

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-

рентоспособность Белорусской железной дороги и повышение ее транзитной привлекательности, – участки направления Витебск – Полоцк – Бигосово. Как отметил начальник Белорусской железной дороги, к 2030 году должны быть электрифицированы основные грузонапряженные участки, чтобы максимально использовать экономическую эффективность электровозной тяги. Приоритетом для развития дороги является повышение скоростей движения поездов. Уже сегодня на отдельных участках маршрута Минск – Брест электропоезда движутся со скоростью 160 км/ч, на некоторых перегонах между Минском и Гомелем – 140 км/ч.

Электрификация участков Полоцк – Бигосово и Витебск – Полоцк зависит от электрификации латвийской стороной участка Даугавпилс – госграница с Беларусью, а также электрификации участка Рудня – Смоленск Российской Федерацией. Направление Витебск – Полоцк – Бигосово весьма значимо для создания Белорусской магистралью благоприятных условий сотрудничества, повышения конкурентоспособности и привлечения транзитного грузопотока. На направлении Орша – Витебск – Полоцк – Бигосово достигается наибольшая эффективность от капитальных вложений, что нужно учитывать при выработке стратегических долгосрочных решений. Необходима информация от железнодорожных администраций России, Латвии, Украины по прогнозам объемов и структуре перевозок, а также о решении электрификации приграничных с Беларусью участков. В период с 2016 по 2020 год основная часть финансирования направлена на развитие железнодорожной инфраструктуры. В числе приоритетных целей новой госпрограммы – развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, внедрение гибких технологий перевозочного процесса, которые бы обеспечивали повышение производительности труда и конкурентоспособность организаций железнодорожного транспорта [2].

Электрификация участков Белорусской железной дороги способствует экономии условного топлива на тягу поездов, уменьшению количества тяговых плеч, локомотивов и локомотивных бригад, что в итоге сокращает эксплуатационные расходы. Электрификация железной дороги не только повышает ее пропускную и провозную способность, но и увеличивает производительность труда, она в несколько раз дешевле, чем строительство двухпутных вставок [3].

Одним из критериев оценки эффективности электрификации участков железной дороги и выбора ее наиболее оптимальной последовательности реализации является изменение эксплуатационных расходов, т. е. сопоставление их величины по рассматриваемым участкам при существующей инфраструктуре и при электрификации. Эксплуатационные расходы на электрифицируемых участках железной дороги дополнительно включают в себя: стоимость расходуемой электроэнергии; расходы по ремонту и реновации подвижного состава; по содержанию локомотивных бригад; расходы на устройство и содержание тяговых подстанций, контактной сети; расходы на устройства электроснабжения, связи и СЦБ.

Расчёт эксплуатационных расходов выполняется в соответствии с отраслевыми особенностями формирования затрат и себестоимости работ на железнодорожном транспорте. Эксплуатационные расходы на грузовые и пассажирские перевозки на электрифицируемых участках определяются методом расходных ставок, суть которого заключается в следующем: расходы, зависящие от работы подвижного состава, разбиваются на части по своему назначению, причём каждая такая часть зависит от какого-либо конкретного измерителя работы; устанавливается расходная ставка на каждый измеритель работы, которая показывает расходы, зависящие от этого измерителя; для конкретных условий рассчитывается количество измерителей работы каждого вида; умножением расходной ставки на соответствующее число измерителей работы получается величина расходов, зависящих от этого измерителя; суммированием всех расходов, зависящих от измерителей, определяется величина эксплуатационных расходов [3].

Расчёт суммарных дисконтированных расходов производится по известной методике, приведенной в [3] при ценах на топливно-энергетические ресурсы: дизельное топливо – 1,34; 1,53 и 1,68 руб./кг; электроэнергия – 0,24; 0,22; 0,20 руб./кВт·ч.

