

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«ТАГАНРОГСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

**ДОКЛАД**

**РОССИЙСКИЙ ПОЕЗД НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ – ДАЛЕКАЯ МЕЧТА  
ИЛИ БЛИЗКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ**



**«АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА»**

**ОБЛАСТНАЯ ЗАОЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ ГБПОУ РО «РАДК»**

**Код и наименование профессии**      23.01.09 Машинист локомотива

**Автор студент**                              Цепляев Иван Романович  
**2 курса 28МЛ**

**Руководитель преподаватель**                              Левченко Юлия Владимировна

г. Таганрог 2022

## Содержание

Введение	Стр. 3
1.1. Преимущества и недостатки различных видов топлива	Стр.3-5
1.2. Основы конструкции газотепловоза	Стр.5-6
Заключение	Стр.6-7
Интернет ресурсы	Стр.7

## Введение

Железнодорожный вид транспорта в России является основным. Он выполняет восемьдесят процентов объема грузовых перевозок и примерно сорок процентов пассажирских перевозок, которые выполняются транспортом для общего пользования. Являясь основой системы транспорта, железные дороги обладают чрезвычайно важным экономическим, государственным, оборонным и социальным значением.

Железными дорогами связаны все районы и области страны, к тому же они важны в условиях недостатка автомобильных дорог для обеспечения перевозок.

Развитие железнодорожного транспорта способствует улучшению показателей экономики страны, так как от своевременности доставки грузов и людей зависит ритмичность экономики, ее темпы роста, а также уровень сбалансированности процесса воспроизводства. В современных условиях лишь ж/д транспорт может обеспечить необходимый уровень пассажирских и грузоперевозок.

Согласно экологической стратегии ОАО «РЖД», к 2030 году холдинг должен начать использовать экологичные виды топлива. Локомотив на водороде, гибридные двигатели — все это живые настоящие проекты, над которыми работают в ОАО «РЖД» в рамках реализации экологической стратегии.

**Актуальность работы** состоит в том, что в России более 85 тыс. км путей, но электрифицирована лишь половина из них, а на не электрифицированных участках используются тепловозы, двигатели которых выделяют выхлопные газы в окружающую среду. Чтобы снизить эту нагрузку, и в целом уменьшить «углеродный след» путем внедрению водородной и газовой тяги. Указанные обстоятельства ставят перед железнодорожным транспортом задачу обеспечения устойчивого снабжения тепловозов моторным топливом и снижение расходов на его приобретение.

Эта задача может решаться в двух направлениях:

-сокращение объемов потребления дизельного топлива за счет повышения топливной экономичности тепловозных силовых установок;

-за счет его замещения менее дефицитным и более дешевым альтернативным топливом.

**Гипотеза:** природный газ – действенная замена современным видам топлива.

**Объект исследования:** эффект природного газа по сравнению с другими видами топлива.

**Предмет исследования:** топливо на основе природного газа.

**Методы исследования:** анализ информации из Интернет-ресурсов.

**Цель:** выявить предпочтительность природного газа по сравнению с иными видами топлива.

**Задачи:**

1. Определить тему: Российский поезд на природном газе – далекая мечта или близкая реальность.
2. Изучить информацию из интернет-источников по теме исследования.
3. Выделить преимущества и недостатки различных видов топлива.
4. Изучить востребованность природного газа.
5. Подтвердить или опровергнуть потребность в топливе из природного газа.

### 1.1. Преимущества и недостатки различных видов топлива

Из всех существующих видов тяги самая экологически чистая — электрическая. Электрифицировать всю инфраструктуру не возможно. Есть немало малодеятельных линий и участков, где технологически сложно электрифицировать, тут нужна тяга на гибридном двигателе.

Железнодорожный транспорт является одним из крупнейших потребителей нефтяного топлива в стране. На осуществление тяги поездов тепловозами расходуется примерно 3 млн. т дизельного топлива в год. Одновременно постоянно растут цены на нефтяное топливо, и

увеличивается его дефицит. Это вызывает необходимость вести интенсивные работы по поиску энергоносителей, альтернативных нефтяным.

Из альтернативных видов топлива, по которым ведутся работы в России и за рубежом, можно рассматривать природный газ, диметиловый эфир, биодизель и в перспективе — водород.

