



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

Дифференцированное Обеспечение Руководства

48/2025

Совершенствование тяговых аккумуляторных батарей, используемых на железнодорожном транспорте

В сфере железнодорожного транспорта продолжается работа по поиску решений, которые позволят избавиться от источников энергии, вызывающих вредные выбросы. Благодаря стремительному развитию технологий, поезда на аккумуляторных батареях становятся альтернативой как моторвагонным составам, так и дизельным локомотивам.

Для достижения целей декарбонизации полная электрификация железнодорожных сетей во многих странах считается нецелесообразной, так как в настоящее время доступен ряд технологий и методов, которые могут быть использованы для снижения объемов выбросов парниковых газов в атмосферу.

В ряде стран поезда с питанием от аккумуляторных батарей уже поступили в регулярную эксплуатацию. В октябре 2023 года начали перевозить пассажиров контактно-аккумуляторные поезда FLIRT Akku, поставленные компанией Stadler для транспортного объединения NAN.SH земли Шлезвиг-Гольштейн (Германия).

Эксплуатируемые под брендом Blues гибридные поезда, построенные компанией Hitachi Rail на технологической платформе Masaccio для итальянского национального пассажирского оператора Trenitalia могут работать от контактной сети, дизеля и тяговых аккумуляторных батарей.

Компания Siemens в марте 2020 года получила первый заказ на поставку 20 двухвагонных электропоездов Mireo Plus B, оборудованных литий-ионными тяговыми аккумуляторными батареями. Поезда предназначены для эксплуатации в федеральной земле Баден-Вюртемберг

(Германия) на маршрутах, включающих неэлектрифицированные участки. Два контейнера с батареями размещены под кузовами вагонов. Запас хода при питании от аккумуляторных батарей составляет 120 км. Батареи подзаряжаются при торможении поездов и их движении по участкам, оборудованным контактной сетью. Эксплуатация первых поставленных поездов была начата в апреле 2024 года.

По сравнению с аккумуляторами, устанавливаемыми на электромобилях, к тяговым аккумуляторным батареям для подвижного состава железных дорог предъявляют более высокие требования, касающиеся условий эксплуатации, уровня нагрузки и интенсивности использования. Большинство электромобилей проводят в режиме стоянки около 95 % своего срока службы, а их пробег за 10 лет равен примерно 100 тыс. км, тогда как пригородный поезд, как правило, работает 16 – 18 ч в сутки и 350 дней в году, а срок его службы составляет 30 – 35 лет. Соответственно, у аккумуляторов, применяемых на поездах, более частые циклы зарядки/разрядки.

Аккумуляторы, предназначенные для подвижного состава железных дорог, должны работать до 15 лет с несколькими циклами зарядки/разрядки в день. В идеальном случае за все время службы поезда требуется только одна замена аккумуляторов. К числу важнейших требований к тяговым аккумуляторам относится пожарная безопасность.

При зарядке и разрядке батарей необходима значительная мощность в широком диапазоне температур и уровня зарядки. Операторы стремятся максимально использовать аккумуляторы и минимизировать совокупную стоимость владения.

Тяговые аккумуляторы подвижного состава должны выдерживать воздействие неблагоприятных внешних условий, например солнечного излучения, если они расположены на крыше подвижного состава, или ударов частиц балласта, если установлены под вагонами.

На подвижном составе используются преимущественно литий-ионные батареи. Наиболее перспективными среди них считаются литий-никель-марганец-кобальт-оксидные (NMC), литий-никель-кобальт-алюминий-оксидные (NCA) и литий-железо-фосфатные (LFP) аккумуляторы. Их наименования определяются материалом катода аккумулятора. В качестве материала анода в аккумуляторах обычно используется графит. В зависимости от области применения возможен достаточно большой разброс значений концентрации активного материала. Например, у аккумулятора NMC 622 катод на 60 % состоит из никеля, на 20 % – из марганца и на 20 % – из кобальта.

