

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

УСТЕНКО Олександр Вікторович

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТЕПЛОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-
ВОЛОКОННИХ ТА ЛІНЗОВИХ ЕНДОСКОПІВ

Спеціальність 05.22.07 -
Рухомий склад залізниць та тяга поїздів

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття зченого ступеня
кандидата технічних наук

Луганськ - 1994

AB 29.324

Робота виконана в Харківській державній академії залізничного транспорту

Вчений керівник: академік Транспортної академії України,
доктор технічних наук, професор
Тартаковський Едуард Давидович

Офіційні опоненти: член-кореспондент Транспортної академії
Росії, доктор технічних наук, професор
Кармінський Валерій Давидович
кандидат технічних наук, доцент
Могила Валентин Іванович

Головна організація: Управління Південної залізниці

Захист дисертації відбудеться "6" квітня 1994 р. о 14⁰⁰
на засіданні спеціалізованої ради Д 18.02.01 при Східноукраїнсь-
кому державному університеті за адресою: 348034, м. Луганськ,
кв. Молодіжний 20а (СУДУ) аудиторія бібліотека

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету
Автореферат надісланий "3" березня 1994 р.

Відгуки на автореферат в двох примірниках, затвержені
печатком, просимо надіслати за адресою ради університету.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
кандидат технічних наук,
доцент


С.О. Зданов

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00801463 (M)

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

AB 29.324

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи: Ефективність тепловозної тяги залежить від економічності і надійності, передбаченої конструкцією тепловозів, пристосованості до діагностики (контролепридатності), системи технічного утримування.

Сьогодні на залізницях України склалося скрутне становище з постачанням тепловозів дизельним паливом, мастильними матеріалами та запасними частинами. Наукою про транспорт та спеціалістами локомотивного господарства проводяться заходи, пов'язані з удосконаленням стратегії системи обслуговування, коректирою міжремонтних пробігів тепловозів. В сучасних умовах все більшу актуальність дістає досконалість тактики технічного утримування тепловозів і, перш за все, розробка нових технологічних процесів ТО, ПР і діагностування.

У різних галузях промисловості та транспорту для контролю технічного становища окремих машин та механізмів знайшли застосування обладнання типу ендоскопів, які дозволяють виявити дефекти без розборки, особливо у важкодоступних місцях. Широко застосовуються ендоскопи у авіаційній техніці та енергетиці. Має місце деякий досвід застосування ендоскопів для контролю технічного становища вузлів та агрегатів тепловозів у локомотиворемонтних та локомотивобудівних заводах, а також у окремих депо. Але ці роботи проводились без достатнього наукового обґрунтування і відповідної коректировки технологічних процесів обслуговування та ремонту і не приводили до підвищення ефективності експлуатації тепловозів на залізницях України.

Комплекс цих питань визначив мету, задачі, зміст та структуру дисертаційної роботи

Дисертація є частиною досліджень ХІІТу, виконаних з ВНДІЗТом, ВО "Луганськтепловоз", ВО "Завод ім.Малишева", Південною залізницею та іншими організаціями.

Мета та задачі дослідження: метою цієї дисертаційної роботи є підвищення експлуатаційної надійності тепловозів шляхом удосконалення технології технічного обслуговування за рахунок застосування оптико-волоконних та лінзових ендоскопів. Таким чином, сформульовані такі задачі дослідження:

- провести аналіз технічного становища тепловозів експлуатованого парку у опорному депо;
- розробити методику візуального пошуку та кількісної оцінки ефективності визначення дефектів тепловозів у

важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів:

- розробити методика кількісної оцінки контролепридатності тепловозів;
- побудувати номограми імовірності виявлення дефектів у важкодоступних місцях тепловозів залежно від часу пошуку за різноманітними параметрами оптичного пошуку;
- провести експериментальну оцінку технічного становища основного обладнання тепловозів у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів на дослідному парку;
- розробити технологічні процеси технічного обслуговування та поточних ремонтів при діагностуванні основного обладнання тепловозів в важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних і лінзових ендоскопів;
- оцінити економічну ефективність міроприємств по удосконаленню технології обслуговування шляхом застосування ендоскопів.

Методика досліджування: Рішення поставлених задач здійснювалось на основі розрахункових, експериментальних та розрахунково - експериментальних досліджень. Основними методами дослідження, прийнятими у даній роботі, є методи математичної статистики, теорії імовірності, математичного моделювання.

Експериментальні дослідження проводились з застосуванням оптико-волоконних та лінзових ендоскопів на тепловозах експлуатаційного парку типу 2ТЕ10М(В,М), 2ТЕ11Б, ТЕП70 в локомотивних депо Південної залізниці.

Розрахункові та розрахунково-експериментальні дослідження проводились на базі розроблених математичних моделей з застосуванням ПЕОМ типа РС/ХТ та "НЕЙРОН".

