

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Самарский
государственный университет путей
сообщения» Гаранин Максим Алексеевич
кандидат технических наук, доцент



_____ 2021 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертационную работу

Струнгаря Святослава Алексеевича

Выполненную на тему: «Разработка методов стабилизации цилиндрических мощностей дизеля на режиме холостого хода при электронной системе управления подачей топлива», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Струнгаря С.А. посвящена решению актуальной научно-технической проблемы – разработке методов стабилизации цилиндрических мощностей дизеля на режиме холостого хода при электронной системе управления подачей топлива.

Практика эксплуатации тепловозов ТЭМ18ДМ с дизельными двигателями 1-ПД4Д с электронной системой управления подачей топлива ЭСУВТ.01 показала, что с течением времени наблюдается увеличение разницы индикаторных мощностей по цилиндрам на режиме холостого хода. Работа дизельного двигателя с большим отклонением цилиндрических мощностей на режиме холостого хода сопровождается повышением неравномерности вращения коленчатого вала и возникновением повышенных вибраций. Поэтому диссертационная работа, направленная на разработку методов стабилизации цилиндрических мощностей дизеля на режиме холостого хода при электронной системе управления подачей топлива, является актуальной.

2. Содержание и апробация работы

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Объем работы составляет 126 страниц, в том числе 21 рисунок, 13 таблиц, 7 приложений. Список использованной литературы содержит 65 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, представлены методы и методология исследования, сведения об апробации научных результатов работы, изложены структура и объем диссертационной работы.

В первой главе диссертации выполнен анализ режимов загрузки дизельных двигателей маневровых тепловозов в эксплуатации, в частности тепловоза ТЭМ18ДМ. Выполнен факторный анализ причин увеличения разницы цилиндровых мощностей дизельных двигателей на режиме холостого хода. Описаны конструктивные особенности и преимущества современных электронных систем управления подачей топлива в части улучшения рабочего процесса. Выполнен сравнительный анализ технических характеристик отечественных и зарубежных дизельных двигателей, оснащенных электронными системами управления подачей топлива.

На основе проведенного анализа автором сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе выполнены экспериментальные исследования работы дизельных двигателей с электронной системой управления подачей топлива на режиме холостого хода. Можно отметить следующие основные задачи, решенные автором:

- определено различие цилиндровых мощностей дизельных двигателей 1-ПД4Д с ЭСУВТ.01 на режиме холостого хода;
- оценены величины индикаторной мощности каждого цилиндра дизеля с помощью приращения средней продолжительности подачи топлива при отключении цилиндра.

Проведенные испытания показали, что у дизелей ЭСУВТ.01 на режиме холостого хода неравномерность распределения мощностей по цилиндрам составила до 11,5 % от индикаторной мощности всех цилиндров дизеля и

обусловлена различием количества подаваемого в цилиндры топлива и индикаторного КПД рабочих циклов.

Предложен новый способ определения мощности каждого цилиндра дизеля оценкой приращения средней продолжительности подачи топлива при его отключении, определение которой не требует средств измерений.

В третьей главе диссертационной работы автором разработаны алгоритмы технического диагностирования работы цилиндров дизельного двигателя с электронной системой управления подачей топлива.

По мнению автора двумя наиболее предпочтительными методами технического диагностирования работы цилиндров дизелей 1-ПД4Д с ЭСУВТ.01 являются: метод поочередного отключения подачи топлива и метод последовательного увеличения подачи топлива по цилиндрам дизеля. Использование синтеза данных методов позволяет уточнить причину отказа цилиндра. Алгоритм диагностирования представлен в виде блок-схемы.

В четвертой главе рассмотрены расчетный и экспериментальный методы стабилизации цилиндровых мощностей по цилиндрам дизеля 1-ПД4Д с ЭСУВТ.01 на режиме холостого хода. Экспериментальная проверка, выполненная на стендовом дизель-генераторе 1-ПДГ4Д, показала, что затраты времени при использовании алгоритма стабилизации цилиндровых мощностей расчетным методом составили 5 минут, а при применении алгоритма стабилизации цилиндровых мощностей экспериментальным методом – 45 минут.

Таким образом, расчетный метод позволяет существенно сократить временные затраты на проведение работ благодаря тому, что поправки к количеству поданного топлива по цилиндрам для стабилизации их цилиндровых мощностей рассчитываются программным путем, а не подбираются вручную оператором.

