

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ М.И.КАЛИНИНА

На правах рукописи

БОДНАРЬ БОРИС ЕВГЕНЬВИЧ

УДК 629.424.1-82.001.41

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ
ТЕПЛОВЗОВ С ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

(05.22.07 - Подвижной состав железных дорог и тяга поездов)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск, 1987

НТБ
ДНУЖТ

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ Ч.И.КАЛИНИНА

На правах рукописи

БОДНАРЬ БОРИС ЕВГЕНЬЕВИЧ

УДК 629.424.1-82.001.41

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ И ДИАГНОСТИКИ
ТЕПЛОВОЗОВ С ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

(05.22.07 - Подвижной состав железных дорог и тяга поездов)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск, 1987

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Днепропетровском ордена Трудового
Красного Знамени институте инженеров железнодорожного
транспорта имени М.И.Калинина

Научный руководитель – доктор технических наук,
профессор ТИМОФЕЙ ФЕДОРОВИЧ КУЗНЕЦОВ

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ СТРЕКОПИТОВ

кандидат технических наук,
доцент ВИКТОР ЯКОВЛЕВИЧ КУЗНЕЦОВ

Ведущее предприятие – Лодиновский ордена Трудового
Красного Знамени тепловозостроительный завод

Защита диссертации состоится "24" апреля 1987 года
в 13⁰⁰ часов на заседании специализированного совета
К 114.07.01 в Днепропетровском ордена Трудового Красного
Знамени институте инженеров железнодорожного транспорта
имени М.И.Калинина по адресу: 320700, ГСН, г.Днепропетровск,
ул. Академика В.А.Лазаряна, 2.

НТБ
ДНУЖТ

5040a

Актуальность тем. В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986 - 1990 годы и на период до 2000 года", принятых XXII съездом КПСС, и последующих решениях партии и правительства по улучшению работы железнодорожного транспорта сформулированы основные задачи, одной из которых является совершенствование ремонта и содержания подвижного состава, повышение производительности и надежности локомотивов.

Опыт эксплуатации тепловозов с электрической передачей показывает, что эффективным средством обеспечения надежности и экономичности являются послеремонтные испытания их дизель-генераторных установок с применением средств и методов технической диагностики. На тепловозах с гидродинамической передачей (ГДП) из-за трудности создания нагрузки силовой установки испытания после постройки и ремонта производятся не в полном объеме, что приводит к снижению их фактического ресурса. Поэтому исследования, направленные на совершенствование методов испытаний и диагностики тепловозов с ГДП, являются важными и актуальными.

Диссертационная работа является составной частью исследований, выполненных в МИТе совместно с ВНИТИ, Липиновским тепловозостроительным заводом и рядом научно-исследовательских и учебных институтов в соответствии с целевой программой 0.13.05, пункт 7 "Разработать и внедрить универсальную автоматизированную систему технической диагностики (СТД) тепловозов, содержащую встроенное на тепловозе и стационарное устройство", утвержденной постановлением ГКНТ СССР №301 от 15.07.1982 года и направленной на повышение надежности и экономичности тепловозов.

Цель работы заключается в выборе и совершенствовании методов испытаний и диагностики тепловозов с ГДП для обеспечения наиболее экономичной эксплуатации при заданном уровне надежности и минимальных затратах на техническое обслуживание и текущие ремонты.

В соответствии с этим решены следующие задачи:

- проведена обзор и анализ существующих методов испытаний и диагностики тепловозов и их узлов;
- определены показатели надежности узлов гидротрансмиссии УТН 750-1200HP тепловозов серии ТМ4 (4А), ТМ6А и выделены критичные узлы их из строя;

- установлена взаимосвязь между характерными неисправностями узлов гидропередачи и их структурными и диагностическими параметрами;

- разработана функциональная модель, алгоритм и методика диагностирования гидропередачи УП 750-1200ПР;

- определены рациональные периоды диагностирования узлов гидропередачи;

- предложены и проверены в лабораторных и заводских условиях методика и средства испытаний тепловозов с ГДП.

Методы исследования. При решении поставленных задач теоретические исследования проводились с использованием теории надежности для определения показателей надежности гидропередачи; технической диагностики, алгебры логики и теории информации для оценки информативности диагностических параметров и разработки алгоритма диагностирования.

