

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
имени М.И.КАЛИНИНА

На правах рукописи

ГРАФСКИЙ Олег Александрович

И С С Л Е Д О В А Н И Е
ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ВАГОНОВ
05.22.07 - Подвижной состав и тяга поездов

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

Днепропетровск
1981

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена на кафедре "Вагоны и вагонное хозяйство" Ленинградского ордена Ленина института инженеров железнодорожного транспорта имени академика В.Н.Образцова.

Научные руководители:

заслуженный деятель науки и техники РСФСР,
доктор технических наук, профессор И.И.ЧЕЛНОВ
кандидат технических наук, доцент К.Н.ВОЙНОВ

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор А.Н.САВОСЬКИН
кандидат технических наук Р.В.РЕЙНГАРДТ

Ведущее предприятие - Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта.

Защита диссертации состоится "23" апреля 1981 г.
в 15 час. 00 мин. на заседании специализированного совета КИИ4.07.01 в Днепропетровском ордена Трудового Красного Знамени институте инженеров железнодорожного транспорта имени М.И. Калинина (г.Днепропетровск, 320629, ГСП, ул.имени академика В.А.Лазаряна, 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

НТБ
ДНУЖТ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

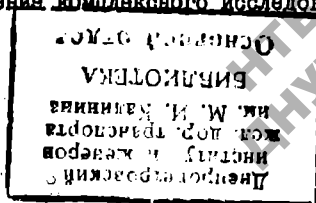
Актуальность тем. В свете решений XXV съезда КПСС и Постановления ноябрьского 1979 года Пленума ЦК КПСС намечена широкая программа, определяющая перспективное развитие подвижного состава, обеспечивающего безопасность движения современных скоростных поездов. Особое внимание обращается на эффективность использования достижений науки и техники как в области применения совершенных конструкций ответственных узлов локомотивов и вагонов, так и в области прогрессивной организации ремонта и технического обслуживания железнодорожного транспорта.

6643 а

Плавность хода и безопасность движения пассажирских вагонов, электро- и дизель-поездов во многом связаны с техническим состоянием гидравлических гасителей колебаний. Отказы этих приборов приводят к интенсивному изнашиванию других ответственных деталей и узлов. При этом значительно растут затраты на проведение обслуживания и ремонта как гасителей, так и вагонов в целом. Поэтому разработка и внедрение эффективных способов повышения надежности гидравлических гасителей колебаний является одной из актуальных проблем эксплуатации пассажирского подвижного состава.

Повышение надежности гидравлических гасителей колебаний должно осуществляться на основании всестороннего анализа причин, приводящих к отказам приборов. При этом следует учитывать не только технические условия, определяющие работоспособность гасителей, но и экономические факторы, позволяющие оценить существующую систему их технического обслуживания и ремонта.

Цель работы является проведение комплексного исследова-



ния технических и организационных способов эффективного повышения надежности гидравлических гасителей колебаний пассажирских вагонов.

Методика исследования. Поставленные задачи решены на основании теоретических и экспериментальных исследований о использовании теории вероятностей, математической статистики и программирования.

Техническое обслуживание и ремонт гидравлических гасителей колебаний изучались на локомотиво- и вагоноремонтных предприятиях (ЛВРП) сети железных дорог Советского Союза.

Статистические данные по надежности приборов собирались в основном на базе ВЧД-8 Октябрьской железной дороги. Все основные результаты исследования проверены на гасителях в эксплуатации с контролем их работоспособности на испытательных стендах, а также моделированием, путем решения различных вариантов задач с помощью современной вычислительной техники.

Научная новизна. С использованием статистических методов обработки эмпирических данных установлены функциональные зависимости для определения работоспособности гидравлических гасителей колебаний с учетом изменений зазора в паре трения штока-головка цилиндра, объема рабочей жидкости и параметра сопротивления в зависимости от наработки приборов.

Предложена методика управления надежностью гидравлических гасителей колебаний, основанная на комплексе изменения их технологических параметров, а также периодичности проведения технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Разработаны алгоритмы и построена экономико-математическая модель для определения рационального варианта централизованного ремонта приборов с учетом различных уровней вероятности их

безотказной работы.