Наукова новизна роботи полягає у нижчезазначеному:

- розроблена методика розрахунку імовірності виявлення дефектів у важкодоступних місцях тепловозів за допомогою ендоскопів для звичайного потоку пошуку;
- одержані номограми залежностей імовірності виявлення дефектів від часу оптичного пошуку для різних типів ендоскопів, значень контрасту дефекту з фоном, яркості фону, розмірів дефекту;
- визначені граничні параметри видимості дефектів при їх оптичному пошуку;

- у результаті експериментальних досліджень визначені типи ендоскопів, які забезпечують найбільшу ефективність візуального пошуку при діагностуванні важкодоступних місць тепловозів;

- розроблені технологічні процеси ТО і ПР із застосуванням діагностування важкодоступних місць основного обладнання тепловозів за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів, а також інших діагностичних приладів.

Практична цінність та упровадження результатів: Упровадження запропонованих методик кількісної оцінки та ефективності візуального пошуку дефектів у важкодоступних місцях тепловозів із застосуванням ендоскопів та оцінки контролепридатності дозволяє підвищити експлуатаційну надійність тепловозів, скоротити трудомісткість робіт на ТО і ПР, зменшити заміняємість вузлів та деталей основного обладнання.

В роботі також запропоновано використати контролепридатну конструкцію кришки оглядового лючка випускного колектора, який дозволяє підвищити доступність до циліндро-поршневої групи тепловозного дизеля.

Результати досліджень упроваджені у локомотивних депо Основа, Харків-Сортув., Лозова, Полтава, Гребінка Південної залізниці при діагностуванні важкодоступних місць основного обладнання тепловозів за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів, а також ураховані в нових технологічних процесах технічного обслуговування та поточного ремонту тепловозів інших депо.

Анотація роботи. Про основні результати роботи доповідалось на республіканській науково-технічній конференції "Технічна діагностика та підвищення надійності засобів транспорту" (м.Ташкент, 1988р.); на загально-мережовій нараді "Дослід упровадження діагностичних засобів при ремонті тепловозів" (депо Основа Південної залізниці, м.Харків, 1988 р.); на Всесоюзній науково-технічній конференції "Методи і засоби діагностування технічних засобів залізничного транспорту" (м. Омськ, 1989 р.); на науково-технічній нараді "Підвищення якості ремонту та утримування залізничного рухомого складу. Економія паливно-енергетичних ресурсів на залізничному транспорті" (м.Шадринськ, 1990 р.); на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу та спеціалістів транспорту /м.Харків, XIIТ, 1985-1993р.р./. У повному обсязі дисертація доповідалась на засіданні кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" ХІІТу у 1991 та 1993 р.р. та на засіданні

кафедри "Локомотивобудування" Східноукраїнського державного університету в 1991 та 1993 р.р.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 12 статей та тезисів доповідей на науково-технічних конференціях.

Структура та обсяг роботи: дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку літератури та додатків. Викладена на 141 стор. основного машинописного тексту, містить 40 малюнків та 11 таблиць. Список використаних літературних джерел вміщує 129 найменувань.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі обгрунтовано актуальність теми та приведено коротку анотацію роботи.

У розділі I розглянуті основні напрямлення робіт по удосконаленню технології технічного обслуговування тепловозів. Підтримування на необхідному рівні технічного стану рухомого складу зараз забезпечується системою планово-запобіжних ремонтів та технічного обслуговування.

Поряд з відомими перевагами ця система має і недоліки. Головний з них міститься у тому, що вона являється до суті розімкнутою системою управління і будується на базі середньостатистичного підходу до технічного стану конкретних локомотивів, та передбачає для них обов'язкове виконання певного переліку робіт. Разом з тим, як показує практика, необхідність у багатьох із них внаслідок суттєвої різниці умов експлуатації може і не виникнути. Необгрунтована розборка та зборка вузлів часто знижує їх роботоздатність, вимагає зайвих затрат праці та коштів.

По розробленій ВНДІЗТом та запровадженій в основних крупних депо методиці спектрального аналізу дизельного масла з обробкою даних на ЕОМ було проведено аналіз технічного стану дизеля в опорних депо по вузлам: викрошування підшипників /вузол 01/; знос вкладишів /вузол 02/; натир та задир поршнів /вузол 03/; прогар поршнів /вузол 04/; знос підшипників ТК-34 /вузол 05/; тіч водяної системи /вузол 06/. Результати спектрального аналізу дизельного масла оброблялись у дорожному ОЦ і по критерію Байєса визначалась чутливість, специфічність, помилки першого роду /пропуску/, помилки другого роду /хибна тривога/. Проведений аналіз показав достовірність діагнозу за результатами спектрального аналізу дизельного масла. Хоча була відмічена поява відказу 2-го рівня (якщо в період від попереднього ТО-3 до взяття проби по вузлу був неплановий ремонт) і 3-го рівня /якщо в період від попереднього ТО-3 до взяття проби по вузлу мало місце

псування тепловозу в дорозі.

Це вказує на те, що даний метод дозволяє проводити тільки інтегральну оцінку технічного стану дизеля, не уточнюючи її по окремим вузлам та деталям.

