

май 2018

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ



ОДО «Акваэкология»:
внедрение
ресурсосберегающих
инженерных решений
**в промышленности,
энергетике,
коммунальном
хозяйстве**



АКВАЭКОЛОГИЯ

**ОДО «Акваэкология»: электроды
и баки-аккумуляторы
в системах теплоснабжения**

Стр. **2**

**Энергомодернизация
многоквартирных жилых зданий**

Стр. **4, 20–23**

**Как интегрировать АЭС
в энергосистему?**

Стр. **8**

Научно-практический журнал

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Мы публикуем
ТОЛЬКО
достоверные
материалы,
имеющие научную
и практическую
ценность!



Идет
подписка
на 2-е полугодие
2018 года

- ▶ в редакции по тел./факсу:
(+375 17) 348 82 61
или e-mail: uvic2003@mail.ru
- ▶ на сайте www.bies.by

подписной индекс

7 5 0 9 9 2



Ежемесячный научно-практический журнал.
Издается с ноября 1997 г.

№5 (247) май 2018 г.

Учредители:

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь
Инвестиционно-консультационное республиканское унитарное предприятие «Белинвест-энергосбережение»

Редакция:

Начальник отдела Ю.В. Шилова
Редактор Д.А. Станюта
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Корректор И.С. Станюта
Подписка и распространение Ж.А. Мацко
Реклама А.В. Филипович

Редакционный совет:

Л.В.Шенец, к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии, главный редактор, председатель редакционного совета

В.А.Бородуля, д.т.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, зам. председателя редакционного совета

В.Г.Баштовой, д.ф.-м.н., профессор кафедры ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ

А.В.Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный член РААСН, зав. кафедрой «Строительные и дорожные машины» БНТУ

С.П.Кундас, д.т.н., профессор кафедры теплоснабжения и вентиляции БНТУ

И.И.Листван, д.т.н., профессор, академик, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

А.А.Михалевич, д.т.н., академик, зам. Академика-секретаря Отделения физико-технических наук, научный руководитель Института энергетики НАН Беларуси

А.Ф.Молочко, зав. отделом общей энергетики РУП «БЕЛТЭИ»

Ф.И.Молочко, к.т.н., гл. специалист отдела общей энергетики РУП «БЕЛТЭИ»

В.М.Овчинников, к.т.н., профессор, руководитель НИЦ «Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте» БелГУТа

В.М.Полюхович, к.т.н., директор Департамента по ядерной энергетике Минэнерго

В.А.Седин, д.т.н., профессор, зав. кафедрой промышленной теплоэнергетики и теплотехники БНТУ

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.

Тел./факс: (017) 348-82-61

E-mail: uvic2003@mail.ru

Цена свободная.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84 журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь.

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публикуемые материалы отражают мнение их авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Переписка информации допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лиц. №02330/39 до 29.03.2019

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 21.05.2018. Заказ 2612. Тираж 1105 экз.

Журнал в интернет www.bies.by, www.energoeffekt.gov.by

СОДЕРЖАНИЕ

Международное сотрудничество

4 ВСЕМИРНЫЙ БАНК: ПРОЕКТЫ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ВОВЛЕЧЕННОСТИ
Д. Станюта

Выставки. Семинары. Конференции

5 ЗАМЕЩЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССОЙ И ТОРФОМ: ОПЫТ ЖКХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ
Записал Д. Станюта

7 ЖУРНАЛ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» НА ВЫСТАВКЕ «СМІ Ў БЕЛАРУСІ»
Д. Станюта

Дискуссия

8 ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ВОЗМОЖНЫХ РЕШЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВВОДА В СТРОЙ БЕЛОРУССКОЙ АЭС М.П. Малашенко, А.А. Сенюков, В.Н. Романюк, А.А. Бобич

Возобновляемая энергетика

16 «ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДОРОЖНАЯ КАРТА ДО 2050 ГОДА»
В. Сидорович, Repen.ru

Энергоэффективный дом

20 ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ БАЗ ДАННЫХ О СЕРТИФИКАТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ Naghmeh Altmann-Mavaddat, АЭА

Вести из регионов

24 НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДОРОГ СНИЖАЮТ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ
Маргарита Митюшева

25 АНАЛИЗИРУЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРВЫХ ЭЛЕКТРОБУСОВ В МОГИЛЕВЕ
Лилия Привалова

26 СОЛНЦЕ ДЛЯ ДРОЦ «НАДЕЖДА»
О.И. Заблоцкая

26 ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ В КОХАНОВО
А.Г. Гордеев

27 ГЕЛИОВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ИВАНОВСКОЙ ЦРБ: ИТОГИ ТРЕХ ЛЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ
А.В. Стальнюк

27 МИНСК ПРИСОЕДИНЯЕТСЯ К МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЕ «ЗЕЛЕНый ГОРОД»

Научные публикации

28 ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И СКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ
М.А. Масловская, Н.В. Довгелюк, БелГУТ

Календарь

ДАТЫ, ПРАЗДНИКИ, ВЫСТАВКИ
в мае и июне

Внимание фирм и организаций!

Приглашаем к активному сотрудничеству с целью представления Вашей компании на страницах нашего журнала.

Будьте уверены: статью или рекламный модуль Вашей компании обязательно заметят – наша аудитория читателей (подписчиков) включает не только энергетические предприятия, но и все сферы народного хозяйства.

При размещении у нас – дизайн рекламного модуля или написание статьи **бесплатно**.

тел./факс редакции: (+375 17) 350 56 91, 348 82 61

e-mail: uvic2003@mail.ru

Энергосмесь

Установлен тариф для зарядки электромобилей

В Инструкцию по определению групп потребителей электрической и тепловой энергии добавлена новая тарифная группа – «Электрическая энергия, используемая станциями электрозарядными стационарными, предназначенными для зарядки электромобилей». Данный тариф закреплен постановлением Министерства Республики Беларусь, Минэнерго Республики Беларусь от 25.01.2018 № 10/1 (пер. № 8/32786 от 30.01.2018).

tut.by

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКОТЛОВ И БАКОВ-АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

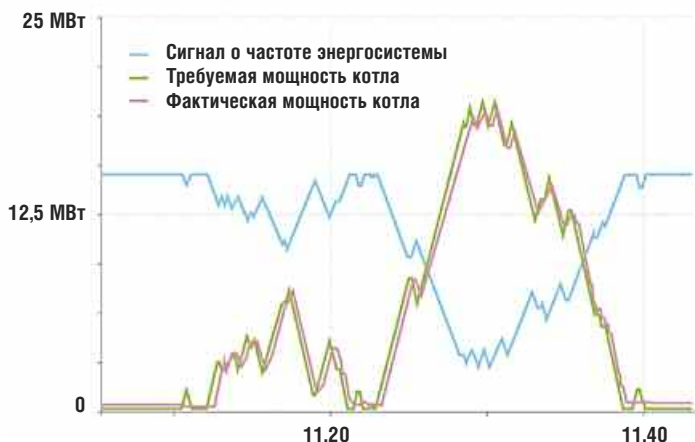
В настоящее время во многих развитых странах все чаще просматривается тенденция, направленная на увеличение доли возобновляемой энергии в энергетическом балансе, что в первую очередь связано с решением о полном отказе от использования угля в энергетических целях (Дания, Германия и др.). Большинство возобновляемых источников (в первую очередь ветро- и солнечные установки) не способны обеспечивать базовую нагрузку энергопотребления из-за специфики выработки электроэнергии, что делает крайне актуальным поиск различных технических решений по созданию систем аккумулирования энергии [1]. Со схожей проблемой также сталкиваются страны с высокой долей атомной энергии в энергетическом балансе, в которых системы аккумулирования необходимы для обеспечения постоянной работы АЭС в базовом режиме [2]. Именно такую задачу необходимо будет решать в Республике Беларусь в связи с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС.

Существует несколько принципиально различных направлений в технологиях хранения электроэнергии (маховичные накопители, аккумуляторные батареи, газозвушнные аккумулирующие станции, гидроаккумулирующие электростанции, водородные системы, системы синтез-газа и т.д.), каждое из которых находится на различном этапе развития и промышленной адаптации.

Одним из популярных направлений является применение технологий по использованию электроэнергии для покрытия тепловых нагрузок (power-to-heat) в системах централизованного и децентрализованного теплоснабжения.

В качестве приоритетных технологий рассматривается применение тепловых насосов и электродкотлов совместно с аккумулированием тепловой энергии.

Рис. 1. Пример использования электродкотла для регулировки частоты энергосистемы [1]



С энергетической точки зрения применение компрессионных теплонасосных установок (ТНУ) более привлекательно, однако их удельная стоимость в 3–4 раза превышает стоимость электродкотлов. Данное обстоятельство делает обе технологии конкурентными в энергосистемах с большой долей электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников или АЭС. Очевидно, что ТНУ необходимо использовать как базовый источник теплоты с большим числом часов использования установленной мощности, в то время как электродкотлы могут быть выгодны даже при работе 500–1000 часов в году.

В настоящее время в Республике Беларусь также планируется широкое применение электродкотлов совместно с баками-аккумуляторами сетевой воды.



Рис. 2. Внешний вид и пример установки котла производства компании Parat

В первую очередь, это планируется реализовать на крупных ТЭС для повышения их регулировочного диапазона, а также крупных котельных для прямого использования электроэнергии в системах отопления и горячего водоснабжения. Общий объем электродкотлов, необходимых к установке на ТЭС и котельных ГПО «Белэнерго», оценивается величиной до 985 МВт, а на источниках иной ведомственной принадлежности – порядка 200 МВт. [3]

Также электродкотлы, которые способны в течение 30 секунд изменять свою нагрузку от минимальной до максимальной, могут использоваться для первичного регулирования частоты энергосистемы. Пример такого использования показан на рис. 1.

ОДО «Акваэкология» представляет на белорусском рынке электродкотлы производства норвежской компании PARAT Halvorsen AS, ведущего поставщика решений в области тепло- и пароснабжения. Основная специализация производителя – изготовление электродных водогрейных и паровых котлов. Электродкотлы Parat мощностью от 4 до 40 МВт широко используются в энергосистемах стран Скандинавии, Германии, Италии и за это время зарекомендовали себя наилучшим образом.

Отличительными характеристиками котлов производства Parat являются:

- применение котловой воды с электропроводностью менее 3 мкс/см (допускается 6 мкс/см);
- раз в год осуществляется остановка на 3 дня для проверки и осмотра согласно регламенту производителя;
- нет износа электродов при нормальной эксплуатации;
- комплект расходных материалов для ТО: прокладки на люки-лазы, фарфоровые изоляторы, прокладки на фланцевые соединения;
- капитальный ремонт в течение эксплуатации не требуется;
- обучение персонала проводится в течение 2 дней при монтаже и пусконаладке оборудования;
- регулирование мощности и температуры не требует установки дополнительных насосов циркуляции и защитных экранов;
- не требуется замена электродов на протяжении всего цикла эксплуатации;
- компактные размеры, высокая заводская готовность;
- регулирование 1–100% в прогретом состоянии за 1 минуту, запуск с холодного состояния до номинала – 5 минут;
- предотвращение закипания воды гарантирует отсутствие кавитации на

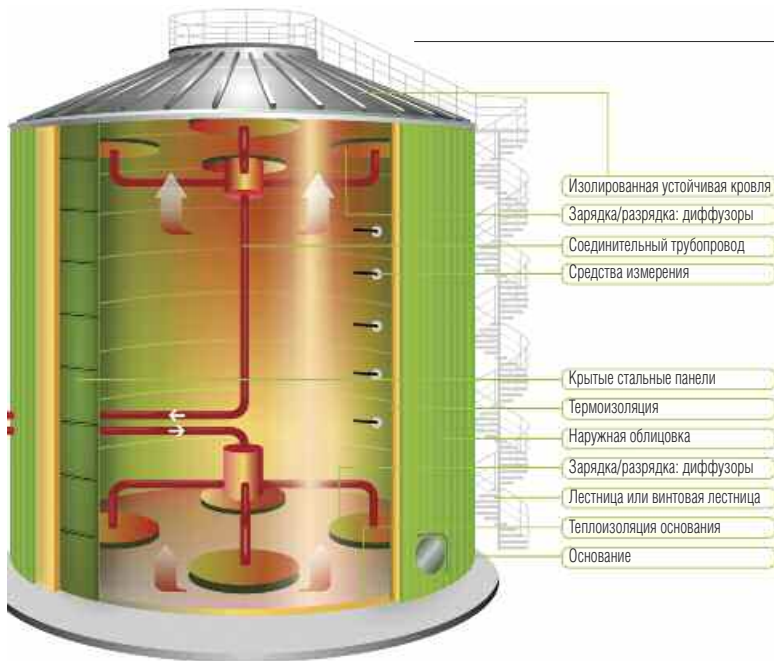


Рис. 3. Внутренняя структура бака-аккумулятора

всасе насосов и не требует установки расширительного бака;

- низкие потери тока через заземление (гарантировано менее 300 мА);
- отсутствие образования водорода при всех режимах работы;
- быстрый монтаж.

БАК-АККУМУЛЯТОР

Для решения проблем хранения тепловой энергии ОДО «Акваэкология» предлагает баки-аккумуляторы немецкого производителя FARMATIC.

Слоистые системы хранения тепловой энергии, разработанные и изготовленные компанией FARMATIC, являются ключевой технологией для оптимизации использования энергии. Система DELTASTORE строится с использованием стальных резервуаров с заводским покрытием максимального качества, передовой системы зарядки/разрядки и внедренной системы энергосбережения. Сама система хранения энергии безнапорная с заполнением свободного пространства над водой азотом для исключения аэрации.

Максимальная температура хранения воды составляет 98°C. Режим зарядки/разрядки выполняется при неизменном массовом количестве воды в баке. Разделительных перегородок внутри бака нет. Разделение происходит исключительно за счет разности плотности горячей и холодной воды.

Бак-аккумулятор горячей воды FARMATIC (БАГВ) — это вертикальная емкость, состоящая из собранных сегментных стальных пластин, индивидуально эмалированных стеклом. Толщина панелей разработана в соответствии с конструктивными требованиями; панели соответствуют диаметру резервуара и обладают необходимыми механическими характеристиками и коррозионной стойкостью. Оболочка бака водонепроницаема и гер-

метизируется с помощью специального герметизирующего материала, являющегося эластичным и устойчивым к окружающей среде.

В конструкции бака предусмотрена возможность осмотра и ремонта диффузоров, измерительных датчиков и арматуры. Для периодического удаления неконденсирующихся газов с отметки верхнего уровня воды предусмотрен продувочный трубопровод Ду-50мм с электроприводом и обслуживанием с площадки.

Антикоррозийная защита выполнена путем покрытия панелей эмалированным стеклом. Защита от аэрации осуществляется путем заполнения азотом воздушного пространства над водой под избыточным давлением в 15–25 мбар. В комплект бака входит все необходимое оборудование, трубопроводы, арматура и прочие элементы, необходимые для обеспечения надежной защиты бака и его безопасной эксплуатации.

РЕЗЮМЕ

Технология, основанная на использовании электрокотлов и баков-аккумуляторов для стабилизации энергосистем, широко используется в странах Европы и показала себя как надежное и эффективное решение. Мы считаем, что аналогичные установки найдут применение в Беларуси: при наличии значительного количества дешевой электроэнергии, производимой АЭС, наиболее рациональным решением является производство тепловой энергии с помощью систем электродных котлов и баков-аккумуляторов. Наша компания предлагает решение на основе зарекомендовавшего себя наилучшим образом европейского оборудования. Таким образом возможно достичь повышения энергоэффективности предприятия, а следовательно, сократить стоимость продукта, производимого компанией.

О КОМПАНИИ «АКВАЭКОЛОГИЯ»

Инжиниринговая компания ОДО «Акваэкология» была основана в 2002 году. Мы обеспечиваем комплексные решения, включающие разработку проекта, поставку оборудования, а также его послепродажное сопровождение для предприятий энергетики, нефтехимической, перерабатывающей, горнорудной и пищевой промышленности, предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Более 10 лет наша компания является официальным представителем Flowserve, BASF, Alfa Laval, Mitsubishi, UOP и других зарекомендовавших себя на мировом уровне надежных производителей. Нам доверяют не только гиганты производства, но и заказчики: за пятнадцать лет мы успешно выполнили ряд проектов для ОАО «МНПЗ», ОАО «Нафтан», ПО «Белоруснефть», предприятий «Белэнерго», крупнейших водоканалов Беларуси, а также России и Казахстана.

Наша миссия — защитить окружающую среду, повышая эффективность городской и промышленной инфраструктуры. Мы стремимся внедрять наиболее эффективные инженерные решения с точки зрения общей стоимости владения ими за счет глубокого понимания производственного процесса заказчика и владения наилучшими существующими технологиями.

Нашими ключевыми продуктами являются комплексные инженерные решения, включающие в себя строительство и реконструкцию очистных сооружений, комплексов водоподготовки, блоков оборотного водоснабжения, мини-ТЭЦ, насосных станций; оптимизацию работы целых технологических узлов заказчика. Мы также осуществляем подбор, поставку и послепродажное сопровождение оборудования, материалов и химических реагентов (подробнее с предлагаемыми решениями можно ознакомиться на нашем сайте www.aquaecology.by).

Нас ценят за то, что мы не только предоставляем компетентные решения задач, но и гибко подходим к индивидуальным нуждам клиента: от подбора наиболее удобных условий оплаты до решения дополнительных сопутствующих задач. Мы предоставляем данные по эксплуатационным затратам нашего решения, что позволяет оценить итоговую стоимость владения им и его выгоду; наше техническое описание можно использовать в качестве основы для задания на проектирование, а надежность предлагаемых решений и нашей компании подтверждается референциями. Помимо этого мы заботимся о том, чтобы обучить персонал заказчика работе с новым оборудованием, а так-



Рис. 4. Антикоррозийная защита и компоновка внутренних элементов бака

же о том, чтобы оно было своевременно и квалифицированно обслужено, а запчасти были в наличии.

Мы стремимся к тому, чтобы наше сотрудничество с заказчиком максимально облегчало ему работу, а также повышало эффективность его предприятия. По вопросам и за дополнительной информацией обращайтесь к специалистам ОДО «Акваэкология».

ОДО «АКВАЭКОЛОГИЯ»
Республика Беларусь, 220088,
г. Минск, ул. Смоленская, 27, пом. 1
тел./факс: +375 17 200 20 42
mail @ aquaecology.by
www.aquaecology.by



Литература

1. Schaaf, T. Methanation of CO₂ — storage of renewable energy in a gas distribution system / T. Schaaf, J. Grünig, M. Schuster, T. Rothenfluh, A. Orth // Energy, Sustainability and Society, 2014.
2. Байрамов, А.Н. Использование водородных технологий как перспективный путь обеспечения АЭС базисной нагрузкой в условиях неравномерности электрических нагрузок / А.Н. Байрамов // Современные научные исследования: инновации и опыт. Материалы XI Международной научно-практической конференции: 16–17 мая 2015 г. — Екатеринбург: Наука и образование, 2015. — №4(11). — С. 5–12.
3. Отраслевая программа развития электроэнергетики на 2016–2020 годы (постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 31 марта 2016 г. № 8). ■

ВСЕМИРНЫЙ БАНК: ПРОЕКТЫ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ВОВЛЕЧЕННОСТИ

10–13 мая в Беларуси находилась делегация представителей Совета исполнительных директоров Группы Всемирного банка. Визит был приурочен к началу реализации новой рамочной стратегии партнерства Группы Всемирного банка для Беларуси на 2018–2022 годы, которую Совет исполнительных директоров одобрил 3 апреля 2018 года.

11 мая делегация посетила несколько объектов в Минской и Могилевской областях, которые включены в финансируемые банком проекты в сфере повышения эффективности энергетики и жилищно-коммунального хозяйства. В ходе посещения нуждающегося в капитальном ремонте жилого дома в Могилеве по адресу: 3-й Октябрьский переулок, 4 посещения и комментарии о разрабатываемых механизмах участия жильцов в тепловой модернизации многоквартирного жилья дал заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко. Он также прокомментировал результаты реконструкции Могилевской ТЭЦ-1, завершённой в 2017 году в рамках проекта «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь» (дополнительный заем).

Как рассказал Михаил Малашенко, для получения реального результата работу по снижению теплопотребления жилищного фонда следует проводить поэтапно, начиная с наиболее энергозатратного сектора с теплопотреблением 161–200 кВт·ч/кв. метр в год, размер которого составляет 28,432 млн кв. метров. Разработан проект указа Президента, предоставляющий жильцам инструмент финансового участия для проведения в многоквартирных жилых домах работ по термомодернизации. По проекту 50% этих затрат возьмет на себя государство, и 50% – население. Собственникам жилых помещений, в которых будет проведена тепловая модернизация, предполагается установить ежемесячный платеж на 10-летний период в фиксированном размере (из расчета на семью из трех человек, проживающую в двухком-

натной квартире общей площадью 48–52 кв. м, в сумме, не превышающей 10 долларов США). Такой расклад будет взаимовыгоден, поскольку сейчас население оплачивает около 20% стоимости тепловой энергии. При изменении процентного соотношения субсидирования тепловой энергии государством процентное соотношение финансирования мероприятий по термомодернизации будет меняться. Необходима активная пиар-кампания, в ходе которой «мы с цифрами в руках докажем, что это экономически выгодно собственникам жилья. Поскольку рано или поздно мы придем к стопроцентной оплате энергии населением, тот, кто включится в процесс снижения теплопотребления раньше, выиграет больше». Для малоимущих собственников жилых помещений будет предусматриваться поддержка в рамках предоставления безналичных жилищных субсидий.

Могилевская область и Всемирный банк намерены развивать сотрудничество в сферах ЖКХ, энергетики и образования. Такая договоренность была достигнута во время встречи представителей Совета исполнительных директоров Группы Всемирного банка с председателем Могилевского облисполкома Владимиром Доманевским.

Исполнительный директор Совета директоров Группы Всемирного банка по Австрии, Беларуси, Бельгии, Чехии, Венгрии, Косово, Люксембургу, Словакии, Словении и Турции Францискус Годтс, по его словам, был очень впечатлен увиденным.

