

– производиться из возможностей республиканского бюджета, но при этом предусматривать годовую закупку транспорта не менее определенного количества.

Показателем результативности субсидирования должно выступать увеличение производства и приобретения инновационного городского пассажирского транспорта на электротяге в отчетном году по отношению к предыдущему году.

После окончания периода 2021–2025 годов необходимо предусмотреть планомерное снижение субсидирования.

В сфере энергетики при переводе городского пассажирского транспорта на электротягу необходимо учитывать следующие факторы: требования по минимальному и максимальному количеству подвижного состава, переводимого на электротягу, в действующих нормативных правовых актах не определены; существующая инфраструктура распределительных сетей в целом достаточна для установки зарядных станций; существует возможность на период до 2025 года определить места расположения зарядных станций, не требующих усиления распределительной сети; ограничения на объем потребления электрической энергии городским пассажирским транспортом на электротяге отсутствуют; при обеспечении стабильной работы энергосистемы после ввода в эксплуатацию БелАЭС важным фактором становится потребление электроэнергии в ночное время, а следовательно, использование электробусов с ночной зарядкой.

Величина тарифа на электроэнергию для городского пассажирского транспорта на электротяге должна отвечать следующим условиям: обеспечивать безубыточность работы энергоснабжающих организаций; обеспечивать снижение удельных затрат на тягу электробуса по сравнению с транспортом с двигателем внутреннего сгорания; обеспечивать компенсацию затрат на приобретение городского пассажирского транспорта на электротяге по сравнению с транспортом с двигателем внутреннего сгорания, включая возмещение затрат на развитие инфраструктуры зарядных станций.

При расширении зоны эксплуатации электробусов, т. е. формировании маршрутов в малых городах и пригородных маршрутов, возникнет необходимость строительства маршрутной инфраструктуры и организации технического обслуживания электробусов.

До начала производства электробусов с ночной зарядкой потребуются:

- провести научно-исследовательские работы по анализу и проектированию линейной инфраструктуры электробусов для использования в малых городах и на пригородных маршрутах;
- создать сети региональных центров коллективного технического обслуживания электробусов и организовать службы оказания технической помощи на удаленных маршрутах.

Целевыми показателями перевода городского транспорта на электротягу должны выступать:

- увеличение доли подвижного состава городского пассажирского транспорта на электротяге в общем количестве подвижного состава, выполняющего городские и пригородные перевозки пассажиров в регулярном сообщении;
- увеличение доли протяженности маршрутной сети электробусов, троллейбусов и трамваев.

При осуществлении контроля индикативными показателями могут выступать: увеличение длины маршрутов городского пассажирского транспорта на электротяге; сокращение потребления моторного топлива; увеличение потребления электрической энергии; уменьшение объема импортируемого топлива, замещаемого на электроэнергию за счет перевода подвижного состава городского пассажирского транспорта на электротягу; снижение выбросов парниковых газов за счет перевода подвижного состава городского пассажирского транспорта на электротягу.

УДК 621.311.1

## **УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

*М. П. МАЛАШЕНКО*

*Департамент по энергоэффективности Госстандарта, г. Минск, Республика Беларусь*

Наша страна от 70 до 90 % производимой продукции реализует на внешних рынках. При этом сырье для этой продукции закупается Республикой Беларусь также на внешних рынках. Поэтому

для успешности экономики в нынешних условиях нашим производителям необходимо снижать себестоимость продукции, одной из составляющих которой, как известно, является энергетическая.

Хозяйственный комплекс Беларуси характеризуется структурой потребления энергоресурсов, в которой доминирует тепловая составляющая – около 77 % в среднем по промышленности. При этом более половины (55,6 %) в структуре приходной части энергобаланса Республики Беларусь занимает импортный природный газ.

В настоящее время снижение потребления природного газа в электроэнергетике и хозяйственном комплексе решается путем замены на местные виды топлива (МВТ), а также на возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

К местным видам топлива в Беларуси можно отнести торф, бурые угли, попутный газ, топливную древесную щепу и отходы деревообработки.

Торф – ценнейшее сырье, к запасам которого следует относиться рачительно, но энергетический потенциал торфа невелик. Из торфа экономически целесообразней получать торфоминеральные удобрения, активированный уголь, кормовые добавки и т. д.

Бурые угли не добываются в месторождениях Беларуси, поскольку на нынешнем этапе это нерентабельно.

Попутный газ имеет лишь местное значение, т. к. его приходится сжигать вблизи от места добычи нефти и из-за малого количества его не хранят.

Основным источником местных топливно-энергетических ресурсов (МТЭР) Республики Беларусь являются дрова, щепа топливная и отходы деревообработки. Доля их в балансе возобновляемых источников энергии составляет 90 %.

Для обеспечения энергетической безопасности Республики Беларусь необходимо продолжить наращивание объемов заготовки древесного топлива и его использования в энергетических целях.

Однако с учетом специфики использования древесного топлива, т. е. потребляющие его энергоустановки должны находиться вблизи от сырьевых баз, чтобы уменьшить транспортно-заготовительную составляющую себестоимости, предусматривается к 2025 году увеличить объем использования древесного топлива на 500 тыс. т у. т., что эквивалентно 435 млн м<sup>3</sup> импортируемого природного газа. В результате объем древесного топлива будет доведен до уровня 8 млн м<sup>3</sup> в год, что позволит заместить древесным топливом около 13 % импортируемого природного газа.