Для визначення експлуатаційної надійності тепловозів в опорних депо був проведений аналіз технічного стану експлуатованого парку. Визначалась наробітка на відказ вузлів тепловозів, дефекти яких на планових обслуговуваннях визначити нелегко. Після обробки статистичних даних були отримані такі значення розподілення щільності імовірності: відказ у камері згорання $f(L)=0,054 \cdot e^{-0,054L}$; прогар поршня $f(L)=0,057 \cdot e^{-0,057L}$; відказ турбокомпресора ТК-34 $f(L)=0,046 \cdot e^{-0,046L}$; відказ тягового електродвигуна $f(L)=0,051 \cdot e^{-0,051L}$; відказ головного генератора $f(L)=0,038 \cdot e^{-0,038L}$; відказ головного вентилятора і секцій холодильника $f(L)=0,052 \cdot e^{-0,052L}$. Експоненціальний характер виникнення та виявлення відказів свідчить про необхідність переведення їх в розряд поступових. В основному це стосується важкодоступних місць тепловозу: циліндро-поршневої групи; турбокомпресора; тягового електродвигуна; головного генератора; головного вентилятора і секцій холодильника, оцінку технічного стану котрих не можна провести візуально без застосування спеціальних технічних засобів.

Розробки питань удосконалення конструкції та підвищення експлуатаційної надійності тепловозів, оптимізації системи ТО і ПР з діагностуванням присвячені роботи, виконані під керівництвом В.С. Антропова, О.І. Володіна, О.Л.Голубенко, С.Г. Жалкіна, В.М. Зайончківського, В.Д. Кармінського, В.М. Кашнікова, О.М. Коняєва, Е.Е. Коссова, В.Д. Кузьмича, Т.Ф. Кузнєцова, А.П. Кудряша, Ю.О. Куликова, Е.С. Павловича, А.Б. Підшивалова, В.В. Стрекопитова, Е.Д. Тартаковського, В.А. Федорця, А.З. Хомича, В.О. Черзєргова та інших вчених.

Проведений аналіз та огляд досліджень показав, що питання удосконалення технології обслуговування з використанням оптико-волоконних та лінзових ендоскопів висвітлені поки що недостатньо.

Огляд використаних у промисловості та суміжних видах транспорту методів інтроскопії показав також необхідність досліджування різноманітних типів ендоскопів для оцінки технічного стану тепловозів.

Виходячи з цього, були сформульовані цілі та задачі дослідження.

Розділ 2 присвячено розробці методики візуального пошуку та кількісній оцінці ефективності визначення дефектів тепловозів у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів.

Для цього був проведений аналіз математичних моделей, які відображають об'єктивні закономірності пошуку і дозволяють установити причинно-наслідковий зв'язок між умовами виконання пошуку і його результатами.

Одним із основних факторів, впливаючих на виявлення дефекту є його контраст з фоном. Якщо яркість дефекту L_d незначно відрізняється від яркості фону L_f , то дефекти можна і не виявити. З умов видимості дефекту необхідно, щоб різниця яркості фону та дефекту $L_f - L_d$ при діагностуванні тепловозів у важкодоступних місцях була достатньо велика. Звідси можна визначити одну з важливих величин, яка визначає видимість дефекту - яркісний контраст K дефекту з фоном: $K = (L_f - L_d) / L_f$. Не менш важливим фактором видимості дефекту є його кутовий розмір. Якщо відомі лінійні розміри дефекту l і відстань від дефекту до спостерігача R , то кутовий розмір дефекту γ , виражений у кутових хвилинах, можна визначити по формулі: $\gamma = 3440l/R$. До числа параметрів, які визначають можливість виявлення дефекту, пропонується додати кутовий розмір поля пошуку 2β , час пошуку t та імовірність виявлення. Таким чином, якість пошуку дефекту визначається за часом пошуку $t(c)$ і імовірністю його виявлення $P(t)$.

Кількісне описання процесу пошуку дефектів тепловозів у важкодоступних місцях у зв'язку з наявністю чисельних випадкових факторів пропонується проводити методами теорії імовірності. Процес пошуку при цьому можна звести до переходу системи з одного стану в другий (від невиявлення до виявлення). Тоді для найпростішого потоку пошуку дефектів одержимо $P(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, де λ - інтенсивність виявлення дефектів, яка залежить від величини контрасту дефекту з фоном K ; яркості фону L ; кутового розміру дефекту γ ; кутового розміру поля пошуку 2β .

Як показали експериментальні дослідження по ряду технічних об'єктів, аналогічних важкодоступним місцям тепловозів, у якості розрахункового значення для λ можна прийняти таку залежність $\lambda = C \cdot K^2 \cdot \gamma^3 \cdot L^{0.3} / (2\beta)^2$, де C - коефіцієнт, який характеризує індивідуальні здібності спостерігача. Цей коефіцієнт може служити критерієм оцінки пошукової ефективності спостерігача.

