

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу  
**«ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ АВТОНОМНЫХ ЛОКОМОТИВОВ ЗА СЧЕТ  
ПЕРЕХОДА К МОДУЛЬНЫМ СИЛОВЫМ УСТАНОВКАМ»**,  
представленную **Талахадзе Темуром Зурабовичем** на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

Общая характеристика работы. Диссертационная работа Талахадзе Темура Зурабовича «Повышение энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов за счет перехода к модульным силовым установкам», представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук, состоит из введения, пяти глав и заключения, изложена на 164 страницах текста, содержит 86 рисунков, 11 таблиц, 1 приложение и библиографический список из 107 наименований.

Актуальность темы диссертации. В связи с территориальными особенностями Российской Федерации тепловозы Южного региона эксплуатируются в особых климатических условиях. При этом расход топлива силовыми установками превышает средние показатели по отрасли, именно поэтому актуальными можно считать любые задачи, направленные на улучшение показателей энергоэффективности локомотивов.

Диссертация Талахадзе Т.З. исследует различные направления улучшения тягово-энергетических показателей автономных локомотивов при использовании прогрессивных модульных схем компоновки и использования энергетических установок. В работе отдельно рассматривается принцип согласования генерируемой и потребляемой на тягу мощности, что является актуальной и перспективной темой исследований и может дать значительный положительный экономический эффект.

Актуальность темы подтверждается ее соответствием требованиям «Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года» и на перспективу до 2030 года.

### Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация Талахадзе Т.З. базируется на применении современных методов научных исследований, отличающихся комплексным подходом применения теоретических и экспериментальных методов анализа и синтеза.

В обзорной части работы проведен достаточно глубокий анализ исследований предшественников и выполнена постановка задачи изысканий. Собраны и обработаны эксплуатационные показатели энергетической эффективности грузовых тепловозов по записям МПСУ-ТП. Получены количественные характеристики расхода топлива в различных условиях эксплуатации в зависимости от веса поезда, профиля участка пути и режимам движения применительно к условиям Южного полигона.

Представленное в теоретической части диссертации решение дифференциального уравнения движения поезда, а также уравнение баланса сил, баланса мощностей и энергетического баланса позволило дать объективную оценку эффективности локомотивной тяги в рассматриваемых конкретных условиях.

В целом математическое моделирование базируется на проверенных фундаментальных расчетных зависимостях. Причем, аналитические преобразования дополняются и уточняются численными решениями с использованием компьютерного моделирования.

Полученные теоретические результаты проверены и уточнены последующими экспериментальными исследованиями, что также подтверждает обоснованность полученных результатов и выводов.

Научная новизна полученных результатов диссертационной работы Талахадзе Т.З. заключается в следующих наиболее важных пунктах:

1. Обоснована модульная структура силовой энергетической установки автономных грузовых магистральных локомотивов, позволяющая реализовать предлагаемый способ повышения энергетической эффективности.

2. Получены и обоснованы количественные оценки экономии дизельного топлива (до 20 %) в результате применения модульной структуры силовой энергетической установки.

3. Выполнен сравнительный анализ моторесурса моноблочной и модульной энергетической установки, показано, что при прочих равных условиях ресурс модульной установки увеличивается до 25%.

4. Сформулированы направления дальнейшего развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по внедрению силовых энергетических установок на основе газовых микротурбин.

Достоверность полученных результатов подтверждается следующим:

- теоретические выкладки проверены экспериментами. Сопоставлены результаты, полученные компьютерным моделированием, с данными путевых записей МПСУ-ТП;

- для экспериментальных исследований использовались записи базового блока МПСУ-ТП и стандартные методики обработки данных. Результаты показали относительное расхождение в пределах 2 %.

Все основные результаты диссертации достаточно полно отражены в научных публикациях, а также прошли апробацию на международных научных конференциях. Имеются многочисленные акты внедрения.

Ценность для науки и практики заключается в получении экономического эффекта за счет стабилизации мгновенных значений КПД тепловоза при работе с неполной нагрузкой на уровне его номинального значения, имеющего место при полной нагрузке. Переход к модульным силовым установкам поддержан и принят рядом отечественных предприятий как материал для разработки перспективных локомотивов. Отдельные положения исследований получили признание в Министерстве образования и науки, откуда получены гранты и субсидии на внедрение.

