

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ТЯГА ПОЕЗДОВ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

УДК 629.4

И. В. Больших, П. В. Губарев, С. А. Шапшал, А. А. Юдин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫМИ ЛОКОМОТИВАМИ СОВРЕМЕННЫХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Аннотация. В настоящей статье были рассмотрены основные системы электропитания пассажирских вагонов. Так же был выполнен анализ существующих автономных пассажирских тепловозов. Рассмотрена конструкция тягового агрегата АСТМ 2800/600-1000 У2. Предложен способ модернизации эксплуатируемого парка пассажирских тепловозов с целью повышения эффективности энергоснабжения современных пассажирских вагонов.

Ключевые слова: модернизация, двухпроводная система, ТЭП70БС, модернизация, энергетическая цепь тепловоза, синхронный тяговый агрегат, надёжность и экономичность.

Для цитирования: Повышение эффективности энергоснабжения автономными локомотивами современных пассажирских вагонов / И. В. Больших, П. В. Губарев, С. А. Шапшал, А. А. Юдин // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2. – С. 47–53.

Современное локомотивостроение стоит перед вызовами, диктуемыми стремительно растущими требованиями к комфорту пассажирских перевозок и сложной экономической ситуацией. Ключевой задачей становится масштабная модернизация существующего парка локомотивов. Этот вопрос приобретает особую остроту в свете появления новых, высокотехнологичных пассажирских вагонов, предъявляющих к локомотивам совершенно новые, более жесткие технические требования. Среди этих требований, особенно важным является обеспечение надежного и бесперебойного энергоснабжения современного нетягового подвижного состава, что критически важно для автономных пассажирских локомотивов, работающих вне зависимости от внешних источников питания [1].

На сегодняшний день, для обеспечения электропитания пассажирских вагонов от тепловозов используются две основные системы: однопроводная и двухпроводная. Однопроводная система, типичная для электрифицированных участков железных дорог, использует рельсовый путь в качестве обратного проводника, передавая электроэнергию на вагоны. Это решение, хоть и простое, но имеет свои ограничения, связанные с безопасностью и эффективностью энергопередачи. В частности, наличие обратного тока в рельсах может вызывать проблемы с износом рельсового пути и влиять на работу систем сигнализации и связи [2,3].

Двухпроводная система, в свою очередь, представляет собой более совершенное и безопасное решение. Она полностью изолирует энергоснабжение поезда от рельсового пути, обеспечивая замкнутый контур внутри локомотива. Это исключает вышеупомянутые недостатки однопроводной системы и позволяет подавать электроэнергию на вагоны без использования рельсов в качестве обратного проводника. Однако, не все эксплуатируемые тепловозы оборудованы такой системой. Её внедрение требует значительных инвестиций в модернизацию локомотивов и инфраструктуры.

Примером тепловоза, оснащенного двухпроводной системой энергоснабжения, является современный тепловоз ТЭП70БС [4, 5], являющийся модификацией хорошо известного тепловоза ТЭП70 [6]. Важно отметить, что далеко не все локомотивы серии

ТЭП70БС обладают этой функцией. По имеющимся статистическим данным, двухпроводной системой энергоснабжения оснащены лишь локомотивы, начиная с 316-й серии. Это указывает на то, что значительная часть парка тепловозов требует модернизации для соответствия современным стандартам и обеспечения качественного энергоснабжения современных пассажирских вагонов.

Проблема модернизации усугубляется тем фактом, что проведение такой модернизации требует не только финансовых затрат, но и высококвалифицированного персонала, а также специального оборудования. Необходимо разработать оптимальную стратегию модернизации, которая учитывала бы как технические аспекты, так и экономические ограничения. Эта стратегия должна включать в себя не только замену устаревшего оборудования, но и обучение персонала, а также разработку эффективных методов контроля и мониторинга работы модернизированных локомотивов. Только комплексный подход к решению этой задачи позволит обеспечить безопасность и комфорт пассажирских перевозок на современном уровне. Необходимо также учитывать возможность поэтапной модернизации, чтобы минимизировать простой локомотивов и снизить финансовую нагрузку на железнодорожные компании. В целом, решение проблемы модернизации тепловозов является задачей стратегической важности, от которой зависит будущее пассажирских железнодорожных перевозок в стране [7].

Целью данной работы является повышение эффективности энергоснабжения автономными локомотивами современных пассажирских вагонов.