При спостереженні дефектів в важкодоступних місцях

тепловозів озброєним оком за допомогою ендоскопів кутовий розмір дефекту γ можна визначити $\gamma' = \Gamma \cdot \gamma$, де Γ - збільшення ендоскопа; контраст дефекту з фоном K' і яркість фону I'_0 при цьому рівні $K' = K(I+q)$; $I' = I \cdot \tau$, де q - коефіцієнт світлорозсіювання, τ - коефіцієнт світлопроникнення. Поле зору (окулярне поле) $(2\beta)'$ зв'язано залежністю $2t\tau\beta' = 2\Gamma t\tau\beta$. При дослідженні умов видимості дефектів у важкодоступних місцях встановлено, що по куту поля ендоскопа якість зображення дефектів погіршується, що при розрахунку можна компенсувати, вичисливши $2\beta'$ по формулі $2\beta' = \Gamma 2\beta$.

Для організації і обґрунтування проведення досліджень у важкодоступних місцях тепловозів проведені розрахунки характеристик оптико-волоконних та лінзових ендоскопів стосовно до пошуку дефектів у тепловозах озброєним оком. Результати розрахунків приведені у таблиці I.

Таблиця I

Тип ендоскопа чи оглядової трубки	збільшення, крат	кут поля зору, град. (2β)	окулярне поле, $(2\beta)'$
ТО 6.550.90	0,7	50-3	35
ТО 8,5.550.90	0,7	70-3	9
ТО 16.740.90	2,7	30-3	8'
ЕВГ 10.1300	1,9	40-3	76

На основі розробленої методики кількісної оцінки якості пошуку дефектів за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів був складений алгоритм і програма, реалізована на ПЕОМ РС/XT.

Результативеденої методики були покладені в основу розрахунково-експериментального дослідження.

У 3 розділі приведені результати розрахункових досліджень, а також методика проведення експериментальних досліджень, опис виміривальної та діагностичної апаратури, визначені типи ендоскопів для ефективної діагностики різноманітних важкодоступних місць тепловозів, розглянута оцінка контролепридатності тепловозів.

Для кількісної оцінки ефективності визначення дефектів тепловозів у важкодоступних місцях були проведені розрахунки. При розрахунках задавались граничні параметри: лінійні розміри дефекту $l=0,25$ -2мм; відстань від дефекту до ендоскопу $R=15$ -105мм; яркість фону $I'=5$ -105 кд/м²; контраст дефекту з фоном $K'=0,08$; $K=0,16$; $K=0,24$; час пошуку дефекту $t=0$ -20с; імовірність виявлення

дефекту, при цьому задавалась не менш як 0,6. Розрахунки проводились для жорстких лінзових ендоскопів ЕЛЖ-1; ЕЛЖ-2 та гнучких оптико-волоконних ендоскопів ЕВГ ІО.ІЗОО.

За результатами розрахунків були побудовані номограми імовірності виявлення дефектів під час оптичного пошуку для всіх пошукових приборів залежно від різних параметрів візуального пошуку.

Як приклад розрахованих номограм на мал.1 приведені залежності імовірності виявлення дефектів в важкодоступних місцях тепловозів за допомогою ендоскопів в залежності від різних параметрів оптичного пошуку.

Достовірність одержаних результатів було запропоновано перевірити експериментально за методикою, суть якої полягала у виділенні дослідного парку тепловозів та перевірці їх технічного стану у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів, а також других діагностичних приладів.

Експериментальні дослідження проводились на тепловозах експлуатованого парку типу ЗТЕІОМ(В,М), ЗТЕІІ6, ТЕП70 у локомотивних депо Південної залізниці протягом п'яти років. У дослідний парк ввійшли 32 секції тепловозів типу ЗТЕІОМ(В,М), 28 секцій тепловозів ЗТЕІІ6 та 12 тепловозів ТЕП70. У процесі спостереження за дослідним парком проводилось діагностування тепловозів у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів типу ЕВГІО.ІЗОО, ЕЛЖ-1, ЕЛЖ-2. Візуальний огляд проводився при заході тепловозів на планові види технічного обслуговування Т0-3 та поточних ремонтів ПР-І, а також непланових ремонтах.

Для діагностики ЦП ендоскоп вводився у форсуночний отвір: огляд випускних вікон проводився через випускний колектор, а турбокомпресора через випускні патрубки глушителя.

При необхідності уточнити характер дефекту проводилось його фотографування, для чого окулярну частину ендоскопа з'єднували з об'єктивом фотоапарата за допомогою спеціальних перехідників. При фотографуванні використовувались фотоапарати системи ТТЛ "Зеніт-18", "Зеніт-19" та фотоплівки чутливостю 250 та 350 од.

