конструкций отечественного и зарубежного производства на разных сериях магистральных и маневровых тепловозов на Южной и Одесской железных дорогах. Предложено применить статистическую оценку реализации основных параметров и характеристик дизель-генераторов путем преобразования случайных величин и построения гистограмм распределений с использованием детерминированных зависимостей. Предложен интегральный коэффициент эффективности эксплуатации, учитывающий затраты на дизельное топливо, масло и ремонт с дополнительной оценкой экологической составляющей. Получены зависимости динамики изменения затрат по месяцам года и значения коэффициента в пределах от 0,85 до 2,8% по месяцам года.

Кроме того, получены аналитические и графические зависимости относительной оборотности коленчатых валов дизеля от объема выполняемой работы и соответствующие значения показателей использования. Доработан метод бесконтактного дистанционного определения температуры выпускных газов дизеля по температуре нагрева лючков выпускного ресивера, получены аналитические зависимости плотности распределения значений до и после внедрения энергосберегающих технологий. На основе результатов диссертационной работы разработаны программы и проведены эксплуатационные испытания присадок к дизельному топливу типа FP4000 компании FirePower и присадок к дизельному топливу и маслу фирмы Адиоз в локомотивных депо Основа, Лозовая и Харьков-Сортировочный Южной железной дороги и в локомотивном депо Одесса-Сортировочная Одесской железной дороги. В настоящее время на основе результатов диссертационной работы проводятся эксплуатационные испытания безразборной технологии очистки топливных систем и цилиндрико-поршневой группы дизелей тепловозов разных серий.

Ключевые слова: тепловоз, дизель-генератор, эксплуатация, испытания, дизельное топливо, масло, ремонт, эксплуатационная эффективность, экологическая составляющая, локомотивное депо, электронный регулятор, математическое ожидание, дисперсия, критерий эффективности.

THE SUMMARY

Umanets N.G. Improvement of methods of an estimation of efficiency of operational tests of diesel locomotives in the conditions of locomotive depots - a Manuscript. The dissertation on reception of a scientific degree of candidate of the technical sciences. on a speciality 05.22.07 - a rolling stock of the railways and draught of trains. - the Ukrainian state academy of a railway transportation, Kharkov, 2011г.

Work is devoted improvement of methods of an estimation of efficiency of operational tests of diesel locomotives in the conditions of locomotive depot. The analysis of existing methods of an estimation of reliability and fuel profitability of diesel locomotives is resulted. The conclusion is drawn on necessity to consider for an estimation of efficiency of an expense for diesel fuel, oil and repairs. Besides, it is necessary to consider an ecological component of efficiency of introduced actions for power savings. The technology of carrying out of operational tests is improved and are spent, in the conditions of depot, test for efficiency of electronic regulators of frequency of rotation of cranked shaft, and capacity of diesel engines-generators of various designs domestic, and foreign manufacture on different series main, and shunting diesel locomotives on Southern, and Odessa the railways. It is offered to apply a statistical estimation of realization of key parameters and characteristics of diesel engines-generators by transformation of random variables and construction of histograms of distributions with use of the determined dependences. The integrated effectiveness ratio of operation considering expenses for diesel fuel, oil and repair with an additional estimation of an ecological component is offered. Dependences of dynamics of change of expenses on months of year and value of factor in limits from 0,85 to 2,8 % on a month of year are received.

Besides, analytical and graphic dependences relative turns cranked shaft of a diesel engine from volume of performed work and corresponding values of indicators of use are received. The method of contactless remote definition of temperature of final gases of a diesel engine on heating of hatches temperature a final receiver is finished, analytical dependences of density of distribution of values before introduction of power saving up technologies are received. Operational tests of additives to diesel fuel of type FP4000 of company FirePower and additives to diesel fuel and oil of firm Adioz in locomotive depots Osnova, Lozovaja and Kharkov-sorting the Southern railway and in locomotive depot Odessa- sorting of the Odessa railway are conducted.

Keywords: a diesel locomotive, a diesel engine-generator, operation, tests, diesel fuel, oil, repair, operational efficiency, an ecological component, locomotive depot, an electronic regulator, a population mean, a dispersion, criterion of efficiency.

Уманець Микола Григорович

УДК 629.424.3: 621.313.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТЕПЛОВОЗІВ В УМОВАХ
ЛОКОМОТИВНИХ ДЕПО**

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 доц. Михалків С.В.

Підписано до друку 12.09.2011р.
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.
Умовн.-друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,1.
Замовлення № 414. Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТ. Свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТ, 61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.