Исполнительный директор по Китаю Ингмин Янг отметил высокую эффективность реализации в Могилевской области проектов

В ходе посещения нуждающегося в теплодернизации жилого дома в Могилеве



с финансовой поддержкой Всемирного банка, в чем Группа исполнительных директоров могла убедиться, посетив некоторые объекты. Всемирный банк хорошо знает Беларусь и ценит ее репутацию качественного заемщика. Указанные проекты важны высокой степенью вовлеченности, а также институциональными инновациями. Упомянув планируемый проект по термомодернизации жилых зданий, Ингмин Янг отметил, что Всемирный банк ожидает реформирования системы тарифов ЖКХ. Он выразил уверенность в том, что предоставленный руководством области перечень новых проектов и мероприятий будет детально изучен, и когда эти предложения будут вынесены на уровень совета директоров, тот сумеет их поддержать.

Группа исполнительных директоров Всемирного банка также посетила Могилевскую ТЭЦ-1. О результатах реконструкции и примененных инновационных решениях им рассказали главный инженер РУП «Могилевэнерго» Александр Шишов, директор филиала «Могилевские тепловые сети» Виктор Солонович, заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко.

В 2017 году закончилась реализация проекта «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь» (основной и дополнительные займы на общую сумму 215 млн долларов США). В рамках указанного проекта была осуществлена реконструк-

ция с преобразованием в мини-ТЭЦ двух котельных Минэнерго и четырех котельных жилищно-коммунального хозяйства, находящихся в ведении Гродненского, Гомельского, Витебского и Минского облисполкомов, а также выполнена реконструкция Гомельской ТЭЦ-1 и Могилевской ТЭЦ-1.

Электрическая мощность Могилевской ТЭЦ-1 увеличилась более чем в два раза – с 21,2 до 47,7 МВт; с учетом изменения структуры отпуска энергии была оптимизирована тепловая мощность. Удельный расход топлива на отпуск электрической энергии снизился до 162,8 г у.т./кВт·ч. Реализация инвестиционного проекта позволила обеспечить дополнительную выработку 157,6 млн кВт·ч в год электроэнергии, ежегодно экономить 24,6 тыс. тонн условного топлива, улучшить экологическую обстановку за счет снижения выбросов (минус 42,7 тыс. т CO₂ за 2017 год), повысить маневренные характеристики энергосистемы, надежность тепло- и электроснабжения всех категорий потребителей. Кроме того, реконструкция позволила передать на ТЭЦ-1 тепловую нагрузку двух ведомственных городских котельных, обеспечила растущие потребности в тепловой энергии и горячем водоснабжении микрорайонов Спутник, Казимировка, а также нового проектируемого микрорайона Запад. Современное оборудование улучшило условия труда персонала станции. ■

Д. Станюта

ЗАМЕЩЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССОЙ И ТОРФОМ: ОПЫТ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Энергосбережение – это еще один «источник энергии» для страны, не бесплатный, но на данном этапе развития – один из самых эффективных.

Основные аргументы, связанные с объективной необходимостью усиливать работу по энергоэффективности в республике в предстоящий период, базируются на том, что мы хотим и должны жить лучше. А это значит, что мы должны тратить деньги, в первую очередь, не на наращивание количества электростанций и котельных, не на закупку дополнительных объемов топлива, а на внедрение современных технических решений и технологий, позволяющих при меньших затратах топливно-энергетических ресурсов получить больше киловатт-часов электроэнергии, гигакалорий тепла и, в итоге, больше продукции с меньшей себестоимостью (а значит, более конкурентоспособной на внешних рынках или более дешевой на внутреннем рынке).



Минское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР под руководством Департамента по энергоэффективности и совместно с Минским областным исполнительным комитетом проводит единую государственную политику по повышению эффективности использования ТЭР в целях снижения энергоемкости валового внутреннего продукта, замещения импортируемых ТЭР местными видами топлива и увеличения использования вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.

24 апреля 2018 года в пресс-центре Дома прессы состоялась пресс-конференция, посвященная опыту и результатам строительства в Минской области теплоисточников на местных ТЭР. В обмене информацией приняли участие заместитель начальника Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР Ф.Е. Шнитовский, представители жилищно-коммунальных предприятий области, Несвижа,

Старых Дорог, а также главный инженер ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов».

Как рассказал **Федор Шнитовский**, с 2006 года по 2017 год в Минской области было введено в действие 517 МВт мощностей, использующих местные виды топлива. В том числе в системе ЖКХ – более 290 МВт.

В начале 2007 года в 30 котельных области использовалось такое импортируемое топливо, как мазут. По мере реализации государственных программ по энергосбережению использование мазута для выработки тепловой энергии по области существенно сокращалось и на конец 2017 года составило всего 1,3% в общем потреблении котельно-печного топлива.

С 2006 по 2010 год по области было внедрено 252 МВт мощностей при плане 228 МВт. В период с 2007 по 2009 годы был осуществлен перевод 26 котельных на использование местных видов топлива. В числе наиболее крупных из них: котельная в д. Турец-Бояры Молодечненского района сум-

марной мощностью 5 МВт (газ, мазут) с котлом мощностью 2 МВт на местных видах топлива; котельные в д. Людвиново мощностью 5,8 МВт и д. Илья Вилейского района мощностью 8 МВт; котельная на МТЭР в д. Редковичи Любанского района мощностью 3 МВт.

В рамках Государственной программы строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах в указанный период в области было введено в эксплуатацию около 205 МВт мощностей, использующих местные виды топлива, в том числе был реализован ряд крупных проектов по строительству таких коммунальных котельных на местных ТЭР, как котельная в г. Березино мощностью 12 МВт, в г. Смолевичи мощностью 10 МВт, в п. Гатово мощностью 8 МВт, в д. Тимковичи Копыльского района мощностью 5 МВт, в ОАО «Борисовдрев» мощностью 30 МВт и др.

В настоящее время реализуется Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы. Согласно перечню мероприятий по вводу энергоисточников на МТЭР за 2016–2020 годы в области необходимо ввести 24 энергоисточника суммарной мощностью 147 МВт. При реализации данных проектов замещение природного газа планируется в объеме 49437,8 т у.т.

За 2016 год по Минской области было введено в действие котельное оборудование, использующее местные виды топлива, на пяти объектах суммарной мощностью 10,6 МВт. В числе наиболее крупных объектов следует отметить ввод котельного оборудования суммарной мощностью 3 МВт на котельной №2 г.п. Плещеницы Логойского района, 2 МВт мощности Центральной котельной г. Логойска и строительство котельной молодецненского УП «Коммунальник» мощностью 3,5 МВт в г.п. Радошковичи.

По итогам 2017 года в эксплуатацию введены все семь запланированных к вводу энергоисточников на МТЭР:

- КУП «Смолевичское ЖКХ», д. Петровичи Смолевичского района, 2,75 МВт;
- РКУП «Стародорожское ЖКХ», г. Старые Дороги, ул. Кирова, 17 МВт;
- Солигорское ГУПП «ЖКХ «Комплекс», г.п. Красная Слобода, 1,5 МВт;
- Крупское КУП «Жилтеплострой», г.п. Холопеничи, 3 МВт;
- РУП «Несвижское ЖКХ», д. Рудовка, 4 МВт;

- РУП «Столбцовское ОКС», д. Миколаевщина Столбцовского района, 1,25 МВт;
- ОАО «Старобинский ТБЗ», перевод котла ДКВР, работающего на природном газе, на фрезерный торф, 15 МВт.

Дополнительно введен в эксплуатацию энергоисточник на МТЭР КУП «Клецкое ЖКХ» в г. Клецке по ул. Советская мощностью 2 МВт.

Всего в 2017 году по Минской области введены в действие энергоисточники на местных ТЭР на восьми объектах суммарной мощностью 46,5 МВт.

В настоящее время одним из самых дешевых местных энергоресурсов является торф. Его стоимость ниже, чем других видов топлива, что способствует снижению себестоимости производства тепловой энергии, уменьшает сроки окупаемости проекта и снижает нагрузку на бюджет по субсидированию тарифов для населения.

В рамках Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы с участием министерства энергетики планируется реализовать 7 проектов по строительству энергоисточников на торфе суммарной мощностью 58,5 МВт.

3 марта 2018 года на базе котельной «РАПТ» УП «Несвижское ЖКХ» в д. Рудовка Несвижского района состоялся семинар-совещание на тему «Перспективы развития организаций торфяной отрасли Минской области», в котором приняли участие председатель Минского облисполкома Анатолий Исаченко, Министр энергетики Республики Беларусь Владимир Потупчик, первый заместитель директора Департамента по энергоэффективности Виктор Акушко, председатели райисполкомов, представители Минского облисполкома и ГО «ЖКХ Минской области». По результатам совещания определены для строительства с финансированием из средств министерства энергетики еще 4 энергоисточника с использованием торфа в Слуцком, Крупском, Столбцовском и Смолевичском районах. Столбцовку на территории Минщины расположено 7 торфобрикетных заводов, при полной загрузке они смогут обеспечить потребность в данном виде топлива, которая возрастет после ввода новых котельных.

В результате реализации трех программ энергосбережения доля МТЭР в КПТ по области выросла с 14,5% в 2006 году до 25,5% на начало текущего года. По системе ЖКХ области доля МВТ в КПТ увеличилась с 18% (2006 год) до 29,7%. В области 9 районов имеют долю МТЭР в котельно-печном топливе более 50%, в том числе она составляет: Березинском районе – 96,2%; в Вилейском – 89,1%; в Логойском – 76,9%; в Крупском – 70,9%; в Стародорожском – 68,8%.



Крупнейший теплоисточник на древесной биомассе в системе ЖКХ Минской области мощностью 17 МВт в Старых Дорогах

Итог работы трех пятилеток, подтверждает правильность выбранного курса на увеличение использования местных ТЭР при выработке тепловой энергии. За 2017 год себестоимость тепловой энергии составила:

- на фрезерном торфе – 85,28 рубля/Гкал;
- на щепе – 88,91 рубля/Гкал;
- на природном газе – 99,09 рубля/Гкал;
- на мазуте – 102,23 рубля/Гкал;
- на дровах – 125,33 рубля/Гкал;
- на торфобрикетке – 31,12 рубля/Гкал;
- на электрочувствительных – более 300 рублей/Гкал.

В 2018 году в соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 годы в Минской области запланировано ввести в эксплуатацию семь энергоисточников на МТЭР суммарной мощностью 30,6 МВт. Их доля в топливном балансе области должна составить 24,9%. Фактический целевой показатель энергосбережения должен составить минус 4,2%.

При переводе котельных на местные виды топлива будут задействованы средства республиканского и областного бюджетов, предприятий, инвестиционного фонда Минэнерго, а также кредитные средства Международного банка реконструкции и развития в рамках проекта «Использование биомассы для централизованного теплоснабжения в Республике Беларусь».

– В частности, в прошлом году в рамках проекта нам удалось ввести в действие энергоисточники в Старых Дорогах мощностью 17 МВт и в поселке Холопеничи Крупского района мощностью 3 МВт, – отметил начальник производственно-технического отдела ГО «Жилищно-коммунальное хозяйство Минской области» **Алексей Минченко**. – В планах у Минской области строительство нового объекта в Червене, до 2020 года крупный энергоисточник будет построен и Боровлянах. Банк рассматривает план строительства энергоисточника мощностью до 80 МВт в д. Воронцы Мядельского района.

Еще один субъект, выделяющий финансирование на строительство энергоисточников на МТЭР – ГПО «Белтопгаз» Минэнерго. Объединение выделяет 40–60% средств, необходимых для строительства энергоустановок, использующих торф. Делается это с целью загрузки торфобрикетных производств районного уровня.

Спикеры пресс-конференции привели яркие примеры использования местных видов топлива в энергетических целях. На Слуцком комбинате хлебопродуктов появилась котельная, на которой в качестве топлива используют зерновые отходы, образующиеся в процессе обработки, сушки и транспортировки зерна.

– Ежегодно на предприятии скапливается около тысячи тонн зерновых отходов, ко-

торые раньше вывозились на полигон, а затраты на их захоронение составляли порядка 5000 рублей, – рассказал главный инженер ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов» **Сергей Голотик**. – В строительство котельной было вложено порядка одного миллиона рублей, на закупку оборудования из республиканского бюджета было выделено 300 тысяч рублей. На объекте установили два водогрейных котла с полностью автоматизированной подачей топлива. Расход топлива составляет 316 кг/ч, или 7,5 т/сутки, что соответствует имеющемуся на предприятии количеству зерновых отходов. Благодаря запуску котельной мы не только улучшили экологическую обстановку, но и обеспечили предприятию тепловой энергией для нужд отопления и горячего водоснабжения, а также снизили потребление природного газа. За март 2018 года было выработано 750 Гкал тепловой энергии, что позволило снизить потребление природного газа на 43 тыс. куб. метров, или почти на 30 тысяч рублей в денежном эквиваленте.

Как рассказал директор РУП «Несвижское ЖКХ» **Александр Жук**, в конце минувшего года в Минской области была введена в эксплуатацию котельная на фрезерном торфе «РАПТ» в д. Рудовка. В новой котельной УП «Несвижское ЖКХ» установлены два котлоагрегата КВ-Рм-2Т отечественного производства мощностью по 2 МВт каждый. Согласно проекту, использование в данной

котельной фрезерного торфа позволит ежегодно замещать более 1 млн куб. м импортируемого природного газа, или 1150 т у.т., тем более что торф добывают в 9 километрах от котельной. С пуском этой котельной доля МВТ в КПТ возросла с 17,8% до 31%.

Фактические затраты на реализацию мероприятия составили 2 млн 558 тыс. рублей, в том числе: из средств Минэнерго – 1 млн 200 тыс. рублей; из средств местного бюджета – 1 млн 225 тыс. рублей; из средств республиканского бюджета на финансирование госпрограммы – 96 тыс. 274 рубля; собственные средства предприятия – 36 тыс. 649 рублей. С пуском котельной удельная стоимость теплоэнергии снижена на 25% до 88 рублей за гигакалорию; экономия бюджетных средств составит 128 тыс. рублей.

Главный инженер КУП «Стародорожское ЖКХ» **Владимир Желдак** привел в качестве примера котельную в Старых Дорогах, которая 28 декабря минувшего года стала самым мощным теплоисточником, использующим МТЭР, в системе ЖКХ Минской области (подробнее см. «Энергоэффективность» №4, 2018, с. 25). Он выразил уверенность в том, что высокая лесистость позволит обеспечить эту котельную щепой, получаемой в пределах Стародорожского района. Удельная себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой здесь на щепе, хотя и немного, но ниже теплогенерации

с использованием природного газа – около 74 рублей за гигакалорию. Это позволило уже в нынешнем году сэкономить за два месяца 229 рублей. Наполовину выросла доля МТЭР в КПТ, превысив 70%. Вложенные в котельную 8,8 млн рублей окупятся примерно в течение 7 лет.

Серьезные мощности устанавливаемых твердотопливных котлов требуют бесперебойной поставки огромных объемов древесной биомассы в отопительный период. Крупные энергоисточники оснащаются собственными рубильными комплексами для измельчения дров в щепу. Снизить ее влажность позволяет выдержка поставляемой древесины в штабелях в течение нескольких месяцев. На складе каждой котельной, использующей МВТ, должен быть минимум недельный запас топлива. Защитить хранимое на складе древесное топливо от набора влажности должен обязательный навес.

Закончился отопительный сезон, а коммунальщики Минщины уже готовят оборудование к следующему. По области насчитывается 75 комбинированных котельных, работающих как на природном газе, так и на МВТ. Почти 60 из них продолжают работу и в теплое время года, когда для обеспечения горячего водоснабжения они полностью переходят на использование местных видов топлива. ■

Записал Д. Станюта

Журнал «Энергоэффективность» на выставке «СМІ ў Беларусі»

Журнал «Энергоэффективность» Департамента по энергоэффективности Госстандарта принял участие в XXII Международной специализированной выставке «СМІ ў Беларусі», которая проходила 3–5 мая в Минске.

XXII Международную специализированную выставку «СМІ ў Беларусі» посетил председатель Госстандарта Виктор Назаренко. Он побывал на объединенном стенде изданий Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, где были представлены научно-практические журналы «Энергоэффективность» и «Стандартизация», а также научно-технический журнал «Метрология и приборостроение». Виктор Назаренко ознакомился со свежими номерами журналов и обсудил с предста-



вителями их редакций перспективы развития изданий.

Ежемесячный журнал «Энергоэффективность» издается с 1997 года и не так давно отметил свое 20-летие. На протяжении уже двух десятков лет издание отражает особенности и тренды реализации государственной политики энергосбережения. Тематикой журнала являются прак-



тика и теория эффективного использования топливно-энергетических ресурсов; научные исследования, инновации в сфере энергетики и энергосбережения в Беларуси; зарубежный опыт, мировые тенденции, в том числе

в области использования возобновляемых источников энергии; формирование культуры энергопотребления; документы и нормативные акты в области энергосбережения. ■

Д. Станюта

М.П. Малашенко,
заместитель Председателя Госстандарта –
директор Департамента
по энергоэффективности

А.А. Сениюков,
начальник отдела
энергетического надзора
и нормирования

В.Н. Романюк,
проф., д.т.н.

А.А. Бобич,
старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

Департамент по энергоэффективности

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ВОЗМОЖНЫХ РЕШЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВВОДА В СТРОЙ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Введение

Для энергосистемы Беларуси ситуация с обеспечением требований качества электроэнергии и надежной эксплуатации оборудования сегодня остра как никогда, поскольку ввод в строй двух блоков Белорусской АЭС единичной электрической мощностью 1,2 ГВт, создает проблемы в решении указанных задач, так как в сложившейся структуре генерирующих мощностей доминируют тепловые электростанции (ТЭС) с единичной электрической мощностью 0,427 ГВт для самого крупного источника в энергосистеме в настоящее время.

Структуры генерации тепловой и электрической энергии на паротурбинных теплоэлектростанциях (ТЭЦ) энергосистемы и потребления хозяйственным комплексом страны, связанным с источниками энергосистемы, всегда не соответствовали друг другу: в прошлом имел место дефицит электроэнергии, отпускаемой от ТЭЦ даже в отопительный период. Для ликвидации указанного несоответствия были востребованы конденсационные тепловые электростанции (КЭС), которые одновременно и являлись регуляторами частоты, и обеспечивали величину вращающегося резерва мощности.

Изменившиеся условия на энергетических рынках обуславливают необходимость внедре-

ния новых современных технологий для производства тепловой и электрической энергии на базе парогазовых установок (ПГУ), которые, согласно исследованиям Российской академии наук (РАН), дают наибольший энергосберегающий эффект при реализации их на ТЭЦ [1]. С внедрением ПГУ на ТЭЦ структура генерации тепловой и электрической энергии изменяется так, что доля генерируемой электроэнергии увеличивается от 2 до 4 раз, что приводит к изменению структуры генерирующих мощностей. При этом могут возникать избытки электроэнергии, как, например, прогнозируется в России [2].

В энергосистеме Беларуси в результате ввода в строй АЭС вытесняются из генерации КЭС и возникают трудности обеспечения регулирования частоты и вращающегося резерва мощности, которые обостряются до крайности [3–8]. Последняя за-

дача может и должна решаться, с одной стороны, изменением генерации в соответствии с графиком потребления электроэнергии, с другой стороны, воздействием непосредственно на потребителей электроэнергии, обеспечивающим требуемое изменение графика электропотребления. Ни действующие предприятия, ни население не смогут изменить сложившуюся структуру энергопотребления без увеличения затрат и ухудшения и без того непростого финансового положения, что неприемлемо из-за безусловной потери конкурентоспособности продукции предприятий и ухудшения социальной обстановки в стране, что обусловлено объективным соотношением тарифов на природный газ, тепловую энергию и электроэнергию, рисунок 1.

Искусственное изменение соотношения тарифов для отдельных групп потребителей, приведенное на рисунке 1, означает

дополнительную нагрузку на бюджет. В этом контексте, более перспективно использовать успешный опыт Норвегии по переводу автомобилей на электроэнергию, что в отношении нашей страны рассмотрено в работе [10]. Изменить промышленное производство в интересах изменения структуры энергопотребления чрезвычайно сложно, поскольку оно связано с выпуском иной продукции, при том что собственный внутренний рынок мал, а внешние рынки поделены, на них жесткая конкуренция и преодолеть ее весьма проблематично. В этой связи нет привлекательности для инвестиций, а собственных средств, необходимых для переориентации производства, попросту нет. Вместе с тем, трансформация структуры промышленного производства неизбежна, однако темпы изменений объективно не могут решить задачу по изменению структуры энергопотребления в тре-

Рис. 1. Соотношение тарифов на различные энергоресурсы [9]

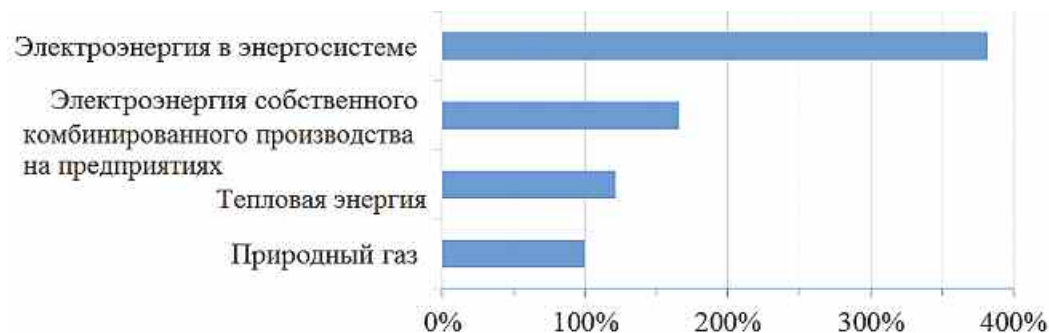
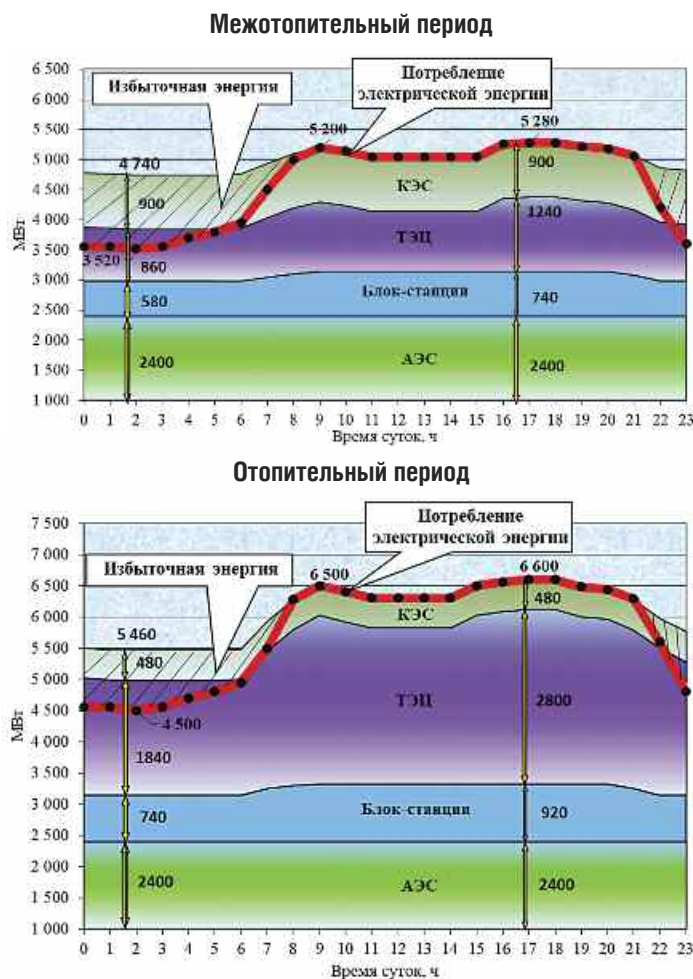


Рис. 2. Сценарий развития ситуации в энергосистеме Беларуси после 2020 г. [14]



буемые сроки. В этом контексте очевидно, что непосредственно в энергетике требуются мероприятия, которые обеспечивают решение не только задач, связанных с обозначенными проблемами, но и задачи снижения остроты проблемы инвестиций, возникающей в ходе реализации мероприятий, а также не менее актуальной перманентной для энергетиков задачи дальнейшего снижения потребления природного газа. С вводом в строй АЭС доля природного газа в приходной части электроэнергетики страны уменьшится с 97% до 57%, но его доминирование в качестве топлива сохранится [9]. В то же время, в соответствии с индикатором энергетической безопасности в приходной части энергобаланса подобных систем требуется снижение доли природного газа до величины не более 50% [11, 12].