Экспериментальные исследования проводились на натурном стенде силовой установки тепловоза ТГМ6А, на стенде для испытания гидропередач в условиях тепловозоремонтного завода и на тепловозах ТГМ4 (4А), ТГМ6А в условиях эксплуатации.

Научная новизна:

- создана функциональная модель систем управления и питания гидропередачи УП 750-1200ПР, устанавливающая взаимосвязь между множеством состояний узлов и множеством диагностических проверок;

- разработан алгоритм диагностирования, включающий проверку работоспособности силовой установки и поиск непоправок гидропередачи;

- предложена методика определения рациональной периодичности диагностирования узлов тепловозов, учитывающая влияние системы содержания и диагностики на их надежность.

Практическая ценность. Установлены рациональные периоды диагностирования узлов гидропередачи. Внедрены методика и средства диагностических испытаний тепловозов с ГДП. Полученные характеристики надежности узлов гидропередачи используются заводом-изготовителем при совершенствовании ее конструкции. Внедрен контроль работоспособности откачивающего насоса гидропередачи, позволяющий предупредить потери значительного количества турбинного масла.

Реализация работы. Результаты исследования надежности гидропередачи УП 750-1200П используются Калужским машиностроительным заводом при совершенствовании конструкции ее узлов и определении технического уровня.

Методика диагностирования гидропередачи УП 750-1200П применяется:

- в локомотивном депо Днепропетровского металлургического комбината имени Ф.Э.Дзержинского (ДМК) при проведении текущих ремонтов тепловозов ТМ4 (4А) и ТМ6А;

- Всесоюзным научно-исследовательским тепловозным институтом (ВНИТИ) при разработке "Технических требований на разработку универсальной автоматизированной системы технической диагностики (СТД) тепловозов".

Разработки по созданию испытательной станции для тепловозов с ГДП применяются:

- Людиновским тепловозостроительным заводом при разработке "Технического задания на разработку станции испытаний тепловозов с гидропередачей";

- локомотивным депо ДМК при создании испытательной станции;

- Центральным проектно-конструкторским и технологическим бюро промышленного транспорта черной металлургии СССР (ЦПКТБТрансчермет) при разработке "Исходных технических требований к системе технического диагностирования промышленных тепловозов широкой колеи".

Рекомендации по созданию испытательной станции для тепловозов с ГДП и по оснащению тепловозов системой контроля работы откачивающего насоса УП 750-1200П изданы Центральным бюро научно технической информации Минчермета СССР (информационные письма №3-86 и №4-86 от 14.04.1986 г.) и разосланы в локомотивные депо отрасли для внедрения.

Рекомендации по созданию испытательной станции и методика диагностирования гидропередачи УП 750-1200П использованы Главным управлением промышленного железнодорожного транспорта ИПС в утвержденных и разосланных по отрасли "Методических указаниях по определению рациональной системы планово-предупредительных ремонтов и применению методов технического диагностирования узлов тепловозов ТМ4 (4А)".

Литература работы. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены:

- на отраслевом совещании по качеству ремонта тепловозов Минчермета СССР (г. Кузба, 1981);
- на Всесоюзной научно-технической конференции "Создание и техническое обслуживание локомотивов большой мощности" (г. Ворошиловград, 1985);
- на республиканской школе передового опыта предприятий Минчермета УССР "Организация технического обслуживания и текущих ремонтов тепловозов и подвижного состава" (г.Кривой Рог, 1986);
- на научном семинаре кафедры локомотивов и локомотивного хозяйства и научном семинаре кафедр механического факультета ДИИТа (г. Днепрпетровск, 1986, 1987).

Публикации. Основное содержание работы изложено в десяти печатных работах и пяти отчетах по НИР.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и содержит 107 страниц машинописного текста, 52 рисунка, 1 фотография, 15 таблиц, приложение на 40 стр. Список использованной литературы включает 103 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы диссертационной работы и краткое изложение ее основных положений.

Первая глава посвящена анализу отечественного и зарубежного опыта в области испытаний и диагностики тепловозов с ГДП, раскрывает роль и место технической диагностики в технологическом процессе обслуживания и ремонта локомотивов. Сформулирована цель и задачи исследования.