Практическая значимость и реализация работы. Полученные результаты и разработанные предложения целесообразно использовать в проектных и эксплуатационных предприятиях и организациях железнодорожного транспорта, конструкторских и технологических отделах и бюро надежности.

Прикладной характер работы отражается: во-первых, в нормировании основных параметров при проектировании приборов; во-вторых, в управлении надежностью при изготовлении и ремонте гасителей; в-третьих, перспективной формой организации технического обслуживания и ремонта.

Исследована и оценена целесообразность централизованного ремонта гидравлических гасителей колебаний на различных уровнях вероятности их безотказной работы.

Результаты исследований включены в "Нормы для расчета на прочность, устойчивость, надежность и проектирование механической части новых и модернизируемых вагонов железных дорог колеи 1520 мм (несамоходных) с учетом фактических и перспективных условий эксплуатации", а также в руководящий технический материал РТМ 12077-80 по статистической обработке, износу и надежности вагонных деталей (пар трения). Кроме того, алгоритм проверки правомочности принятия закона распределения использован в работе "Практика применения ЭМ для оценки надежности механических систем" (ЛДНТП, 1980).

Апробация. Основные результаты исследования были использованы отделением вагонного хозяйства ВНИИЖТа при разработке вышеуказанных Норм и РТМ. Этапы диссертационной работы докладывались и были одобрены на совместных семинарах кафедры "Вагоны и вагонное хозяйство" и отраслевой научно-исследователь-

ской лаборатории "Динамика вагонов" имени профессора И.И.Челнокова (Ленинград, 1976, 1980); на рабочем совещании и семинаре отделения вагонного хозяйства ВНИИЖТа (Москва, 1979, 1980); на междувагонной научно-практической конференции "Проблемы совершенствования технологии перевозочного процесса на железнодорожном транспорте", ЛИИЕТ (Ленинград, 1979); на сетевой научно-технической конференции "Повышение надежности и совершенствование технического обслуживания и ремонта вагонов", УО ВНИИЕТ, УЭ МИИТ (Свердловск, 1980); на Всесоюзной конференции "Проблемы механики железнодорожного транспорта", ЦОИМ АН УССР, ДИИТ (Днепропетровск, 1980); на заседании кафедры "Вагоны и вагонное хозяйство" ДИИТа (Днепропетровск, 1981).

Публикации. По теме диссертации в результате выполненных исследований опубликовано 9 работ и написан один научно-технический отчет.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и отдельного тома приложений. Объем работы составляет 295 страниц и содержит 38 рисунков, 60 таблиц, библиографии - 200 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение отражает основные проблемы эксплуатации железнодорожного транспорта, в частности вопросы повышения надежности ответственных узлов пассажирских вагонов, обеспечивающих плавность хода и безопасность движения.

В первой главе выполнен обзор и проведен анализ исследований, указывающих на необходимость повышения надежности гидравлических гасителей колебаний на подвижном составе железных дорог и автомобильного транспорта как в нашей стране, так и

за рубежом. Это позволило сформулировать основные задачи исследования комплексно. Изучение опубликованных научных работ показало, что большой вклад в развитие теории динамики пассажирского подвижного состава, а также эффективности использования в рессорном подвешивании гидравлических гасителей колебаний внесли академик В.А.Лазаря, профессора С.В.Вершинский, М.В.Винокуров, А.А.Лычко, М.Л.Коротенко, В.Б.Медель, А.Н.Савоськин, В.Ф.Ушквалов, И.И.Челыков и др.

Теоретические исследования и практические рекомендации в области разработки и совершенствования конструкции прибора, а также определения схемы его установки и назначения видов и сроков ремонта были выполнены в ведущих организациях и на предприятиях железнодорожного транспорта: ВНИИ железнодорожного транспорта, ВНИИ вагностроения, ВНИ тепловозного института, ЦКБ ЦВ, КБ Калининского и Рижского заводов и др., а также в транспортных вузах.