Состояние вопроса и актуальные задачи

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, с 2012 г. отмечался устойчивый тренд снижения потребления первичных энергоресурсов: оно уменьшилось на 20%, что обусловлено, с одной стороны, падением темпов роста производства, с другой – проводимой политикой энергосбережения.

В отношении производства электроэнергии ситуация усугубляется снижением доли ее генерации на ТЭС энергосистемы, составляющей в настоящее время 90% от величины общего потребления электроэнергии в стране. Установленная электрическая мощность энергосистемы Беларуси составляет в настоящее время порядка 9,1 ГВт, мощность всех электрогенерирующих источников Беларуси – 10,1 ГВт [13]. На

когенерационных источниках промышленных предприятий и иных субъектов хозяйствования Беларуси генерируется порядка 9,5% электроэнергии, а установленные мощности источников, не принадлежащих энергосистеме, превысили 1,0 ГВт [13].

Несоответствие мощностей структуре производства электроэнергии двух основных групп источников связано с тем, что исключительно за счет источников ГПО «Белэнерго» достигается и требуемое качество электроэнергии регулированием частоты, и надежность электроснабжения страны за счет величины вращающегося резерва мощности. В этом важнейшем аспекте электрообеспечения страны прогнозируемая после 2020 г. ситуация в энергосистеме чрезвычайно, и ее наиболее ярко иллюстрируют графики потребления электроэнергии и их возможное обеспечение за рабочие сутки в характерные периоды, рисунок 2. В прогнозируемой ситуации на рисунке 2 очевидна острота

проблем обеспечения и регулирования частоты, и величины вращающегося резерва мощности с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС. Традиционные генерирующие источники, которые обеспечивают и регулирование частоты и величины вращающегося резерва мощности, будут вытеснены из генерации, и используемая до настоящего времени система решения указанных задач потребует изменений и других подходов.

На рисунках 3, 4 показаны существующие типовые графики электропотребления в отопительный и межотопительный периоды и принципиальная схема состава энергогенерирующих источников энергосистемы, участвующих в энергообеспечении потребителей хозяйственного комплекса страны.

С вводом Белорусской АЭС наиболее удобным и простым с точки зрения технической реализации и эксплуатации, маневренности и проч., но чрезмерным для страны в контексте финан-

Рис. 3. Типовой график покрытия электропотребления в Беларуси в 2017 г. [14]

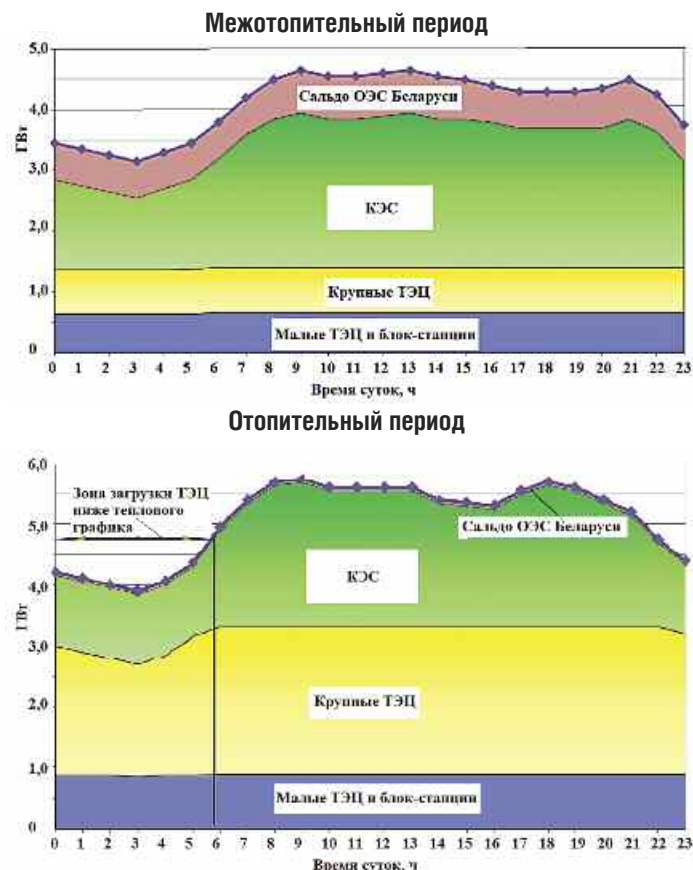
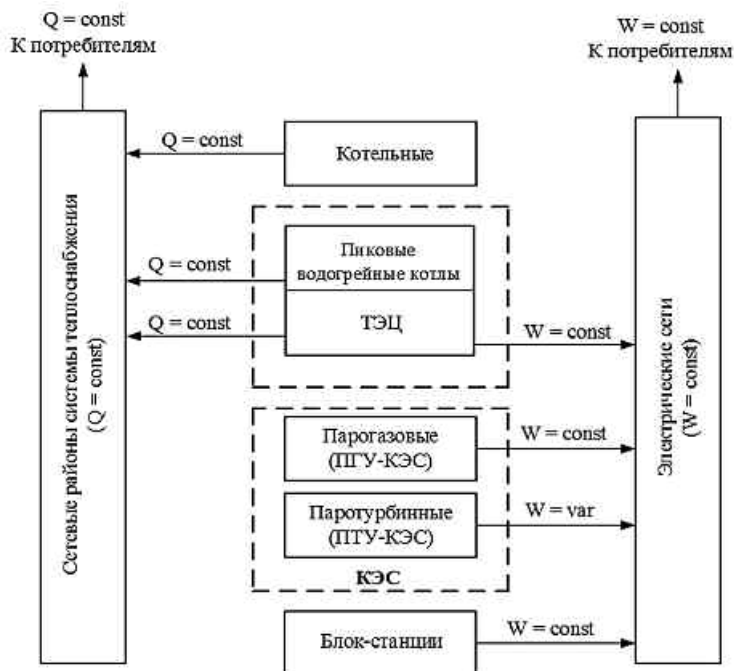


Рис. 4. Принципиальная схема состава энергогенерирующих источников Беларуси



совых затрат является вариант использования электрокотлов [15, 16] и резервных энергогенерирующих источников. Принципиальная схема возможного состава энергогенерирующих источников энергосистемы, которые будут участвовать в энергообеспечении потребителей хозяйственного комплекса страны после 2020 г., приведена на рисунке 5.

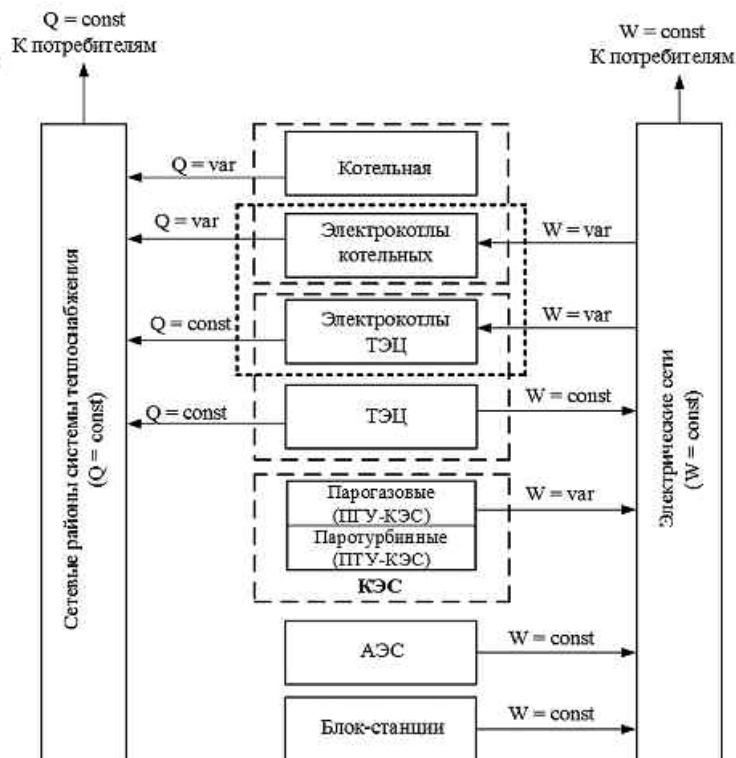
Электрокотлы позволят обеспечить баланс электропотребления и генерации электроэнергии в нормальных режимах работы энергосистемы, используя в часы ночных провалов электропотребления избытки производства электроэнергии в системе теплоснабжения. В этом контексте предполагается установить до 916 МВт мощности электрокотлов, из которых на ТЭЦ энергосистемы планируется до 620 МВт; требуемые удельные инвестиции на киловатт мощности составляют 100 USD. Остальные мощности будут расположены на котельных, где удельные инвестиции увеличиваются ориентировочно до 250 USD. Итого, для обеспечения проекта по установке электрокотлов на ТЭЦ и котельных энергосистемы потребуются инвестиции, которые можно оценить величиной 140 млн USD.

При возникновении аварийных ситуаций могут потребоваться

резервные источники электроэнергии. К таким ситуациям следует отнести останов наиболее крупного генерирующего источника в энергосистеме. В существующей структуре генерирующих мощностей энергосистемы это блоки ПГУ Лукомльской ГРЭС, Березовской ГРЭС и Минской ТЭЦ-5 единичной мощностью 427 МВт. В настоящее время при выходе из строя одного из указанных блоков увеличение мощности до указанных 427 МВт осуществляется за счет загрузки существующего энергогенерирующего оборудования энергосистемы. С вводом в строй АЭС потребуются увеличить мощность генерации до 1200 МВт, часть из которой в размере 400 МВт будет обеспечена за счет существующих источников, а для получения оставшихся 800 МВт предусматривается установка резервных источников. Установка резервных мощностей предусматривается на Лукомльской ГРЭС (0,15 ГВт), Новополоцкой ТЭЦ (0,1 ГВт), Березовской ГРЭС (0,25 ГВт) и Минской ТЭЦ-5 (0,3 ГВт). Требуемые инвестиции можно оценить величиной до **0,8 млрд USD**.

Требуемые инвестиции на решение задач регулирования частоты и обеспечения горячего резерва оцениваются величиной примерно **0,94 млрд USD**, или

Рис. 5. Принципиальная схема возможного состава энергогенерирующих источников Беларуси после 2020 г.



примерно 10% стоимости Белорусской АЭС. Указанные затраты колоссальны и приводят к увеличению постоянной составляющей себестоимости на 10% без учета затрат по обслуживанию составляющая себестоимости, что пагубно для страны, поскольку грозит потерей конкурентоспособности промышленной продукции, от 70% до 90% которой поступает на экспорт. Подобное развитие ситуации недопустимо.

Возможные альтернативные пути решения задач надежного и качественного энергообеспечения страны

Из всех возможных альтернативных путей решения обозначенных задач следует выделить четыре основных:

1. Ничего не предпринимать.
2. Изменить структуры энергопотребления хозяйственного комплекса страны.
3. Диверсифицировать технические решения.
4. Осуществить комплексный подход решения задач регулирования частоты и обеспечения ве-

личины вращающегося резерва мощности.

1. В части регулирования частоты первый путь неприемлем, и требуются иные решения. В противном случае необходимо будет вытеснить современные парогазовые мощности паротурбинными блоками Лукомльской ГРЭС, Березовской ГРЭС, Минской ТЭЦ-5. Теплоэлектроцентрали заменить пиковыми водогрейными котлами, т.е. перейти к раздельной выработке тепловой и электрической энергии и потерять все преимущества, связанные с изменениями, произошедшими в энергосистеме страны в ходе ее совершенствования в последние годы.

В части обеспечения вращающегося резерва ситуация с рассматриваемым вариантом более приемлема. В случае возникновения аварийных событий их развитие будет связано с двумя случаями аварийных ситуаций:

- выход из строя мощности до 427 МВт, что будет блокировано существующими техническими возможностями;
- выход из генерации блока АЭС мощностью 1,2 ГВт, вероятность чего определяется поставщиком величиной чрезвычайно низкой [17].

При аварийном выходе из генерации блока 1,2 ГВт очевидна нехватка резервных мощностей до 0,8 ГВт, притом, что в генерации остается от 2,7 до 4,5 ГВт в межотопительный период и от 3,7 до 5,8 ГВт в отопительный период. Указанных мощностей достаточно для обеспечения всех категорийных потребителей. Предотвращение «развала» системы можно блокировать отключением потребителей соответствующих категорий. Убытки, в этом случае, будут несоизмеримо меньшими в сравнении с ущербом, связанным с безусловным ростом постоянной составляющей себестоимости электроэнергии и увеличением амортизационных отчислений, вызванных строительством резервных источников на сумму, которая оценивается величиной **до 0,8 млрд USD**.

Более рациональным представляется путь отказа от строительства резервных источников, при том, что, как будет показано далее, величина обозначенного возможного аварийного дефицита мощности 0,8 ГВт может быть снижена.

2. С целью изменения структуры энергопотребления хозяйственного комплекса Беларуси следует рассмотреть внедрение гибких тарифов на электроэнергию. В качестве примера можно упомянуть использование во Франции тарифной политики, обеспечивающей равномерное суточное электропотребление [18]. Для смягчения проблемы регулирования частоты электроэнергии необходимо, чтобы ночной тариф для промышленных потребителей был таким, чтобы оставалась финансовая выгода для предприятий при отказе от потребления электроэнергии от собственных когенерационных источников (блок-станций) с соответствующей выплатой всех компенсаций, связанных с работой предприятий в это время и, как следствие, электропотреблением в ночное время из энергосистемы, а суточный средний тариф на электроэнергию обеспечивал рентабельность энергосистемы. В этом случае, для сохранения конкурентоспособности продукции предприятий последние будут заинтересованы в переходе на соответствующий режим работы.

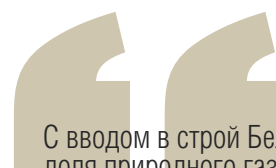
В отношении владельцев блок-станций изменение тарифной политики связано с установлением для них на 7-часовой ночной период провала электропотребления стоимости электроэнергии в энергосистеме, не превышающей основанной себестоимости производства электроэнергии на их собственных мощностях.

Кроме того, следует поощрять их либо обязать административными мерами прекращать собственную генерацию в ночные часы и покупать электроэнергию в энергосистеме. Установленное на блок-станциях оборудование позволяет допускать соответствующие перерывы в работе без потерь моторесурса (газопоршневые агрегаты) либо с минимальными его потерями. Теллотехнологии, с которыми связан ряд блок-станций на предприятиях, – всегда когенерационные, как правило, в своих тепловых схемах они обеспечивают возможность работы без когенерационных мощностей в соответствии с тем, что предусматривалось штатным вариантом проекта. Это одно из условий обеспечения непрерывности основного производства, которое было обязательным при переходе на теллотехнологическую когенерацию.

Из анализа представленных графиков (рисунок 2) следует, что при должной реализации рассматриваемого пути возможно обеспечить регулирование мощности существующими техническими решениями (рисунок 4) и уменьшить устанавливаемую мощность электроджетов только за счет данного пути на **0,6 ГВт**.

Но этим решения по данному варианту не исчерпываются. В работе известных системных специалистов Беларуси [10] показана возможность изменения структуры электропотребления за счет широкого перехода к электротяге на транспорте, в частности, в отношении автомобилей, на примере Норвегии [19]. Узкое место связано с отсутствием должной сети электростанций, небольшим парком электромобилей, достаточно высокой стоимостью последних. Сеть зарядных станций можно обеспечить административными мерами, обязав владельцев существующих автозаправочных станций (АЗС) и, главным образом, многочисленных гипер-

маркетов установить соответствующее оборудование в требуемых объемах и обеспечить его использование по тарифам на электроэнергию, установленным правительством [20]. В этом случае, стоимость затрат на «топливо» у владельцев электротранспорта снижается в 6 раз по отношению к бензиновым авто. Кроме того, за стоянку заряжаемых электромобилей не должна взиматься плата. Наконец, согласовать с автодилерами и банками страны программы, стимулирующие достаточно значимое обновление парка с переходом на электро-



С вводом в строй Белорусской АЭС доля природного газа в структуре приходной части топливного баланса энергосистемы составит 57%.

привод. И, дополнительно, стимулировать изготовителей автомобилей в Беларуси к выпуску современных вариантов электромобилей.

3. Диверсификация технических решений. Сегодня доля природного газа в структуре приходной части топливного баланса энергосистемы Беларуси определена 97%, при абсолютном потреблении 12,3 млн т у.т. в год [21]. С вводом в строй Белорусской АЭС эти значения составят соответственно 57% и 15,4 млн т у.т. первичных энергоресурсов в год. Очевидно во-первых недостижимые значения 50% [11, 12], во-вторых условие снижения импорта природного газа не отменяется. Другими словами, требуется дальнейшая разработка и внедрение энергосберегающих мероприятий по снижению потребления природного газа как в стране, так и в энергосистеме. Соответствующий комплекс обозначен и обоснован большей частью в работах [9, 23, 24].

3.1. Речь идет о дальнейшем совершенствовании тепловых схем ТЭЦ путем вовлечения в использование в системах теплоснабжения низкотемпературных тепловых побочных потоков основного производства, или вторичных энергоресурсов (ВЭР). В работах [9, 24–31] рассмотрена утилизация

части внутренних низкотемпературных тепловых ВЭР, связанных с рассеянием теплоты охлаждения генератора паровых турбин, систем смазки и конденсатора, проточными за счет системы циркуляционного охлаждения, с помощью абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов (АБТН). Показано, что потенциал только для крупных ТЭЦ Беларуси позволяет установить до 0,5 ГВт (430 Гкал/час) тепловой мощности, что при сохранении отпуска теплоты потребителям без привлечения пиковых водогрейных котлов дает снижение генерации тепловой энергии на отборах турбин до 40% и, соответственно, годовую экономию топлива до 0,11 млн т у.т.

Кроме того, достигается снижение удельной выработки электроэнергии

на тепловом потреблении и, в конечном итоге, снижение генерации на ТЭЦ до 0,15 ГВт [22, 31]. АБТН, кроме экономии топлива, имеют хорошие экономические, энергетические показатели и, что важно для практиков, эксплуатационные характеристики, что нашло подтверждение в течение трехлетней эксплуатации абсорбционного теплового насоса мощностью 4,2 МВт на ОАО «Светлогорское химволокно» [32, 33]. В частности, АБТН позволяют обеспечить плавное регулирование тепловой мощности в диапазоне 50–110% и, что важно для решения задач энергетической, безболезненное мгновенное отключение от работы и передачу тепловых нагрузок на штатную теплофикационную установку ТЭЦ с естественным увеличением генерации электроэнергии.

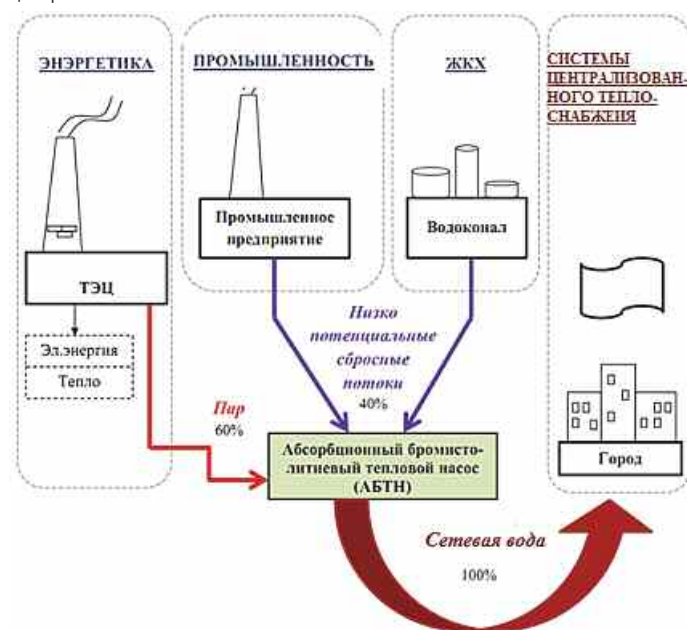
Это можно использовать для решения проблемы обеспечения величины вращающегося резерва мощности. Удельная стоимость абсорбционного теплового насоса не превышает 100 USD за киловатт тепловой мощности. При внедрении АБТН на ТЭЦ для утилизации внутренних тепловых ВЭР возможно заместить 0,15 ГВт резервных источников и 0,15 ГВт электроджетов. Суммарное снижение инвестиций в результате описанного внедрения АБТН составит **0,15 млрд USD**. Здесь ►

следует еще раз подчеркнуть, что при этом обеспечивается годовое снижение потребления природного газа до 0,11 млн т у.т., что при цене природного газа порядка 150 USD/(т у.т.) эквивалентно годовому снижению затрат порядка **17 млн USD** при простом сроке возврата инвестиций до трех лет. Здесь уместно и необходимо указать на возможность качественного скачка в повышении эффективности системы теплоснабжения страны, подобного тому, что имеет место при переходе от раздельного теплоснабжения на базе котельных и КЭС, к комбинированной выработке тепловой и электрической энергии на ТЭЦ. Скачку, который обеспечит снижение потребности в органическом топливе в стране на нужды централизованного отопления до 40% [34, 35]. В контексте рассматриваемых в данной работе задач речь идет о расширении энергосберегающей базы и переходе к утилизации низкотемпературных ВЭР на ТЭЦ страны в объеме, определяемом нагрузками их зон ответственности в части теплоснабжения. Речь идет об общей экономии топлива до 40% того, что в настоящее время потребляется на нужды отопления и горячего водоснабжения в стране. Пояснить суть предлагаемого решения можно с помощью рисунка 6.