**Диметиловый эфир** ( $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ ) обладает хорошими моторными и, главным образом, экологическими свойствами и может быть получен из природного газа, угля, сланца и других материалов. Однако вследствие пониженной теплотворной способности, равной 6900 ккал/кг, его расход на выполнение единицы работы по сравнению с дизельным топливом (10200 ккал/кг) возрастает почти в 1,5 раза и, в конечном счете, в такой же пропорции снижается беззаправочный пробег локомотива. Низкая плотность диметилового эфира (0,66 г/см<sup>3</sup>) обуславливает необходимость значительных изменений в топливной системе тепловоза, связанных с обеспечением ее плотности и увеличением давления топлива. Стоимость диметилового эфира заметно превышает стоимость дизельного топлива.

**Биодизель** — топливо, основой которого является метиловый эфир, полученный из сырья растительного происхождения (рапсового) пальмового и других масел. В настоящее время ведутся исследования по его применению в основном на автотракторных дизелях в качестве добавок к стандартному топливу. Проведенными в Юго-западном научно-исследовательском институте США (штат Техас) испытаниями дизельного топлива с добавкой 20% биотоплива марки G-3000 на тепловозном дизеле EMDGP38-2 установлено, что применять биогорючее на этом двигателе невыгодно. Однако надо отметить, что в случае его применения несколько уменьшаются вредные выбросы и снижаются потери мощности тепловоза.

**Водород** — топливо будущего. При исчерпании нефтяного и газового топлива конкурентом водорода будет только каменный уголь. В настоящее время стоимость получения водорода из природного газа или воды высока, но во всем мире интенсивно ведутся работы по созданию дешевой технологии получения водорода. Не вызывает сомнения, что в ближайшее время эта задача будет решена. Применение водорода требует создания новых энергетических установок, непосредственно преобразующих его химическую энергию в электрохимическую. К таким установкам относится электрохимический генератор (ЭХУ) на топливных элементах; работы по их созданию широко ведутся в развитых странах мира.

**Природный газ** (Метан) наиболее пригоден для применения на тепловозах. Более того, его энергетические и физические характеристики - повышение по сравнению с дизельным топливом примерно на 10% массовой калорийности, снижение выбросов токсичных продуктов сгорания в 1,5 — 2,0 раза, уменьшение на 30—40% воздействия на смазочные масла, приводящего к их старению, позволяют получить более высокие экономические экологические и ресурсные показатели работы тепловозов.

Кроме того, добыча природного газа более стабильна и имеет тенденцию к возрастанию. Таким образом, наиболее реальным и эффективным направлением решения проблемы устойчивого снабжения тепловозов моторным топливом, снижения расходов на его приобретение, а также повышения экологичности этих локомотивов в эксплуатации является применение природного газа.

Природный газ может находиться в двух состояниях: сжиженном (СПГ) и сжатом, т.е. компримированном (КПГ). Во всех случаях в цилиндры двигателя газ подается в сжатом виде, поэтому выбору подлежит состояние, в котором перевозится запас газа на тепловозе. В сжиженном состоянии природный газ находится при температуре минус 160°С для сохранения его в этом состоянии требуются криогенные емкости. При таком охлаждении плотность увеличивается почти в 600 раз, а в сжатом состоянии до давления 25 МПа (обычное давление в газовых баллонах) — в 250 раз. Следовательно, теоретически в одном и том же геометрическом объеме сжиженного газа может поместиться в 2,4 раза больше, чем сжатого. Однако на практике для сжиженного газа требуется газовойдяной теплообменник с

системой подачи в него горячей воды из дизеля. В связи с тепловой инерционностью теплообменника при резкопеременных режимах нагрузки тепловоза необходимо устанавливать резервную емкость для сжатого газа, что не позволяет полностью реализовать его преимущество по плотности.

Эти агрегаты, устройства автоматики управления, безопасности, а также первичный газозвоздушный теплообменник должны быть размещены на тепловозе. Например, в криогенном тендере тепловоза 2ТЭ116Г вместо криогенных емкостей и указанного оборудования можно установить баллоны со сжатым газом под давлением 25 МПа и разместить в них до 10т газа. В этом же тендере может поместить 17т сжиженного газа, из которых почти 3т составляет технологический запас, необходимый для обеспечения температуры его хранения. Таким образом, на тепловозе запас природного газа в сжиженном состоянии больше, чем в сжатом, практически на 25—28%.