Большая работа по созданию унифицированного гидравлического гасителя колебаний и улучшения эффективности его использования в эксплуатации проведена в Ленинградском институте инженеров железнодорожного транспорта имени академика В.Н.Образцова на кафедре "Вагоны и вагонное хозяйство" и в ее отраслевой научно-исследовательской лаборатории.

Учет особенностей работы гасителей колебаний является неотъемлемой частью большого круга задач в области динамики и прочности подвижного состава, например таких, как: исследование колебаний с целью изучения их физической природы и причин возникновения; выбор оптимальных параметров рессорного подвешивания; учет характеристики воздействия пути на экипаж; определение динамических сил, влияющих на прочность пути и элемен-

тов вагона; исследование устойчивости движения подвижного состава; оценка плавности хода экипажа; изучение влияния динамики экипажа на интенсивность изнашивания сопряженных деталей и др.

Поддержание в исправном состоянии гидравлических гасителей колебаний, в частности для пассажирских вагонов, является неотъемлемой и актуальной задачей, так как их частые отказы при эксплуатации отрицательно сказываются на плавности хода скоростных поездов, на интенсивности изнашивания и работоспособности других ответственных деталей.

На основании анализа работ в области оценки надежности гасителей колебаний, а также проведенных исследований отмечается, что техническое состояние прибора не отвечает современным требованиям эксплуатации подвижного состава. Выполненные ранее исследования были в основном направлены на конструктивное совершенствование гидравлического гасителя колебаний и не решали поставленную задачу комплексно.

В соответствии с этим в диссертации поставлены для решения следующие задачи:

1. Выполнить анализ технического состояния, обслуживания и ремонта гидравлических гасителей колебаний с целью определения основных факторов, лимитирующих их надежность.

2. Установить функциональные зависимости для определения работоспособности гасителей колебаний с учетом изменений зазора в паре трения шток-головка цилиндра, объема рабочей жидкости и параметра сопротивления от наработки приборов.

3. Разработать методику управления надежностью гидравлических гасителей колебаний, основанную на взаимосвязи изменений технологических параметров и периодичности проведения

ИЗДАНИЕ
ДНУЖТ

технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

4. Сформировать алгоритм и составить экономико-математическую модель для определения рационального варианта централизованного ремонта гидравлических гасителей колебаний с учетом различных уровней вероятности их безотказной работы.

Решение поставленных задач осуществлялось на основании:

- использования данных эксплуатационных наблюдений и полученных автором зависимостей для оценки и прогнозирования работоспособности гасителей с последующей проверкой полученных результатов в эксплуатационных условиях;

- применения общих принципов экономики промышленного производства для моделирования процесса организации централизованного ремонта приборов и расчета экономической эффективности разработанных организационно-технических способов повышения надежности гидравлических гасителей колебаний.

Вторая глава посвящена анализу технического состояния, обслуживания и ремонта гидравлических гасителей колебаний. Условия работы приборов и их рабочие характеристики фиксировались в течение всего периода эксплуатации, для этого в депо и на заводах проводились измерения и стендовые испытания. На основании полученного материала определены основные детали гасителя, износ которых приводит к снижению его работоспособности: шток (поверхности трения с головкой цилиндра и цилиндром); головка цилиндра (поверхность трения со штоком и сопряжение с цилиндром); цилиндр (поверхность трения с поршнем и сопряжение с головкой цилиндра и корпусом клапана); корпус клапана (сопряжение с цилиндром).

Объем минимальной выборки деталей определяется согласно ГОСТ 17510-72. Обработка эмпирических результатов наблюдений

НЭБ
ДНУЖТ

выполнялась по разработанному алгоритму на ЭМ БЭСМ-4М с целью определения законов распределения отказов по причине повышенных износов указанных деталей и вероятности Q_n наличия предельного износа по интегральной функции полученного закона распределения, например, для нормального:

$$Q_n = 1 - \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{t_2} e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{t_1} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right), \quad (1)$$

или

$$Q_n = 1 - [\Phi_0(t_2) - \Phi_0(t_1)],$$

где $\Phi_0(t_1)$, $\Phi_0(t_2)$ - табулированные значения интегральной функции.

