



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## Дифференцированное Обеспечение Руководства

---

21/2020

### Альтернативные источники энергии на железных дорогах

В Европе, где на дизельной тяге до сих пор выполняется около 20 % железнодорожных перевозок, все чаще звучат требования полностью или хотя бы частично заменить тепловозы и дизель-поезда на более приемлемый с экологической точки зрения подвижной состав.

Наряду с традиционной системой электроснабжения от контактного провода или контактного рельса существуют две альтернативы – питание от водородных топливных элементов и тяговых аккумуляторов. Возможны также гибридные варианты – дизель-контактный и дизель-аккумуляторный подвижной состав, но они не обеспечивают полного устранения выбросов углекислого газа.

Компанией Alstom построены два моторвагонных поезда Coradia iLint с питанием от топливных элементов, которые находятся в коммерческой эксплуатации в Нижней Саксонии (Германия) с сентября 2018 г., к 2021 г. их число вырастет до 14 ед. Интерес к таким поездам проявили и другие регионы Германии. В мае 2019 г. для транспортного объединения региона Рейн-Майн (RMV) было заказано 27 поездов, которые должны быть поставлены к декабрю 2022 г.

В Японии Научно-исследовательский институт железнодорожной техники (RTRI) проводит испытания опытного поезда на топливных элементах. Железнодорожная компания JR East планирует в 2021 г. приступить к испытаниям двухвагонного поезда, оснащенного топливными элементами и литий-ионными аккумуляторными батареями, а к 2024 г. рассчитывает ввести такие поезда в коммерческую эксплуатацию.

В Республике Корея компании Hyundai Rotem и Hyundai Motor ведут

разработку трамвая на топливных элементах. Также несколько аналогичных проектов осуществляется в Китае.

На отдельных частично электрифицированных участках в Европе и Японии работают поезда, оснащенные тяговыми аккумуляторными батареями. Так, компания JR East с 2017 г. использует двухвагонные аккумуляторные электропоезда для обслуживания маршрута, электрифицированного только на одной трети протяженности.

В Великобритании из 52 электропоездов, заказанных компании Stadler для оператора Merseyrail пригородно-городской сети Ливерпуля, 6 ед. будут оснащены аккумуляторными батареями массой 5 т. В ходе их эксплуатации предполагается оценить эффективность применения тяговых аккумуляторов. Для работы на региональных маршрутах федеральной земли Шлезвиг-Гольштейн в Германии, где электрифицировано только 30 % общей протяженности линий, заказаны 55 аккумуляторных электропоездов FLIRT Akku постройки компании Stadler. Батареи, которыми оснащен поезд, обеспечивают автономный пробег до 150 км. Зарядка батарей возможна как от специально смонтированных коротких отрезков контактного провода на станциях, так и от обычной контактной сети на электрифицированных участках. Работающая на юго-западе Германии компания DB ZugBusRegionalverkehr Alb-Bodensee (дочернее предприятие оператора DB Regio) тестирует аккумуляторный электропоезд Talent 3 постройки компании Bombardier, а в Австрии допущен к эксплуатации с пассажирами поезд Desire ML Cityjet есо постройки Siemens с аккумуляторными батареями, расположенными на крыше.

В ноябре 2019 г. компания Stadler заключила контракт с транспортной администрацией SBCTA округа Сан-Бернардино (штат Калифорния, США) на поставку поезда на топливных элементах для пригородного сообщения Arrow. Предполагается, что в 2024 г. впервые в США поезд на топливных элементах поступит в регулярную эксплуатацию. Поезд состоит из трех секций. В центральной секции разместятся батареи топливных элементов и запас водорода. В качестве опции предусмотрена возможность поставки в дальнейшем еще четырех подобных поездов.

Международная консалтинговая компания Roland Berger в 2019 г. по заказу совместных предприятий Shift2Rail<sup>1</sup> и Fuel Cells<sup>2</sup> & Hydrogen<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Shift2Rail – первая европейская железнодорожная инициатива, которая ищет целенаправленные исследования и инновации (R & I) и рыночные решения, ускоряя интеграцию новых и передовых технологий в инновационные решения для железнодорожных продуктов.

<sup>2</sup> Fuel Cel – устройство, которое превращает энергию химических реакций в электрическую энергию.

<sup>3</sup> Hydrogenics – компания Cummins Inc., является мировым лидером в проектировании, производстве, строительстве и установке промышленных и коммерческих систем для выработки водорода, водородных топливных элементов и накопителей энергии в масштабе MW

провела исследование, чтобы определить, в каких случаях топливные элементы могут иметь преимущества перед тяговыми аккумуляторами с точки зрения технических характеристик и стоимости. Для более точной оценки величины выбросов соединений углерода, так называемого углеродного следа железных дорог, совместно с Рейнско-Вестфальским техническим университетом Ахена было проведено дополнительное исследование загрязняющих выбросов и эффективности использования исходного сырья.