Предпосылкой к решению задач технической диагностики тепловозов с гидротеплопередачей являются работы, выполненные во ВНИИТЕ, МИИТе, ВНИТИ, ДИИТе, ХИИТе, ПромтрестПроекте и ДИИТе под руководством ученых Э.А.Пахомова, Г.В.Попова, В.Д.Кузьмича, И.Ф.Семичастного, Р.П.Трескова, Т.В.Ставрова, В.В.Стрекопытова, И.Ф.Пушкарева, В.Н.Полякова, Г.Д.Забелина, А.П.Белана, В.П.Тверитина, Ю.И.Лапотникова, М.Л.Коротенко, Т.Ф.Кузнецова, А.А.Босова и др., а также работы по применению методов технической диагностики тепловозов с электропередачей, которые

освещены в трудах ученых А.Д.Беленького, А.И.Володина, В.Н.Возника, А.Д.Глуценко, И.П.Исаева, Н.А.Малоземова, Д.А.Магнитского, А.С.Нестерова, Е.С.Павловича, А.С.Петрова, А.Э.Симсона, Э.Д.Тартаковского, А.З.Хомича, В.А.Четвергова и других.

Теоретические основы методов и средств технической диагностики сложных объектов разработаны в трудах ученых Г.Ф.Верзачева, Л.В.Гаскарова, Б.И.Доценко, А.В.Мозгалева, Я.Я.Осипова, П.П.Пархоменко, Е.С.Согомоняна, И.М.Синдеева и других.

Анализ методов испытаний и диагностики тепловозов с ГДП показывает, что основная часть исследований посвящена вопросам оценки энергетического состояния силовой установки при кратковременном нагружении дизеля и гидропередачи. Такие режимы испытаний не позволяют производить диагностические проверки, настройку и регулировку основных узлов и вспомогательного оборудования тепловоза в полном объеме, поэтому эти методы испытаний не нашли широкого применения в условиях локомотивных депо.

Анализ исследований в области испытаний и диагностики дизелей, вспомогательного оборудования, электрических машин и аппаратов тепловозов с электропередачей показывает, что значительная их часть может быть применима с соответствующими уточнениями для тепловозов с гидропередачей. Вместе с тем, исследованиям по разработке методов испытаний и диагностики гидропередач тепловозов уделяется недостаточное внимание, что отрицательно сказывается на их эксплуатационной надежности. Проведенные исследования по оценке надежности гидропередач тепловозов показывают, что на их долю приходится более 30% отказов и повреждений тепловозов.

В заключении главы, исходя из актуальности задач совершенствования методов испытаний и диагностики тепловозов с ГДП, формулируется цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе рассматриваются теоретические вопросы, связанные с разработкой диагностической модели гидропередачи, выбором диагностических параметров, последовательности и периодичности их контроля.

Количество параметров, характеризующих техническое состояние тепловоза, велико и контроль всех их связан с большими затратами средств и времени, поэтому следует выбрать наиболее информативные обобщающие параметры, которые в дальнейшем будут

периодически контролироваться, чтобы гарантировать безотказную работу гидропередачи. Для выявления узлов, лимитирующих надежность гидропередачи в условиях эксплуатации, проведены экспериментальные исследования повреждаемости ее узлов и деталей за период с начала ввода тепловоза в эксплуатацию до проведения капитального ремонта и за период после капитального ремонта. В результате систематизации отказов и повреждений по специально разработанной классификационной схеме установлено, что наибольшая их часть приходится на системы питания и управления гидропередачей. После обработки информации об отказах и повреждениях получены экспериментальные зависимости среднего количества отказов узлов гидропередачи от наработки.

На основании исследования гидропередачи как объекта диагностики и информации об отказах и повреждениях ее узлов составлена структурно-следственная схема, устанавливающая прямые и обратные связи между ее структурными и диагностическими параметрами.

