

УДК 621.332.3

Дровяников Александр Алексеевич, студент кафедры
"Электроэнергетика транспорта", Российский университет транспорта
(РУТ(МИИТ))

УЛУЧШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ СЕТИ. МОДЕРНИЗАЦИЯ И НОВОВВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье рассмотрены способы и виды модернизации системы электроснабжения железных дорог. Описаны два основных вида нововведений: системы, работающей на постоянном токе, и на переменном. Приведены рекомендации, по мнению автора, для модернизации системы электроснабжения.

Ключевые слова: электроснабжение железных дорог; модернизация; контактная сеть; технология силовой электроники; трансформатор.

Annotation. This article examines the methods and types of modernization of railway power supply systems. Two main types of innovations are described: systems operating on direct current and on alternating current. Recommendations, according to the author, for modernizing the power supply system are provided.

Keywords: railway power supply; modernization; contact network; power electronics technology; transformer.

Россия имеет огромную территорию с разными климатическими условиями, различной плотностью населения по регионам и большой протяженностью железных дорог (жд). Во многих областях нашей страны жд имеют решающее значение для снабжения предприятий и населения всем необходимым для существования. Поэтому, тема модернизации системы электроснабжения жд является очень актуальной.

Цель исследования: на основании информационных источников рассмотреть и проанализировать возможности модернизации системы электроснабжения жд.

Задачи исследования: описать способы модернизации контактной сети жд. Предложить рекомендации по улучшению ее функционирования.

Контактная сеть жд – это комплекс устройств, предназначенных для передачи электроэнергии от тяговых подстанций к электроподвижному составу через токоприемники. Она является частью тяговой сети и для рельсового электрифицированного транспорта обычно служит ее фазой (при переменном токе 27,кВт) или полюсом (при постоянном токе 3кВт). Контактная сеть (КС) может быть выполнена с контактным рельсом или контактной подвеской [1].

На рисунке 1 представлена схема общей конструкции контактной сети [2]:



Рисунок 1 – Общая схема контактной сети

Контактная сеть является частью тяговой системы (ТС) электрификации жд. Поэтому эффективность функционирования КС зависит от степени модернизации всей ТС электрификации жд.

В настоящее время активно развивается *технология силовой электроники*. Это привело к тому, что традиционные коллекторные двигатели постоянного тока заменяются на асинхронные двигатели трехфазного тока, которые получают питание от электронных преобразователей с регулируемым

напряжением и частотой [3]. Такая модернизация ТС приводит к более бесперебойному функционированию всей системы электрификации, в, том числе, и работе КС.

В мире, и в нашей стране работа ТС на *постоянном токе* осуществляется на ранее электрифицированных участках жд. Сейчас эту схему модернизируют путем применения 3-х проводной системы питания с линией высокого напряжения – от 6 до 24 кВТ.

На рисунке 2 представлена схема работы ТС на постоянном токе 3кВ и схема работы на переменном токе 25кВ [3]:

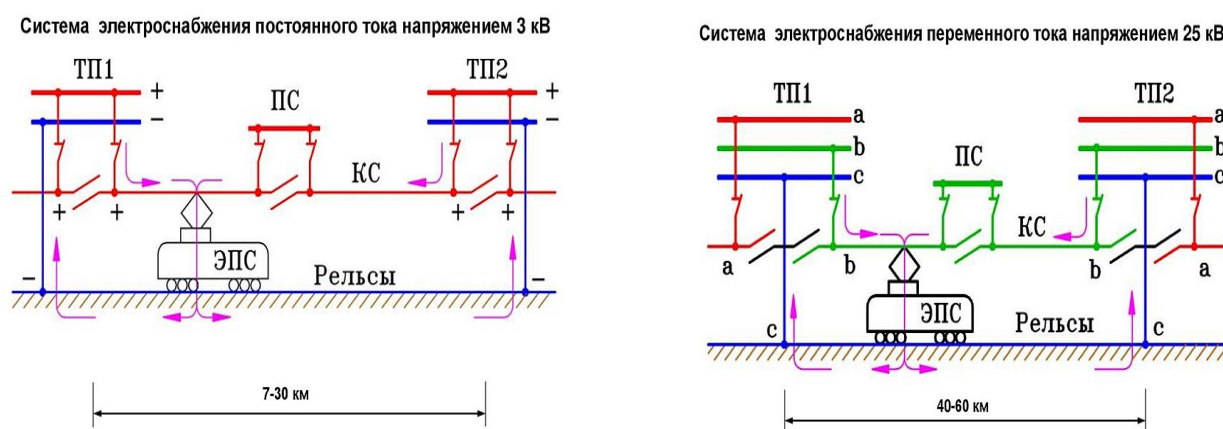


Рисунок 2 – Схемы питания ТС на постоянном и переменном токе

Как видно из рисунка 2, использование работы ТС на переменном токе позволяет значительно увеличить расстояние между подстанциями (в 2 раза).

Функционирование ТС на *переменном токе* позволило снизить потери в сети, увеличить расстояние между подстанциями, а также повысить скорость движения пассажирских поездов [3].

Еще один вид модернизации ТС – это развитие систем электрификации жд *однофазного тока* с промышленной частотой 50 Гц.

Новое направление модернизации ТС – это *внедрение 3-х проводной распределенной* схемы питания с автотрансформаторами. Применение коаксиального кабеля – это очередной этап в улучшении работы ТС.