Это решение апробировано на ряде подобных объектов технически развитых стран, например, Дания, Венгрия, Таиланд, Республика Корея и др. [36].

Возвращаясь к проблеме ТЭЦ и энергосистемы, следует остановиться на расширении зоны энергосбережения путем вовлечения низкотемпературных тепловых ВЭР предприятий сопряженных промышленных узлов, расположенных вокруг ТЭЦ, в отпуск теплоты на нужды потребителей. Например, Новополоцкая ТЭЦ имеет фактическую среднюю нагрузку теплоснабжения в отопительный период около 100 Гкал/ч; расположенный рядом завод «Полимир» ОАО «Нафтан» рассеивает в окружающей среде через испарительные градирни непрерывно в течение года поток низкотемпературных тепловых ВЭР не менее 50 Гкал/ч. С помощью

Рис. 6. Снижение расходов топлива на нужды систем централизованного теплоснабжения



АБТН в отопительный период возможно утилизировать 40 Гкал/ч теплоты. При этом тепловая нагрузка на градирню в количестве 10 Гкал/ч позволит сохранить непрерывность их работы, что требуется для обеспечения основного производства завода «Полимир» ОАО «Нафтан». При прерывании использования теплоты ВЭР промышленных предприятий на ТЭЦ по тем или иным причинам градирни работают по существующей схеме. В этом случае сокращается тепловое загрязнение окружающей среды и потребление воды из природных источников на 0,5 млн м³ в год, что эквивалентно финансовой выгоде предприятия до 0,4 млн USD в год.

Дальнейшее стимулирование завода «Полимир» ОАО «Нафтан» к сотрудничеству следует обеспечить покупкой у него теплоты системы оборотного водоснабжения по цене, например, 1 USD за гигакалорию, что составит до 0,3 млн USD в год. Общая годовая выгода завода «Полимир» ОАО «Нафтан» составит порядка 0,7 млн USD. Для энергетиков Новополоцкой ТЭЦ снизятся затраты на топливо до 3,8 млн USD в год. Кроме того, при сохранении отпуска теплоты снизятся затраты на электроэнергию на 35 МВт, которые могут заменить и мощности резервных источников, и электро-

котлов.

Круглогодичные, непрерывные тепловые низкотемпературные ВЭР промузлов крупных ТЭЦ составят:

- ОАО «Нафтан» – более 150 Гкал/ч;
- Мозырский НПЗ – более 100 Гкал/ч;
- ОАО «ГродноАзот» – до 100 Гкал/ч;
- ОАО «Мозырьсоль» – 35 Гкал/ч;
- ОАО «Могилевское химовлокло» – до 50 Гкал/ч.

Все ТЭЦ энергосистемы могут обеспечить потребность в низкотемпературных тепловых ВЭР для перехода к теплоснабжению по схеме рисунка 6 возможно за счет использования теплоты оборотной воды близлежащих промышленных предприятий [35] или в результате полной утилизации тепловых выбросов ТЭЦ. Например, путем охлаждения дымовых газов до 40°C с применением отечественного оборудования, разработанного в РУП «БЕЛТЭИ» и прошедшего успешную апробацию на котельных энергосистемы.

Общий потенциал подобного решения только для крупных ТЭЦ страны оценивается в 1,5 ГВт, замещение в отопительный период вращающегося резерва мощности – в **0,45 ГВт**, электродоходов – также в **0,45 ГВт** и в межотопительный период – до **0,1 ГВт**. Тре-

буемые инвестиции в установку АБТН оцениваются величиной **0,15 млрд USD**, снижение инвестиций по отношению к электродоходам и резервированию мощности на базе двигателей внутреннего сгорания оценивается величиной порядка **0,35 млрд USD**. При этом годовое снижение потребления природного газа составит **0,33 млн т у.т.**, что эквивалентно **50 млн USD**.

3.2. В целях диверсификации технического обеспечения регулируемых задач (регулирование мощности и обеспечение величины вращающегося резерва) следует рассмотреть установку на крупных ТЭЦ газотурбинных установок (ГТУ) и перехода к парогазовой технологии по сбросным схемам [9, 23]. В этом случае достигается несколько положительных эффектов:

- обеспечивается величина вращающегося резерва мощности **0,3 ГВт**, при этом достигается окупаемость инвестиций;

- происходит регулирование частоты с помощью устанавливаемых ГТУ при переводе ТЭЦ на парогазовую технологию по сбросной схеме. Единичная мощность ГТУ не превысит 25–40 МВт, что соответствует категории промышленных ГТУ, допускающих изменение режимов без катастрофической потери моторесурса, характерного для крупных ГТУ;

- обеспечивается экономия природного газа за счет вытеснения прямого сжигания его в штатных энергетических котлах сжиганием в камере сгорания указанных ГТУ. Эксплуатационные характеристики схемы успешно апробированы на Березовской ГРЭС; в условиях ТЭЦ энергосистемы Беларуси схема оказывается более экономичной, чем широко известная на ТЭЦ схема ПГУ с параллельными связями;

- годовая экономия природного газа в стране составит до **0,6 млн т у.т.**;

- требуемые инвестиции можно оценить величиной до **0,7 млрд USD** при простом сроке возврата инвестиций до 8 лет;

- данное решение позволит вывести из эксплуатации блоки ПГУ, вырабатывающие в настоящее время свой моторесурс и требующие капитальных ремонтов,

стоимость которых можно оценить величиной до **0,65 млрд USD**.

4. Очевидна необходимость комплексного подхода к решению рассмотренных выше задач, которое требует информирования правительственного макроуровня и расстановки приоритетов.

Выводы

1. От создания резервных мощностей можно отказаться без какого-либо ущерба. В создании резервных мощностей, которые в принципе не могут окупиться и лишь усугубляют материальное положение по мере роста стоимости электроэнергии, исходя из изложенного в работе, нет технической необходимости, поскольку возможны альтернативные решения задачи с минимальными затратами.

2. Решения задач регулирования мощности для обеспечения графиков потребления с минимальными затратами полностью возможны за счет изменения структуры потребления электроэнергии в стране без привлечения инвестиций, использования соответствующей тарифной политики в различные периоды суток, дифференцированные для различных потребителей, а также за счет административного стимулирования соответствующих шагов на промышленных предприятиях.

3. Для диверсификации решений, необходимость которых доказывает мировой опыт, в целях снижения энергоемкости продукции страны в объеме, который отвечает концепции энергетической безопасности, необходимо обеспечить качественный скачок в организации теплоснабжения страны путем вовлечения в этот процесс низкотемпературных тепловых ВЭР за счет АБТН. Простой срок возврата инвестиций не превышает 3 лет, что отвечает интересам инвесторов. В этой связи следует указать на оборудование ведущих мировых изготовителей АБТН, необходимое для утилизации низкотемпературных тепловых ВЭР, на льготное инвестирование и на использование энергосервисных компаний за счет инвестиций изготовителей АБТН. В последнем варианте сотрудничества отсутствуют:

– во-первых, какие-либо затраты из госбюджета;

– во-вторых, какие-либо риски технического, эксплуатационного плана со стороны энергосистемы и ТЭЦ.

4. Указанные качественные изменения в теплоснабжении на базе применения АБТН для утилизации низкотемпературных тепловых ВЭР промышленного производства апробированы в мире и широко применяются в технически развитых странах. В условиях Беларуси годовой экономический эффект соответствует снижению расхода природного газа до 40% от потребности страны на нужды теплоснабжения. Экономия природного газа от внедрения АБТН в теплоэнергетическую систему хозяйственного комплекса страны может составить до 1 млн т у.т. в год.

5. Перевод ТЭЦ на парогазовые технологии по сбросной схеме в условиях ввода в строй Белорусской АЭС возможен и целесообразен. Требуемые инвестиции не превышают затрат на выполнение капитальных ремонтов трех существующих парогазовых блоков ПГУ Лукомльской ГРЭС, Бerezовской ГРЭС и Минской ТЭЦ-5, которые к настоящему времени выработали моторесурс и требуют инвестиций в капитальный ремонт до 0,65 млрд USD. Их замена на ПГУ по сбросной схеме на ТЭЦ во всех отношениях более выгодна, что подтверждают выводы РАН [1]. В условиях энергосистемы Беларуси данное решение обеспечивает многосторонние преимущества:

– регулирование генерации в диапазоне **до 0,3 ГВт** при требуемом интервале **до 0,6 ГВт**;

– вытеснение резервных источников мощностью **до 0,3 ГВт**;

– снижение годового потребления природного газа до **0,6 млн т у.т.**

6. Очевидна необходимость комплексного подхода к применению рассмотренных мероприятий для решения рассмотренных задач, что требует информирования правительственного макроуровня и расстановки приоритетов. Решения должны вырабатываться на базе вышеизложенного с учетом энергетических,

экономических, политических возможностей и перспектив, например, реализации энергосервисного варианта строительства и эксплуатации соответствующих установок, не требующего бюджетных средств.

Литература

1. Попырин, Л.С. Эффективность технического перевооружения ТЭЦ на базе парогазовых установок / Л.С. Попырин, М.Д. Дильман // Теплоэнергетика. – 2006. – № 2. – С. 34–39.

2. Джангиров, В.А. Кризис теплофикации? Выход есть! / В.А. Джангиров, Н.В. Лелюшкин, В.В. Маслов // Энергетик. – 2018. – № 1 (76). – С. 3–8.

3. Трутаев, В.И. Теплофикация в Белорусской энергосистеме: острые вопросы функционирования и развития на современном этапе / В.И. Трутаев // Энергетическая стратегия. – 2013. – № 3. – С. 17–23.

4. Сыропушинский, В.М. Белорусская АЭС и традиционная энергетика / В.И. Сыропушинский, В.И. Трутаев // Энергия и Менеджмент. – 2008. – № 3 (42). – С. 8–15.

5. Трутаев, В.И. Прирост стоимости производства электроэнергии как экономический критерий обоснования очередности разгрузки энергоустановок в ночные часы / В.И. Трутаев, В.М. Сыропушинский // Энергетическая стратегия. – 2010. – № 6 (18). – С. 19–24.

6. Ковалев, Д.В. Перспективные режимы работы генерирующего оборудования в системе белорусской энергосистемы после 2020 года / Д.В. Ковалев // Энергетическая стратегия. – 2014. – № 4 (40). – С. 20–23.

7. Молочко, А.Ф. Интеграция Белорусской АЭС в энергосистему / А.Ф. Молочко, Ф.И. Молочко // Энергетическая стратегия. – 2015. – № 2 (44). – С. 29–33.

8. Молочко, А.Ф. Интеграция Белорусской АЭС в энергосистему / А.Ф. Молочко, Ф.И. Молочко // Энергетическая стратегия. – 2015. – № 3 (45). – С. 21–24.

9. Бобич, А.А. Комплекс энергосберегающих мероприятий на ТЭЦ при адаптации к условиям работы энергосистемы с вводом белорусской АЭС: дис. канд. техн.

наук: 05.14.14 / А.А. Бобич. – Минск: БНТУ, 2018. – 224 с.

10. Трутаев, В.И. Электромобили как действенный регулятор суточного графика электрической нагрузки в энергосистеме / В.И. Трутаев, Ю.А. Гладчук // Энергия и Менеджмент. – 2014. – № 1. – С. 8–13.

11. Об утверждении концепция энергетической безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 23 дек. 2015 г., № 1084. // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2015. – № 5/41477.

12. Михалевиц, А.А. Энергетическая безопасность Республики Беларусь: компоненты, вызовы, угрозы [Электронный ресурс]: – 2010. – Режим доступа: http://nm-by.eu/pub/0911/energy_security.pdf. – Дата доступа: 26.03.2010.

13. Основные показатели ГПО «Белэнерго» [Электронный ресурс]: – 2018. – Режим доступа: <http://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnye-pokazateli/>. – Дата доступа: 06.05.2018.

14. Обзор сектора электро- и теплоэнергетики в Республике Беларусь / Науч.-исслед. и проект. ин-т РУП «БЕЛТЭИ»; рук. работы Ф.И. Молочко. – Минск, 2018. – 295 с. – НЕЕР/СQS/17/01.

15. Трутаев, В.И. Применение электродотлов на ТЭЦ как эффективный способ получения маневренной электрической мощности в энергосистеме Беларуси с вводом АЭС / В.И. Трутаев, В.М. Сыропушинский // Энергетическая стратегия. – 2010. – № 4 (16). – С. 19–24.

16. Сыропушинский, В.М. Опыт проектирования маневренных отопительных ТЭЦ с электродотлами // В.М. Сыропушинский [и др.] / Научно-технические задачи развития теплоснабжения в СССР: Сборник трудов ВНИПИ Энергопрома. М., 1989. – С. 50–63.

17. Реакторная установка ВВЭР-1200. Стратегический выбор [Электронный ресурс]: – 2018. – Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/booklets/ru/VVER-1200-ru.pdf>. – Дата доступа: 16.05.2018.

18. Система тарифов на электропотребление за рубежом ▶

[Электронный ресурс]: – 2018. – Режим доступа: <http://helpiks.org/4-72250.html>. – Дата доступа: 06.05.2018.

19. Бесплатная зарядка авто на улицах Осло. Норвегия – лидер по числу электромобилей на душу населения [Электронный ресурс]: – 2018. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=6X11rYxig9Y/>. – Дата доступа: 06.05.2018.

20. В Беларуси установили тариф на зарядку электромобилей [Электронный ресурс]: – 2018. – Режим доступа: <https://auto.tut.by/news/offtop/590580.html/> – Дата доступа: 06.05.2018.

21. В 2020 году Белоруссия рассчитывает снизить долю природного газа в энергобалансе до 37,3% [Электронный ресурс]: – 2016. – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/news.php?zag=1334042953>. – Дата доступа: 02.06.2016.

22. Романюк, В.Н. К вопросу о диверсификации вариантов регулирования мощности генерации Белорусской энергосистемы / В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергия и Менеджмент. – 2015. – № 6 (87). – С. 3–8.

23. Романюк, В.Н. Выбор схем парогазовых установок при модернизации паротурбинных ТЭЦ / В.Н. Романюк, А.А. Бобич, Н.А. Коломыцкая // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 3 (33). – С. 11–15.

24. Романюк, В.Н. Развитие тепловых схем ТЭЦ в условиях Объединенной энергосистемы Беларуси / В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2015. – № 4. – С. 31–43.

25. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для повышения ее энергетической эффективности / В.Н. Романюк, Д.Б. Муслина, А.А. Бобич и др. // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 1 (70). – С. 14–19.

26. Романюк, В.Н. Развитие энергосбережения на базе инновационной технологии абсорбционных тепловых насосов / В.Н. Романюк, А.А. Бобич, Д.Б. Муслина, и др. // Энергоэффективность. – 2013. – № 2. – С. 28–30.

27. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы в тепло-энергетических системах промышленных предприятий для снижения энергетических и финансовых затрат / В.Н. Романюк, А.А. Бобич,

Д.Б. Муслина, и др. // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 2 (71). – С. 32–37.

28. Романюк, В.Н. Абсорбционные или парокомпрессионные тепловые насосы в схемах ТЭЦ / В.Н. Романюк, А.А. Бобич, С.В. Мальков // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 4–5 (73–74). – С. 18–21.

29. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы на ТЭЦ Белорусской ОЭС на примере Мозырской ТЭЦ / В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергия и Менеджмент. – 2015. – № 1 (82). – С. 4–11.

30. Романюк, В.Н. Обоснование параметров АБТН для утилизации ВЭР на ТЭЦ с помощью пассивного эксперимента и определение соответствующих изменений различных оценок работы энергосистемы / В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергия и Менеджмент. – 2016. – № 1 (88). – С. 14–23.

31. Романюк, В.Н. Время применения абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов на ТЭЦ Беларуси / В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергия и Менеджмент. – 2017. – № 2 (95). – С. 2–5.

32. Рудченко, А.В. Оцениваем экономический эффект самого

мощного теплового насоса Беларуси / А.В. Рудченко, И.В. Кочемазов, А.П. Дух // Энергоэффективность. – 2018. – № 4. – С. 25.

33. Рудченко, А.В. Первый проект с применением абсорбционного теплового насоса реализован в Беларуси / А.В. Рудченко, И.В. Кочемазов // Энергия и Менеджмент. – 2017. – № 1 (94). – С. 18–21.

34. Хрусталева, Б.М. К вопросу развития энергообеспечения промышленных теплотехнологий и систем теплоснабжения в Беларуси. Взгляд в ближайшее будущее и обзорную перспективу / Б.М. Хрусталева, В.Н. Романюк, В.А. Седнин, А.А. Бобич, Д.Б. Муслина, Т.В. Бубырь // Известия ВУЗов энергетических объединений СНГ. Энергетика. – № 6. – 2014. – С. 53–61.

35. Хрусталева, Б.М. Расширение энергосберегающей базы в условиях централизованного теплоснабжения и доминирования энергоёмких технологий / Б.М. Хрусталева, В.Н. Романюк // Энергоэффективность. – 2017. – № 12. – С. 6–23.

36. Опыт Китая и Кореи – очень далеко и очень полезно // Энергия и Менеджмент. – 2013. – № 6 (75). – С. 29–36. ■

+375 222 70-60-86

+375 44 566-00-01

+375 33 627-00-01

info@e-optima.by

www.e-optima.by



ЭнергоОптима

Частное производственное унитарное предприятие

ЭНЕРГЕТИКА

✓ Энергетическое обследование предприятий.

✓ Разработка бизнес-планов инвестиционных проектов.

✓ Расчет нормируемых теплопотерь. Расчет тепловых нагрузок.

✓ Разработка ТЭО варианта теплоснабжения объекта.

✓ Тепловизионное обследование. Разработка теплоэнергетического паспорта здания.

✓ Разработка обоснования инвестиций.

✓ Сервис измерительного оборудования.

✓ Разработка и корректировка норм расхода ТЭР. Сопровождение.

✓ Электрофизические измерения.

✓ Технично-экономическое обоснование проектов.

✓ Измерение параметров качества электроэнергии (протокол).

✓ Аэродинамические испытания.

ЭКОЛОГИЯ

✓ Инструкция по обращению с отходами производства.

✓ Проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

✓ Проект зоны санитарной охраны артезианских скважин.

✓ Проект санитарно-защитной зоны предприятия.

✓ Нормативы образования отходов.

✓ Экологический паспорт предприятия.

✓ Проект обоснования границ горных отводов для добычи подземных вод.

✓ Отчет об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС).

✓ Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

✓ Технологические нормативы водопользования.

✓ Паспортизация газоочистных установок и вентиляционных систем.

✓ Расчет выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания в атмосфере.

РЕМОНТ И ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

✓ Ремонт и поверка станков, стенов, машин для балансировки колес.

✓ Ремонт и поверка стенов «Развал-схождение».

✓ Ремонт и поверка приборов проверки света фар.

✓ Ремонт и поверка приборов проверки эффективности тормозных систем «Эффект».

✓ Ремонт и поверка дымомеров.

✓ Ремонт и поверка тормозных стенов.

✓ Ремонт и поверка газоанализаторов.



Собственная Аккредитованная Испытательная Лаборатория



Самая Современная Приборная база



Работаем по всей Стране!



212011, г. Могилев, переулок Березовский, дом 5, кабинет № 4



АБСОРБЦИОННЫЕ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ И ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Самая надежная, экономичная и безопасная для окружающей среды технология нагрева и охлаждения с утилизацией сбросной теплоты, не требующая затрат электроэнергии



- Высокая степень автоматизации и возможность мониторинга параметров работы по сети Интернет.
- Минимальное потребление электрической энергии.
- Экологическая чистота, безопасность, бесшумность и отсутствие вибрации при работе.
- Широкий спектр доступных энергоресурсов, включая вторичные (все виды сбросной теплоты): пар, горячая вода из систем охлаждения, выхлопные газы, а также природный газ, дизельное топливо.

Абсорбционные бромисто-литиевые тепловые насосы (АБТН)

- единичная тепловая мощность установки – от 282 до 56000 кВт
- широкий диапазон сфер применения в различных отраслях: системы автономного электроснабжения, централизованного теплоснабжения, тепловые сети, нагрев и охлаждение технологических сред в энергетике и промышленности (пищевой, химической, нефтехимической и др.)
- эффективная замена пиковым котлам при необходимости увеличить теплофикационную мощность ТЭЦ
- позволяют экономить до 40% топлива за счет использования ВЭР

Абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ)

- единичная мощность установки по холодопроизводительности (вода +5—+7°C) – от 174 до 23260 кВт
- сферы применения: технологические процессы с использованием холодной воды с температурой +5—+7°C (нефтехимическая, пищевая, химическая, нефтепереработка и другие отрасли)
- эффективное охлаждение газопоршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

Для поставляемого оборудования: обследование, предварительное ТЭО, подбор, проектирование, монтаж, наладка, гарантия, сервис



Официальный представитель и авторизованный сервисный центр компании BROAD в Беларуси

ЗАО «Сервис тепло и хладооборудования»
ул. Берута, 3Б, офис 613
Минск, 220092, Республика Беларусь
Тел. +375 (17) 318 87 19,
Факс +375 (17) 318 87 84,
Моб. тел. +375 (29) 129 29 49
www.broad-ctx.by



УНП 191683249

«ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДОРОЖНАЯ КАРТА ДО 2050 ГОДА»



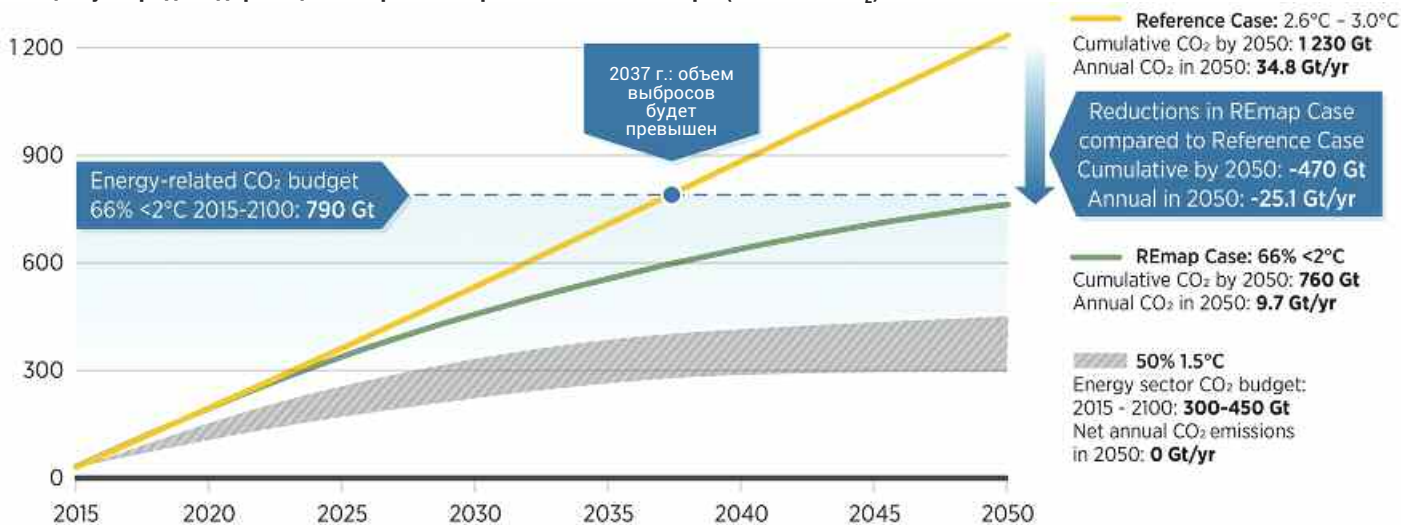
Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA) опубликовало очередной программный документ под названием «Глобальная энергетическая трансформация: дорожная карта до 2050 года» (Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050).