Рассмотрены принципы построения функциональных моделей при решении задач диагностики сложных механических объектов, разработана функциональная модель и составлена матрица неисправностей для систем питания и управления гидропередачи УГП750-1200. На основе разработанной функциональной схемы и матрицы неисправностей предложен алгоритм минимизации диагностических тестов, который реализован на ЭВМ, а порядок контроля диагностических параметров определен с учетом их информативности. Информативность диагностического параметра определяется снижением исходной неопределенности (энтропии) после проведения проверки. Определяя количество информации, полученное при проведении проверки, входящей в диагностический тест, получаем значимость параметров в порядке убывания их информативности. Первым для контроля выбирается параметр, который несет максимальное количество информации, т.е.

$$I(z_k, S) = H(S) - H(z_k, S) = I_{max},$$

где $H(S)$ - исходная энтропия технического состояния гидропередачи;

$H(z_k, S)$ - средняя условная энтропия состояния гидропередачи при определении параметра z_k

Такой подход к решению задачи выбора диагностических параметров позволяет получить алгоритм диагностирования гидропередачи, состоящий из синтеза алгоритмов определения работоспособности и поиска неисправностей, что имеет важное значение для проверки сложных механических объектов в условиях эксплуатации.

При диагностировании узлов и агрегатов тепловоза очень важной является задача определения рациональных периодов проведения диагностических проверок, решение которой способствует уменьшению эксплуатационных издержек на ремонт и техническое обслуживание, а также увеличению надежности и экономичности тепловозов. Очевидно, что процедура диагностирования представляет собой процесс выявления и предупреждения отказов. Если учесть эффективность диагностики коэффициентом $k(y)$, то среднее количество отказов с учетом диагностики $H(t/y)$ определяется по формуле

$$H(t/y) = k(y) \cdot H(t),$$

где $H(t)$ – среднее количество отказов узла без учета диагностики.

Коэффициент, учитывающий эффективность диагностики, обладает следующими свойствами:

1) при уменьшении периодов между проведением диагностирования

$$\lim_{y \rightarrow 0} k(y) = 0,$$

т.е. диагностирование исчерпывающее.

2) при увеличении периодов между проведением диагностирования

$$\lim_{y \rightarrow \infty} k(y) = 1,$$

т.е. с ростом периодов диагностирования эффективность диагностики уменьшается.

Одной из возможных моделей диагностирования как модели прорешивания потока отказов принят период работы узла или агрегата тепловоза $T(y)$, следующий после диагностики, на котором сказывается ее влияние. Тогда коэффициент эффективности диагностики определяется по формуле

$$k(y) = 1 - \frac{T(y)}{y}.$$

Задача определения рациональных периодов диагностирования

заключается в том, чтобы определить такие периоды проведения диагностики, при которых затраты средств на проведение проверок и на восстановление узлов в случае их отказа были бы минимальными. Удельные затраты средств на проведение диагностики и плановые ремонты объекта Z_{Σ} определяются по формуле

$$Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{C_i^*}{y_i} + C_i^A \cdot k_i(y_i) \cdot \omega_i \right),$$

где N - количество узлов объекта диагностики;

C_i^* - стоимость проверки i -го узла;

C_i^A - средняя стоимость непланового ремонта i -го узла;

ω_i - среднее число отказов i -го узла за единицу работы без применения диагностики.

С целью автоматизации процесса определения периодичности диагностирования узлов и агрегатов тепловоза на основе предложенной методики разработаны алгоритм и программа для ЭВМ.

Результаты, приведенные в этой главе, положены в основу "Программы-методики проведения диагностических испытаний унифицированной гидропередачи УПН 750-1200ПР".

В третьей главе выполнен анализ диагностических параметров гидропередачи УПН 750-1200ПР при проведении ее испытаний на тепловозах серии ТГМ4 (4А) и ТГМ6А, разработан алгоритм диагностирования гидропередачи и определена периодичность проведения диагностических проверок.

Для реализации процесса нагрузочных испытаний силовой установки тепловоза с гидропередачей, позволяющего производить необходимые диагностические проверки, настройку и регулировку узлов во всем диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала дизеля, используется свойство гидродинамического трансформатора (ГДТ) нагружать дизель при заполненном рабочей жидкостью круге циркуляции и свободно вращающемся турбинном колесе (режим "выбег"). Проведены экспериментальные исследования по определению основных параметров силовой установки при ее испытании в режиме "выбег" турбинного колеса ГДТ, что позволило получить характеристики ГДТ и основные параметры согласования характеристик дизелей ЗА-6Д49 и 2П-Д1 (2) и ГДТ, позволяющие производить оценку нагрузочной способности силовой установки. Установлено, что величина передаточного отношения ГДТ в режиме "выбег" может быть использована в качестве диагностического параметра.