Согласно представленной в четвертой главе диссертационной работы технико-экономической оценке, использование предложенного способа повышения энергетической эффективности увеличит КПД до 6,2 % при сокращении расхода

топлива на 19,7 %. Здесь же сказано, что срок службы тепловоза с модульной силовой установкой увеличится на 27 % по сравнению с тепловозом 2ТЭ25КМ, имеющим базовую комплектацию установки одного двигателя.

Полученные научные результаты подтверждены соответствующими актами Филиала ОАО «РЖД» Северо-Кавказская дирекция тяги и ФГБОУ ВО РГУПС.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертации и дана ее общая характеристика.

В первой главе проведен критический анализ современного состояния силовых энергетических установок, тягового электропривода, специального оборудования и систем управления. Рассмотрены основные направления повышения энергетической эффективности, функциональности и улучшению тягово-энергетических характеристик автономных локомотивов.

Автором рассматриваются несколько участков обращения локомотивов в условиях Северо-Кавказской ж.д., на которых эксплуатируются современные локомотивы 2ТЭ25КМ. Особенностью можно считать улучшение тягово-энергетических характеристик при поосном регулировании силы тяги.

Талахадзе Т.З. считает возможным решить задачу согласования и оптимизации работы силовой установки локомотива и тягового электропривода на новом уровне с одной стороны при поосном регулировании силы тяги, а с другой – с применением дискретно-адаптивного управления тяговыми электродвигателями. И здесь делается верный вывод о необходимости согласования выходных, эффективных характеристик двигателя с характеристиками тягового генератора и регулируемыми параметрами каждого ТЭД. Критерий этой оптимизации – минимальный расход дизельного топлива (по диссертации 2-й уровень оптимизации).

Именно в главе 1 Темуром Зурабовичем собрано наибольшее количество ссылок на информационные ресурсы.

Во второй главе выполнен анализ показателей энергетической эффективности тепловозов 2ТЭ25КМ в различных условиях эксплуатации при использовании данных бортового регистратора, входящего в состав МПСУ-ТП. Представлены многочисленные результаты реальных поездок на полигоне, показывающие распределение энергии по степени использования доступной мощности локомотивов.

Для оценки реальных показателей энергетической эффективности были выбраны три участка обращения тепловоза 2ТЭ25КМ на Южном полигоне с наиболее типичным профилем пути. На мой взгляд, здесь часть промежуточных расчетов и графиков показателей энергетической эффективности можно было перенести в приложение.

Автор делает справедливый вывод: чем более полно используется доступная мощность тепловоза, тем выше значение КПД, при этом важным аспектом является регулирование числа секций в тяге. В том случае, если бы оперативное отключение секций не производилось, то общие эксплуатационные показатели имели бы значения ниже на 14...18 %. Здесь можно сослаться на многолетний опыт эксплуатации локомотивов в США, где тяга оперативно регулируется числом локомотивов (секций) в поезде.

Третья глава посвящена решению дифференциального уравнения движения поезда, составлению уравнения баланса сил, мощностей и в целом энергетического баланса. При наличии большого статистического материала по выполненным полигонным исследованиям в 2017 г. разработана математическая модель в программном комплексе Matlab, ориентированная на обработку больших массивов данных. Предложена методика нахождения параметров полезной работы, позволяющая получить объективные данные эффективности использования локомотивов.

Автор сопоставил результаты компьютерного моделирования с показаниями регистратора параметров движения локомотива и выявил относительное расхождение в пределах 2 %, что в целом подтверждает высокий уровень достоверности полученных результатов.

Недостаток количества опытных поездок в количестве десяти, может с успехом компенсироваться различными способами применения вероятностных характеристик и статистическим анализом, что возможно применить в исследованиях других авторов.

Четвертая глава является логическим продолжением глав 2 и 3 и посвящена оценке энергетической эффективности при переходе к модульным силовым энергетическим установкам. Эта глава представляет наибольший интерес с точки зрения научной новизны диссертационной работы.

К достоинствам работы можно отнести использование компьютерных программных комплексов «Matlab Simulink» и «Универсальный механизм».