Кроме того, сжиженный природный газ в теплотехническом и эксплуатационном отношении является более сложным видом топлива, чем сжатый. Стоимость криогенных емкостей выше стоимости баллонов для сжатого газа. При утечках сжиженный газ либо быстро испаряется, заполняя объем тендера, либо (при больших утечках) опускается вниз, что создает опасность пожара, взрыва, отравления и ожогов обслуживающего персонала. Для получения, хранения и транспортировки сжиженного газа требуются специальное оборудование, дополнительные территории, а также квалифицированный персонал.

В процессе эксплуатации в верхней части криогенной емкости находится испарившийся газ, давление которого постепенно повышается. При давлении, определяемом прочностью емкости, газ необходимо сбрасывать в атмосферу, что ограничивает продолжительность нахождения тепловоза в закрытых помещениях, а на электрифицированных линиях создает опасность повреждения контактной сети.

Сжатый природный газ находится в состоянии, пригодном для подачи в цилиндры двигателя, но для его хранения требуется создать высокое давление, что связано с определенными трудностями в отношении уплотнения газопроводов и обеспечения безопасности эксплуатации. Кроме того, высокое давление связано с глубоким редуцированием сжатого газа.

Таким образом, каждое из агрегатных состояний имеет свои недостатки, и поэтому выбор одного из них должен соотноситься с условиями эксплуатации тепловозов.

Так, на маневровых тепловозах, где число изменений режимов работы достигает 100 в час, применять сжиженный газ затруднительно из-за инерционности газификатора, и поэтому на газотепловозах ТЭМ18Г применен сжатый природный газ. Запас его, возимый на тепловозе, составляет 850 м<sup>3</sup> при давлении 20 МПа, что обеспечивает межзаправочный срок 2,5—3,0 сут.

Для магистральных тепловозов, режимы работы которых более стабильны, но межзаправочный пробег в связи с их значительным удалением от депо играет большую роль, чем для маневровых, можно рассматривать оба агрегатных состояния. Однако очевидно, что сжиженный газ имеет смысл применять только в тех регионах, где организовано его производство и значительные затраты на создание инфраструктуры газоснабжения оправданы достаточным количеством газотепловозов.

## **1.2. Основы конструкции газотепловоза**

Возможны два варианта организации рабочего процесса тепловозного двигателя с использованием природного газа в качестве моторного топлива: первый - по газовому циклу с искровым зажиганием газозвоздушной смеси в цилиндре, второй - по газодизельному циклу при зажигании газозвоздушной смеси с помощью запальной порции дизельного топлива.

Первый вариант связан с необходимостью уменьшения степени сжатия газа в двигателе, изменения камеры сгорания, создания системы электрического зажигания; при этом уменьшается мощность и ухудшается топливная экономичность двигателя. Например,

нижегородское ОАО «Румо» предлагает двигатели 6ЧН22/28 мощностью 750 кВт, имеющие в газодизельном варианте эту же мощность, а в газовом варианте — мощность, сниженную до 560 кВт (на 26%), и удельный расход топлива, увеличенный на 12%. В последнем варианте возможно полное замещение дизельного топлива газом.

Однако расчеты показывают, что получаемая при этом экономия сводится на нет затратами на дополнительный расход газа, что обусловлено его повышенным удельным расходом.

Немаловажным обстоятельством является то, что при газодизельном цикле обеспечивается конвертируемость двигателя, т. е. его способность работать как на газовом, так и на дизельном топливе. Это имеет большое значение для обеспечения надежности перевозок маневровыми и магистральными тепловозами.

Простота и относительно малая стоимость переоборудования тепловозного дизеля для работы на природном газе, сохранение мощности и топливной экономичности, обеспечение надежности и удобства эксплуатации позволяют сделать вывод о целесообразности применения на тепловозных двигателях газодизельного цикла.

В соответствии с этим на газотепловозе должны быть предусмотрены емкости как для газа, так и для дизельного топлива, а также обеспечена возможность конвертирования работы дизеля простым переключением, без каких-либо добавочных операций.