Для оценки состояния подшипниковых узлов гидропередачи предложено определять время остановки валов после их раскрутки до определенной частоты вращения. Составлены уравнения движения валов и получены расчетно-экспериментальные характеристики их движения.

Алгоритм диагностирования гидропередачи разработан на основе методики, приведенной во второй главе. Алгоритм представлен в виде блок-схемы, вертикальная ветвь которой определяет систему последовательной проверки работоспособности силовой установки. При этом возможны два исхода: положительный "да", если выходной параметр не превышает нормы, и отрицательный "нет" – в противном случае. При положительном исходе осуществляется следующая проверка, а при отрицательном – начинается поиск неисправности по боковым ветвям блок-схемы. Блок-схема алгоритма диагностирования гидропередачи представлена на рис.1. Весь комплекс операций, входящих в алгоритм диагностирования, разделен в зависимости от их назначения на операции контроля, регулировочные и операции технического обслуживания и текущего ремонта. В алгоритм включены также операции по оценке мощностных показателей дизеля. Алгоритм диагностирования включает следующие операции: I – проверка крепления гидропередачи и герметичности соединений; 2 – проверка состояния электропроводки; 3 – проверка уровня масла; 4 – подготовка гидропередачи и дизеля к испытаниям, установка датчиков и измерительных приборов; 5 – определение основных параметров дизеля и его мощности; 6 – регулировка дизеля; 7 – определение температуры и давления масла в круге циркуляции ГДТ; определение передаточного отношения ГДТ в режиме "выбега" и коэффициента трансформации момента, времени выбега валов при остановке дизеля, уровня вибрации корпуса гидропередачи в зоне подшипников главного вала; 8 – проверка давления масла в системе управления и состояния фильтра; 9 – проверка состояния катушек электрогидравлических вентилей и цепей их питания; IC – определение времени наполнения ГДТ маслом и проверка плавности хода золотника золотниковой коробки; II – проверка состояния и регулировки клапана вихревого насоса системы управления; I2 – определение давления масла в системе питания, проверка состояния центробежного насоса и его привода; I3 – анализ масла гидропередачи; I4 – определение расхода масла на смазку, давления масла на форсунках системы