Проведені експериментальні дослідження показали, що застосування ендоскопів дозволяє оцінити технічний стан без розбірки інших вузлів та деталей. Посадкові поверхні клапанів при наявності прогарів, нецільностей прилягання, тріщин, сколів. Величину та характер нагаротворень на тарілках та штоках клапанів. Стан посадкових поверхностей сидел клапанів у крищі

циліндра при наявності нещільностей прилягання, нагароутворень, пошкоджень поверхні. Герметичність ущільнень сідел клапанів у кришці циліндра та наявність тріщин у кришці. Стан камери згорання (за характером та величиною нагароутворень та наявністю тріщин). Стан робочої поверхні (дзеркало) втулки циліндра за наявністю тріщин, слідів задирів, підвищених зносів. Стан поршнів за наявністю прогарних отворів, сітки розгару, нагару різної форми та величини, кількість підтікаючого масла та топлива. Стан дінця поршня по характеру та величині нагароутворення та сколу частини нагару. Стан впускних та випускних вікон на наявність нагароутворень різної величини, тріщин між вікнами. Стан поворотної траверси головного генератора та тягового електродвигуна на наявність тріщин, сколів. Стан корпусу щіткотримача за наявністю у ньому тріщин. Пошкодження натискного механізму, напливів металу. Стай та місця кріплення полюсів. Стан захисних ґрат турбокомпресора на наявність нагароутворень та механічних пошкоджень. Стан лопаток робочого колеса турбіни на наявність вигорів, величину та характер нагароутворень. Стан вентиляційного колеса на наявність механічних пошкоджень. Стан секцій холодильника на наявність течі, підтікання та механічних пошкоджень.

В процесі досліджень виявлено, що найбільша ефективність візуального пошуку досягається: для діагностування ЦПГ тепловозів 2ТЕ10Л(В,М) при застосуванні оглядової трубки Т0 8,5.550.90 та ендоскопа ЕВГ ІО.І300; для діагностування ЦПГ тепловозів 2ТЕ11Б, ТЕП70 та турбокомпресора із застосуванням оглядової трубки Т016.740.90 та ендоскопа ЕВГ ІО.І300; для діагностування тягових електричних машин, головного вентилятора та секцій холодильника при застосуванні комплекту оглядових трубок Т0 8,5.550.90, Т0 І6.740.90 та ендоскопа ЕВГ ІО.І300.

Також встановлено, що найбільша ефективність візуального пошуку досягається: для оглядової трубки з окулярним полем $2\beta' = 49^\circ$, при контрасті дефекту з фоном $K' > 0,16$, яркості фону $L' > 55 \text{ кд/м}^2$, відстані від дефекту до оптичної системи $R < 45 \text{ мм}$; для оглядової трубки Т0 І6.740.90 та оптико-волоконного ендоскопа ЕВГ ІО.І300 при $2\beta' > 65^\circ$, при $L' > 15 \text{ кд/м}^2$, $K' > 0,08$, $R < 70 \text{ мм}$.

У той же час проведені експериментальні дослідження показали, що тепловози недостатньо пристосовані до діагностування, особливо у важкодоступних місцях, що є наслідком їх низької контролепридатності.

Проведений аналіз показав, що для оцінки контролепридатності тепловоза у важкодоступних місцях необхідно розраховувати на систему показників. Як основні показники запропоновано використовувати такі: середній час діагностування тд.ср.; середній час підготовки до діагностування тп.ср.; удільні затрати часу на діагностування тд.уд.; коефіцієнт трудомісткості підготовки до діагностування Кт.д.; доступність Кд.; зручність Кер..

У 4 розділі приведені результати розрахунково-експериментальних досліджень, викладено обґрунтування розроблених технологічних процесів ТО і ПР з проведенням діагностичних операцій, направлених на підвищення експлуатаційної надійності тепловозів.

На основі проведених розрахунково-експериментальних та розрахункових досліджень для удосконалення технології ТО і ПР були розроблені комплекси діагностичних операцій, включених в технологічний процес ТО і ПР важкодоступних місць тепловозів. Діагностичні комплекси були розроблені для діагностування: ЦПП тепловозного дизеля; турбокомпресора; головного генератора; тягового електродвигуна; головного вентилятора та секцій холодильника.

Для безконтактного вимірювання температур у випускному колекторі запропоновано приміняти переносний пирометр частичного випромінювання "Смотрич - 4П". Для визначення щільності циліндро-поршневої групи запропоновано плотномер, розроблений у ХІІІІ.

Для підвищення контролепридатності тепловоза та полегшення доступу до випускних вікон, а також їх діагностування, запропоновано використати конструкцію кришки оглядового лючка випускного колектора, у якому передбачено технологічний отвір для увода ендоскопа, який закривається болтом-заглушкою.

Технологічний процес оцінки технічного стану циліндро-поршневої групи тепловозного дизеля включає в себе наступні діагностичні операції: - Спочатку за допомогою пирометра перевіряється температура у циліндрі та випускному колекторі. При підвищеній температурі у циліндрі для оцінки технічного стану пропонується використовувати плотномер. Як діагностичний параметр приймається відношення тиску у циліндрі двигуна та перед вляштуванням для його обпресовки. Великий вплив на діагностичний параметр виявляють зазори по струмкам компресійних кілець у комплексі із зносом дзеркала циліндрової гільзи. По мірі зносу циліндрових втулок та поршневих кілець збільшується зазор у

стикуванні кільця, пропорційно зменшується пружність дії поршневого кільця на стінку втулки. Із-за зменшення щільності поршневих кілець, герметичності камери згорання, пружності поршневих кілець та змінення форми втулки відбувається падіння потужності двигуна. Практична площа просвіту між кільцем та втулкою пропорціональна зносу гільзи. Величиною, яка виражає найбільш допустимий витік, а відповідно, найбільш допустимий знос, можна вважати відносну зміну індикаторного ККД (η_1).