Другие отказы элементов приборов фиксировались по схеме: годен или нет. При этом доверительные границы $G_{вн}$ определялись по формуле:

$$G_{вн} = \frac{1}{N - Z_\xi^2} \left(X_{ij} + \frac{Z_\xi^2}{2} \pm Z_\xi \left[\frac{X_{ij}(N - X_{ij})}{N} + \frac{Z_\xi^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \right), \quad (2)$$

где X_{ij} - количество i -х деталей, имеющих j -й дефект в выборке объема N ;

Z_ξ - значение критического отклонения при выбранном уровне значимости ξ .

По значениям величин Q_n и $G_{вн}$ сделан вывод о том, что состояние эксплуатируемых приборов неудовлетворительно. Наибольшие значения Q_n получены для головки цилиндра в паре

НИИ
ДНУЖТ

трения со штоком (0,734) и цилиндра в паре трения с поршнем (0,862). Рассчитанные доверительные границы показывают степень влияния коррозии на износ деталей, особенно штока, а также позволяют выявить интенсивность разрушения втулок крепежных головок и сальников.

Для установления причин, приводящих к ухудшению технического состояния гидравлических гасителей колебаний, сделан анализ системы обслуживания и ремонта приборов на ДВРП Октябрьской железной дороги и ЦТБР, который показал недостаточно высокое качество ремонтных работ. Основные причины такого положения:

1) недоукомплектованность большинства отделений по ремонту гасителей специальным оборудованием и оснасткой;

2) выполнение слесарно-сборочных работ без разграничения рабочих мест на отдельные участки для проведения чистовых и черновых операций;

3) недоукомплектованность запасными частями к приборам и в отдельных случаях рабочей силой;

4) восстановление изношенных деталей на оборудовании, не позволяющем произвести работы с высокой степенью точности;

5) низкий уровень механизации и автоматизации процессов.

Необходимый материал был получен автором путем изучения технологии и организации ремонта гасителей в ВЧД, ТЧ, а также на заводах.

В свою очередь проведенный экономический анализ дополнительно показал различие в объемах ремонта, нормах времени, расценках и себестоимости работ на обследуемых предприятиях. Поэтому для повышения надежности приборов исследованы различные организационно-технические способы.

НТБ
ДНУЖТ

В третьей главе выполнены теоретические и экспериментальные исследования работоспособности гидравлических гасителей колебаний. Кроме того, разработана методика, позволяющая оценивать функционирование прибора с различными циклами его технического обслуживания.

Используя основы математической статистики, теории вероятностей и требования ГОСТ 17510-72, определялся объем выборки наблюдения, устанавливался закон распределения и проводился корреляционно-регрессионный анализ.

В результате исследования и расчетов получены функциональные зависимости вида:

$$Y = X B, \quad (3)$$

где

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{- матрица наблюдений} \\ \text{независимых переменных;} \end{array}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{- вектор-столбец наблюдений} \\ \text{зависимой переменной;} \end{array}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix} \quad - \text{ вектор-столбец коэффициентов уравнения регрессии, определяемый как } B = (X^T X)^{-1} X^T Y.$$

В результате расчетов получены следующие уравнения:

$$d_w = 47,977 - 0,0008t; \quad (4)$$

$$d_n = 48,006 + 0,0569 \lg t; \quad (5)$$

$$\Delta = 0,0411 \lg t + 0,0069; \quad (6)$$

$$\beta = 110,93 - 2,6206t; \quad (7)$$

$$V = 9,3732\Delta - 0,0005t + 0,0380, \quad (8)$$

где d_w . d_n . Δ - расчетные значения диаметра штока, головки цилиндра и зазора между ними соответственно;

β - параметр сопротивления прибора;

V - объем утечки рабочей жидкости;

t - наработка прибора.

Согласованность эмпирических данных с теоретическими определялась по трем критериям: среднеквадратической ошибки, корреляционному отношению к критерию Фишера, а соответствие эмпирического распределения нормальному закону - по коэффициенту вариации и критериям согласия Мизеса, Пирсона и Колмогорова. Для всех случаев составлены алгоритмы, позволяющие проводить точные вычисления на ЭМ БЭСМ-4М.