Алгоритм диагностирования гидравлической передачи
УПН750-1200ПР

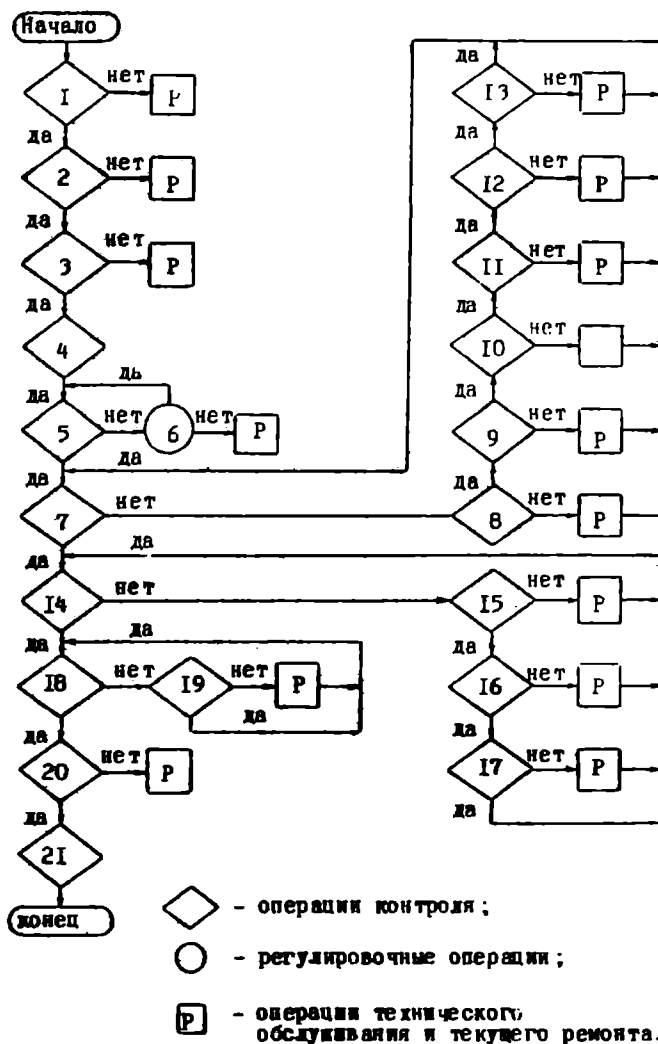


Рис. 1

смазки, температуры корпуса и общего уровня вибрации в зоне подшипниковых узлов вторичного вала и вала реверса; 15 - определение перепадов температуры и давления масла теплообменника гидропередачи; 16 - проверка состояния и регулировки подпорного клапана; 17 - определение перепада давления масла на фильтре гидропередачи; 18 - определения величины разрежения масла во всасывающем трубопроводе откачивающего насоса и проверка состояния его привода; 19 - проверка состояния масляного фильтра откачивающего насоса и трубы подпитки; 20 - определение времени реверсирования; 21 - снятие датчиков и приборов, подготовка рекомендаций по устранению неисправностей.

Периодичность диагностирования узлов гидропередачи определена с учетом отнесения диагностических проверок к соответствующим видам текущего ремонта, что позволяет скорректировать объемы работ на соответствующих видах ремонта и приводит к повышению эффективности системы содержания тепловозов. Для реализации разработанной методики определения рациональной периодичности диагностирования с учетом экспериментальных исследований определены затраты средств и времени на восстановление узлов гидропередачи в случае выхода их из строя и на проведение диагностических проверок этих узлов. Затраты средств и времени определяются по разработанным технологическим картам (ТЭК) ремонта и диагностики. В основу разработки ТЭК положено деление объекта на элементы, связи между которыми обусловлены сетевыми графиками на его ремонт и проверку. В результате расчета получены следующие рекомендуемые интервалы рациональной периодичности диагностирования узлов гидропередачи УП1750-1200ПР, в тыс. часов: вал приводной - 7...10; вал главный и гидроаппараты - 4...7; вал отбора мощности - 4...7; вал вторичный и вал реверса - 7...10; насос питательный - 4...7; насос откачивающий - 11 - 15; фильтр магнитный - 2...4; фильтр гидропередачи - 4...7; клапан подпорный - 28...35; коробка золотниковая - 9...15; вентиль электрогидравлический - 28...35; вентиль электропневматический - 30...35; клапан блокировочный - 7...10; привод реверса и режимов - 4...7.

В четвертой главе приведены результаты опытно-производственного внедрения исследований и оценка их экономической эффективности.

Для проведения испытаний тепловозов с гидропередачей, как отмечалось в третьей главе, используется свойство ГДТ создавать нагрузку в режиме "выбега". При таком режиме работы силовой установки полезная мощность дизеля полностью расходуется на нагревание масла гидропередачи. Охлаждающая способность теплового теплообменника недостаточна для отвода такого количества тепла, поэтому предложено использовать стационарное охлаждающее устройство, которое располагается в здании испытательной станции. Выполнен анализ различных вариантов стационарного охлаждающего устройства и расчеты их тепловых и гидродинамических характеристик. Испытания стационарного охлаждающего устройства проводились на Людиновском тепловозостроительном заводе на стенде, состоящем из силовой установки тепловоза ТМ6А, гидротормоза с весовым устройством и прибором для контроля параметров силовой установки и стационарного охлаждающего устройства. В процессе проведения испытаний определены основные параметры силовой установки и охлаждающего стационарного устройства на всех позициях контроллера управления при работе гидропередачи в режимах "выбега", "стопа" и при ее нагружении гидротормозом с весовым устройством. Мощность силовой установки при установившихся режимах работы на каждой позиции контроллера управления при работе в режимах "выбега" и "стопа" определялась по уравнениям теплового баланса и теплопередачи и сравнивалась с результатами ее измерения весовым устройством гидротормоза. Разница в измерении мощности силовой установки тепловоза при различных режимах нагружения не превышала 5%, что достаточно для условий эксплуатации.