В данной работе был выполнен анализ парка эксплуатируемых пассажирских тепловозов, который представлен на рисунке 1. Выполненный анализ показывает, что основной серией для обслуживания пассажирских поездов на неэлектрифицированных участках является тепловоз ТЭП70 и его модификации.

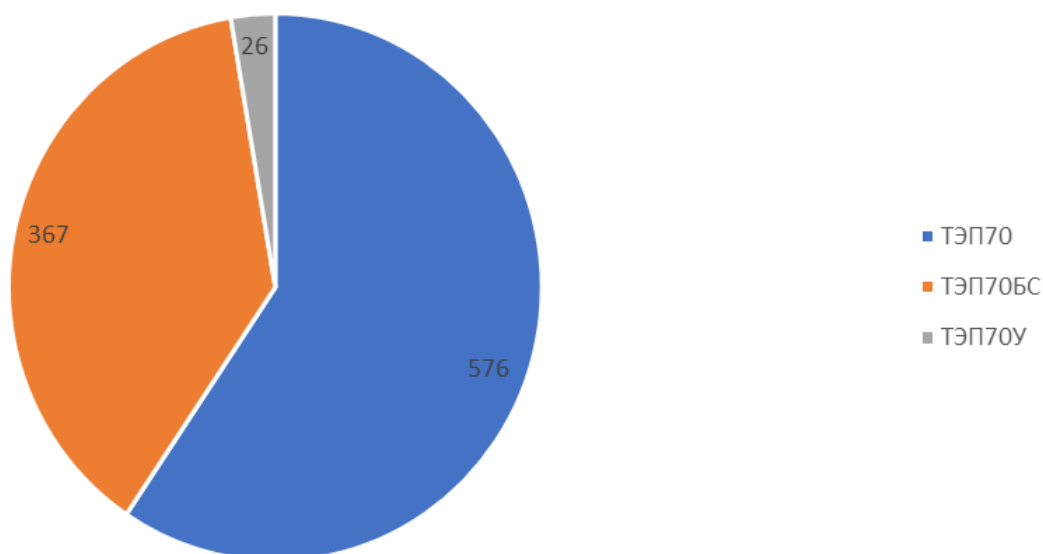


Рис. 1. Диаграмма анализа парка пассажирских локомотивов

На протяжении всей истории пассажирского вагоностроения существовало несколько способов энергоснабжения пассажирских вагонов:

- угольно – водяной;
- комбинированный;
- электрический.

На обычных пассажирских вагонах система энергоснабжения и поддержания тепла осуществляется с помощью электрической системы, завязанной на использовании электроэнергии от собственного источника, представляющего собой электропечи и

калориферы, установленные на полу и системе вентиляции, которые питаются от тягового подвижного состава. Абсолютное большинство эксплуатирующихся в настоящее время на сети пассажирских вагонов может отапливаться как углём, так и с помощью электричества, получаемого от локомотива [8].

Исключения составляют только современные вагоны, включая двухэтажные, не имеющие в своей конструкции угольных котлов. Данные типы пассажирских вагонов отличаются высоким потреблением энергии для поддержания своей полной работоспособности. В приведённой ниже таблице мы можем видеть данные о потреблении узлами и агрегатами электроэнергии пассажирским двухэтажным вагоном.

Таблица

Основные агрегаты и их потребление электроэнергии

Система кондиционирования воздуха	15-20 кВт
Освещение	2-3 кВт
Электрические туалеты	1-2 кВт
Системы отопления	5-10 кВт
Дополнительные устройства (кулеры, микроволновые печи и т.д)	1-5 кВт
Санитарные нужды	1-2 кВт

Особенно это актуально для автономной тяги на неэлектрифицированных участках. Также использование автономных локомотивов для обслуживания современных пассажирских двухэтажных вагонов актуально для тех участков железнодорожного пути, на которых однопроводная система, которая завязана на протекании электроэнергии по системе и возврату её в рельсовую цепь невозможна вследствие изолированных друг от друга рельса в стыке и отсутствия в стыке путей косы, которая способствует протеканию электричества по рельсовым путям.

При этом далеко не все локомотивы могут обеспечить необходимый объём электроэнергии, нужный для полноценного питания и работы всех узлов и агрегатов.

На сегодняшний день на всей сети железных дорог эксплуатируется только одна серия пассажирских тепловозов, которая обеспечивает достаточным электроснабжением двухэтажный нетяговый подвижной состав ТЭП70БС.