С помощью полученных уравнений, устанавливающих зависимость между рабочими параметрами приборов и наработкой, можно

НТБ
ДНУЖТ

прогнозировать и назначать сроки их целесообразной эксплуатации, исходя из предельно допустимых значений рабочих характеристик:

$$\Delta_n = \Delta_k - 0,0411 \lg \left[1 + \frac{1}{10^{(\Delta_k - 0,0069)/0,0411 - t}} \right]; \quad (9)$$

$$\Delta_k = 0,0411 \lg \left(\frac{\beta_n - \beta_k}{2,6206} \right) + 0,00006 \left(t - \frac{\beta_n - \beta_k}{2,6206} \right) + 0,0069, \quad (10)$$

где Δ_n, Δ_k - зазор в паре трения шток-головка цилиндра в начале и конце установленного срока эксплуатации;

β_n, β_k - параметр сопротивления прибора в начале и конце этого же периода времени.

Номограмма (рис.1), на которой верхние четыре кривые соответствуют различной кратности (в месяцах) проведения технического обслуживания и ремонта приборов, а кривая $F f(\Delta_n, \Delta_k)$ служит для определения конечного значения зазора (Δ_k), построена с учетом предельного допустимого параметра β_k (согласно правил эксплуатации), равного 73,6 кН с/м.

Выполненные расчеты и анализ номограммы показывают, что предельно допустимой величиной начального зазора следует принять 0,061 мм. При этом для обеспечения минимального периода межремонтной эксплуатации в 6 месяцев необходимо, чтобы параметр сопротивления β_n соответствовал 147 кН·с/м, а остальные параметры находились в пределах, установленных нормативно-

НТБ
ДНУЖТ

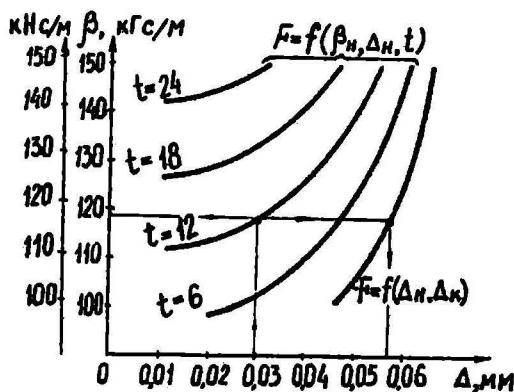


Рис. I. Номограмма установления рациональных и допустимых величин наработок гидравлических гасителей колебаний

технической документацией.

Апробация овланных выводов на практике дала удовлетворительную сходимость полученных результатов. Например, за шесть месяцев эксплуатации приборов теоретические и экспериментальные значения зазора Δ имеют 2% отклонение, а по параметру сопротивления различаются до 13%.

Дополнительно случайность расхождений теоретических и экспериментальных данных по параметру β проверена и подтверждена критерием Стьюдента, что позволяет рекомендовать полученную номограмму для практики.

В четвертой главе диссертации приводится анализ исследований и основных положений по экономике промышленности, в частности, показаны преимущества централизованного производ-

ства, а также обоснована необходимость специализации и кооперирования на ДВРП.

Для решения поставленной задачи, учитывая опыт технического обслуживания и ремонта различной техники в других отраслях промышленности, разработана система организации централизованного ремонта гидравлических гасителей колебаний и построена экономико-математическая модель. В качестве критерия оптимальности принят минимум суммарных приведенных затрат на производство и транспортировку неисправных приборов в ремонт и отремонтированных - на подвижной состав. В качестве формируемых вариантов размещения производственной специализированной базы (ПСБ) выбраны ДВРП, на которых в настоящее время ремонтируются приборы. По разработанной методике составлен алгоритм машинного расчета, основанный на блочном программировании, который сводится к решению ряда частных задач с меньшим числом переменных и ограничений.