По результатам исследований разработана схема стационарного охлаждающего устройства и план испытательной станции для тепловозов с гидропередачей, произведен выбор оборудования и определены его технические характеристики. Предусмотрена возможность установки в здании станции микро-ЭВМ для регистрации и обработки основных параметров тепловоза.

Проведены экспериментальные исследования на стенде для испытания гидропередач Ивано-Франковского локомотиворемонтного завода по определению значений диагностических параметров для исправных гидропередач и установлении закономерности их изменения при различных режимах работы. В перечень этих параметров входят: частота вращения насосного и турбинного колес, давление

масла в системе смазки, давление масла в круге циркуляции ГДТ, температура масла на входе и выходе из передачи, общий уровень вибрации в зоне подшипников главного вала, вала отбора мощности и вторичного вала.

При анализе надежности узлов гидропередачи установлено, что одним из узлов, лимитирующих ее надежность, является откачивающий насос. После выхода его из строя, если своевременно не принять меры по остановке дизеля, теряется более 200 литров турбинного масла. Для предупреждения потерь масла разработана система контроля работоспособности откачивающего насоса, которая внедрена на тепловозах ТГМ4 (4А) и ТГМ6А в локомотивном депо ДМК и предложена Калужскому машиностроительному заводу.

В результате выполненных исследований разработаны рекомендации по организации технологии диагностирования, которая включает: этап подготовки тепловоза к испытаниям; этап определения основных параметров силовой установки, характеризующий оценку ее работоспособности (при необходимости осуществляется поэтапная диагностика); заключительный этап, состоящий в выработке рекомендаций по устранению обнаруженных неисправностей и определению объема ремонтных работ. Рекомендации по организации технологии диагностирования включены в "Программу-методику проведения диагностических испытаний унифицированной гидравлической передачи УПП 750-1200ПР", которая внедрена на производстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что одной из причин низкой эксплуатационной надежности тепловозов с гидропередачей является несовершенство методов и средств их испытаний и диагностики.

2. Определена номенклатура узлов гидропередачи УПП 750-1200ПР и характерные причины их отказов и повреждений, получены характеристики надежности этих узлов и установлены взаимосвязи между характерными отказами и их структурными и диагностическими параметрами.

3. Разработана функциональная модель, определены диагностические параметры, составлен алгоритм и предложена методика диагностирования гидропередачи, позволяющая определять работоспособность силовой установки и поиск неисправностей в узлах гидропередачи.

4. Разработана методика и определены рациональные периоды диагностирования узлов гидропередачи, учитывающие влияние системы содержания и диагностики, обеспечивающие минимальные затраты на проведение диагностики и восстановление узлов при их отказе.

5. Предложена и экспериментально проверена методика нагружения силовой установки тепловоза с гидропередачей в режиме "выбега", позволяющая производить оценку состояния узлов и агрегатов при продолжительных испытаниях во всем диапазоне изменения нагрузки и частоты вращения вала дизеля.

6. Разработаны рекомендации по созданию испытательной станции для тепловозов с гидропередачей, произведен выбор и определены технические характеристики применяемого оборудования.

7. Разработаны рекомендации по технологии диагностирования и мероприятия по повышению контролепригодности откачивающего насоса гидропередачи.

Результаты исследований внедрены:

- ВНИИТИ, при разработке "Технических требований на разработку универсальной автоматизированной системы технической диагностики (СТД) тепловозов";

- Лодиноским тепловозостроительным заводом, при разработке "Технического задания на разработку станции испытаний тепловозов с гидропередачей";

- ШИКТБ Трансчермет СССР, при разработке "Исходных технических требований к системе технического диагностирования промышленных тепловозов широкой колеи";

- Главным управлением промышленного железнодорожного транспорта МПС в утвержденных им и направленных для внедрения в локомотивные депо отрасли "Методических указаниях по определению рациональной системы планово-предупредительных ремонтов и применению методов технической диагностики узлов тепловозов серии ТМ4 (4А)".