Система энергоснабжения данного локомотива по представляет собой две машины на одном валу: одна обеспечивает выработку электроэнергии для собственных нужд, а вторая вырабатывает 3000 вольт для энергоснабжения вагонов.

Доля работы первичного двигателя, отдаваемая тяговому приводу, будет во многом зависеть от типа используемой передачи мощности. Структура передачи мощности локомотива во многом определяет величину потерь в ней, эффективность её работы при различных скоростях движения и реализуемых тяговых усилиях. На большинстве серийно выпускаемых в настоящее время отечественных автономных локомотивов применяются электрические передачи переменного-постоянного тока и постоянного тока. Вместе с тем всё большее распространение получают передачи переменного тока [9].

Основным типом передачи мощности сейчас является передача переменного-постоянного тока [10]. Она применяется на современном магистральном тепловозе ТЭП70БС. Рассмотрим энергетическую схему тепловоза ТЭП70БС, которая показана на рисунке 2.

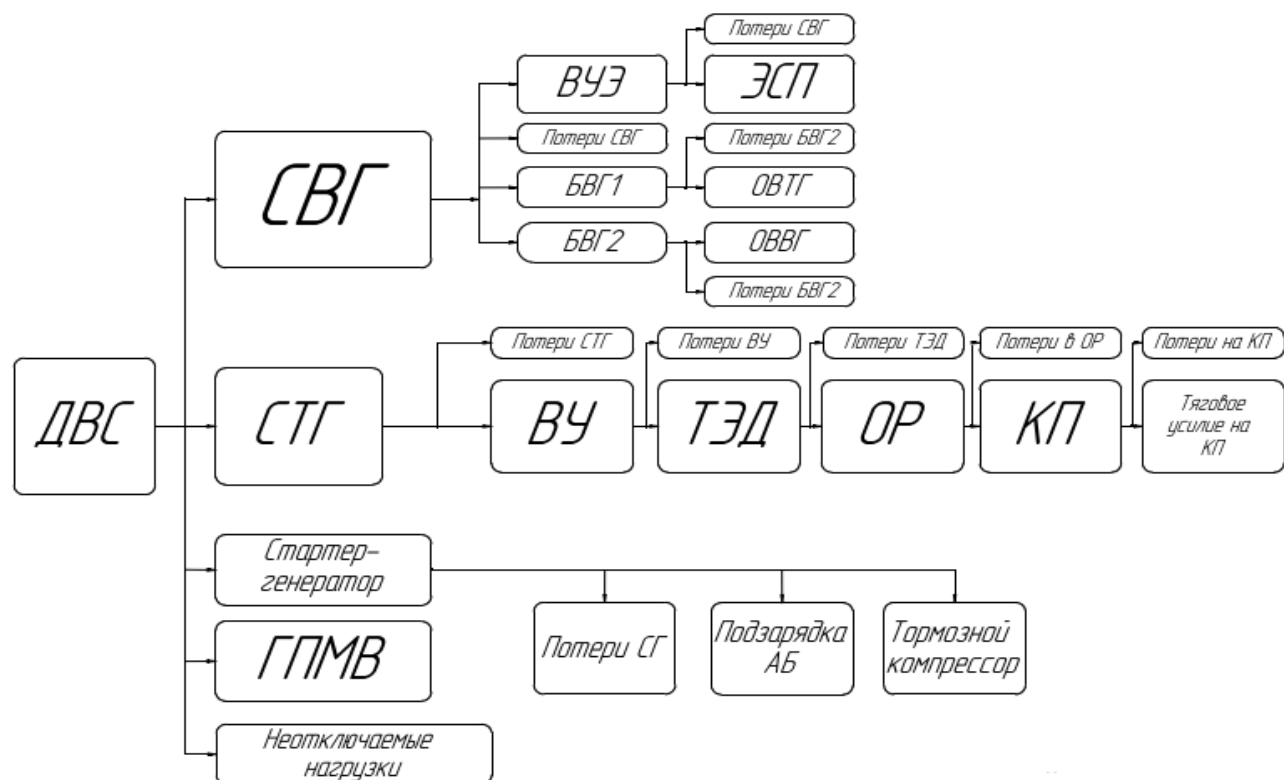


Рис. 2. Энергетическая цепь тепловоза ТЭП70БС

СВГ – синхронный вспомогательный генератор; БВГ1 – блок возбуждения тягового генератора; БВГ2 – Блок возбуждения вспомогательного генератора; ОВТГ – обмотка возбуждения тягового генератора; ОВВГ – Обмотка возбуждения вспомогательного генератора; ВУЭ – выпрямительная установка системы энергоснабжения; ЭСП – система энергоснабжения поезда; ГПМВ – гидропривод мотор-вентиляторов охлаждения дизеля