Исходные данные формировались с использованием регрессионного анализа, что позволило получить математические зависимости для программы ремонта N_p , удельных капитальных вложений $K_{уд}$ и себестоимости ремонта C на планируемый период:

$$K_{уд} = 0,01155 + \frac{19249,9}{N_p} ; \quad (11)$$

$$C = 5,523 + \frac{7833,9}{N_p} \quad (12)$$

Транспортные расходы определялись способом раскладных ставок с использованием методики расчета по перевозкам ремонтного

Нужно
Дружить

фонда автомобильного транспорта.

Задача размещения ПСБ рассчитывалась для ДВРП, расположенной на сети Октябрьской железной дороги, выбранной в качестве экономического района, как на ближайшую перспективу, так и на существующую среднесрочную программу ремонта для предприятий Ленинградского железнодорожного узла. В последнем случае экономический эффект от внедрения централизованного ремонта гидравлических насосов колебаний составит более 48 тыс.рублей. При этом срок окупаемости, в течение которого дополнительные капитальные вложения компенсируются прибылью от снижения расходов, составит менее двух лет.

Пятая глава диссертационной работы содержит экономическую оценку эффективности путей повышения надежности гидравлических насосов колебаний.

На основании разработанных схем технического обслуживания и ремонта приборов выбрана та, применение которой соответствует минимуму эксплуатационных затрат для обеспечения работоспособности приборов, т.е. когда

$$\sum S_{op} \rightarrow \min \quad (13)$$

при условиях

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum t \rightarrow \max ; \\ \sum V \rightarrow \min \\ \Delta_n \leq \Delta_{np} ; \\ \beta_{нд} \leq \beta_n \leq \beta_{дд} ; \\ \beta_k > \beta_n , \end{array} \right. \quad (14)$$

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

66430

ДНУЖТ

где

$\sum S_{op}$ - средняя суммарная стоимость технического обслуживания гасителя колебаний за срок службы $\sum t$, в период которого поддерживается работоспособность прибора;

$\sum V$ - объем утечки рабочей жидкости за тот же срок службы;

$\beta_{ог}, \beta_{нд}$ - верхняя и нижняя предельно допустимые границы параметра сопротивления гасителя, устанавливаемые при проведении технической ревизии или ремонта в депо;

β_n - предельное значение понижения параметра сопротивления;

$\Delta_{нп}$ - предельно допустимый зазор в паре трения шток-головка цилиндра из расчета на установленный минимальный срок эксплуатации.

В результате выполненных расчетов доказано, что рациональной схемой технического обслуживания и ремонта (в депо) в настоящее время является такая, при которой за $\sum t = 24$ месяцев не производится разборка прибора, а $\sum S_{op}$ и $\sum V$ - минимальны. Правомочность полученных результатов подтверждается также номограммой (см. рис. I).

На основании выполненной оценки экономической эффективности централизованного ремонта гидравлических гасителей колебаний установлена зависимость определения вариантов размещения ПСБ от вероятности безотказной работы приборов. При этом вероятность безотказной работы $P(t)$ гасителей колебаний определялась в расчете на годовую программу ремонта обследуемых предприятий.

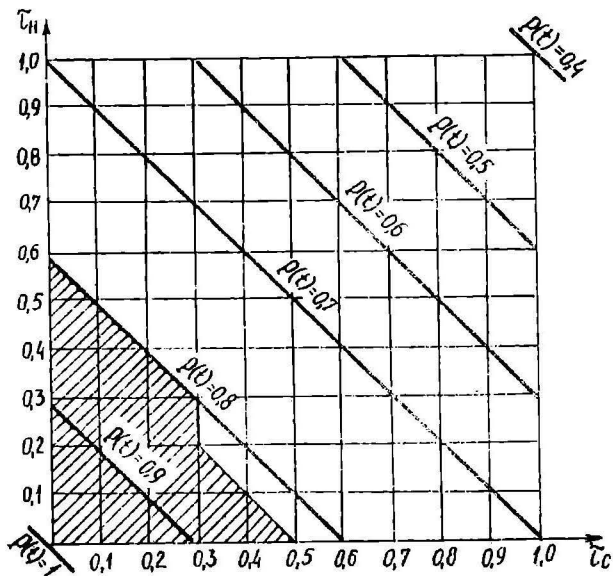


Рис.2. Номограмма определения вариантов размещения ПСБ при различных уровнях вероятности безотказной работы гидравлических гасителей колебаний: τ_H - переменный коэффициент, учитывающий возможность изменения количества приборов, из числа отказавших в межремонтный период и обнаруженных на ПТО; τ_C - переменный коэффициент, учитывающий возможное изменение количества приборов, из числа отказавших в межремонтный период и обнаруженных при проведении технической ревизии ($0 < \tau_H \leq 1$; $0 < \tau_C \leq 1$)