Исходя из интересов страны в ближайшие годы актуальную задачу снижения энергоёмкости продукции наименее затратно следует решать путем качественного повышения эффективности использования природного газа.

Одним из резервов снижения потребления импортируемых первичных энергоресурсов является повышение эффективности теплотехнологий. В Беларуси доминируют энергоёмкие теплотехнологии (изготовление цемента, стекла, химических волокон, нефтепереработка и прочие), которые сопровождаются выходом различных побочных потоков, называемых вторичными энергоресурсами (ВЭР).

Однако в настоящее время низкпотенциальные тепловые ВЭР не используются. И это наследие прошлого, когда цена энергоресурсов была низкой и не было необходимости использовать эти низкотемпературные энергоресурсы. Следствием этого явилось отсутствие производства соответствующего оборудования для использования этих ВЭР и подготовки квалифицированных кадров для разработки и эксплуатации оборудования по использованию низкотемпературных ВЭР, имеющих температуру до +50 °С и не востребованных промышленностью.

Изменить ситуацию могут тепловые насосные установки (ТНУ). В случае их применения следует ожидать качественных изменений в системах теплоснабжения, сопоставимых с теми, что достигнуты переходом к теплофикационному производству энергопотоков. Наиболее пригодны для этого абсорбционные бромисто-литиевые тепловые насосы (АБТН), что убедительно показано, например, в [1, 2].

Известно, что в системах теплоснабжения наиболее распространены отопительные и производственно-отопительные котельные. Для повышения энергоэффективности котельных практикуется охлаждение уходящих газов с помощью контактных теплообменников, в результате чего получается поток теплоносителя с температурой +30 °С. Дальнейшее достижение ещё большего энергосберегающего эффекта за счет утилизации этих низкотемпературных тепловых ВЭР может быть обеспечено с помощью абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов (АБТН), которые могут поднять температуру теплового потока до +85 °С. При этом снижение расхода топлива на котельных составит 15 % при сохранении отпускаемого количества теплоты.

Другими теплогенерирующими источниками являются ТЭЦ, на которых следует использовать сбросные потоки систем оборотного водоснабжения сопряженных промышленных предприятий.

Примеров подобного успешного использования промышленных низкотемпературных тепловых ВЭР в мире достаточно. Следовательно, в Беларуси сложились объективные условия для того, чтобы внедрять опыт передовых стран мира по повышению эффективности использования природного газа. Следует перейти к качественно новому этапу энергосбережения, двигаясь по пути объединения возможностей энергетических и промышленных производств, не боясь существенно увеличить импорт природного газа. Энергосберегающий потенциал всех ТЭЦ энергосистемы и сопряженных с ними предприятий в 087 млрд м<sup>3</sup>/год, что составляет 4,5 % от существующего потребления природного газа в стране.

Подводя итог, следует констатировать, что утилизацию низкотемпературных ВЭР наиболее целесообразно осуществлять на базе абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов.

Применение АБТН позволит обеспечить:

– снижение потребления топлива на 15 % при сохранении генерируемой тепловой энергии за счет улучшения термодинамических параметров котельной (охлаждение уходящих дымовых газов до +30 °С);

– экономию до 40 % на теплотехнических промышленных предприятиях в системе их теплоснабжения и непосредственно в теплотехнологиях.

#### Список литературы

1 Малащенко, М. П. Повышение энергетической эффективности и снижение энергетической составляющей себестоимости продукции теплоэнергетических и теплотехнических производств в современных условиях / М. П. Малащенко, В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергоэффективность. – 2019. – № 8. – С. 8–15.

2 Романюк, В. Н. Время применения абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов на ТЭЦ Беларуси / В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергия и Менеджмент. – 2017. – № 2. – С. 2–5.

УДК 625.331

## РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*М. А. МАСЛОВСКАЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На электрифицированные линии приходится доля общего объема железнодорожных перевозок страны больше, чем их удельный вес в протяженности сети. На электрифицированных линиях достигаются преимущества, которые даёт электрическая тяга: меньшая себестоимость перевозок, экономия топливно-энергетических ресурсов, уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. Эти показатели различны для разных стран, во многом они зависят от конкретных составляющих себестоимости перевозок, но то, что промышленно развитые страны мира в разное время стали на путь электрификации железных дорог, осуществляя её разными темпами, говорит о положительной, а в некоторых странах и приоритетной тенденции в применении электрической тяги.

Согласно государственной программе развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы планируется внедрение на Белорусской железной дороге ряда инвестиционных проектов, в том числе электрификация железнодорожных участков, развитие систем автоматики, телемеханики и связи, приобретение тягового и моторвагонного подвижного состава, вагонов грузового и пассажирского парков. Финансирование предусматривается за счет собственных средств Белорусской железной дороги, заемных средств и средств всемирного банка [1].

Выполнение государственной программы обеспечит к 2020 году по отношению к 2015-му увеличение объемов перевозок грузов и пассажиров, снижение потребления условного топлива на тягу поездов после электрификации железнодорожных участков и перевода движения поездов на электровозную тягу, увеличение объема перевозок экспортных грузов, уменьшение энергоемкости на выполнение перевозок грузов и пассажиров на железнодорожном транспорте.

С учетом прогнозов по структуре и объемам перевозок наиболее грузонапряженными до 2020 года останутся участки Витебск – Полоцк, Полоцк – Бигосово и Барановичи – Лунинец – Ситница. Анализ показывает: среди неэлектрифицированных участков, которые наиболее влияют на конку-