В докладе рассматривается сценарий энергетического развития, при реализации которого человечество достигает цель Парижского климатического соглашения (REmap Case), и описываются условия достижения этой цели.

На графике показано, что нынешняя траектория развития эмиссии парниковых газов в соответствии с действующими и запланированными политиками, в том числе Национальными планами сокращения выбросов (NDC) ведет к значительному превышению уровня выбросов по сравнению с целью Парижского соглашения (Reference Case, желтая линия).

В документе говорится, что сочетание развития ВИЭ и мер по росту энергоэффективности позволит обеспечить более 90% снижения выбросов CO₂, необходимого для реализации целей Соглашения. Такой путь, предусматривающий развитие ВИЭ и энергоэффективности, является, по оценке Агентства, наиболее безопасным и оптимальным с социально-экономической точки зрения.

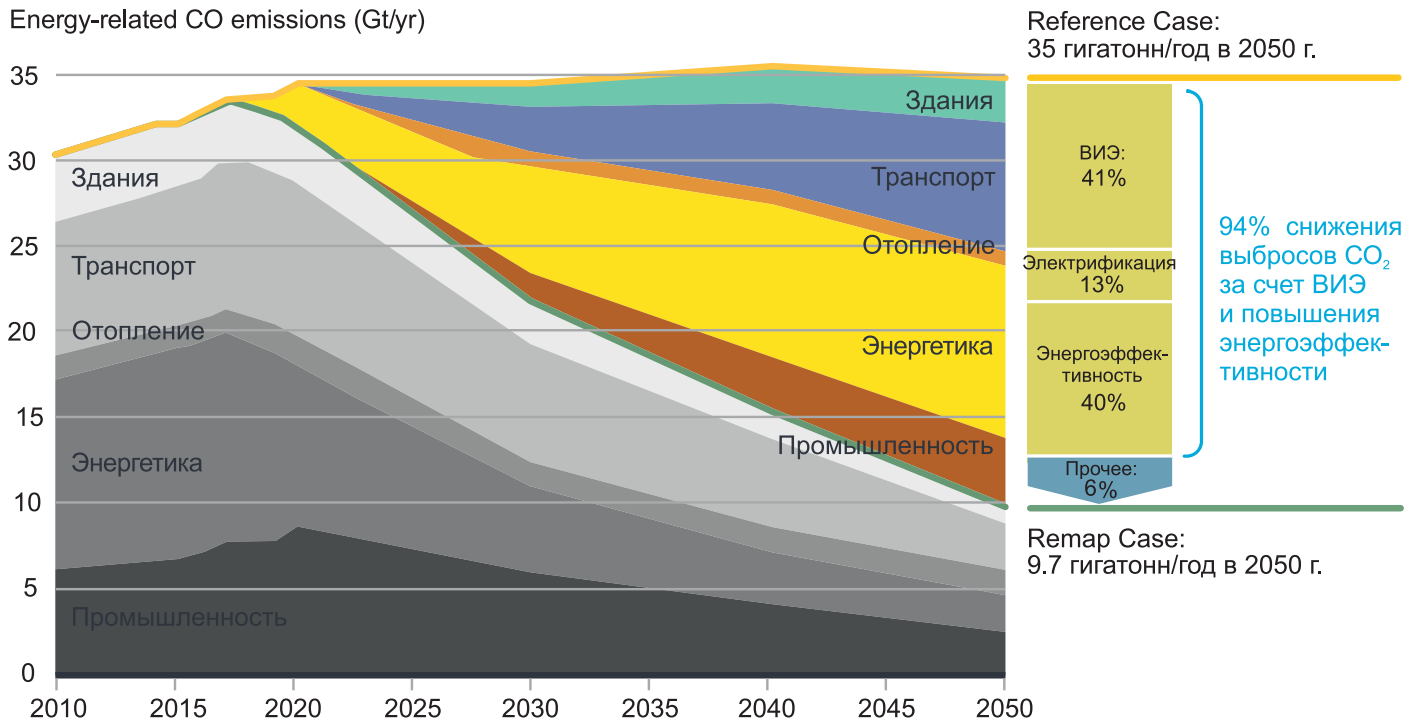
Общие углеродосодержащие выбросы энергетического сектора (гигатонн CO₂)



С технологической точки зрения удержать глобальное потепление на уровне 2 градуса Цельсия от доиндустриального уровня возможно. Более того, такой путь развития более рационален и с экономической, социальной и экологической точек зрения, считает IRENA. Для этого, однако, необходима более глубокая трансформация мировой энергетической системы.

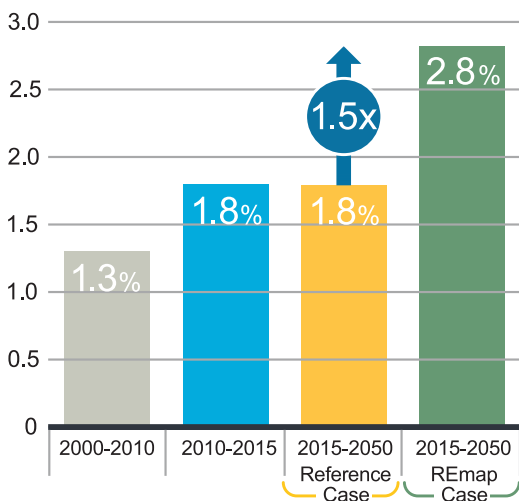
На следующем графике показаны объемы и траектория снижения выбросов парниковых газов по секторам в сценарии REmap Case в сравнении с Reference Case.

Годовые выбросы CO₂ и их снижение, связанные с сектором энергетики, 2015–2050 годы (гигатонн/год)

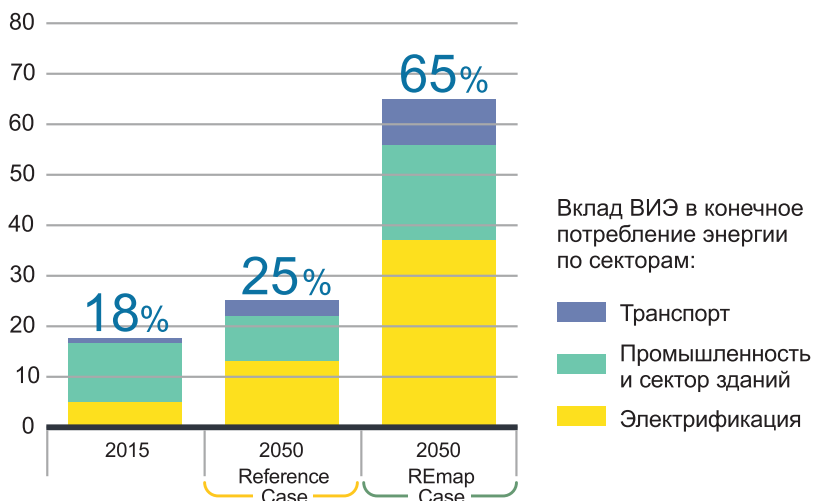


Доля возобновляемых источников энергии в мировом конечном потреблении энергии должна вырасти к 2050 году с нынешних 18% до 65%.

Снижение энергоёмкости (%/год)



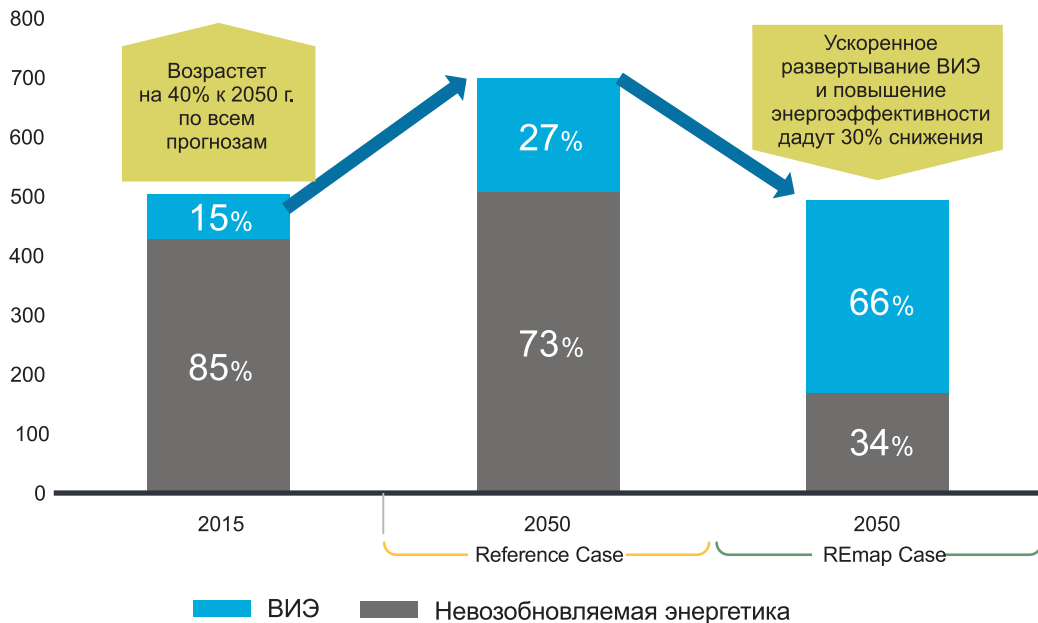
Доля ВИЭ в мировом конечном потреблении энергии (%)



Источник: Historical energy intensity improvement values from (SE4ALL, 2016), projections based on IRENA analysis

Энергоемкость глобальной экономики должна сократиться почти на две трети (снижение на 2,8% в год), что удержит ее ниже уровня 2015 года.

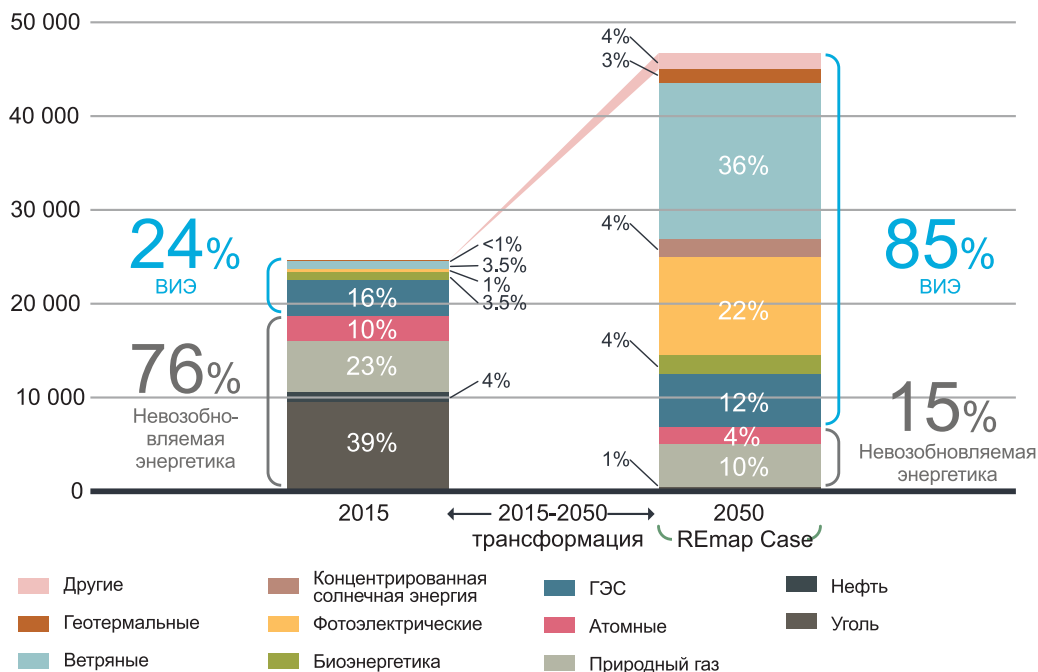
Мировое потребление первичной энергии (эксаджоулей/год)



Это достижимо, несмотря на рост населения и экономики, считают авторы.

В электроэнергетике за тот же период доля ВИЭ должна вырасти с сегодняшней четверти до 85%, главным образом, за счет развития солнечной и ветровой энергетики. При этом установленная мощность электростанций, работающих на основе ВИЭ, превысит 16500 ГВт.

Электрогенерация (ТВт.ч/год)



Несмотря на то, что в электроэнергетике уже сегодня отмечается очевидный тренд декарбонизации, прогресс должен быть ускорен. По мере увеличения доли низкоуглеродной электроэнергии доля

электричества в конечном потреблении энергии должна возрасти с примерно 20% в 2015 году до 40% в 2050-м.

В секторе транспорта доля электричества в потреблении энергии должна вырасти до

33%, а доля ВИЭ – до 58%. При этом мировой парк легковых электромобилей увеличится до 965 млн единиц.

Глобальная энергетическая трансформация имеет социально-экономический смысл.

В период 2025–2050 годов она обеспечит дополнительный рост мирового ВВП на 1–1,5% в год по сравнению с Reference Case. Количество новых рабочих мест, созданных в секторах ВИЭ и повышения энергоэффективности, превысит число рабочих мест, потерянных в сырьевых отраслях промышленности.

Какова цена вопроса? Какой объем инвестиций потребуются для энергетической трансформации по сценарию REMap Case? По расчетам IRENA, по сравнению с нынешней траекторией развития (Reference Case) понадобятся дополнительные инвестиции в энергетический сектор в размере 27 трлн долларов США за весь период до 2050 года. При этом подавляющая часть этих дополнительных инвестиций компенсируется благодаря снижению потребления ископаемого сырья. Оставшаяся часть в размер 1,7 трлн более чем окупается снижением негативных экстерналий (внешних эффектов).

При реализации сценария энергетической трансформации REMap Case Россия оказывается главным проигравшим – снижение ВВП страны в 2050 году прогнозируется на уровне 2,6% (по сравнению с Reference Case). Причина очевидна: высокая степень зависимости экономики РФ от сырьевых отраслей. В то же время уровень общественного благосостояния повышается (как и в большинстве других стран) в связи с уменьшением объемов негативных экстерналий. Не ведет энергетическая трансформация и к снижению занятости в стране.

В связи с тем, что вероятность реализации сценария глубокой декарбонизации мировой экономики к 2050 году не столь уж низка, Российской Федерации, чтобы компенсировать неизбежные потери в сырьевом секторе, необходимо активнее заниматься диверсификацией экономики, развивать нессырьевые отрасли, в том числе «зеленые» технологии. ■

Владимир Сидорович,
Renen.ru

Реализация решений для паровых турбин на протяжении более 40 лет



НЕФТЕХИМИЯ



БИОМАССА



ЦЕЛЛЮЛОЗА
И БУМАГА



ОТХОДЫ
В ЭНЕРГИЮ



ЖЕЛЕЗО/СТАЛЬ



ЦЕМЕНТ



САХАР



ПАЛЬМОВАЯ МАССА



Максимальная
выдача
мощности

Энерго-
эффективные
решения

Прибыль
на инвестиции

ПОСЕТИТЕ НАШ СТЕНД НА **electrify**™ JUNE 19 -21, AUSTRIA
europe STAND A-U43

Contact Us

- 12 A, Peenya Industrial Area, Phase 1, Bengaluru – 560058, India
- Email: mktg@triveniturbines.com, skumars@triveniturbines.com, marijus.gintaras@envijaes.lt, info@envijaes.lt
- Phone: +370 (37) 452 138 , +91 80 22164000 Fax: +91 80 22164100

Naghmeh Altmann-Mavaddat,
дипломированный инженер, магистр естественных наук,
научный эксперт, Австрийское энергетическое агентство

ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ БАЗ ДАННЫХ О СЕРТИФИКАТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ



Директива Европейской комиссии по энергоэффективности зданий (EPBD) [1] требует, чтобы к концу 2020 года все новые здания имели практически нулевое потребление энергии (англ. zero-energy) и чтобы к концу 2018 года имели практически нулевое потребление энергии все новые административные здания. Согласно этой директиве, в момент оформления продажи или аренды владелец здания должен предоставить сертификат энергетической эффективности (СЭЭ).

От СЭЭ к модернизации зданий

Потенциальный покупатель или арендатор здания, ознакомившись с СЭЭ, получает первое впечатление о будущих расходах на энергию. Менеджеры по недвижимости, в свою очередь, могут получить общее представление об энергетической стороне своего портфеля и разработать стратегии модернизации. Кроме того, федеральные земли или муниципалитеты могут получать прибыль от СЭЭ и использовать их для проведения многочисленных анализов, оценки и разработки стратегий.

Поэтому создание базы данных (центральной или региональной) для регистрации СЭЭ стало необходимым. В Европе существует множество баз данных СЭЭ, которые могут использоваться в основном при сборе разрешений на строительство, подаче заявок на гранты или в целях архивирования данных (владельцев зданий или эмитен-

тов СЭЭ), а также для контроля качества. На данный момент не существует идеальной базы данных, но в Европе есть несколько примеров передовой практики в рамках инициатив открытых данных, статистического анализа, анализа данных в поддержку политик и использования данных муниципалитетами, особенно для контроля качества.

Возможный анализ данных СЭЭ

В данных СЭЭ заложен огромный потенциал. Эти данные можно использовать в целях статистики, анализа и проведения оценки, такой как:

- Схемы субсидирования жилья.
- Энергоэффективность общего фонда зданий.
- Меры по реконструкции.
- Текущее состояние и развитие отопительных систем (энергетические ресурсы, технологии, системы теплопередачи и т.д.)

- Перспективы повышения энергоэффективности новых зданий.

- Модернизация площадей жилых помещений.

- Разработка среднего значения общего коэффициента теплопроводности U (теплопроводность строительных элементов).

- Сравнение «до и после» реконструкции (спрос на тепловую энергию, среднее значение общего коэффициента теплопроводности U, применение технологий и т.д.)

Основываясь на этих данных, можно проанализировать влияние таких инструментов энергетической политики, как стратегии в области энергетики, юридические принципы создания единых мер, обеспечивающих комплексную тепловую модернизацию, и создания нормативной базы для строительства новых зданий, а также технологий и субсидий. В результате возможно целенаправленное влияние на выработку стратегий

в области энергетики и реконструкции для схем субсидирования и стимулирования повышения энергоэффективности зданий. Кроме того, изменения и улучшения могут стать видимыми и отслеживаемыми посредством хронологического изучения полезных данных.

Реализация баз данных СЭЭ в Европе

В последние годы инструменты для анализа, управления и презентации огромных наборов данных, в частности, объемных данных СЭЭ, становятся все более дешевыми и доступными. Различные страны ЕС находятся на очень разных этапах пути к прогрессу в системах управления и оптимального использования данных СЭЭ. Несмотря на то, что законодательство ЕС не обязывает к созданию регистра СЭЭ, почти все государства-члены вышли за рамки обязательств и создали системы сбора данных СЭЭ [2]. В большинстве случаев основной мотивацией для создания регистра СЭЭ, помимо сбора данных как такового, было обеспечение контроля качества процессов сертификации, требуемых статьей 18 EPBD.

Первыми государствами-членами, которые создали базу дан-

ных для СЭЭ, стали Австрия (в некоторых провинциях с 2005 года), Болгария (2005 год), Дания (2006 год) и Бельгия-Фландрия (2006 год). В 2011 году насчитывалось 15 государств-членов с действующими регистрами СЭЭ (BPIE, 2014). В 2014 году их число увеличилось до 24 стран; Польша, Латвия, Люксембург и Чешская Республика готовятся запустить свои регистры СЭЭ в ближайшее время.

Система сбора данных может быть создана на национальном или региональном уровне в соответствии с административной структурой страны (см. рисунок 1).

Концепцию передовой практики использования баз данных СЭЭ можно охарактеризовать как оптимальный подход к анализу и презентации данных регистров СЭЭ; такой подход должен быть эффективным и полезным для выполнения реконструкции, направленной на повышение энергоэффективности.

Были определены следующие категории передовой практики: открытые инициативы в области данных, статистический анализ, мониторинг политик в сфере реконструкции, использование данных муниципалитетами, презентация данных, использование данных коммерческими структурами и контроль качества.