В исследовании для Shift2Rail, были рассмотрены 10 конкретных примеров. Установлено, что в общем случае топливные элементы обеспечивают большую длину пробега без подзарядки и меньшее время заправки, чем аккумуляторные батареи. На моторвагонных поездах они смогут конкурировать с дизелями, когда снизится стоимость производства водорода. Возможно, этого удастся добиться при совместном использовании электролизных установок и заправочной инфраструктуры железными дорогами с другими видами транспорта или нетранспортными потребителями (табл.1).

*Таблица 1. Преимущества альтернативной тяги перед дизельной*

<b>Источники энергии</b>	<b>Основные преимущества</b>	<b>Варианты применения</b>
Аккумуляторные батареи	Простота зарядки при помощи токоприемника на участках, оборудованных контактной сетью. Относительно небольшая потребность в дополнительной инфраструктуре.	Маневровая работа на станциях со значительной деятельностью простоя.
Топливные элементы	Существенно большая дальность пробега, чем при использовании аккумуляторов. Возможность заправки большего числа поездов. Меньшие затраты времени на заправку водородом, чем на зарядку аккумуляторов.	Маневрово-вывозная работа при дальности пробега до 200 км. Магистральные локомотивы и моторвагонные поезда для маршрутов с протяжными неэлектрофицированными участками. Прямое сообщение через границы между странами, в которых применяются различные системы тягового электроснабжения.
Контактная сеть	Значительная доступная мощность. Рекуперация энергии без необходимости ее накопления. Меньшие габариты и масса подвижного состава благодаря отсутствию аккумуляторных батарей и резервуаров с водородом. Более высокая экономичность в случае, если капитальные затраты и эксплуатационные расходы распределены на большее количество поездов	Высокоскоростные линии. Тяжеловесные/длинносоставные грузовые поезда. Пассажирские сообщения с частотой движения не менее 2 поездов/ч.

Традиционная система тягового электроснабжения, как и питание подвижного состава от аккумуляторов и топливных элементов имеют свои достоинства и недостатки, и каждый из этих вариантов, по мнению специалистов может занять определенную нишу.

Электрификация с использованием контактной сети останется наиболее эффективным решением для линий с интенсивным движением несмотря на значительные капитальные затраты. С точки зрения снижения выбросов  $\text{CO}_2$  традиционная электрификация предпочтительна, так как обеспечивает, как правило, наименьший уровень выбросов при различных возможных способах выработки электроэнергии.

Применение подвижного состава с питанием от топливных элементов может быть целесообразно на маршрутах, где интенсивность движения недостаточна, чтобы оправдать электрификацию, а значительная продолжительность рейсов потребовала бы установки аккумуляторных батарей, имеющих значительные габариты и массу. В то же время существенный недостаток топливных элементов – необходимость двойного преобразования энергии, что ведет к определенному увеличению потерь по сравнению с однократным преобразованием при использовании аккумуляторов.

Тяговый привод с аккумуляторными батареями обладает лучшими экологическими характеристиками, чем привод с топливными элементами, даже если учитывать выбросы  $\text{CO}_2$ , при производстве аккумуляторов. Однако масса аккумуляторов ограничивает дальность поездки оснащенных ими поездов, и эта проблема в ближайшем будущем сохранится. Питание от батарей может быть рациональным решением для маневровых локомотивов, обычно имеющих перерывы в работе в течение дня, во время которых они могут подзарядиться, а также для контактно-аккумуляторного подвижного состава.

Несмотря на то, что реализация всех трех вариантов источников питания подвижного состава приводит к значительному уменьшению выбросов  $\text{CO}_2$  по сравнению с дизельными двигателями, полное устранение углеродного следа железнодорожного транспорта возможно лишь в том случае, если для производства электроэнергии будут применяться только источники с нулевыми выбросами – гидроэлектростанции, солнечные, ветряные, геотермальные электростанции и другие альтернативные источники.

Поскольку подвижной состав имеет довольно длительный срок службы, тепловозы и дизель-поезда, еще долго будут оставаться в эксплуатации, особенно в странах, где охране окружающей среды уделяется недостаточно внимания. Разработка методов стимулирования

замены дизельного подвижного состава до истечения его срока службы также может внести вклад в уменьшение углеродного следа железнодорожного транспорта.

*Источник: Railway Gazette International. – 2019. – № 11. – pp. 28-31;  
Железные дороги мира. – 2020. – № 1. – с.56-60;  
Материалы совместного предприятия Fuel Cells and Hydrogen  
([www.fch.europa.eu](http://www.fch.europa.eu)).*