Як узагальнений показник для тепловозного дизеля запропонований показник контролепридатності K_k тепловоза, який залежить від експлуатаційних значень індикаторного ККД та імовірності виявлення дефекту $K_k = \eta_1 * P(t)$, де η_1 - індикаторний ККД; $P(t)$ - імовірність виявлення дефекту.

Розрахункові значення в умовах експлуатації індикаторного ККД пропонується визначити за методикою проф. А.П.Кудряша для будь-якого режиму функціонування: $\eta_1 = \eta_t * \eta_\alpha * \eta_{TC} * \eta_{OK} * \eta_n * \eta_{QC} * \eta_\psi$, де η_t - термодинамічний коефіцієнт цикла; η_α - коефіцієнт, залежний від надлишку повітря у циліндрі; η_{TC} - коефіцієнт, залежний від теплового стану двигуна; η_{OK} - коефіцієнт, залежний від щільності повітря на вході у двигун; η_n - коефіцієнт, залежний від частоти обертання; η_{QC} - коефіцієнт, залежний від величини циклової подачі палива; η_ψ - коефіцієнт, залежний від величини витіку продуктового повітря.

Приведені коефіцієнти визначаються із поліномів першого та другого порядку. На основі наведеної методики складена програма та здійснені розрахунки індикаторного ККД на ПЕОМ РС/XT. Локальну оцінку технічного стану ЦП тепловозного дизеля передбачено проводити оптико-волоконними та лінзовими ендоскопами.

В комплекс по діагностиці головного вентилятора та секцій холодильника входять діагностичні операції по визначенню перепаду температур по секціям за допомогою переносного безконтактного пірометра часткового випромінювання "Смотрич-4П" та оптико-волоконних та лінзових ендоскопів. Діагностичні операції по визначенню технічного стану захисних ґрат турбокомпресора ТК-34 та лопаток робочого колеса турбіни пропонується проводити за допомогою ендоскопів. Діагностування тягових електродвигунів та головного генератора пропонується проводити за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів, а також штатних діагностичних приладів.

Технологічні процеси технічного обслуговування та поточних ремонтів з урахуванням запропонованих діагностичних комплексів

були розроблені для локомотивів серії 2ТЕ10М(В,М), 2ТЕ11Б, ТЕП70 у об'ємах Т0-3 і ПР-І.

Проведені розрахунково-експериментальні дослідження показали, що застосування оптико-волоконних та лінзових ендоскопів при діагностуванні важкодоступних місць тепловозів дозволяє виявити дефекти уже на стадії їх зародження і, таким чином, зводити відкази тепловозів від раптових до поступових.

Установлено, що при контрасті дефекту з фоном менш 0,02 і розмірі дефекту $\gamma < 1'$ його виявлення утруднено. Для виявлення дефекту необхідно, щоб його контраст був більше порогового контрасту K_{II}' для даних умов спостереження, який для пошуку озброєним оком пропонується виявити по формулі $K_{II}' = (0,44 + 0,63(\tau L))^{-0,42} \cdot 1,5 / \gamma L$.

Також установлено, що збільшення яркості фону L_{II} на величину більш 100 кд/м² не приводить до підвищення ефективності візуального пошуку.

По приведеним методикам здійснений розрахунок експлуатаційних значень індикаторного ККД, показників контролепридатності та отримані результати, які наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Найменування вузла тепловоза	тд.ср	тп.ср	тд.уд	Кт.д.	Кд.	Куд.	Кк.
Циліндро-поршнева група	0,77	1,17	0,056	0,03	0,42	0,93	0,279
Турбокомпресор	0,54	0,29	0,096	0,54	0,69	0,91	-
Головний вентилятор і секції холодильника	0,47	0,16	0,080	0,70	0,77	0,85	-
Головний генератор	0,34	0,17	0,021	0,60	0,71	0,83	-
Тяговий електродвигун	0,91	1,11	0,060	0,08	0,52	0,76	-

Застосування контролепридатної кришки оглядового лючка випускного колектора дозволило підвищити коефіцієнт контролепридатності тепловоза Кк на 0,028 (II, I%).

На основі проведених досліджень були визначені межі застосувань закономірностей візуального пошуку дефектів у важкодоступних місцях тепловозів.

З ціллю визначення ефективності удосконалення процесів ТО і ПР після їх упровадження у локомотивних депо було проведено обстеження технічного стану дослідних тепловозів експлуатаційного парку. Після математичної обробки статистичних даних було встановлено, що число відказів по діагностуючим вузлам зменшилось: по камері згорання на 7,4%; по обгару поршня на 9,7%; по турбокомпресору на 4,2%; по тяговому електродвигуну на 3,2%; по головному генератору на 2,7%; по головному вентилятору і секціям холодильника на 5,4%.