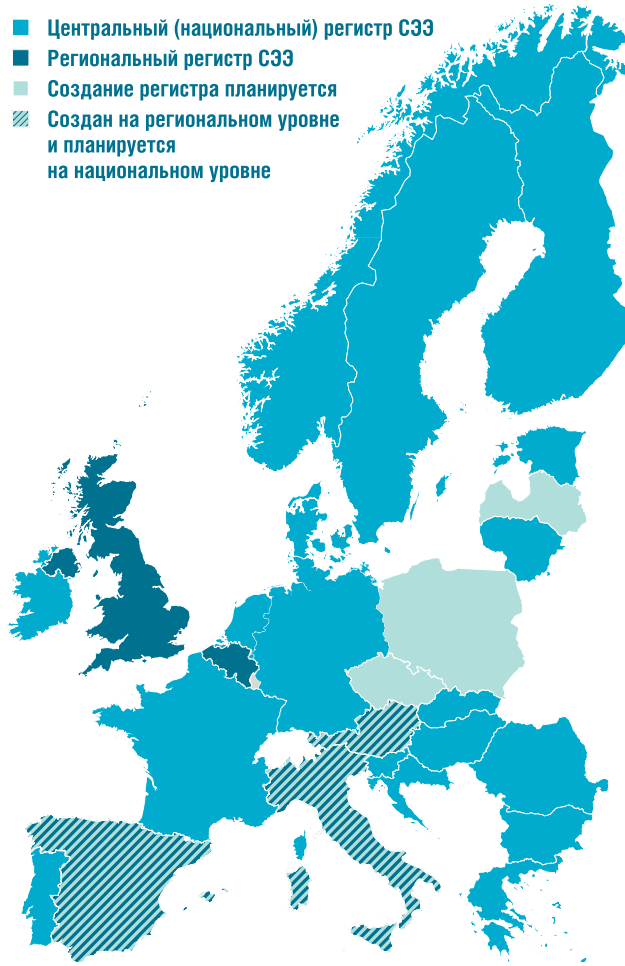
Некоторые страны используют данные регистра СЭЭ, готовят и представляют оцененные данные заинтересованным сторонам в сочетании с информацией из других публичных баз данных для того, чтобы предоставить обзор развития таких процессов, связанных с энергетикой, как планирование в области энергетики, скорость проведения реконструкции и т.д.

Роль данных СЭЭ в управлении внутренним рынком энергоэффективности

Во многих странах базы данных СЭЭ используются в сочетании с другими базами данных для повышения энергоэффективности при тепловой модернизации зданий. Рассмотрим несколько примеров передовой практики в этой области.

Рис. 1. Регистры СЭЭ в Европе [3]

- Центральный (национальный) регистр СЭЭ
- Региональный регистр СЭЭ
- Создание регистра планируется
- ▨ Создан на региональном уровне и планируется на национальном уровне

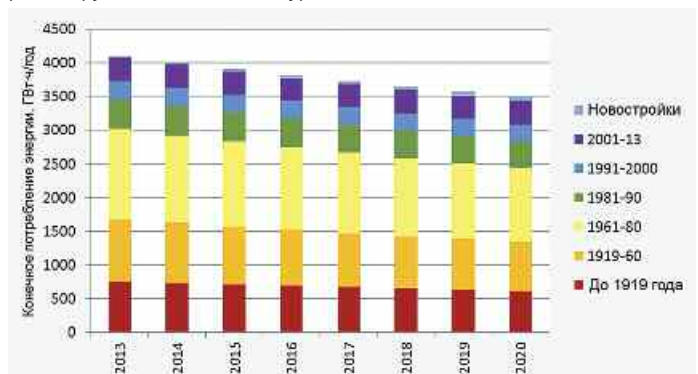


Австрия. В Австрии существует несколько региональных баз данных СЭЭ. Некоторые провинции присоединились к усилиям по сбору СЭЭ в одной базе данных (ZEUS), которая является самой большой и самой актуальной базой данных СЭЭ в Австрии. Она интенсивно используется оценщиками СЭЭ и строительными ведомствами, особенно для предоставления субсидий на ремонт и разрешений на строительство. Эта база данных была расширена с помощью программы учета энергии для частных домовладельцев, сообществ и организаций, занимающихся строительством и обслуживанием зданий. Владельцы зданий регулярно вносят данные и могут проверять энергетические характеристики своих зданий.

Австрийское энергетическое агентство (АЕА) в проекте IEE EPISCO PE предложило типологии жилищного строитель-

ства [4], которые были разработаны в рамках предыдущего проекта TABULA; использование этих типологий в сочетании с данными СЭЭ и данными о потребляемой энергии в жилых домах позволяет продемонстрировать развитие спроса на энергию в регионе и прогресс в достижении целей по защите климата.

Рис. 2. Развитие конечного потребления энергии при уровне реконструкции в 2% в Зальцбурге [4]

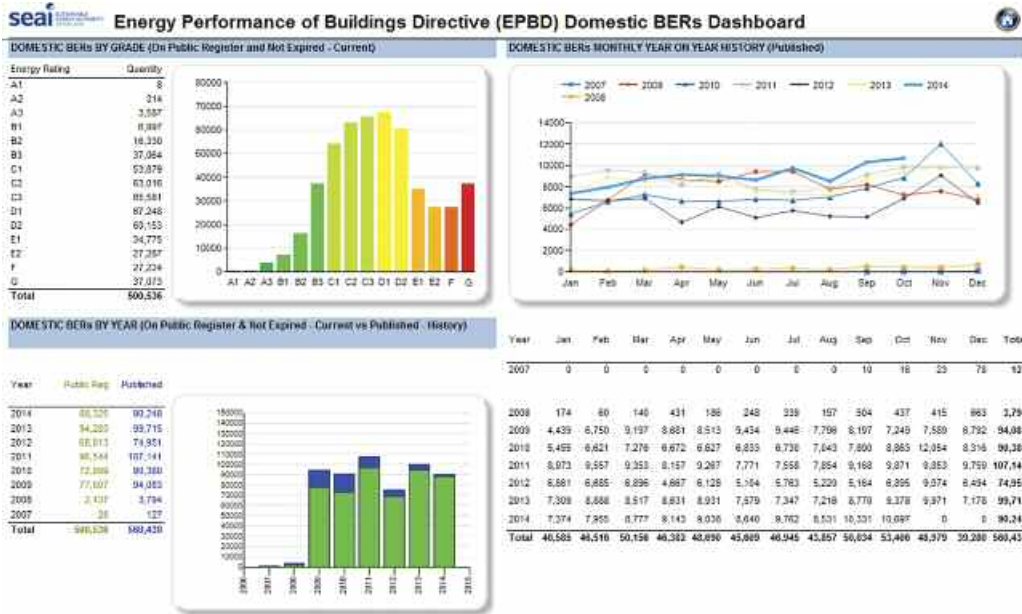


Ирландия. Агентство по устойчивой энергетике Ирландии (SEAI), которое было учреждено в качестве национального агентства Ирландии по энергетике в соответствии с Актом по устойчивой энергетике 2002 года (Sustainable Energy Act 2002), осуществляет сбор и оценку данных по СЭЭ. В 2012 году SEAI запустило национальный исследовательский инструмент BER (рейтинг энергоэффективности зданий, эквивалент СЭЭ), который является открытой платформой и предоставляет доступ ко всем данным в базе данных СЭЭ за исключением такой личной информации, как адрес. Данный инструмент предназначен в первую очередь для исследователей, которые могут генерировать и скачивать выборку первичных данных по местности, году постройки, классу энергоэффективности, типу рейтинга и т.д.

Уполномоченные организации могут получить доступ к массивам данных или выдержкам из регистра СЭЭ. Рисунок 3 демонстрирует анализ зданий в стране (количество СЭЭ для каждого класса энергоэффективности в год и в месяц).

Статистические данные обновляются каждую ночь и доступны на веб-сайте базы данных СЭЭ, как показано далее. Например, информация СЭЭ здания может использоваться для поддержки процесса выдачи грантов домовладельцам, которые хотят повысить энергоэффективность своих домов. Информация, доступная в базе данных, также используется для стратегического планирования в области энергетики.

Рис. 3. Оценка развития СЭЭ жилых зданий в базе данных СЭЭ Ирландии [5]



Ломбардия, Италия. База данных СЭЭ в Ломбардии была создана в 2007 году (Certificazione ENergetica degli EDifici CENED). СЭЭ загружаются непосредственно экспертами в области энергетики при помощи регионального программного обеспечения. На данный момент в этой базе данных собрано более 1,5 миллионов СЭЭ. Качество СЭЭ регулярно контролируется. Торговые ассоциации разрабатывают ГИС (географическую информационную систему) для того, чтобы пользователи имели возможность более широко использовать базу данных CENED.

Регистр СЭЭ CENED открыт для всех заинтересованных сторон: регион Ломбардия использует подход открытого доступа к данным, что позволяет использовать данные СЭЭ и специалистам, и другим заинтересованным сторонам. В базе данных указано каждое здание с СЭЭ, здесь содержится актуальная информация о качестве строительных элементов, системе отопления и энергоэффективности. Данные владельцев защищены по соображениям конфиденциальности. Из базы данных можно выгрузить и отобразить аналогичную информацию об энергоэффективности зданий с практически нулевым потреблением энергии.

Регистр CENED упоминается как «строительный кадастр (регистр)», он интегрирован с региональным кадастром систем отопления/охлаждения зданий (CURIT) и кадастром почвенных тепловых насосов (GSHP) в более широкую Информационную систему по энергетике и окружающей среде (SIRENA20). Эта система представляет данные и обновляет систему регионального энергетического баланса и мониторинга выбросов.

Тысячи специалистов, экспертов в области строительства, эксплуатации, установщиков и обслуживающих работников, менеджеров и представителей органов власти используют и вносят вводные данные в эту систему, что облегчает дематериализацию и способствует снижению бюрократии за счет экономии времени и средств.

Более того, в результате статистическая оценка этих данных помогает региону обновлять свои цели в сфере климата. Многие муниципалитеты Ломбардии смогли оценить потенциальное взаимодействие с фондом зданий на их территории, опираясь также на данные СЭЭ, включая административные здания. Обязательный мониторинг также основан на тенденции увеличения числа сертификатов энергоэффективности.

Шотландия. В Шотландии местные органы власти играют центральную роль в реализации программ энергоэффективности в партнерстве с правительством Шотландии. Решение проблем, связанных с нехваткой топлива, выбросами углерода, – стратегический приоритет, учитывая большое количество шотландских домохозяйств, которые вынуждены платить более 10% своего дохода за отопление и освещение.

В рамках программы HEEPS-ABS (Программа энергоэффективности домов Шотландии – территориальная программа) местные органы власти определяют свои собственные приоритеты по энергосберегающим программам, они уделяют особое внимание самым финансово уязвимым территориям. Шотландское правительство затем предоставляет финансирование местным органам власти для проведения модернизации в целевых районах. Кроме того, ожидается, что местные органы власти привлекут дополнительное финансирование для реализации программы в соответствии с обязательствами компаний – производителей электроэнергии в Великобритании (ЕСО).

Местные органы власти нуждаются в эффективных данных об их жилищном фонде для того, чтобы составить свой план поддержки HEEPS-ABS со стороны

правительства Шотландии и дать им самим возможность вести переговоры с компаниями – производителями энергии для выполнения их обязательств. В качестве поддержки сбора этих данных правительство Шотландии финансирует Фонд по энергосбережению (Energy Saving Trust) для обеспечения услуг по представлению данных каждому местному органу власти в Шотландии. При этом задействовано два элемента: база данных по энергоэффективности домов (Home Energy Efficiency Database) и аналитика по домам (Home Analytics).

Эта служба использует три базы данных, в том числе базу данных СЭЭ. Каждый из этих наборов данных предоставляется местным органам власти для рассмотрения на уровне результатов переписи населения для конкретных территорий – около 125 домов. Данные предоставляются через веб-портал, чтобы местные органы власти могли просмотреть либо все три набора данных вместе, либо только один из наборов данных. С использованием сочетания критериев этих наборов данных для шотландских местных органов власти был разработан специальный индикатор нехватки топлива, который показывает степень вероятности наступления нехватки топлива в каждом районе. Агрегированные данные СЭЭ о домах в том же районе наряду с другими данными используются для составления отчетности о вероятности того, что у данного домовладения есть определенные особенности.

Нидерланды. База данных СЭЭ в Нидерландах управляется центральным правительством. Информация о доступности СЭЭ является открытой. Исследователи ежеквартально оценивают информацию из базы данных о выполнении энергетических показателей на внутреннем рынке частных домовладений в Нидерландах.

Голландский атлас энергетической маркировки (Dutch Energy Label Atlas) был создан организацией Meer met Minder. Цель состоит в том, чтобы информировать домовладельцев об энергоэффективности их жилья и по-

ощрять их к его улучшению. Информация основана на зарегистрированных данных в базе данных энергомаркировки. Для домовладений, по которым еще нет зарегистрированной энергомаркировки, отображаются оценочные показатели, основанные на таких известных характеристиках, как год постройки и площадь помещений. На рисунке 4 показан типичный пример интерфейса такого атласа.

Португалия. Центральная база данных СЭЭ управляется на национальном уровне Agência para a Energia (ADENE). Здесь собраны СЭЭ практически по 10% зданий Португалии. Существуют ежемесячные или годовые целевые показатели оценки качества СЭЭ на основании: типологии застройки (жилой/нежилой), типа сертификата (нового или существующего), экспертов по энергетике и других критериев. В базе данных СЭЭ есть четыре уровня контроля качества: серьезные требования к подготовке экспертов для выдачи СЭЭ, автоматическая проверка вводимых данных, простые проверки качества загрузки данных СЭЭ и подробные проверки качества.

Оценка качества и периодическая отчетность по результатам процесса обеспечения качества помогают выявить наиболее распространенные ошибки, допускаемые эмитентами СЭЭ, и указывают, например, что необходимо изменить объем работ или что есть необходимость адаптировать схемы обучения, чтобы избежать ошибок и предоставить дополнительные разъяснения экспертам в области энергетики.

Вызовы

В области баз данных СЭЭ все еще есть некоторые нерешенные вопросы. Хорошо функционирующая система СЭЭ наряду с базой данных СЭЭ представляет собой готовый к использованию источник информации о фонде зданий. Поэтому данные в СЭЭ должны быть надежными. Однако необходимо решить проблему отсутствия кодифицированной и стандартизированной информации по рекомендациям в СЭЭ. Различные рекомендации

по реконструкции и экономической эффективности должны быть кодифицированы для надлежащего включения в базу данных. Таким образом, предварительным условием является наличие надлежащей системы обеспечения качества для создания высококачественных СЭЭ и, наконец, для достижения ожидаемого в строительном секторе.

Для достижения целей в сфере климата необходимо приложить больше усилий в реконструкции фонда зданий и повышении его энергоэффективности. Это означает, что потребуются денежные вложения финансовых учреждений. Необходимо укрепить роль СЭЭ и маркировки зданий в определении потенциала энергоэффективности зданий. Таким образом, если в результате организации свободного доступа к СЭЭ будут доступны более качественные и более подробные данные, финансирование реконструкции фонда зданий будет более успешным.

Выводы

Базы данных СЭЭ являются подходящими платформами для сбора и оценки информации об энергоэффективности зданий и могут использоваться для мониторинга и повышения эффективности использования энергии наряду с другими базами данных по вопросам энергоэффективности зданий. Однако их потенциал до сих пор не используется в полной мере. Поэтому сбор и пре-

доставление достоверной информации на этих платформах являются ключевыми для дальнейшей разработки стратегий модернизации и повышения энергоэффективности зданий. Они могут стать основой для развития центров модернизации и могут способствовать энергомодернизации, объединяя усилия домовладельцев и специалистов для реализации адекватных мер.

Необходимо четко разъяснить аспекты использования данных заинтересованным сторонам (муниципалитетам, домовладельцам и специалистам), которые, столкнувшись с новой областью СЭЭ и данными о домовладении, не знают, какие виды услуг доступны и как эти данные могут им помочь. Следовательно, решающее значение будет иметь демонстрация и тестирование ряда услуг и предложений.

Если страны или организации разработают и запустят платформы или центры энергоэффективности, можно будет повысить уровень модернизации и обеспечить целевую экономию энергии. Проект Request2Actions – пример начала международного сотрудничества в этом направлении; в рамках данного проекта страны-партнеры разработали инструменты для проверки энергоэффективности зданий и платформы (центры) для повышения энергоэффективности на основе баз данных СЭЭ для домовладельцев и специалистов в целях содействия энергоэффективной

модернизации. Проект Request2Action стал инициативой в рамках программы IEE (2014–2017 гг.) Европейской комиссии, в которой участвовали девять европейских стран. Основное внимание уделялось использованию данных сертификатов энергоэффективности (СЭЭ) наряду с другими данными для содействия повышению энергоэффективности домовладений. В результате найдены новые подходы к тому, чтобы данные СЭЭ были полезны для правительств, частных компаний и частных лиц.

Дополнительная информация доступна по ссылке:
<http://building-request.eu>

Источники

- [1]. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council 2010.
- [2]. Request2Action report.
- [3]. Energy Performance Certificates across the EU – A mapping of national approaches. – BPIE, Brussels, 2014.
- [4]. TABULA/Episcope (Building Typologies), AEA (Austrian Energy Agency), 2016.
- [5]. SEAI (Sustainable Energy Authority Ireland), 2014.
- [6]. RVO (Netherlands Enterprise Agency), 2015. ■

ÖSTERREICHISCHE
ENERGIEAGENTUR
Mariahilfer Straße 136,
1150 Vienna, Austria
naghmeh.altmann@
energyagency.at
www.energyagency.at

Рис. 4. Атлас энергетической маркировки центра Амстердама [6]



Новые технологии ремонта дорог снижают энергопотребление

Даже самые качественные дороги с течением времени подвергаются износу и разрушению в результате воздействия атмосферных осадков и перепадов температуры, а также нагрузок, возникающих при движении автотранспорта.

И приход весны – этому подтверждение.



Могилевская область имеет довольно развитую сеть автомобильных дорог общего пользования протяженностью 13 тыс. 356 км, в том числе с цементобетонным и асфальтобетонным покрытиями – 6 тыс. 832 км. Только на балансе РУП «Могилевавтодор» находится 2 тыс. 534 км дорог.

Опыт показывает, что при нормативном сроке службы дорожного покрытия 13–15 лет дороги находятся в удовлетворительном состоянии, в лучшем случае, в течение первых 3–5 лет, после чего начинается резкое ухудшение.

Одной из прогрессивных в настоящее время технологий, позволяющей решить проблемы защиты верхних слоев конструкций дорожных одежд и восстановления их транспортно-эксплуатационных параметров, является устройство слоев износа из смесей асфальтобетонных холодных литых (СХЛ), например, типа «Сларри Сил» или «Микросюрфейсинг», к использованию которых в дорожной отрасли Республики Беларусь в последние годы проявляется повышенный интерес.

Концепция СХЛ состоит в том, что на поверхность дороги укладывается эмульсионно-минеральная смесь, которая заполняет небольшие трещины и пустоты, обеспечивает высокие фрикционные характеристики, атмосферостойкость, герметичность и обновленный внешний вид поверхности, а также формирует защитный слой износа. Взамен технологии горячего

разогрева битума применяется «холодная» технология.

Хотя выполнение поверхностной обработки при помощи СХЛ не сложнее, чем обычная укладка асфальтобетонной смеси, для подобных работ требуется специальное оборудование, которым располагают далеко не все подрядные дорожные организации.

Во второй половине 2016 года РУП «Могилевавтодор» приобрело «Сларри»-машину непрерывного действия. Машина минского СП ЗАО «МАЗ-МАН» с белорусским шасси prepares СХЛ и укладывает ее на дорогу со скоростью перемещения около 5 км/час с шириной укладываемой полосы от 2,5 м до 4,2 м. Этот передвижной мини-завод-укладчик способен производить из набора исходных материалов литую холодную эмульсионно-минеральную смесь и одновременно укладывать ее в качестве дорожного покрытия.

По данным РУП «Могилевавтодор», в 2015 году выполнено 16 км покрытий тонких слоев из асфальтобетона; в 2016 году – 20,3 км, в том числе из асфальтобетона – 10,9 км и из СХЛ – 9,4 км. Применение новой технологии в 2017 году позволило увеличить количество отремонтированных дорог до 75,9 км, в том числе из асфальтобетона 25,5 км и из СХЛ – 50,4 км.

Следует отметить, что расход энергоносителей на производство смесей холодных литых в два раза ниже, чем для смесей из



асфальтобетона. Для сравнения, согласно установленным нормам расхода ТЭР на 2017 год, на смеси асфальтобетонные суммарно приходится – 18 кг условного топлива на тонну продукции; на битумную эмульсию – 7,7 кг условного топлива на тонну продукции.

Можно привести также простой пример экономического эффекта (по сведениям РУП «Могилевавтодор») – за счет экономии энергоносителей, задействованных «рабочих рук» и моторесурса, а также увеличения скорости выполняемых работ, в ценах 2017 года:

- стоимость замены изношенных верхних слоев дорожных покрытий на новый слой асфальтобетона составила 9 руб./м²;

- стоимость устройства слоя износа из СХЛ – 1,70 руб./м².

Кроме экономических параметров оценки данной технологии на основании исследований, проведенных БелдорНИИ, можно отметить, что при ремонте дороги разрушительное воздействие на озоновый слой «Сларри»-систем в 4 раза ниже, чем при применении обычного асфальтобетона. При этом «Сларри Сил» и «Микросюрфейсинг» в 3,8 раза «чище» по уровню CO₂ и в 4 раза – по уровню NO₂ в расчете на приведенный километр. Параметры «шумности» покрытия на 10–15% ниже, чем традиционного асфальтобетонного покрытия и на 15–20% ниже, чем при шероховатой поверхностной обработке, устроенной традиционными методами.

Еще одним критерием оценки новой технологии является коэффициент сцепления, который на скорости 30, 60 и 90 км/ч соответственно в 1,12, 1,37 и 2,9 раза выше на покрытии типа СХЛ, чем на обычном асфальтобетонном покрытии.

Таким образом, в пользу эмульсионно-минеральных смесей выступают экономические, экологические факторы и факторы безопасности движения. ■

Маргарита Митюшева, заведующий сектором производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Анализируем энергоэффективность первых электробусов в Могилеве

Благодаря отсутствию выброса вредных веществ и низкому уровню шума, электробусы считаются «зеленым» транспортом XXI века. Могилев стал вторым городом в Республике Беларусь, в котором запустили новый вид пассажирского транспорта.

Современные электробусы, или электромобили для перевозки пассажиров, работающие от установленного на борту накопителя электроэнергии (аккумуляторной батареи), – хорошая альтернатива троллейбусам. Они экологичные, маневренные, автономные (не требуется подключение к линиям электропередачи для подзарядки), практически бесшумные. При заторах, повреждениях контактной сети или при авариях на дорогах электробус без проблем может объехать препятствие.

Китайская сторона в знак дружбы и долгосрочного сотрудничества в качестве подарка к 750-летию города Могилева передала Могилевской области в дар два электробуса производства компании Hunan CRRC Times Electric Vehicle Co.Ltd., модель TEG6125BEV03. С 25 января 2018 года электробусы ежедневно курсируют по маршруту №4 КДП «Любужский лесопарк – КДП «Переезд».