Построив графики зависимостей суммарных дисконтированных расходов от грузонапряженности при тепловозной и электрической тяге, определяют грузонапряженность, соответствующая переходу к электрической тяге, полученная точкой пересечения графиков. Так как цены на дизельное топливо и электроэнергию колеблются в широких пределах, то возникает зона равноэкономических решений т. е. интервал грузонапряженности в котором суммарные дисконтированные расходы при тепловозной и электрической тяге различаются не значительно. В результате выполнения расчетов для грузонапряженных участков Белорусской железной дороги, таких как Витебск – Полоцк, Полоцк – Бигосово, Орша – Витебск, Барановичи – Лунинец, Лунинец – Калинковичи и других, установлена зона равноэкономических решений,  $\Gamma = 15...20$  млн ткм на км в год.

При пуске в эксплуатацию Белорусской АЭС и снижении цен на электроэнергию интервал грузонапряженности сместится в меньшую сторону.

Таким образом, электрификация Белорусской железной дороги является существенным ресурсосберегающим мероприятием.

#### Список литературы

1 Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь № 345 от 28.04.2016.

2 Белорусская железная дорога [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа : [http://www/rw/by](http://www/rw.by). – Дата доступа : 10.08.19.

3 Турбин, И. В. Изыскания и проектирование железных дорог : учеб. для вузов / И. В. Турбин. – М. : Транспорт, 1989. – 479 с.

УДК 678.06:62-762

### СОСТАВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШАРОВЫХ КРАНОВ

*В. В. МИКЕЛЕВИЧ, В. Г. СОРОКИН, Т. Н. ПЫЖИК, А. В. МЕДВЕДЬ*

*Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Республика Беларусь*

**Введение.** Одной из наиболее значимых задач для трубопроводной арматуры является перекрытие потока транспортируемой жидкой или газообразной среды. Эта задача является актуальной как для бытовых потребителей, так и для крупных промышленных предприятий. Решается она путем установки на трубопровод специальной трубопроводной арматуры, служащей для перекрытия потока [1–3].

Шаровые краны – решение задачи перекрытия потока.

Цель настоящего исследования – разработать состав композиционного материала на основе термоэластопласта с полимерными компонентами и технологию, технологическую оснастку для переработки его в уплотнительные кольца для шаровых кранов.

**Материалы, методика и техника эксперимента.** В кранах шарового типа герметичность соединения запорного органа и корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами. Тип материала колец, их механические и химические свойства играют большую роль при выборе области применения и конструкции данного вида запорной арматуры.

В связи с этим в зависимости от условий эксплуатации применяют различные уплотнительные материалы. Наиболее распространены металлические уплотнения из алюминия, бронзы, латуни [1].

Как наиболее прогрессивный материал для герметизирующих уплотнений шаровых кранов можно выделить политетрафторэтилен (тефлон) [2]. Он доминирует над остальными материалами, т. к. в чистом виде может выдерживать, сохраняя прочностные свойства, повышение температуры до 230 °С.

Есть, правда, один недостаток – текучесть даже при сравнительно небольших нагрузках. Седельные кольца шаровых кранов в сборе, выполненные из фторопласта, находятся в напряженно-деформированном состоянии, а этот материал имеет свойство при таком состоянии «течь», что приводит через определенное время к нарушению герметичности и потере работоспособности запирающего устройства.

Для исследований использовали материалы на основе ТПУ (термопластичный полиуретан) с добавлением в различном процентном содержании СФД (сополимер формальдегида) и АБС-пластика (акрилбутадиенстирол). Цель применения компонентов в виде добавок СФД и АБС-пластика – повышение эксплуатационных характеристик уплотняющего элемента, а также повышение ресурса его работы. Образцы для испытаний были изготовлены методом литья под давлением на термопластавтомате ДЕ 3130. Перед изготовлением образцов из композитов гранулы различных материалов в определенном процентном соотношении смешивали термомеханическим способом.

Для компьютерного моделирования механических, физических и даже химических процессов выбран программный продукт SolidWorks Simulation. Система автоматизированного проектирования SolidWorks является интегрированной средой трехмерного параметрического моделирования, использующей традиционный интерфейс операционных систем семейства Windows Microsoft [3].