Удосконалення технології проведення ТО і ПР дозволяє знизити число заходів тепловозів на непланові ремонти на 9,3%, зменшити їх простоявання у ремонті на 7,2%, скоротити зміну деталей на 8% і в цілому підвищити надійність тепловозів експлуатаційного парку.

Техніко-економічний розрахунок удосконалення технології обслуговування тепловозів за рахунок застосування оптико-волоконних та лінзових ендоскопів та технічних рішень проводився також з урахуванням упровадження пропонованих заходів, що дозволяє підвищити експлуатаційну надійність тепловозів. Річний економічний ефект від упровадження складає у середньому 1300 крб. на одну секцію (в цінах на 1990 р.).

ВИСНОВОК.

У результаті проведених досліджень розроблена методика візуального пошуку та кількісної оцінки ефективності визначення дефектів тепловозів у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконних ендоскопів для удосконалення технології технічного обслуговування та поточних ремонтів магістральних тепловозів, проведені розрахунково-експериментальні дослідження. Все це дозволило підвищити контролепридатність тепловозів, знизити число заходів тепловозів на неплановий ремонт, підвищити експлуатаційну надійність. Таким чином, ціль, що поставлена в дисертації, досягнута. Крім того, одержані такі результати:

1. Виконано аналіз технічного стану тепловозів в експлуатації у опорному депо, який показав можливість скорочення числа миттєвих відказів і зведення їх до поступових відказів.

2. Розроблено алгоритм, програму і проведено розрахунок імовірності виявлення дефектів в функції часу у важкодоступних місцях тепловозів при різних параметрах оптичного пошуку і типах ендоскопів.

3. Побудовані номограми імовірності виявлення дефектів у важкодоступних місцях при різних параметрах оптичного пошуку.

Установлено, що найменше часу для виявлення дефектів при заданих значеннях імовірності виявлення дефектів досягається: для оглядової трубки з окулярним полем $(2\beta) = 49^\circ$ при контрасті дефекту з фоном $K > 0,16$, яркості фону $L > 55 \text{ кд/м}^2$, відстані від дефекту до оптичної системи $R < 45 \text{ мм}$; для оптичних приладів з окулярним полем $(2\beta) > 65^\circ$ при $K > 0,08$, $L > 15 \text{ кд/м}^2$, $R < 70 \text{ мм}$.

4. Проведена експериментальна оцінка технічного стану основного устаткування тепловозів дослідного парку за допомогою оптико-волоконних та лінзових ендоскопів. Розходження результатів розрахункових та експериментальних досліджень не більш як на 5%.

5. У процесі дослідження встановлено, що найбільша ефективність візуального пошуку досягається: для діагностування ЦП тепловозів 2ТЕ10М (В,М) при застосуванні оглядової трубки ТО 8,5.550.90 та ендоскопа ЕВГ ІО.І300; для діагностування ЦП тепловозів 2ТЕ16, ТЕП70 та турбокомпресора при застосуванні оглядової трубки ТО І6.740.90 і ендоскопа ЕВГ ІО.І300; для діагностування тягових електричних машин, головного вентилятора та секцій холодильника при застосуванні комплекту оглядових трубок ТО 8,5.550.90, ТО І6.740.90 та ендоскопа ЕВГ ІО.І300.

6. Для удосконалення технології технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів серії 2ТЕ10М(В,М), 2ТЕ16, ТЕП70 були розроблені технологічні процеси ТО і ПР з урахуванням проведення контрольно-діагностичних операцій у важкодоступних місцях тепловозів.

7. Розроблена методика кількісної оцінки контролепридатності ЦП, запропоновано коефіцієнт контролепридатності, залежний від експлуатаційних значень індикаторного ККД та імовірності виявлення дефекту.

8. В результаті проведеного дослідження у опорному депо на дослідному парку скорочена зміна деталей на 8%, знизився простій у ремонті на 7,2%, зменшилось число заходів тепловозів на непланові ремонти на 9,3%, та одержано економічний ефект близько І316 крб. на одну тепловозну секцію (в цінах на 1990 рік), що дозволяє знизити річні приведені експлуатаційні витрати на 36,6%, а капітальні вкладення до локомотивного парку на 9,8%.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ У СЛІДУЮЧИХ РОБОТАХ

І. Жалкін С.Г., Устенко О.В., Павлович Ю.Л. Контроль технічного стану тепловозів у важкодоступних місцях // Мехвуз. зб. наук. тр. / Харків: ХІІТ, 1987. - Вип.2 - с.55-59.

2. Підвищення надійності експлуатації тепловозів шляхом

удосконалення технології контрольно-діагностичних операцій
Жалкін С.Г., Тартаковський Е.Д., Устенко О.В. та др.//Тез.
докладу на галузевій науково-практичн.конф.МІІТа/ Москва: МІІТ,
1988. - с.62.

3. Головок В.Ф., Агулов А.Ф., Устенко О.В. Прогнозування
технічного стану ЦПГ тепловозного дизеля
//Межвуз.зб.наук.тр./Харків:ХІІТ, 1989. - Вип.8. - с.26-30.