Зарядку электробусов производят после каждого их возвращения из рейса при помощи двух зарядных устройств, которые также были переданы в дар китайской стороной. Обычно



При движении электробуса свободным ходом тяговый двигатель начинает работать в режиме генератора и происходит подзарядка аккумуляторных батарей.

время зарядки составляет от одного до двух часов в зависимости от степени разряда аккумуляторных батарей. А оснащённость литий-ионными аккумуляторными батареями (Li-ion) позволяет обеспечивать запас хода на всю рабочую смену. За одну смену электробусы совершают по 9 оборотных рейсов, а дневной пробег каждого из них составляет порядка 140 км.

Также стоит отметить, что в электробусах работает система рекуперации электрической энергии. При движении электробуса свободным ходом (накатом, по инерции) тяговый дви-

гатель начинает работать в режиме генератора и происходит подзарядка аккумуляторных батарей, что позволяет экономить заряд аккумуляторных батарей при работе на линии.

Заявлено, что по предварительным итогам тестовой обкатки электробусы на 30% экономичнее, чем троллейбусы.

Регулирование температуры воздуха в летнее время в салоне электробуса осуществляется при помощи откидных форточек и кондиционера, для обогрева пассажирского салона в зимнее время в электробусах установлен автономный отопитель «Spheros Thermo 300», который работает на дизельном топливе.

По итогам работы за первый квартал нынешнего года пробег двух электробусов составил 13 тыс. 235 км, потреблено электроэнергии на тягу 16,7 тыс. кВт·ч, удельная норма расхода на тягу электробусов составила – 1,26 кВт·ч/км (при утвержденной норме расхода на тягу подвижного состава на 2018 год 1,65 кВт·ч/км, на I кв. – 2,17 кВт·ч/км), что составляет 58,1% от установленной на квартал нормы, с учетом того, что

электробусы проработали квартал не полностью.

Отметим, что существенное влияние на расход электроэнергии оказывают погодные условия. Так, при отрицательных температурах, обильном снегопаде, гололеде расход электроэнергии значительно увеличился, как это было в начале марта текущего года, когда расход доходил до 1,47 кВт·ч/км (напомним, что средняя температура марта составила –3,3°C, а иногда она падала до –11°C). При этом заряд батарей по возвращении с линии составлял около 17% соответственно суточный пробег уменьшался со 140 км до 120 км, потребление электроэнергии на одну зарядку в этот период составляло порядка 176–180 кВт·ч.

Экономический эффект от использования электробусов за период первый квартал составил около 30 тыс. кВт·ч, или 3,6 тонны условного топлива.

Могилев заинтересован в приобретении электробусов отечественного производства, которые с мая прошлого года уже работают в белорусской столице. ■

Лилия Привалова, главный специалист производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Солнце для ДРОЦ «Надежда»



На сегодняшний день в мире все большую популярность набирает экологическая энергетика с использованием возобновляемых источников энергии (ветра, солнца и геотермальных источников). Наша страна также не остается в стороне от мировых тенденций.

Один из адресов использования ВИЭ – детский реабилитационно-оздоровительный центр «Надежда» в Ильянском сельском совете Вилейского района, где 11 августа 2017 года была введена в промышленную эксплуатацию фотоэлектрическая станция установленной мощностью 600 кВт.

Станция служит в качестве источника электроэнергии, получаемой преобразованием солнечной энергии в электрическую с помощью фотоэлектрических элементов. В процессе преобразования генерируется постоянный ток, который затем с помощью специальных инверторов преобразуется в трехфазный электрический ток частотой 50 Гц. Солнечные модули изготовлены в виде солнечной панели, установленной в анодированной алюминиевой раме размером 1654x989 мм на металлический каркас, который обеспечивает их наклон под углом 25° к поверхности земли и ориентацию строго на юг.

Все компоненты фотоэлектрической станции были доставлены в Беларусь из

Германии немецким общественным объединением «Leben nach Tchernobyl».

Фотоэлектрической станцией с 11 августа 2017 года по 1 апреля 2018 года выработано и отпущено в государственную энергетическую систему

189 тыс. кВт·ч электрической энергии. Годовая расчетная выработка электроэнергии станцией превысит 614 тыс. кВт·ч. Речь идет и о том, чтобы за счет продажи полученной электрической энергии получить доход и направить прибыль на развитие и содержание ДРОЦ «Надежда». Это позволит повысить качество санаторно-курортного лечения и оздоровления детей.

С момента своего создания и уже на протяжении 24 лет детский реабилитационно-оздоровительный центр «Надежда» осуществляет санаторно-курортное лечение и оздоровление детей на принципах ответственного экологического развития. С 2016 года обеспечение центра тепловой энергией осуществляется полностью за счет солнца и местных видов топлива (дров и щепы). ■

О.И. Заблочкая, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Первые результаты реконструкции центральной котельной в Коханово

Государственная политика в сфере энергосбережения предусматривает ежегодное повышение доли использования местных видов топлива с замещением импортных энергоресурсов при производстве тепловой энергии. Проблема снижения затрат на тепло- и электроснабжение является актуальной во все времена и особенно важна теперь, когда задачи экономного и эффективного расходования ТЭР являются одной из составляющих энергетической безопасности страны.

Снижение зависимости Республики Беларусь от импорта топливно-энергетических ресурсов может быть достигнуто путем увеличения в топливном балансе республики доли биомассы. Напомню, что к биомассе относятся местные природные топливные ресурсы, используемые в качестве котельно-печного топлива: дрова, отходы лесозаготовки и деревообработки, отходы сельскохозяйственной деятельности и прочие.

В декабре 2017 года завершилась реконструкция центральной котельной в г.п. Коханово Толочинского района с установкой котлов на местных видах топлива с механизированной загрузкой топлива. В результате реконструкции котельной здесь с 1 декабря 2018 года находятся в эксплуатации два котла КВ-Рм-3Т отечественного производства на фрезерном торфе мощностью 6 МВт. В настоящее время котлы КВ-Рм-3Т подключены к системе теплоснабжения.

Ранее установленные котлы КБНГ-2,5 после модернизации используются в качестве резервных во время технологических остановок торфяных котлов на регламентные работы и при понижении температуры наружного воздуха ниже -20°C.

Из местного и республиканского бюджета, инвестиционного фонда Минэнерго и собственных средств КУПП «Коханово ЖКХ» в объект было вложено 1 млн 901,8 тыс. рублей. Замещение природного газа за 1 кв. текущего года составило 521,8 т у.т. Мероприятие должно окупиться за 4,9 года. ■

А.Г. Гордеев, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Гелиоводонагревательные системы в Ивановской ЦРБ: итоги трех лет эксплуатации

Предприятия и организации Брестской области продолжают работу по развитию сети энергоисточников с использованием возобновляемой энергии, в том числе энергии солнца.

В 2015 году в УЗ «Ивановская ЦРБ» были введены в эксплуатацию две гелиоводонагревательные системы для горячего водоснабжения:

- система на 6000 л/сут, 30 коллекторов по 30 вакуумных трубок мощностью 348 кВт/сут, установленная на центральном блоке зданий УЗ «Ивановская ЦРБ» с расчетной тепловой нагрузкой по горячему водоснабжению 0,5 Гкал/час;

- система на 1000 л/сут, 5 коллекторов по 30 вакуумных трубок, мощностью 58 кВт/сут,

установленная на здании филиала «Детская консультация» УЗ «Ивановская ЦРБ» с расчетной тепловой нагрузкой по ГВС 0,1 Гкал/час.

Панели солнечных коллекторов соединены с накопительными баками и установлены на кровле зданий, в которых используется горячая вода. Работа гелиоводонагревательных систем осуществляется в автоматическом режиме. Для аварийного нагрева воды или подогрева воды до нужной температуры при неблагоприятных погодных условиях имеется возможность включения ГВС от тепловых сетей КУМПП ЖКХ «Ивановское ЖКХ».

Гелиоводонагревательная система полностью обеспечивает тепловую нагрузку по ГВС в меж-



отопительный период и частично в отопительный период в центральном блоке зданий УЗ «Ивановская ЦРБ», она полностью покрывает нагрузку по ГВС в отопительный и межотопительный периоды в здании филиала «Детская консультация» УЗ «Ивановская ЦРБ».

С момента ввода в эксплуатацию, за 2016–2017 годы гелиоводонагревательной системой центрального блока зданий УЗ «Ивановская ЦРБ» выработано 98 Гкал тепловой энергии, гелиоводонагревательной системой здания детской консультации – 24 Гкал тепловой энергии на ГВС.

Затраты на реализацию проекта составили 125 тыс. 11 рублей, из них 56 тыс. рублей –

средства республиканского бюджета на финансирование госпрограммы, остальное – из местного бюджета.

Экономический эффект от использования гелиоводонагревательных систем в 2016 году составил 10,7 тонны условного топлива.

Согласно технико-экономическому обоснованию, планируемый срок окупаемости мероприятия по внедрению гелиоводонагревательных систем составит 8,9 года. ■

А.В. Стальнюк, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Минск присоединяется к международной программе «Зеленый город»

Заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко принял участие в стартовой встрече проекта «Зеленый город», которая состоялась 4 мая в Минской городской ратуше с участием представителей Мингорисполкома, Мингорсовета, Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), других республиканских органов государственного управления и консульских учреждений, международных финансовых организаций, а также консультантов проекта.

Городским исполнительным комитетом при поддержке ЕБРР для столицы будет

разработан план действий по созданию «зеленого города» – дорожная карта, которая поможет уменьшить воздействие на окружающую среду, а также создать более комфортные и благоприятные условия для жителей города. В документе прописут мероприятия, связанные с качеством воздуха, чистотой и доступностью земельных и водных ресурсов, зеленых зон. Также план предложит конкретные действия по сохранению биоразнообразия, сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата. Создавая его, Минск присоединяется к международной сети «зеленых городов», среди которых такие

столицы, как Ереван, Тбилиси и Тирана. Ожидается, что документ будет готов в мае-июне следующего года и утвержден до конца 2019 года.

Статус «зеленого города» и наличие утвержденного плана поможет Минску стать более интересным для международных финансовых организаций и доноров. Это позволит активнее привлекать средства для реализации таких инвестиционных проектов, как реконструкция очистных сооружений, энергомодернизация жилых домов и городского освещения, развитие электротранспорта, энерго- и ресурсосбережение. ■

ecopress.by

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И СКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ

УДК 621.331

Введение

Во всем мире протяженность железных дорог составляет 954,6 тыс. км, из них 25% электрифицировано [1]. Мировой объем перевозок на тепловозной и электрической тяге примерно одинаков, т.е. грузонапряженность при электрической тяге в три раза больше, чем при тепловозной. Наибольший удельный вес электрифицированных железных дорог приходится на страны Западной, Центральной и Восточной Европы – 45,7%, страны СНГ – 24,3%, на страны Юго-Восточной Азии – Японию, Китай, Индию – 20% и 8% на Африку, в основном ЮАР. По системе переменного тока электрифицировано 55% от их общей протяженности, 43% электрифицированы по системе постоянного тока и 2% используют другие системы электроснабжения [2].

Лидирующую роль Европы в электрификации железных дорог обеспечило пассажирское движение, так как электрическая тяга позволяет высокие скорости движения поездов, большие ускорения и благоприятна по экологическому воздействию железных дорог на окружающую среду, особенно в густонаселенной Европе.

Около 41% общей протяженности сети электрифицированных линий стран СНГ выполняет 71,6% общего объема перевозок. Лидером по протяженности электрифицированных линий является Россия – 70% сети, 15,4% – Украина, 6,3% – Казахстан, 8,5% – другие страны [2]. Электрифицированные железные дороги России 46,8% выполняют 78% перевозок, что в 4 раза больше, чем тепловозной тягой. В Республике Беларусь электрифицировано 20,5% от общей протяженности Белорусской железной дороги [1].

Электрификация железных дорог способствует увеличению технической и маршрутной скорости движения грузовых и пассажирских поездов, повышению весовых норм перевозки грузов. С переводом железной дороги на электрическую тягу появляется возможность развивать скоростное и высокоскоростное движение пассажирских поездов.

Аннотация

Проанализирована электрификация железных дорог в мире, России и Беларуси. Перевод Белорусской железной дороги на электрическую тягу позволяет повышать скорости движения поездов, особенно пассажирских, что ускорит доставку пассажиров к месту назначения. Разработана методика поэтапного определения максимальной скорости движения пассажирских поездов на железнодорожных линиях со смешанным движением.

Ключевые слова: электрификация, скоростное движение, скорость, железная дорога, техническое состояние, подвижной состав, эффективность.

Abstract

The electrification of railways in the world, Russia and Belarus is analyzed. The transfer of the Belarusian Railways to electric traction makes it possible to increase the speed of the movement of trains, especially passenger trains, which will speed up the delivery of passengers to their destination. A methodology was developed for the phased determination of the maximum speed of passenger trains on mixed-train railway lines.

Key words: electrification, high-speed traffic, speed, railway, technical condition, rolling stock, efficiency.

Повышение скоростей движения поездов – одна из важнейших задач совершенствования эксплуатационной работы и развития железнодорожного транспорта во всех промышленных странах мира. Скоростное движение пассажирских поездов позволяет сократить затраты времени пассажира на поездку и тем самым повысить качество транспортных услуг. Благодаря этим и другим преимуществам по сравнению с другими видами транспорта скоростное сообщение становится экономичной и экологически чистой составной частью мировой транспортной системы.

Скоростные перевозки пассажиров возможны на существующих линиях со смешанным грузовым и пассажирским движением. Для повышения скоростей движения дорога должна быть реконструирована. Задачи реконструкции – обеспечить безопасность и ком-

фортабельность езды пассажиров при высоких скоростях движения, а также увеличить возможную провозную способность железнодорожной линии. Значительными преимуществами по сравнению с другими видами транспорта (экономичность, экологическая чистота, высокий уровень безопасности и комфорта) обладают скоростные железные дороги, которые получают все большее распространение. Общая протяженность высокоскоростных магистралей в мире составляет более 17000 км, в том числе 3750 км – в Европе, причем высокоскоростные поезда обслуживают также полигон протяженностью около 20000 км обычных железнодорожных линий, реконструированных под скоростное движение. В процессе проектирования и строительства находятся еще 23000 км скоростных дорог [3].

Цель

Основной целью работы является разработка методики повышения скорости движения поездов на Белорусской железной дороге, что позволит ей соответствовать мировым стандартам и выдерживать конкуренцию со стороны других видов транспорта.

Повышение скорости движения пассажирских поездов на действующих магистралах ставит задачу совмещения грузового и пассажирского движения.

К реконструктивным мероприятиям для введения скоростного движения и электрификации железнодорожной линии, требующим капитальных вложений, относятся: замена кривых малого радиуса на кривые, соответствующие намеченным максимальным скоростям движения пассажирских поездов; вынос из кривых стрелочных переводов, расположенных на главных путях; замена на главных путях обычных стрелочных переводов на скоростные; расширение или перенос пассажирских платформ; усиление и реконструкция систем сигнализации и связи; техническое перевооружение и замена устройств систем автоматики и телемеханики; реконструкция устройств тягового электроснабжения; устройство пересечений в разных уровнях на пересечениях с автодорогами; ограждение линии и другие мероприятия, связанные с обеспечением безопасности движения поездов [3].

Особенности электрификации и скоростного движения поездов

Территорию Республики Беларусь пересекают два трансъевропейских коридора, определенные по международной классификации под номером 2 (Запад – Восток) и под номером 9 (Север – Юг). Транспортный

коридор №9 соединяет Финляндию, Литву, Россию, Беларусь, Украину, Молдову, Румынию, Болгарию и Грецию, пересекает территорию республики с севера на юг и проходит через крупные промышленные центры Беларуси – Витебск, Могилев, Гомель. Протяженность железнодорожных линий транспортного коридора №9 составляет: направление Терюха – Гомель – Витебск – Езерице (489 км); направление Гудогай – Молодечно – Минск – Жлобин (372 км).

Транспортный Общевропейский коридор №2 Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород, соединяющий Германию, Польшу, Беларусь и Россию, определен Европейским союзом как высший приоритет среди Критских коридоров в связи с важным значением проходящих по нему торговых потоков в сообщении Запад – Восток. В пределах Республики Беларусь железнодорожная линия пролегает по направлению Брест – Минск – Орша – Красное, она является двухпутным, полностью электрифицированным и оснащенным устройствами автоматической блокировки, электрической и диспетчерской централизацией коридором [4].

На участках второго и девятого транспортных коридоров грузовые поезда движутся со скоростями до 90, а пассажирские – до 140 км/ч. Ближайшая скоростная перспектива – 160 км/ч. Для более высоких скоростей движения пассажирских поездов нужна электрическая тяга, так как конструкционная скорость тепловозов составляет 160 км/ч.

Транспортные коридоры проходят в направлениях на восток – в Россию и страны Азиатского региона, на север – в порты Балтийского моря, на запад – в страны Европы и на юг – в страны Черноморского региона. Пограничная инфраструктура дороги на ▶

В Республике Беларусь электрифицировано 20,5% от общей протяженности Белорусской железной дороги.



западных границах развита с учетом того, что здесь стыкуются железнодорожные линии с различной шириной колеи. Для обеспечения всего комплекса транспортных услуг дорога имеет на пограничных переходах необходимые обустройства, способные переработать всю номенклатуру перевозимых грузов. Основные перегрузочные мощности расположены в Брестском и Гродненском железнодорожных узлах.

По мнению зарубежных экспертов, чтобы инвестиции в строительство высокоскоростных магистралей окупились, необходимо иметь в зоне тяготения к ней не менее 20–25 млн человек. При этом общий пассажиропоток в данном транспортном коридоре должен составлять не менее 10–12 млн пассажиров в год [2]. Указанные критерии невыполнимы в условиях Беларуси, где проживает около 10 млн человек. В силу компактности территории, дороговизны строительства высокоскоростных магистралей Республика Беларусь пошла по пути внедрения и развития скоростного пассажирского железнодорожного транспорта путем модернизации действующей железнодорожной инфраструктуры и закупки современных скоростных пассажирских электропоездов.

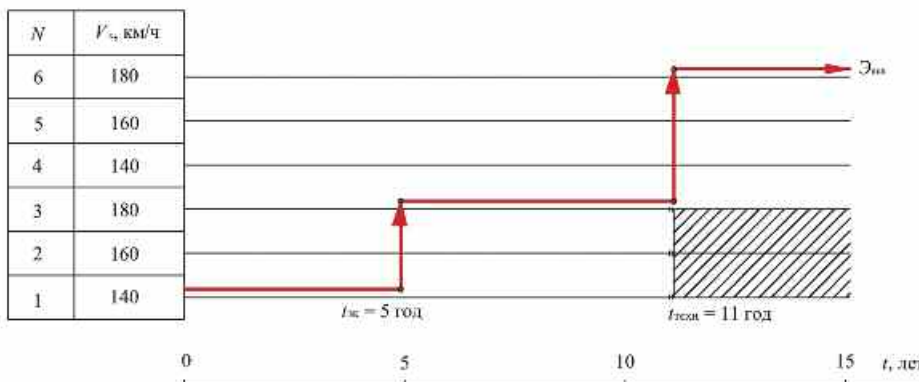
Правительство Республики Беларусь в апреле 2016 года утвердило Государственную программу развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы [4].

В настоящее время именно электрификация – один из важнейших инвестиционных проектов Белорусской железной дороги. Министр транспорта и коммуникаций Республики Беларусь на конференции «Наводные мосты между Европой и Азией» отметил, что к 2030 году Беларусь завершит электрификацию основных грузонапряженных участков железнодорожных линий, чтобы максимально использовать при перевозках грузов и пассажиров электротягу [4].

Проекты по электрификации Белорусской железной дороги предусматривают современное, надежное и безопасное оборудование. Например, внедрение новейших систем управления, диагностики и мониторинга состояния оборудования в ближайшем будущем позволит обеспечить работу тяговых подстанций без обслуживания персонала.

Устаревшее на некоторых участках железнодорожное полотно не способно обеспечивать скорость в 160 км/ч и выше; железнодорожные линии часто «петляют», пересекаются с автодорогами и линиями городского пассажирского транспорта в одном уровне; сооружения и устройства, расположенные в непосредственной близости вдоль железнодорожного пути, не шумозащищены; железнодорожные пути в го-

Рис. 1. Формирование оптимальной схемы этапного увеличения скорости движения поездов на сетке «состояния-время»



родской черте практически не ограждены, что обуславливает низкие скорости движения поездов на железной дороге.

Максимальную скорость движения – 160 км/ч – скоростные электропоезда по Белорусской железной дороге могут развивать только на прямых участках на современных, модернизированных, хорошо укрепленных магистралах.

Решением проблемы частой извилистости Белорусской железной дороги могло бы стать использование современного подвижного состава с наклоняемым на повороте кузовом, что позволит проходить на высокой скорости кривые участки магистрали. Однако целесообразность закупки скоростных поездов с наклоняемым на повороте кузовом должна быть подтверждена соответствующими исследованиями и технико-экономическим обоснованием.

Первым этапом включения Минска в европейскую систему скоростных железнодорожных пассажирских сообщений явилась реконструкция железнодорожной магистрали Брест – Минск – Москва. Планируется также повышение скоростей по направлениям между областными центрами.

В рамках 9-го Европейского транспортного коридора был реализован инвестиционный проект по электрификации участка железнодорожной линии Молодечно – Гудогай – госграница с Литовской Республикой. В сентябре 2017 года Белорусская железная дорога открыла движение на электровозной тяге по этому участку, электрифицировано 84 км дороги (Молодечно – Гудогай – Кяна) и показав тем самым, что до Вильнюса пассажиры теперь смогут добираться без особых трудностей и в быстрые сроки. В планах у Литовской железной дороги – продолжить электрификацию и уже к 2021 году пустить скоростной маршрут Минск – Клайпеда [4].

Как отметил начальник Белорусской железной дороги, электрификация участка Жлобин – Калинковичи – Барбаров позволит организовать сквозное движение поездов

на электротяге в границах 9 Общеευропейского транспортного коридора от Литвы до портов Черного моря через Беларусь [4].

Методика

В основу разрабатываемой методики положен метод формирования оптимальной схемы этапного наращивания мощности железной дороги [6], обеспечивающий оптимальные параметры реконструкции и этапность усиления линий во времени при минимальных затратах, отличающийся от существующих взаимосвязью грузового и пассажирского движения с помощью коэффициента съема грузовых поездов пассажирскими, ранжированием состояний во времени, позволяющий определить максимальные скорости движения пассажирских поездов на участке действующей магистрали с учетом динамики перевозок во времени.