Согласно разработанному алгоритму и программе, задача по определению влияния $P(t)$ на вариант размещения ПСБ решалась на ЭВМ БЭСМ-4М применительно к предприятиям железнодорожного узла. Затрихованная область на номограмме (рис.2) означает целесообразность принятия формирования ПСБ на базе ОЭВРЗ, а остальная ее часть - на ВЧД-8. Исходя из того, что величина $P(t)$ для гидравлического гасителя колебаний, по исследованиям К.Н. Войнова должна быть на период эксплуатации равна 0,98, специализированную ремонтную базу следует организовать на ОЭВРЗ.

Экономическая эффективность способов повышения надежности гидравлических гасителей колебаний рассчитывалась на основании приведенных затрат как по эксплуатации одного нового прибора с момента его изготовления до заводского ремонта, так и в результате анализа эксплуатации среднегодовой программы ремонта приборов на всех ЛВРП рассматриваемого железнодорожного узла.

При этом исследовались три основные стратегии технического обслуживания и ремонта приборов:

- X - ремонт и техническая ревизия в депо;
- Y - замена отказавших приборов в депо новыми;
- Z - ремонт приборов на ПСБ.

Выполненный расчет всех возможных вариантов показал, что наибольший экономический эффект при эксплуатации нового прибора может быть получен с соблюдением разработанных рекомендаций как при изготовлении гасителя, так и при ремонтах и техническом обслуживании.

Экономический эффект из расчета среднегодовой программы ремонта гидравлических гасителей по всем ЛВРП Ленинградского узла по разработанным способам составит около 134 тыс.рублей.

НИИ
ДНУЖТ

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Широкое внедрение гидравлических гасителей колебаний на подвижном составе железных дорог, обеспечивающих плавность хода вагонов в условиях скоростного движения, вызывает необходимость разработки и внедрения эффективных мер повышения надежности этих ответственных приборов в эксплуатации.

2. Установлено, что решение задачи повышения надежности гидравлических гасителей колебаний должно учитывать комплекс технических и организационных условий, определяющих специфику эксплуатации приборов.

3. По разработанным алгоритмам с проверкой одновременно по трем критериям установлены законы распределения отказов основных деталей гасителя, что дает возможность оценивать техническое состояние прибора и его ресурс. Показано, что основными факторами, лимитирующими надежность гасителей, являются: увеличение зазора в основной паре трения шток-головка цилиндра, потеря рабочей жидкости и, как следствие этого, недопустимое снижение в эксплуатации параметра сопротивления.

4. Определены функциональные зависимости изменения зазора в паре трения шток-головка цилиндра, объема рабочей жидкости и снижения параметра сопротивления от наработки приборов. Это дало основание через взаимосвязь исследуемых параметров определить средний срок службы гасителей.

5. Разработана методика управления надежностью гидравлических гасителей колебаний, основанная на совместном учете изменения технологических параметров и периодичности проведения технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Сравнение теоретических и эксплуатационных данных показало, что

прогнозирование и восстановление работоспособности приборов можно выполнять, используя разработанные рекомендации.

6. Построена номограмма для оценки пригодности прибора в различные межремонтные сроки эксплуатации подвижного состава.

7. Предложена общая методика совершенствования технического обслуживания и ремонта гидравлических гасителей колебаний, основанная на использовании концентрации, специализации и кооперирования локомотиво- и вагоноремонтного производства, приемлемая для регионов всей сети железных дорог.

8. Составлена экономико-математическая модель для определения рационального варианта размещения ПСБ по централизованному ремонту гидравлических гасителей колебаний как для существующего парка вагонов, так и для перспективного.