4. Устенко О.В., Клімов Г.Ф., Колотій В.П. Діагностування
циліндро-поршневої групи тепловозного дизеля в умовах депо
//Межвуз.зб. наук.тр./ Харків: ХІІТ, 1989. - Вип.8. - С.48-50.

5. Устенко О.В., Бабанін О.Б. Оцінка технічного стану
деталей тепловозних дизелів у важкодоступних місцях за допомогою
ендоскопів //Тез.докл./ Хабарівськ: ХабІІЗТ, 1989. -Т.1. -С.194.

6. Жалкін С.Г.,Устенко О.Г. Контроль технічного стану ЦПГ
тепловозного двигуна //Межвуз.зб.наук.тр./ Дніпропетровськ: ДІІТ,
1990. - Вип.276. - с.4-7.

7. Тартаковський Е.Д., Подчесов Е.М., Устенко О.В. Основи
автоматизації технічного обслуговування, діагностування та
ремонті локомотивів: Учб. посіб. - Ч.2. - Харків: ХІІТ,
1991.-95с.

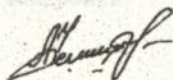
8. Устенко О.В. Оцінка контролепридатності тепловозів
//Тез.докл./ Харків: ХІІТ, 1991. -с.3-4.

9. Устенко О.В. Оптичний пошук дефектів у важкодоступних
місцях тепловозів за допомогою ендоскопів //Тез.докл./ Харків:
ХІІТ, 1991. -с.4-5.

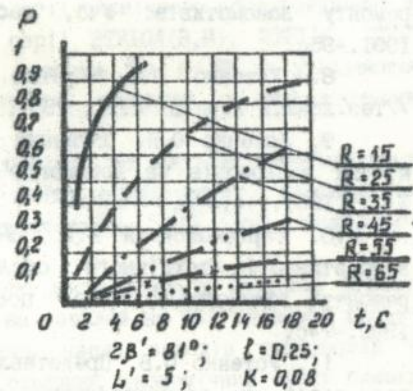
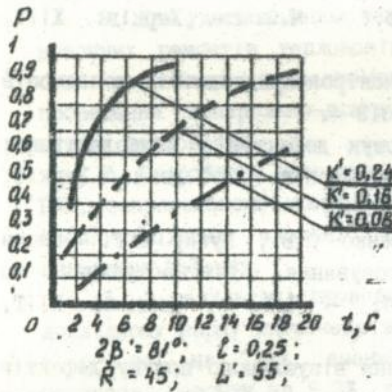
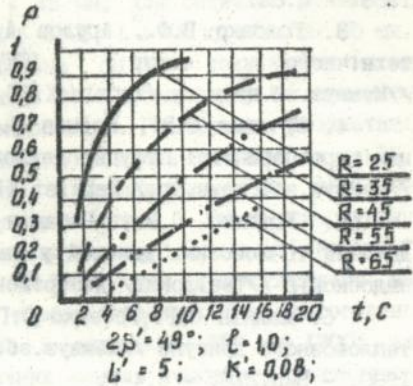
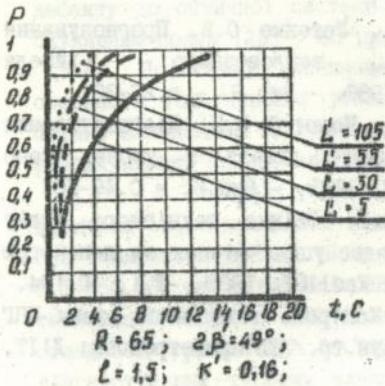
10. Тартаковський Е.Д., Устенко О.В., Пузир В.Г. Основи
автоматизації технічного обслуговування, діагностування та
ремонті локомотивів: Учб. посіб. - Ч.3. - Харків: ХІІТ,
1992.-74с.

11. Устенко О.В. Представлення візуального пошуку дефектів
тепловозів у важкодоступних місцях як випадкового процесу
марківського типу //Межвуз.зб.наук.тр./ Харків: ХІІТ, 1992.-
Вип.20. -с.53-62.

12. Устенко О.В. Проведення діагностичних операцій на
тепловозах у важкодоступних місцях за допомогою оптико-волоконної
та лінзової оптики //Тез.докл./ Харків: ХІІТ, 1993. -с.3.



Діаграми імовірності виявлення дефектів



Мал.1 Умовні позначення:

P - імовірність виявлення дефектів;

t - час пошуку, с.

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТЕПЛОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-
ВОЛОКОННИХ ТА ЛІНЗОВИХ ЕНДОСКОПІВ**

УСТЕНКО Олександр Вікторович

Відповідальний за випуск асп. Тищенко М.Я.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір для множув.апар.

Друк офсетний. Умовн.арк. 1,5. Обл.видавн.арк. 1,75

Тираж 100. Зак. 101 Безкоштовно

Видавництво СУДУ, 348034, м.Луганськ, кв.Молодіжний, 20а
Друк. ХДАЗТ, 310050, м.Харків, майдан Фейєрбаха, 7

1100/110

AB 29.324

AB 29.324