Назначаются технические состояния с учетом вариантов скоростей движения пассажирских поездов, обеспечивающих этапность роста грузовых и пассажирских перевозок во всем расчетном периоде времени. Производятся расчеты пропускной и провозной способности назначенных технических состояний с вариантными значениями скоростей V_к = 140, 160, 180 км/ч при межпоездных интервалах 8 и 10 мин. Сетка «состояния-время» для этого расчетного случая показана на рисунке 1.

Сроком исчерпания мощности первых трех состояний является 11-й год. Состояния 4 – 5 – 6 являются конечными. Далее формируется оптимальная схема этапного наращивания мощности. Критерием оптимальности являются приведенные затраты

$$\mathcal{E}_{\min} = K_0 + \sum_{j=1}^{m-1} \frac{k_{ij}}{(1 + E_{\text{ин}})^j} + \sum_{i=1}^m \sum_{t_i}^{t_i} \frac{C_i(t)}{(1 + E_{\text{ин}})^t}, \quad (1)$$

где K₀ – начальная строительная стоимость; m – число состояний; k_{ij} – стоимость переходов; C_i(t) – ежегодные эксплуата-

ционные расходы; t_n, t_k – сроки начала и конца эксплуатации технических состояний; $E_{нп}$ – норматив для приведения разновременных затрат [5].

Стоимости переходов определяются в зависимости от видов и объемов работ по реконструкции линии. Эксплуатационные расходы складываются из расходов по передвижению грузовых и пассажирских поездов ($C_{пер}^{гр}, C_{пер}^{пс}$) расходов на локомотивный и вагонный парк (C_l, C_a), расходов, связанных с обгоном грузовых поездов пассажирскими ($C_{об}$), расходов по содержанию постоянных устройств железнодорожной линии [6].

Расходы по передвижению поездов рассчитываются по единичным нормам по результатам тяговых расчетов. Расходы на локомотивный и вагонный парк определяются по формулам

$$C_l = \left(\frac{2L_T}{V_x} + T_d \right) \frac{N_{пс}}{24} \gamma_l \rho_l K_l; \quad (2)$$

$$C_a = \left(\frac{2L}{V_x} + T_{об} \right) \frac{N_{пс} m}{24} \gamma_a \rho_a K_a, \quad (3)$$

где L_T – длина тягового плеча; L – длина участка; $T_d, T_{об}$ – время отстоя подвижного состава; $N_{гр}, N_{пс}$ – число грузовых и пассажирских поездов; V_x – среднеходовые скорости поездов; ρ_l, ρ_a – коэффициенты запаса подвижного состава; ρ_l, ρ_a – срок окупаемости с учетом реновационных отчислений; k_l, k_a – стоимости подвижного состава.

Расходы по обгону грузовых поездов пассажирскими рассчитываются по формуле

$$C_{об} = 365 t_{об} C_{пс}^{гр} \frac{2LN_{пс}}{J} \left(\frac{1}{V_{гр}} - \frac{1}{V_{пс}} \right), \quad (4)$$

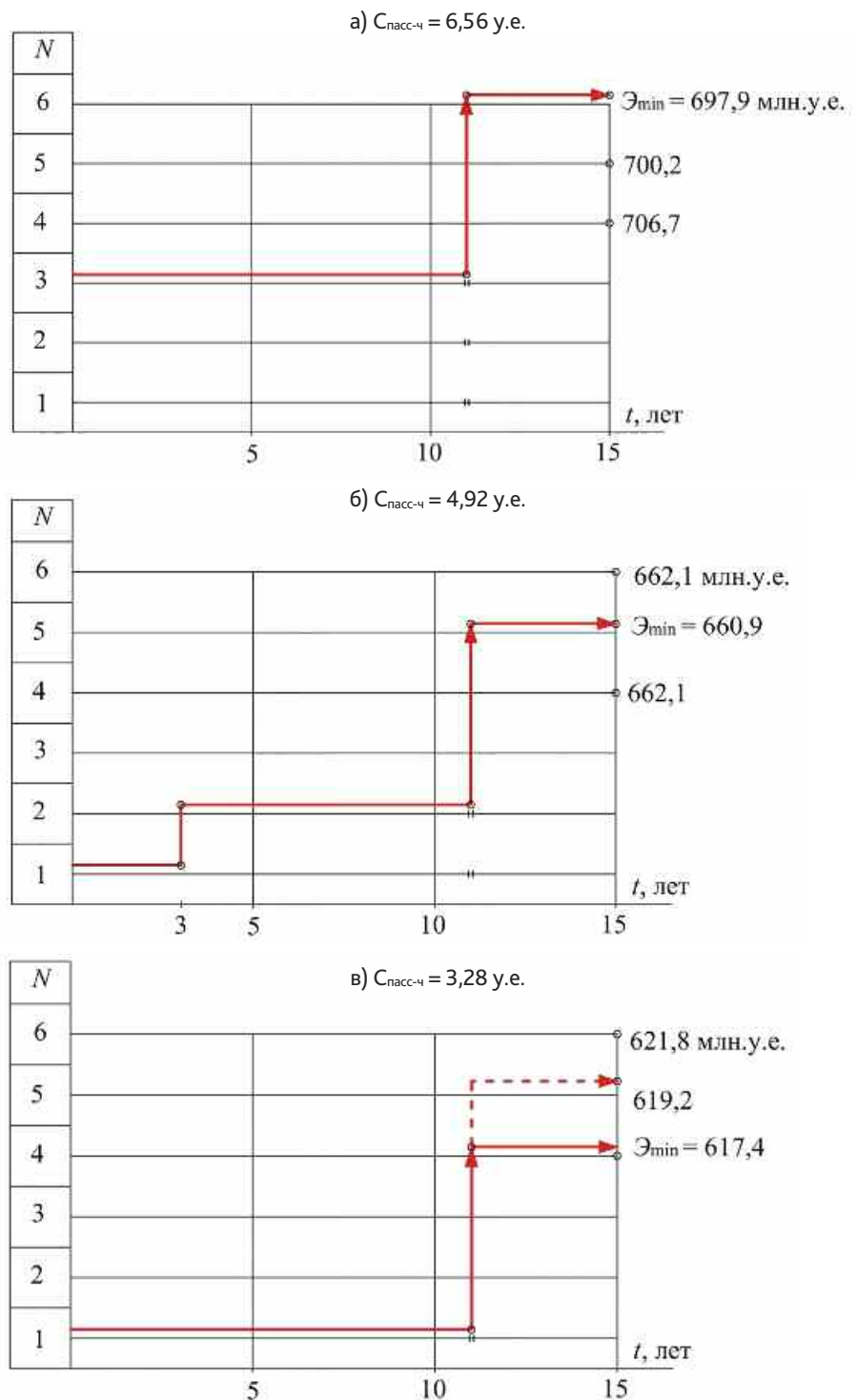
где $t_{об}$ – время простоя грузового поезда, $C_{пс}^{гр}$ – стоимость 1 поезда-часа грузового поезда; J – межпоездной интервал.

Расходы на содержание постоянных устройств определяются в соответствии с техническим вооружением линии и скоростями движения поездов.

Результаты

С использованием разработанной методики на сетке «состояния-время» сформированы оптимальные схемы увеличения максимальной скорости движения поездов на Белорусском участке 2 международного транспортного коридора Брест – Барановичи. Значения критериев в узлах выписываются непосредственно на сетку «состояния-время». Эксплуатационные расходы подсчитывались на основании тяговых расчетов, с помощью которых определялись скорости, время хода поезда, расход топлива и электроэнергии и другие измерители. При этом расчеты производились с тремя вариантами стоимости пассажира-часа $C_{пасс-ч} = 3,28; 4,92; 6,56$ у.е.

Рис. 2. Формирование оптимальных схем



На рисунке 2 показаны оптимальные схемы этапного увеличения максимальной скорости движения на участке с различной стоимостью пассажира-часа. Так, при $C_{пасс-ч} = 6,56$ у.е. оптимальная скорость движения пассажирских поездов составила 180 км/ч с самого начала. При $C_{пасс-ч} = 4,92$ у.е. в течение первых двух лет оптимальная скорость составила 140 км/ч, затем на 3-й год следует увеличить скорость

до 160 км/ч при существующем техническом оснащении, и на 11-м году – сохраняется скорость 160 км/ч, но с уменьшением межпоездного интервала до 8 минут.

При $C_{пасс-ч} = 3,28$ у.е. до 11-го года эксплуатации максимальная скорость составила 140 км/ч, затем необходим переход на 160 км/ч с уменьшением интервала между поездами до 8 минут. ▶

При ограниченных капитальных вложениях целесообразным является эксплуатация поездов с обращающимся на дороге локомотивом ЧС4т и переходом к максимальной скорости движения 160 км/ч. По оптимистичному сценарию при наличии капитальных вложений в подвижной состав с наклоном кузова переход на скорость 180 км/ч на этом участке целесообразен с последующим увеличением скорости до 200 км/ч.

В настоящее время на магистрали Москва – Берлин курсирует поезд «Стриж» с наклоном кузова, развивающий скорость до 200 км/ч. На Белорусской железной дороге он едет по участку Красное – Брест (615 км) с максимальной скоростью 140 км/ч.

Выводы

1. Электрификация железных дорог обеспечивает доступность, высокое качество и безопасность услуг транспорта; развитие его инфраструктуры; обновление подвижного железнодорожного транспортного состава; повышение скорости доставки грузов и перевозки пассажиров; увеличение протяженности электрифицированных железнодорожных участков по основным направлениям международных перевозок; приобретение подвижного состава нового поколения, обеспечивающего высокие скорости движения пассажирских поездов; повышение эффективности функционирования транспортного комплекса.

2. Для решения задачи повышения скорости движения пассажирских поездов необходима электрификация железной дороги, и для обоснования максимальной скорости движения поездов целесообразно исполь-

зование методики определения оптимальной скорости движения пассажирских поездов на существующих железнодорожных магистралях с учетом динамики перевозок во времени.

3. Использование подвижного состава с наклоном кузова показывает, что его выгоднее вводить даже в том случае, если он будет стоить в 2–3 раза дороже по сравнению с обычным подвижным составом. С увеличением пассажиропотока эффективность его применения увеличивается. Внедрение скоростного движения с учетом использования вагонов с наклоном кузова на участке Брест – Красное Белорусской железной дороги при различных технических состояниях дороги, различающихся максимальной скоростью движения поездов, дает возможность принимать более обоснованные проектные решения, обеспечивать эффективность капиталовложений.

4. Применение разработанной методики позволяет выбирать не только максимальные скорости движения поездов, но и рациональные сроки ее повышения. На участке Брест – Барановичи при выполнении необходимых реконструктивных мероприятий максимальная скорость может быть повышена до 200 км/ч при обращении скоростного пассажирского поезда «Стриж».

Литература

1. Беларусь к 2030 году завершит электрификацию основных грузонапряженных участков [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.belta.by//economics/view/>. – Дата доступа: 16.12.2016.
2. Формирование транспортной политики Республики Беларусь в едином экономиче-

ском пространстве / О.С. Булко [и др.]; под науч. ред. О.С. Булко; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 194 с.

3. Житенев, Ю.А. Высокоскоростное движение – прыжок в будущее // Локомотив. – 2013. – №7 – С. 4–7.

4. Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы: [Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.04.2016, № 345], 2016. – 33 с.

5. Корпоративные новости Белорусской железной дороги [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rw.by/corporate/>. – Дата доступа: 10.12.2016.

6. Довгелюк, Н.В. Реконструкция железных дорог: пособие / Н.В. Довгелюк, Г.В. Ахраменко, В.А. Вербило; М-во трансп. и коммуникаций РБ, Бел. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2017. – 339 с.

7. Медведева Н. В. Перспективы совместного использования высокоскоростных специализированных магистралей и существующих железнодорожных линий // Известия Петербургского университета путей сообщения. [Электронный ресурс] – 2007. №3. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>. – Дата доступа: 17.12.2016.

8. Минин К.Н. Перспективные проекты строительства высокоскоростных магистралей Россия – Западная Европа с европейской шириной колеи // БРНИ. [Электронный ресурс] – 2015. – №1(14). – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>. – Дата доступа: 17.12.2016. ■

Статья поступила в редакцию 23.03. 2018.

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. З. Бядули, 12
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569
e-mail: minsk@ista.by • <http://www.ista.by>
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by



- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Допримо III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Петтинароли»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос».

УНП 100338436

Частное предприятие
«Альтернативный вариант»

Нормирование расходов ТЭР
(расчет, корректировка, сопровождение)

Работаем по всей стране

Тепловизионное обследование
(сооружений, оборудования)

Составление энергетического
(теплоэнергетического) паспорта зданий

ТЭО вариантов теплоснабжения
(расчет, сопровождение)

Составление экологического
паспорта организации



УНП 790949579

212013, г. Могилев,
Славгородское шоссе, 30/в
alvariant.deal.by

8 (029) 304-57-83,
факс 8 (0222) 78-02-72
e-mail: alvariant@mail.ru

2–31

мая
2018 года

В информационном центре (к. 607) Республиканской научно-технической библиотеки (РНТБ) на постоянно действующей выставке по энерго- и ресурсосбережению представлена новая тематическая выставка «Береги энергию – сохрани планету».

Среди представленных на выставке изданий значительное место занимают такие периодические издания, как «Энергоэффективность», «Газовая промышленность», «Сантехника. Отопление. Кондиционирование», «Электрические станции», «Энергосбережение и водоподготовка», «Энергосбережение», «Инновации», «Коммунальный комплекс России», «Технологии» и др.

Выставка будет интересна специалистам в сфере энергетики, экономики, производства, а также студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

Вход свободный:

Минск, пр-т Победителей, 7, в будние дни с 9.00 до 17.30, тел.: (017) 306-20-74.

29 мая – 1 июня
2018 года

Минск, пр. Победителей,
20/2, Футбольный манеж



Белорусский промышленный форум-2018.

В программе Белорусского промышленного форума-2018: 21-я международная выставка «ТехИнноПром: технологии и инновации в промышленности»; пленарное заседание «Беларусь – место интеграции Запада и Востока. Будущее развитие промышленного потенциала республики»; ярмарка инновационных разработок; Международный симпозиум «Технологии. Оборудование. Качество»; Меж-

дународный научно-практический симпозиум «Перспективы развития аддитивных технологий в Республике Беларусь»; кооперационная биржа «Наука и промышленность – стратегия инновационного сотрудничества»; биржа субконтрактов в промышленности; семинары и презентации участников выставки; конкурс сварщиков Беларуси с международным участием.

Организатор: УП «Экспофорум»

Тел.: (+375 17) 314 34 30
e-mail: pva@expoforum.by
www.expoforum.by

31

мая
2018 года
День химика

5

июня
2018 года

День охраны окружающей среды

5–6

июня
2018 года
Россия, Москва

«Реконструкция энергетики 2018» – 10-я всероссийская конференция.

Будет посвящена вопросам проектирования и строительства предприятий электроэнергетики, реконструкции электростанций – ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС и ГЭС, практическим вопросам модернизации турбин, котлов, горелок и другого энергетического оборудования, газоочистке, водоподготовке, водоочистке и экологии, приборам КИП и системам автоматизации, повышению ресурса, надежности и эффективности работы электростанций,



актуальным вопросам импортозамещения и внедрения современного вспомогательного оборудования – насосов, арматуры, компенсаторов, средств защиты персонала электростанций, промышленной безопасности энергетики России и стран СНГ.

Организатор: ООО «Интехэко»

Тел. +7 (905) 567-8767
Факс +7 (495) 737-7079
e-mail: admin@intecheco.ru
www.intecheco.ru

5–10

июня
2018 года

Минский р-н, аг. Щомыслица,
28, 3-й км от МКАД по трассе
Минск–Брест, ТЛЦ «Глобус
Парк»

«Белагро-2018» –
28-я международная специализированная выставка.

В рамках Международной специализированной выставки «Белферма» покажут новые технологии в биоэнергетике, в том числе энергетическое оборудование и его программное обеспечение.

Организатор: ЗАО «Минск-Экспо»

Тел. (+375 17) 226-91-33
e-mail: belagro@telecom.by
belagro.minskexpo.com



6–7

июня
2018 года

Страсбург, Франция

ExpoBiogaz 2018 – Международная выставка и конгресс по биогазовой энергетике.

В экспозиции будут представлены биогазовые установки и комплексы по переработке органических отходов, их проектирование; когенерационные установки, работающие на биогазе; системы очистки биогаза, газификаторы; производство этанола.

Организатор: GL events Exhibitions

http://expo-biogaz.com

10

июня
2018 года

День работников легкой промышленности

19–21

июня
2018 года

Австрия, Вена

Electrify Europe 2018 – 1-я международная выставка и конференция конвергенции в секторах выработки, передачи и распределения электроэнергии.

Renewable Energy World Europe 2018 – Международная европейская выставка по возобновляемым источникам энергии и энергоэффективности.

Основные профили выставки: атомная энергетика, возобновляемая энергетика, гидроустановки, биогазовые установки, информационные технологии и др.

Организатор: PennWell Corporation

www.powergeneurope.com
www.renewableenergyworld-europe.com

20–22

июня
2018 года

Германия, Мюнхен

Intersolar Europe 2018 – ведущая выставка и конференция по использованию и получению солнечной энергии.

Будут представлены солнечные элементы, модули, кабели, соединители, распределительные коробки, амортизаторы и покрытия, коллекторы, кондиционеры, инверторы.

ees Europe 2018 – крупнейшая в Европе выставка батарей и систем накопления энергии.

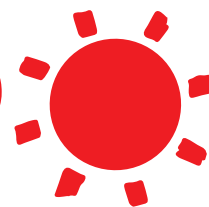
Среди разделов выставки – технологии, комплектующие систем накопления и хранения энергии, производственное оборудование и материалы.

Организатор: Solar Promotion GmbH

www.ees-europe.com/en/home.html
www.intersolar.de

23-я Международная специализированная выставка и конгресс

ENERGY EXP



"Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро"



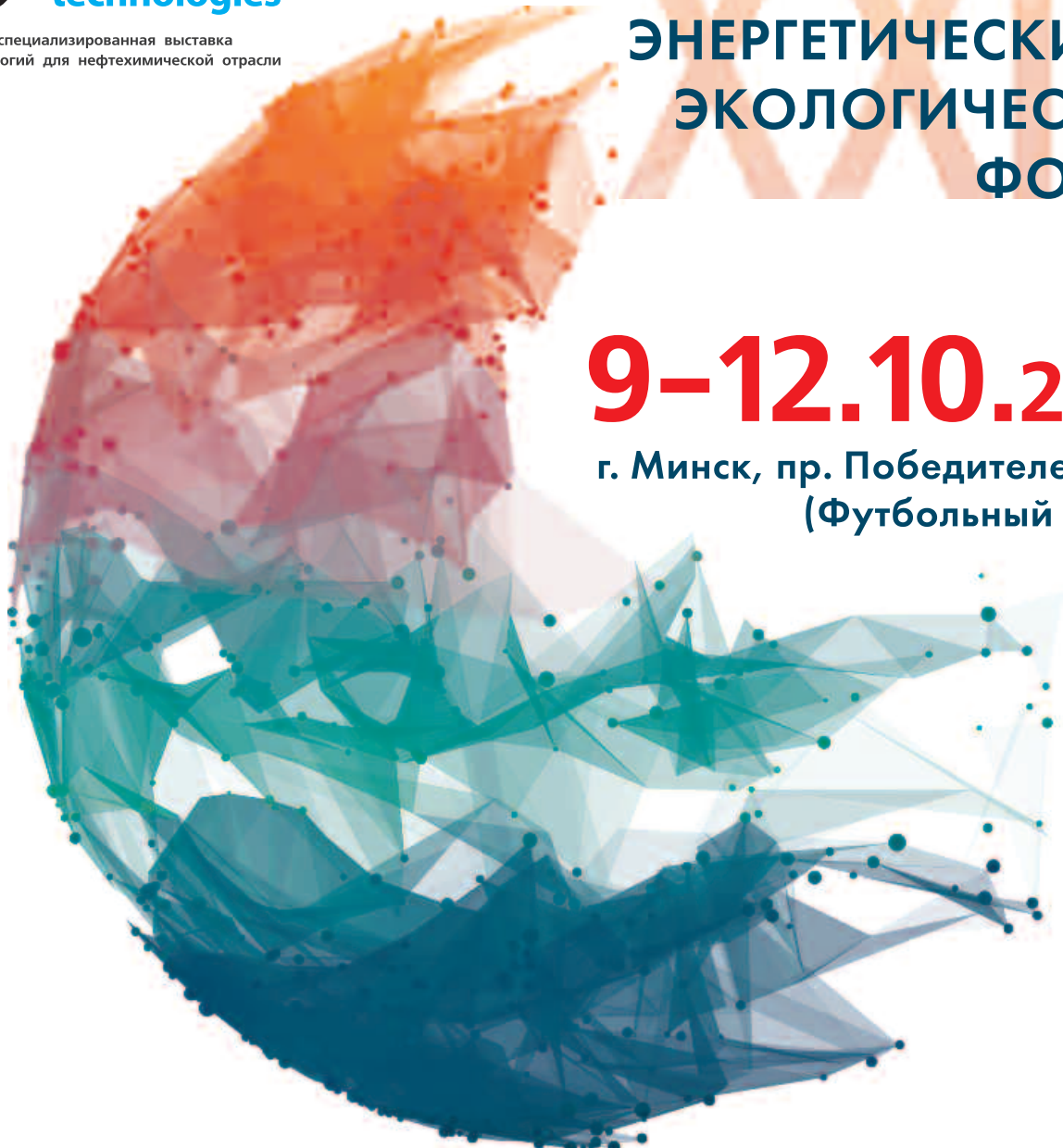
oil & gas technologies

специализированная выставка технологий для нефтехимической отрасли

XXIII БЕЛОРУССКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

9-12.10.2018

г. Минск, пр. Победителей 20/2 (Футбольный манеж)



АТОМЭХРО
Belarus

специализированная выставка "Атомэкспо-Беларусь"



специализированная выставка светотехнического оборудования "ЭкспоСВЕТ"



Water & Air technologies

специализированная выставка "Водные и воздушные технологии"



EXPOCITY

специализированная выставка "ЭкспоГОРОД"

ЗАО "ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ"



тел.: (+375 17) 306 06 06, www.energyexpo.by, energy@tc.by

Генеральные информационные партнеры



Официальные информационные партнеры



Генеральные интернет-партнеры