При создании элементов, из которых собирают аккумуляторные батареи, всегда приходится находить компромисс между несколькими их параметрами, прежде всего между удельной энергоемкостью, мощностью и сроком службы. Элементов, обладающих оптимальными показателями по всем основным характеристикам, в настоящее время не существует. Однако исследования продолжаются, и в дальнейшем ситуация может измениться. Кроме того, к существенным параметрам аккумуляторов относятся надежность, экологичность и стоимость.

Вследствие достаточно жестких условий эксплуатации накопленное значение нагрузки на тяговые аккумуляторные батареи, применяемые на железнодорожном подвижном составе, примерно в 20 раз выше по сравнению с батареями, устанавливаемыми на электромобилях. Поэтому для аккумуляторов, предназначенных для железнодорожного транспорта, требуются иные химические составы. В настоящее время предпочтение чаще всего отдают литий-титанат-оксидным аккумуляторам, поскольку такое сочетание обеспечивает высокий уровень пожарной безопасности, возможность быстрой зарядки и достаточную длительность цикла между нею, продолжительный срок службы при различных температурах окружающей среды. Эти аккумуляторы способны работать в широком диапазоне состояния заряда без ограничений по мощности.

Разработанные компанией АВВ модули литий-титанат-оксидных тяговых аккумуляторов Мах 8С предназначены для подвижного состава рельсового и безрельсового транспорта. Они рассчитаны на 20 тыс. циклов зарядки/разрядки, срок их службы достигает 15 лет. Номинальная энергоемкость модулей составляет от 20,3 до 33 кВт·ч, номинальное напряжение – от 442 до 718 В, масса – от 338 до 551 кг.

Модули устанавливаются на крыше или под полом подвижного состава и имеют жидкостное охлаждение. Модули тяговых аккумуляторов семейства Мах 10С могут применяться на гибридном подвижном составе, оборудование которого получает питание как от тяговых аккумуляторов, так и от дизель-генератора либо батарей топливных элементов. При сроке службы до 15 лет они рассчитаны на 40 тыс. циклов зарядки/разрядки. Их номинальная энергоемкость составляет от 17,7 до 28,7 кВт·ч.

На выставке InnoTrans 2024 компания АВВ представила компактные и легкие литий-титанат-оксидные батареи семейства Traction Battery Pro. Модульная конструкция позволяет получать различные значения выходного напряжения батарей в пределах от 350 до 1050 В. К их достоинствам относятся также долговечность, безопасность и устойчивость к низким температурам; при этом их габариты на 10-20 % меньше по сравнению с батареями предыдущих серий. В случае необходимости увеличения емкости

несколько модулей батарей могут быть соединены параллельно.

В январе 2025 года АВВ и чешская Škoda Group договорились о долгосрочном партнерстве в продвижении на рынок контактно-аккумуляторных поездов. В качестве первого шага соглашение предусматривает поставку и техническое обслуживание в течение 15 лет 195 модулей тяговых аккумуляторов Traction Battery Pro 8С-850 производства АВВ для 15 контактно-аккумуляторных поездов, которые Škoda Group строит по заказу железных дорог Чехии (ČD). Заказ стоимостью около 20 млн евро был размещен в декабре 2024 года. Первый в Чехии контактно-аккумуляторный поезд постройки Škoda Group перевозит пассажиров с декабря 2024 года.

Модуль Pro 8С-850 емкостью 33,9 кВт·ч, массой 475 кг допускает быструю зарядку до 80 % в течение 12 минут, рассчитан на 20 тыс. циклов зарядки/разрядки, оборудован системой жидкостного охлаждения и может работать в диапазоне температур от –30 до +55 °С. Габариты модуля составляют 1680×722×280 мм.

*Источники: Материалы компании АВВ (www.new.abb.com);
International Railway Journal, 2025, № 2, pp. 28 – 29;
Railway Gazette International, 2025, № 3, pp. 22 – 23;
Железные дороги мира. – 2025. – № 5. – с. 44-47*