В результате диссертантом определены основные технические и эксплуатационные показатели, которым должны удовлетворять тепловозы с модульными энергетическими установками. Выполнена оценка затраченного моторесурса двигателями для одной и той же поездки тепловоза 2ТЭ25КМ. Для моноблочного базового варианта это 3,01 моточаса, а для тепловоза с модульной силовой установки – 1,1 моточаса. В пересчете на количество эталонных поездок и сроки службы тепловоза 2ТЭ25КМ модульный вариант экономичнее на 27 % по сравнению с традиционной однодизельной схемой компоновки. Однако при этом сделан вывод, что в настоящее время затруднена реализация предлагаемой модульной структуры, которая требует наличия известного и отработанного оборудования, надежных алгоритмов управления и программного обеспечения для надлежащего функционирования тяговой системы нового локомотива.

В пятой главе представлены некоторые изыскания перспективных силовых установок тепловозов на основе газовых микротурбин. Считаю прогрессивным такой подход к компоновке диссертации, когда вставлены разделы по другим не менее важным направлениям исследований, тематика которых была одобрена Министерством образования и науки Российской Федерации. В данном случае это тема: «Разработка научно-технических решений для создания эффективного высокоскоростного генераторного оборудования для газовой микротурбины».

По мнению автора, тяговый модуль представляет собой группу микро-ГТУ, количество которых может варьироваться в зависимости от требуемой мощности, которая определяется мощностью, потребляемой тяговым электроприводом.

Интерес представляет созданный стенд с бесколлекторными электрическими машинами, функционирующими по известному методу взаимной нагрузки. Обосновано применение пятифазной электрической машины, которая имеет приемлемый уровень потерь энергии. Сказано, что соискатель лично участвовал в разработке генераторов для применения в составе модульной силовой установки.

В процессе изучения диссертационной работы Талахадзе Темура Зурабовича и представленных документов возникли следующие вопросы и замечания:

1. Не следует вводить новые аббревиатуры, типа СЭУ, АГМЛ (стр. 6) или ЭПМ (стр.28), ВЭГ (стр.122), которые усложняют восприятие основного текста. В соответствии с разделом 5.4. ГОСТ Р 7.0.11-2011 желательно дать расшифровку всех сокращений на отдельном листе.

2. Каким образом учитываются затраты электроэнергии на привод вспомогательных машин тепловоза при описании методики анализа КПД электрической передачи тепловоза в разделе 2.3? (из текста диссертации это непонятно).

3. Как учитывается работа поосного регулирования при анализе данных поездов в разделах 2.4.1 - 2.4.3? Судя по картам, там присутствуют подьёмы, на которых поосное регулирование так или иначе должно было работать.

4. В разделе 3.1. не совсем понятно выражение: «... для оценки эффективности использования мощности, которую потребляет силовая энергетическая установка».

5. Излишне частая расшифровка двух уровней: верхнего, представляющего собой дизель-генераторную установку, и нижнего – тяговый электропривод (стр.15, 21, 30, 37, 98-99, 102-103).

6. Спорно высказывание о целесообразности применения высокооборотных двигателей (стр.105), обладающих сравнительно низкими показателями ресурса по сравнению со среднеоборотными (стр.117). Многолетний опыт эксплуатации высокооборотных двигателей 1Д12-400КС (размерность 15/18) (аналог М756Б размерность 18/20) на тепловозах ТГМ40 показал, что при паспортных данных в 18000 реально получались показатели не выше 11000 мото-ч (данные от оппонента В.Б.)

7. Не ясно, зачем для питания 12 ТЭД необходимы 8 дизельных двигателей и как их разместить в машинных отделениях (рис.4.12)? Если это виртуальные данные, полученные при моделировании движения грузового поезда в зависимости от мощности, потребляемой тяговым приводом, то надо было об этом сказать отдельно.

8. Отсутствует ссылка на докторскую диссертацию Бабела Марека «Теоретические основы и методология выбора объёмов и технологий модернизации тепловозов по критерию стоимости жизненного цикла: автореферат дис. ... доктора технических наук. - Москва, 2014. - 48 с., в которой рассмотрены аспекты создания двухдизельных тепловозов и негативные результаты их эксплуатации в определенных условиях.