В пятой главе разработаны и обоснованы алгоритмы стабилизации цилиндровых мощностей дизельного двигателя 1-ПД4Д с ЭСУВТ.01, которые выполняются в следующей последовательности:

- алгоритм сравнения величин приращений топливоподач по цилиндрам дизеля.
- алгоритм стабилизации цилиндровых мощностей расчетным или экспериментальным методами.

Следует отметить хорошую наглядность представленных алгоритмов.

Шестая глава диссертации посвящена экспериментальной проверке алгоритмов стабилизации цилиндрических мощностей. Натурные эксперименты выполнены на стендовом дизель-генераторе 1-ПДГ4Д в ОАО «Пензадизельмаш» и на дизеле 1-ПД4Д тепловоза ТЭМ18ДМ №1022 в сервисном локомотивном депо Тверь ООО «ЛокоТех-Сервис» филиала Северо-Западный.

В результате применения алгоритма стабилизации цилиндрических мощностей расчетным методом произошло перераспределение индикаторных мощностей по цилиндрам стендового дизель-генератора с сохранением разницы, равной 2,2 кВт.

В результате применения алгоритма стабилизации цилиндрических мощностей экспериментальным методом на стендовом дизель-генераторе и дизеле тепловоза ТЭМ18ДМ получено снижение разницы индикаторных мощностей по цилиндрам на 0,7 кВт и 2,0 кВт соответственно.

В седьмой главе проведена оценка ожидаемого экономического эффекта от внедрения алгоритмов технического диагностирования и стабилизации цилиндрических мощностей. Расчетный срок окупаемости предложенных технических решений составил 0,65 года, что говорит об экономической целесообразности их внедрения в производство.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

В приложениях приведены вспомогательные материалы, связанные с решением поставленных в работе задач: копия патента, протоколы стендовых испытаний, акт проверки алгоритмов диагностики и т.д..

Основные результаты и положения диссертационной работы в разные годы обсуждались на научно-технических советах отделения «Тяговый подвижной состав» АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), а также на научно-технических конференциях разного уровня.

Основное содержание диссертационной работы отражено в 6 публикациях, из них 2 публикации в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК и 1 патент РФ на изобретение. Опубликованные по результатам

исследований материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

3. Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что:

1. Разработан способ определения индикаторной мощности цилиндра дизеля с ЭСУВТ.01 на режиме холостого хода, в основу которого положена величина приращения средней продолжительности подачи топлива электроуправляемыми топливными насосами при отключении подачи топлива в цилиндр;

2. Разработан метод расчетного определения требуемой продолжительности подачи топлива по цилиндрам для стабилизации их мощностей на холостом ходу и метод стабилизации мощности на основе последовательного регулирования параметров подачи топлива в каждый цилиндр, определенных по результатам испытательного воздействия на цилиндр;

3. Разработаны алгоритмы технического диагностирования и стабилизации цилиндрических мощностей дизельного двигателя 1-ПД4Д на режиме холостого хода.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в разработке метода, позволившего расчетным путем определять необходимые поправки к продолжительности подачи топлива в каждый цилиндр дизеля для стабилизации их мощностей.

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов работы подтверждены согласованностью теоретических и экспериментальных данных и обеспечена корректностью принятых допущений.

Методический уровень исследований. Поставленные в диссертационной работе задачи решены с использованием аппарата теории алгоритмов, методов планирования эксперимента и статистической обработки данных.

4. Практическая значимость работы и рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные методы позволяют:

- в условиях эксплуатации выявлять неработающий цилиндр дизельного двигателя с ЭСУВТ.01 на режиме холостого хода, а также уточнять причину неисправности.
- определять необходимые поправки к продолжительности подачи топлива в каждый цилиндр дизеля для стабилизации их мощностей и обеспечения длительной работы на пониженной частоте вращения коленчатого вала на режиме холостого хода.

Полученные автором результаты могут быть использованы как в локомотивном хозяйстве ОАО «РЖД», так и в работе сервисных локомотивных депо.

Внедрение результатов исследования. Результаты исследований используются в практической деятельности сервисного локомотивного депо Тверь ООО «ЛокоТех-Сервис» – филиала Северо-Западный при диагностике работы и стабилизации цилиндрических мощностей дизелей тепловозов ТЭМ18ДМ с электронной системой управления подачей топлива.