Двухпроводная система энергоснабжения тепловоза ТЭП70БС представляет собой значительное усовершенствование по сравнению с традиционными системами, что делает его особенно подходящим для эксплуатации на неэлектрифицированных участках железных дорог. Эта система, благодаря применению в конструкции тепловоза синхронного тягового агрегат (рис.3), позволяет эффективно обеспечивать энергией, как сам тепловоз, так и вагоны, что критически важно для обеспечения комфорта и безопасности пассажиров.

Агрегат представляет собой две электрические синхронные машины переменного тока, явнополюсные, с независимым возбуждением, независимой вентиляцией. Агрегат имеет 24 выводных конца, предназначенных для подключения агрегата к электрическим цепям тепловоза.

Однако данная предыдущая серия тепловозов ТЭП70 и часть тепловозов ТЭП70БС изначально оснащались однопроводной системой энергоснабжения и не позволяла в полной мере обеспечить электроэнергией современные пассажирские вагоны.

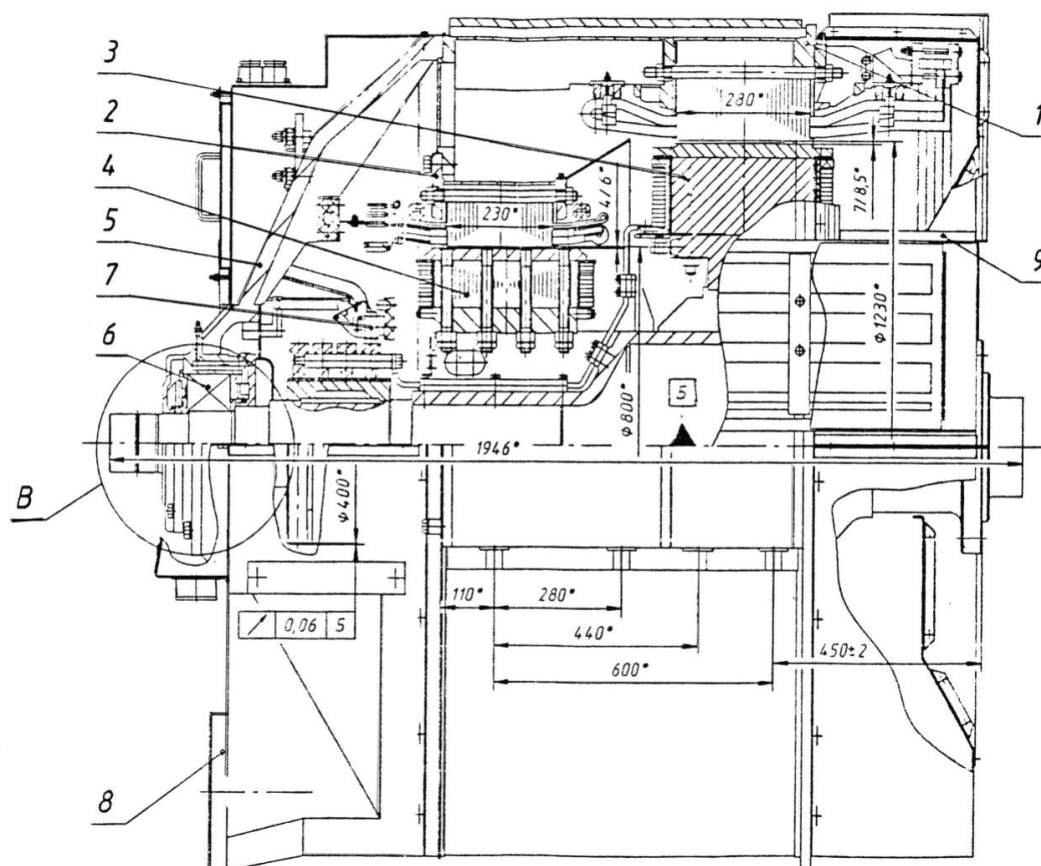


Рис. 3. Агрегат синхронный тяговый модернизированный АСТМ 2800/600-1000 У2

- 1 – статор тягового генератора; 2 – статор вспомогательного генератора;
 3 – ротор тягового генератора; 4 – ротор вспомогательного генератора;
 5 – щит подшипниковый; 6 – подшипник; 7 – щеткодержатель;
 8 – патрубок для входа охлаждающего воздуха; 9 – патрубок для выхода охлаждающего воздуха

Таким образом успешная модернизация существующего пассажирского подвижного состава и оснащение их тяговым агрегатом АСТМ 2800/600-1000 У2 создаёт основу для обеспечения комфорта движения, надёжности и экономичности работы железнодорожного транспорта. Это позволит реализовывать двухпроводную систему питания современных пассажирских вагонов, что способствует развитию современных технологий в области железнодорожного транспорта.