9. Доказано, что выбор территориального размещения специализированной базы необходимо выполнять с учетом вероятности безотказной работы приборов в эксплуатации.

10. Наибольший экономический эффект по исследуемому региону получается при использовании комплекса предлагаемых организационно-технических способов повышения эксплуатационной надежности приборов в размере 134 тыс.рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Войнов К.Н., Графский О.А. Прочность и надежность гидравлических гасителей колебаний и автосцепок вагонов. - В кн.: Проблемы механики железнодорожного транспорта. Тез. докл. Всесоюз. конф. (Днепропетровск, май 1980). Киев: Наукова думка, 1980, с.34.

2. Войнов К.Н., Графский О.А. Технико-экономическая целесообразность формирования производственной специализированной базы по централизованному ремонту гидравлических гасителей колебаний. - В кн.: Проблемы совершенствования технологии перевозочного процесса на железнодорожном транспорте: Тез. докл. межвуз. науч.-практ. конф. (Л., окт. 1979). Л.: ЛИИТ, 1979, с.183.

3. Войнов К.Н., Графский О.А. Эффективность централизованного ремонта гидравлических гасителей колебаний. - Л., 1979, - 25 с. - Рукопись представлена Ленингр. ин-том инженеров ж.-д. транспорта. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10 июля 1979, № 942/79.

4. Войнов К.Н., Графский О.А. К проблеме повышения прочности и надежности автосцепок и гидравлических гасителей колебаний. - В кн.: Вопросы улучшения технического содержания вагонов и совершенствования ходовых частей: Межвуз. сб. трудов, вып. 212/61, Днепропетровск: ДИИТ, 1980, с.95-101.

5. Вялков В.И., Графский О.А. Графо-аналитическое исследование топологических преобразований. - В кн.: Прикладные вопросы начертательной геометрии. - Л., 1978, с.128-136. - Рукопись представлена Ленингр. ин-том инженеров ж.-д. транспорта. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10 июля 1978, № 724/78.

НБ
ДНУЖТ

6. Г р а ф о к и й О.А. Анализ системы ремонта гидравлических насосов колебаний вагонов на локомотиво-вагоноремонтных предприятиях Октябрьской железной дороги. - В кн.: Динамика вагонов: Межвуз. сб. трудов, Л.: ЛИИЭТ, 1978, с.112-116.

7. Г р а ф о к и й О.А. Исследование износов деталей гидравлических насосов колебаний. - Л., 1979. - 34 с. - Рукопись представлена Ленингр. ин-том инженеров ж.-д. транспорта. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10 июля 1979, № 943/79.

8. Г р а ф о к и й О.А., Т а р а о в Б.Ф. Об одном случае топологического преобразования кривой затухающих колебаний в прямую линию. - В кн.: Прикладные вопросы начертательной геометрии. - Л., 1978, с.121-127. - Рукопись представлена Ленингр. ин-том инженеров ж.-д. транспорта. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10 июля 1978, № 724/78.

9. Т а р а о в Б.Ф., Г р а ф о к и й О.А. Графо-аналитическое исследование топологических преобразований некоторых кривых в прямую линию. - В кн.: Прикладные вопросы начертательной геометрии. - Л., 1978, с.137-144. - Рукопись представлена Ленингр. ин-том инженеров ж.-д. транспорта. Деп. в ЦНИИТЭИ МПС 10 июля 1978, № 724/78.



ГРАФСКИЙ Олег Александрович

И С С Л Е Д О В А Н И Е
ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ВАГОНОВ

05.22.07 – Подвижной состав и тяга поездов

Подписано к печати 16.03.81г. БТ 20088 .

Формат бумаги 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.Ротапринт.
Усл.печ.л. 1,15. Уч.-изд.л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № 805.Бесплатно.

Участок оперативной полиграфии
редакционно-издательского отдела ДУИТа.

320629, ГСП, Днепропетровск, 10, ул.акад. В.А.Лазаряна, 2.

Сканировала Камянская Н.А.

НТБ
ДНУЖТ