Другое направление модернизации КС – это применение более современных материалов и технологий изготовления, а также появление и внедрение новых видов оборудования:

- сухие трансформаторы
- комплексные распределительные устройства
- устройства компенсации реактивной мощности
- внедрение функциональных систем технического диагностирования силовых трансформаторов [3].

В последнее время, в связи с ухудшением экологической ситуации во всем мире, стали чаще применять *энергоэффективные технологии*:

- системы рекуперации энергии
- использование альтернативных источников энергии (солнечные панели).

Инновационными технологиями в системе ТС можно считать [4]:

- применение метода «балансировки нагрузки» (батареи, хранящие избыточную энергию, которая вырабатывается в часы низкого потребления, отдают ее в сеть в часы пик)

- увеличение надежности и устойчивости сети (как резерв по время аварий или отключений)

- снижение затрат на электроэнергию за счет оптимизации тарифов.

Существуют *общие направления* модернизации системы электрификации жд, к ним можно отнести следующие [4]:

- расширение электрифицированных участков
- обновление КС с заменой устаревших элементов на более современные
- автоматизация и цифровизация систем управления движением поездов
- инвестиции в возобновляемые источники энергии (солнечная и ветровая)

- госпрограммы, проекты и инициативы во всю систему функционирования жд.

Опираясь на ГОСТ Р 57670—2017 «Системы тягового электроснабжения железной дороги. Методика выбора основных параметров», специалисты рассчитали и разработали план модернизации ТС,

а также была утверждена инвестиционная программа «Обновление устройств электроснабжения, участвующих в передаче электроэнергии» [5].

Программу по *снятию инфраструктурных ограничений* можно считать современной модернизацией ТС и КС. Суть ее в следующем: путем соответствующих расчетов были изменены лимитирующие зоны в хозяйстве электроснабжения (с веса поездов 4,5 тыс. тонн с интервалом прохождения лимитирующего участка 15-20мин, на вес поездов до 7,1 тыс. тонн с интервалом 10 мин) [5].

Условия эксплуатации КС приводят к различного вида негативным воздействиям на все элементы КС. Рассмотрим их [6]:

- метеорологические (температурные изменения; ветер; дождь; туман; снег; образование наледи)

- механические (постоянные нагрузки; вибрации, удары; повышенные временные нагрузки; изнашивание из-за трения)

- электрические (рабочее напряжение; электродуга; внутренние перенапряжения; нагрев проводов из-за протекания токов; атмосферные перенапряжения)

- химические воздействия (пыль; сажа; грунтовые воды; химические активные вещества)

- биотические и антропогенные (птицы; человеческий вандализм).

Опираясь на вышеперечисленные факторы негативного воздействия на КС, напрашивается вывод о необходимости многовариантных нововведений и модернизации КС, и ТС в целом.

Одним из таких вариантов является *метод увеличения пропускной способности жд постоянного тока* за счет подачи электроэнергии одновременно по тяговой сети постоянного тока и продольной линии переменного тока. Продольная 3-х фазная линия 10,5 кВт играет роль дополнительного провода, усиливая тем самым всю ТС [7].

Еще одно нововведение состоит в *подключении к шинам постоянного тока* 3 кВ инвертора и повышающего трансформатора 25 кВ. Метод позволяет

совершить быстрый переход к новой системе питания, не перестраивая полностью существующие тяговые подстанции постоянного тока [7].

ВЫВОДЫ:

ЖД в нашей стране можно считать основным видом транспорта, как для перевозки промышленных грузов, так и для перевозки пассажиров. Поэтому контактная сеть жд, также как и вся тяговая сеть, нуждается в многочисленной модернизации и нововведениях.

На основании рассмотренных информационных источников, можно предложить следующие рекомендации:

1 Повышение уровня напряжения в ТС путем перевода электрифицированной линии на систему электрической тяги однофазного тока напряжением 25 кВ;

2 Применение системы распределенного питания ТС с продольными линиями высокого напряжения на переменном токе – система 2x25 кВ с автотрансформаторными пунктами;

3 Автоматическое поддержание напряжения у токоприемников за счет регулирования напряжения на шинах тяговых подстанций [8];

4 Применение «сухих» силовых трансформаторов;

5 Внедрение новых систем тягового электроснабжения повышенного напряжения 12 и 24 кВ постоянного тока, 94 кВ переменного [9].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Проектирование железных дорог. Контактная сеть. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://kubprostroy.ru/info/articles/kontaktная-set/>.

2 Эксплуатация устройств электроснабжения железных дорог. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://triton52.ru/ekspluatatsiya-ustroystv-elektrosnabzheniya-zheleznyh-dorog>.

3 Инновации в тяговом электроснабжении. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010365?>

4 Научная статья на тему "Электроснабжение железных дорог: современное состояние и перспективы развития". Электронный ресурс. Режим доступа:

<https://infourok.ru/nauchnaya-statya-na-temu-elektrosnabzhenie-zheleznyh-dorog-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-8>

5 Энергетика стальных магистралей. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=1386259&&ysclid=mj70khlmxs841254306>

6 Характеристика контактной сети. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://choco-boom.ru/harakteristika-kontaktnoy-seti>

7 Обзор решений по усовершенствованию систем тягового электроснабжения железных дорог. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/347/78236>

8 Эффективность электрификации железных дорог. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://mypresentation.ru/presentation/effektivnost-elektrifikacii-zheleznyh-dorog>

9 Инновации в железнодорожном электроснабжении. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2013-10a03&ysclid=mj7088q4ry939655133>