Достоинства диссертации. Работа базируется на применении современных методов научных исследований, отличающихся комплексным подходом применения теоретических и экспериментальных методов анализа и синтеза. По данным исследований погрешность не превышает 4 %.

В обзорной части диссертации проведен достаточно глубокий анализ работ других авторов и выполнена постановка задачи исследований. Собраны и обработаны эксплуатационные показатели режима холостого хода двигателя и сделан вывод, что техническое состояние агрегатов наддува на режиме холостого хода не влияет на цилиндрический рабочий процесс.

Заслуживает положительной оценки рассмотрение двух методов стабилизации цилиндрических мощностей, с помощью которых стало возможным установить количественные поправки к подаче топлива, необходимые для получения необходимого результата. Оба метода (расчетный

и экспериментальный) основаны на разных подходах. Отличительной особенностью расчетного метода в том, что при стабилизации мощностей учитывается индикаторный КПД рабочего процесса в каждом цилиндре дизеля. В экспериментальном методе индикаторный КПД рабочего процесса не учитывается, а необходимые поправки к подаче топлива подбираются исходя из текущего значения приращения подачи топлива при отключении цилиндра.

Наиболее интересен вывод 7 заключения, стр. 87, в котором указано, что удалось экспериментальным методом выполнить стабилизацию цилиндровых мощностей дизеля 1-ПД4Д тепловоза ТЭМ18ДМ с результирующей разницей всего 1,0 кВт. Это достойный практический результат работы.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Алгоритмы, представленные в разделе № 3 на рисунках 3.1 и 3.2 (стр. 54 и 57), предназначены для контроля работоспособности цилиндров, а не для проведения технического диагностирования, поскольку точная причина отказа цилиндра не определяется.

2. В тексте диссертации присутствуют неточности и опечатки. Например, для обозначения разных физических величин используются одинаковые переменные (Tg для температуры отработавших газов на стр. 42 и Tg для крутящего момента на стр. 44).

3. В диссертации приведена избыточная информация о результатах исследований, выполненных на дизелях 11Д45, 2Д100 (стр. 20), Д50 (стр. 16, 39), которые в настоящее время потеряли актуальность в силу устаревания и вывода из эксплуатации указанных дизелей.

4. В последнем абзаце заключения автор указывает дальнейшие перспективы темы исследования. При этом осталась неясной возможность применения разработанных методов и алгоритмов на дизелях К6S310DR и Д49, оснащенных системами электронного управления подачей топлива.

Приведенные замечания не снижают ценности выполненной диссертационной работы.

6. Заключение

Диссертация Струнгаря Святослава Алексеевича «Разработка методов стабилизации цилиндрических мощностей дизеля на режиме холостого хода при электронной системе управления подачей топлива» выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и имеет практическую ценность. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие железнодорожного транспорта России.

Содержание автореферата соответствует основным результатам и выводам диссертационной работы.

Диссертация выполнена в соответствии с паспортом специальности ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» и соответствует следующим пунктам раздела «Области исследования» паспорта специальности:

п.1. Эксплуатационные характеристики и параметры подвижного состава, повышение их эксплуатационной надежности и работоспособности.

п.2. Системы технического обслуживания, эксплуатации и технологии ремонта подвижного состава, развитие парков локомотивов.

п.3. Техническая диагностика подвижного состава. Критерии оценки состояния подвижного состава.

Диссертационная работа по своему содержанию, научному уровню и завершенности исследования соответствует критериям, установленным в пункте 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Струнгарь Святослав Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Отзыв на диссертацию «Разработка методов стабилизации цилиндрических мощностей дизеля на режиме холостого хода при электронной

системе управления подачей топлива» рассмотрен на расширенном заседании кафедры «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения», протокол № 9 от 27 мая 2021 года.

Заведующий кафедрой «Локомотивы»,
кандидат технических наук, доцент

Балакин Андрей Юрьевич

Доцент кафедры «Локомотивы»,
кандидат технических наук, доцент

Свечников Александр Александрович

Профессор кафедры «Электрический транспорт»
доктор технических наук, профессор

Андрончев Иван Константинович

Секретарь заседания кафедры «Локомотивы»

Калиева Сафура Талаповна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения». 443066, г. Самара, ул. Свободы, 2 В. Тел. 8(846)255-68-58. Email: lok@samgups.ru