Годовой экономический эффект от внедрения системы контроля работы откачивающего насоса гидропередачи в условиях локомотивного депо ДМК составляет 5155,8 руб. на 12 тепловозов, оборудованных системой контроля. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения испытательной станции на ДМК составит 264,8 тыс.руб. на программу ремонта 52 тепловозов серии ТМ4 (4А) и ТМ6А.

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработок по созданию испытательной станции в условиях Лядиновского тепловозостроительного завода составит 4,115 тыс.руб. на один тепловоз серии ТГМ4 (4А) и 6,125 тыс.руб. на один тепловоз серии ТГМ6А.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Боднарь Б.Е. Прибор для регистрации режимов работы тепловозов// Промышл. транспорт.- 1982.- №4.- С.23.

2. Боднарь Б.Е. Исследование дизелей тепловозов ТГМ6А // Промышл. транспорт.-1983.- № 5 .- С.21.

3. Кузнецов Т.Ф., Боднарь Б.Е., Лимаренко Е.М. Нагрузочные испытания тепловозов с гидравлической передачей // Тез. докл. Всесоюзн. научн.-техн. конф. "Создание и техническое обслуживание локомотивов большой мощности", Ворошиловград, 21-23 мая 1985 г. - Ворошиловград, 1985.- С.67.

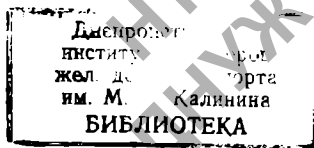
4. Боднарь Б.Е., Кузнецов Т.Ф., Колодий Л.В., Ляшук В.М. Анализ эксплуатационной надежности унифицированной гидравлической передачи УГП750-1200ПР/ Днепротр. ин-т инж. ж.-д. трансп.- Днепрпетровск, 1986.- 15 с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 28.02.1986, № 3471-ж.д.

5. Кузнецов Т.Ф., Боднарь Б.Е., Ляшук В.М. Станция для испытания тепловозов с гидравлической передачей.- Днепрпетровск, 1986.- 4 с.- (Инф. письмо ЦЕНТИ Минчермета СССР; № 4-86).

6. Кузнецов Т.Ф., Боднарь Б.Е., Ляшук В.М., Левковский Н.Ф. Контроль работоспособности откачивающего насоса гидропередачи УГП750-1200ПР.- Днепрпетровск, 1986.- 4 с.- (Инф.письмо ЦЕНТИ Минчермета СССР; № 3-86).

7. Боднарь Б.Е., Капица М.И., Кузнецов Т.Ф., Ляшук В.М. Оценка эксплуатационной надежности дизелей 3А-6Д49 и 211-Д2(Д1) / Днепротр. ин-т инж. ж.-д. трансп.- Днепрпетровск, 1986.- 25 с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 9.07.86, № 3581-ж.д.

8. Боднарь Б.Е. Определение диагностических параметров унифицированной гидравлической передачи тепловозов/ Днепротр. ин-т инж. ж.-д. трансп.- Днепрпетровск, 1986.- 15 с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 1.12.86, № 3794-ж.д.



9. Боднарь Б.Е., Воскобойник Э.Э., Кузнецов Т.Ф.,
Нечев Е.Г. Определение нагрузочных показателей гидропередач
тепловозов/ Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. - Днепропет-
ровск, 1986.- 7с.- Деп. в ЦНИИТЭИ МПС I.12.86, № 3793-жд.

10. Боднарь Б.Е., Босов А.А. Определение оптимальных
периодов диагностирования узлов тепловозов/ Днепропетр. ин-т
инж. ж.-д. трансп.- Днепропетровск, 1986.- 17с.- Деп. в ЦНИИТЭИ
МПС I.12.86, № 3792- жд.



Боднарь Борис Евгеньевич

"Совершенствование методов испытаний и диагностики
тепловозов с гидродинамической передачей"

05.22.07 - подвижной состав железных дорог и
тяга поездов

Подписано к печати 24.02.87 БТ 20031

Формат 60 x 84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.
Ротационн. Усл. печ. л. I. Уч.-изд. л. I. Тираж 100 экз.
Заказ 68. Бесплатно.

Участок оперативной полиграфии ДНЦА
20700, ГП, Днепропетровск, 10, ул.Акад. В.А.Лазаряна,2