Библиографический список

1. Стратегия научно-технического развития холдинга РЖД на период до 2025 года и на период до 2030 года (Бела книга): [утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 17.04.2018 №769/р.
2. Выбор одно и многопроводной системы энергоснабжения пассажирских поездов от централизованного источника питания напряжением 3000 В. Отчёт ЦНИИ, И-144-70 р.4, 1970 г.
3. Гапанович, В. А. Энергосбережение на железнодорожном транспорте / В. А. Гапанович, В. Д. Авилов, Б. А. Аржанников [и др.]; под ред. В. А. Гапановича. – М.: Изд. дом МИСиС, 2012. – 620 с

4. Пассажирский тепловоз ТЭП70БС / В. Г. Быков, Б. Н. Морошкин, Г. Е. Серделевич и др. – М.: Транспорт, 1976. – 232 с.
5. Руководство по эксплуатации. Тепловоз ТЭП70БС. ОАО Коломенский завод, 2004 г.
6. **Быков, В. Г.** Пассажирский тепловоз ТЭП70. / В. Г. Быков, Ю. Н. Морошкин, Г. Е. Серделевич // М.: Транспорт, 1976. – 232 с.
7. Энергетическая стратегия холдинга «РЖД» на период до 2015 года и на период до 2030 года. – Москва : ОАО «РЖД». – 2011. – 97 с.
8. **Зыков, Ю. В.** Расчет и выбор энергетического оборудования пассажирского вагона и вагоноремонтного предприятия: Методическое пособие УрГУПС - Екатеринбург, 2009. 66 с.
9. **Стрекопытов, В. В.** Электрические передачи локомотивов : Учеб. для студентов вузов ж.-д. трансп. / В. В. Стрекопытов, А. В. Грищенко, В. А. Кручек ; Под ред. В. В. Стрекопытова. - Москва : Маршрут, 2003. - 308, [1] с. : ил.; 21 см. - (Высшее профессиональное образование).; ISBN 5-89035-081-1 : 8000.
10. Электропередачи тепловозов на переменном-постоянном токе / [Колесник Иван Кузьмич и др.]. - Москва : Академкнига, 2005. - 155.

I. V. Bol'shikh, P. V. Gubarev, S. A. Shapshal, A. A. Yudin

INCREASING THE EFFICIENCY OF ENERGY SUPPLY BY AUTONOMOUS LOCOMOTIVES FOR MODERN PASSENGER CARS

Abstract. This article discusses the main power supply systems for passenger cars. It also analyzes existing autonomous passenger diesel locomotives. The article examines the design of the ASTM 2800/600-1000 U2 traction unit. The article proposes a method for upgrading the existing fleet of passenger diesel locomotives to improve the energy efficiency of modern passenger cars.

Keywords: modernization, two-wire system, ТЭП70БС, modernization, power circuit of a diesel locomotive, synchronous traction unit, reliability and efficiency.

For citation: Increasing the Efficiency of Energy Supply by Autonomous Locomotives for Modern Passenger Cars / I. V. Bol'shikh, P. V. Gubarev, S. A. Shapshal, A. A. Yudin // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025. – № 2. – P. 47–53.

Сведения об авторах

Больших Иван Валерьевич

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: ivan.bolshih@yandex.ru

Губарев Павел Валентинович

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: pavel.gubarev@yandex.ru

Шапшал Сергей Александрович

Information about the authors

Bol'shikh Ivan Valeryevich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
e-mail: ivan.bolshih@yandex.ru

Gubarev Pavel Valentinovich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
e-mail: pavel.gubarev@yandex.ru

Shapshal Sergey Alexandrovich

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
доцент,
e-mail: serega-don@bk.ru

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Associate Professor,
e-mail: serega-don@bk.ru

Юдин Александр Александрович
Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Тяговый подвижной состав»,
студент

Yudin Alexander Alexandrovich
Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Traction Rolling Stock»,
Student,