### **Заключение**

Если рассматривать полностью весь гипотетический проект по переводу тепловозов с дизельного топлива на сжиженный природный газ, то создание локомотива - далеко не самая сложная часть. Более того, «ТрансМашХолдинг» уже произвел один опытный образец. Речь идет про маневровый тепловоз ТЭМ19 с газопоршневым двигателем, работающим на метане. Этот тепловоз даже прошел все испытания и эксплуатируется на Свердловской железной дороге. С 2013 года и по сей день, был произведен в единственном экземпляре.

Рассматривая конструкцию необходимо отметить то, что магистральный тепловоз, работающий на газе, должен быть как минимум трехсекционным. Если тепловоз будет иметь одну секцию, то вдобавок к ней, ему также надо подсоединять цистерну с СПГ, что вызовет дополнительные трудности при перемене направления движения. То есть, локомотивная бригада уже не сможет просто взять и перейти в другую кабину.

Будет возникать та же самая проблема, что была во времена паровозов. Цистерна с газом, подобно тендеру, будет мешать обзору, а значит необходимо снова использовать поворотные круги, петли или треугольники для разворота. По этой причине, тепловоз на газу должен иметь как минимум две тяговые секции, а также бустерную секцию посередине, в которой и будет располагаться емкость с газом и всё сопутствующее оборудование. То есть, итого магистральный тепловоз будет трёхсекционным минимум.

Вышеизложенное тормозит всю идею газификации тепловозной тяги. На создание инфраструктуры, заправочных станции потребуется большое количество денежных средств. Связано это с условиями хранения и транспортировки сжиженного природного газа.

Вложения в такую инфраструктуру вполне сопоставимы с электрификацией линии. Изначально, в ОАО «РЖД», а также в «Газпроме» планируют использовать работающие на газе тепловозы на севере, где этот самый газ добывается и где вполне целесообразно построить всё необходимое.

ОАО «РЖД» испытывает потребность в газификации тепловозной тяги, необходимо решить следующие задачи:

1. Ускорить принятие закона «Об использовании газового моторного топлива».
2. Создание нормативной базы по применению сжиженного природного газа в качестве моторного топлива, включая требования по качеству, пожаро- взрывобезопасности СПГ (как моторного топлива для транспорта).

3. Установить на правительственном уровне максимальную цену на сжиженный природный газ для транспортных средств не выше 50% от стоимости дизельного топлива.
4. Установить систему преференций, налоговых льгот и субсидий для организаций, производящих и эксплуатирующих технику на газомоторном топливе, включая: нулевую ставку ввозной таможенной пошлины на импортное оборудование, предназначенное для производства, хранения и использования СПГ в качестве моторного топлива.
5. Развитие инфраструктуры по производству сжиженного природного газа и организации его доставки потребителю.
6. Предусмотреть финансирование проведения научно-исследовательских работ по повышению энергоэффективности газотурбинных и газопоршневых двигателей для ОАО «Кузнецов» и ОАО «Волжский дизель имени Маминых» в части адаптации к требованиям для железнодорожного транспорта, снижения частоты вращения холостого хода и за счет этого расхода газа, совершенствование процессов сгорания газа, повышение эксплуатационного коэффициента полезного действия.

Выдвинутая в начале исследовательской работы гипотеза: природный газ – действенная замена современным видам топлива, подтверждена.

Эффективность использования этого вида топлива, особенно на отдаленных и неэлектрифицированных участках железной дороги, уже оценили российские компании.

В процессе выполнения проекта были получены новые знания по теме исследования, которые можно продолжить в рамках выбранной темы. Исследовать газотурбовоз, который представляет из себя локомотив с газотурбинным двигателем.

Практическая значимость исследовательской работы, данный материал можно использовать при изучении учебной дисциплины «Общий курс железных дорог» по профессии 23.01.09 Машинист локомотива

### Интернет ресурсы

1. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=517362>
2. <https://www.international.gazprom.ru>
3. <https://www.cyberleninka.ru>
4. <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/prirodnyy-gaz-na-zheleznoy-doroge-perspektivnyy-vid-topliva/>
5. <https://www.gazpronin.ru>