

## Секция III ЭНЕРГЕТИКА

---

### БЕЛОРУССКАЯ АЭС И БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

**М. В. Андрейчиков**

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель В. М. Овчинников

Как известно, Белорусскую АЭС общей мощностью 2400 МВт планируется ввести в эксплуатацию к концу 2020 г. (первый блок к концу 2019 г.). Это позволит на 22 % увеличить энерговооруженность нашей страны, причем самым удобным видом энергии – электрической. При этом ежегодное замещение дорогого для нашего государства природного газа составит 5 млрд м<sup>3</sup>, а снижение выбросов парниковых газов в год – от 7 до 10 млн т.

Ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС позволит создать энергоемкие производства в Беларуси. К ним следует отнести электрический транспорт, который, особенно грузовой, может работать в ночные часы. Последнее, как известно, связано со спецификой работы АЭС. Известно, что АЭС имеет жесткую характеристику, т. е. мощность ее примерно одинакова, а не является мобильной в зависимости от потребления. Поэтому транспортные средства, имеющие в своей конструкции аккумуляторные батареи, могут подзаряжаться в ночные часы и в нерабочие дни. Следовательно, будет более полное, а значит, и наиболее экономичное использование мощности АЭС во время ее малой нагрузки, поскольку это достигается использованием «лишней» мощности, генерируемой электростанцией.

В наибольшей степени условиям возможного потенциального использования «лишней» мощности Белорусской АЭС удовлетворяет такая крупная транспортная система, как Белорусская железная дорога. Учитывая особенности и специфику функционирования железной дороги, целесообразно рассматривать варианты внедрения автономного электрического подвижного состава в маневровом движении, которое осуществляется, как правило, в пределах крупных транспортных узлов и где реально обеспечить всю инфраструктуру для обслуживания данного вида транспорта.

Внедрение на Белорусской железной дороге новых маневровых тепловозов серии ТМЭ (ТМЭ1, ТМЭ2, ТМЭ3) позволило существенно повысить экономико-экологические характеристики локомотивов в маневровой работе. Однако существенную роль в выполнении маневровой работы на сегодняшний день все еще играют устаревшие маневровые тепловозы серии ЧМЭ3, полностью заменить которые на сегодняшний день не представляется возможным. Экономические и экологические характеристики данных тепловозов не соответствуют многим современным требованиям, предъявляемых к данному виду подвижного состава. Как следствие, возникает необходимость проведения модернизации тепловозов ЧМЭ3. Таким образом, предлагается проводить модернизацию путем перевода данных локомотивов на автономную электрическую тягу.

Первый опыт в этом направлении показал Всероссийский научно-исследовательский конструкторско-технологический институт подвижного состава (ВНИКТИ), который по заказу Московской железной дороги разработал пока единственный локомотив аккумуляторный маневровый (ЛАМ), построенный на базе тепловоза серии

ЧМЭЗ. При этом сохранено основное оборудование тормозной системы. Силовая установка со всеми относящимися к дизелю системами и часть электрооборудования демонтированы. Оставлено лишь то электрооборудование, которое используется в схеме электровоза: тяговые электродвигатели, реверсор, контроллер машиниста, приборы освещения, защиты, сигнализации и связи. На освобожденном месте были размещены щелочные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи: четыре тяговые и одна для собственных нужд.

Однако применение никель-кадмиевых батарей на данном локомотиве повлекло за собой ряд существенных недостатков: продолжительная зарядка батарей (порядка восьми часов), узкий температурный диапазон эксплуатации, небольшая емкость силовой аккумуляторной батареи и, как следствие, низкий запас хода.

В последнее время все большее распространение получают литий-ионные аккумуляторные батареи. Производство литий-ионных аккумуляторных батарей представляет собой быстрорастущий и многообещающий сегмент рынка. Высокая емкость литий-ионных батарей, хорошие нагрузочные характеристики, а также возможность быстрой зарядки позволяют применять их на локомотивах.

Все литиевые аккумуляторы характеризуются достаточно высокой сохранностью. Потеря емкости за счет саморазряда не превышает 5–10 % в год. Одним из главных преимуществ литий-ионного аккумулятора является отсутствие «эффекта памяти», что делает аккумулятор нечувствительным к неполным циклам заряда-разряда и расширяет диапазон его эксплуатации.

Следовательно, модернизация силовой установки путем применения блока литий-ионных аккумуляторных батарей возможна. При этом блок аккумуляторных батарей заменяет собой дизель-генераторную установку и питает тяговые электродвигатели. Для модернизации силовой установки тепловоза ЧМЭЗ литий-ионной аккумуляторной батареей целесообразно выбрать батарею с наибольшей энергетической плотностью, так как имеются жесткие ограничения пространства установки, а также ограничение по массе.

Для соблюдения тяговых свойств локомотива силовая установка должна обеспечивать повторение внешней характеристики тягового генератора тепловоза ЧМЭЗ.

Литий-ионные батареи позволяют разряжать себя относительными токами до 2 С (С – номинальная емкость аккумулятора), при этом сохраняя прежнюю емкость и не подвергая батареи быстрому старению. Разрядка батарей током до 1,685 С позволит избежать просадки напряжения при низком уровне заряда и при эксплуатации в зимних условиях, что положительно сказывается на эксплуатации силовой аккумуляторной установки.

Согласно проведенным предварительным расчетам все затраты по модернизации тепловоза ЧМЭЗ с использованием блока литий-ионных аккумуляторных батарей в качестве силовой установки должны окупиться в течение шести лет.

Срок окупаемости проекта перевода локомотива на электрическую тягу рассчитан без учета затрат на приобретение электрической энергии от энергоснабжающих организаций, подчиненных ГПО «Белэнерго».

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169 «Об утверждении комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной станции» предусматривается установка электродвигателей на ТЭЦ энергоснабжающих организаций, подчиненных ГПО «Белэнерго», суммарной электрической мощностью 535 МВт. По мнению авторов, строительство котлов, особенно на ТЭЦ – мероприятие необходимое и направ-

ленное на интеграцию БелАЭС в энергосистему путем облегчения прохождения ночных минимумов потребления электрической энергии. В то же время его нельзя назвать экономически эффективным. Использование электрической энергии в электрокотлах на ТЭЦ для нагрева теплоносителя и последующего преобразования в электрическую энергию может привести к повышению себестоимости электрической и тепловой энергии.

Электроэнергию целесообразней использовать в реальном секторе экономики (в том числе на маневровом транспорте) даже с применением тарифа, равного нулю в ночное время. Это позволит существенно снизить себестоимость товаров и услуг наших предприятий, повысить привлекательность ведения бизнеса на территории Республики Беларусь для инвесторов, а также сократить затраты республиканского бюджета на мероприятия, направленные нахождение ночных минимумов электрической нагрузки в энергосистеме.

В случае перехода на аккумуляторную тягу изменяются и экологические характеристики тепловоза – выбросы загрязняющих веществ снижаются до нуля, тем самым значительно уменьшается негативное влияние на окружающую среду. В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется примерно 250 единиц маневровых тепловозов типа ЧМЭЗ. Суммарно за год они сжигают около 20 тыс. т дизельного топлива на сумму более 11 млн долл США. При этом в атмосферу выбрасывается почти 1 тысяч т загрязняющих веществ (угарного газа, диоксида азота и др.), а также несколько тыс. т углекислого газа, который является основным парниковым газом. Осуществление технически возможного перевода на электротягу не менее половины устаревших маневровых тепловозов ЧМЭЗ принесло бы ощутимый эффект в сферах энергосбережения, экономики и экологии.