

январь 2021

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Цифровизация
энергосетей:
на пути
к Smart Grid

Уроки
энергосбережения
от Видзовского ППТК

Стр. 4

Студенты БНТУ
заняли 2 место
в чемпионате «CASE-IN»

Стр. 8

Проблемы и перспективы
Smart Grid в Белорусской
энергосистеме

Стр. 12

Комплексная
автоматизация
тепловых сетей Гродно

Стр. 16

Возобновляемая энергетика и перспективы цифровизации в Германии и в Беларуси

17–18 декабря 2020 г. Немецкое энергетическое агентство (dena) совместно с Российско-Германской внешнеторговой палатой, Представительством немецкой экономики в Республике Беларусь и Информационным центром немецкой экономики при поддержке Федерального Министерства экономики и энергетики ФРГ организовало онлайн-семинары «Потенциал и вызовы для развития возобновляемой энергетики в Беларуси» и «Цифровая трансформация в энергетическом секторе Беларуси».

В рамках онлайн-семинара «Потенциал и вызовы для развития возобновляемой энергетики в Беларуси» эксперты обсудили актуальное состояние и перспективы развития в сфере возобновляемой энергетики, а также потенциал использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения двух стран.

Открывая семинар, Бэрбель Варниг, менеджер проекта международного сотрудничества Немецкого энергетического агентства (dena) отметил амбициозные цели этой организации в сфере развития ВИЭ. «До 2050 года мы хотим сделать нулевым углеродный след, до 2020 года мы должны отказаться от атомной генерации и до 2038 года – от угольной генерации, – сказал он. – Энергоснабжение Германии перестраивается на возобновляемые источники энергии, и это несет с собой определенные вызовы. В первую очередь речь идет о распределенной генерации. У нас более 2 млн источников энергии. По сути любой человек, который поставил на крыше солнечную батарею, является и производителем, и потребителем. Конечно же, такие мелкие частички этой мозаики должны действовать согласованно».

Den a развивает энергетические системы в диалоге со всеми партнерами. Представьте себе энергетическую стабильность в Германии, достигнутую в том числе и благодаря нашей работе. В 2019 году сети по всей Германии отключались всего лишь на 12 минут. Доля возобновляемых источников энергии повышается до 42%. Также мы активно развиваем водородные источники энергии. У германского бизнеса есть и технологии, и ноу-хау в области ВИЭ, которые могли бы использоваться в Беларуси».

Начальник отдела научно-технической политики и внешнеэкономических связей Департамента по энергоэффективности Андрей Миненков обрисовал ситуацию в сфере возобновляемой энергетики, складывающуюся в Беларуси:

– Люди во всем мире осознают важность развития возобновляемой энергетики для экономики каждой страны. Это выгодно инвесторам, предприятиям, организациям, государству в целом. Разговаривая на разных языках, мы все, тем не менее, движемся в одном направлении. Возобновляемой энергетике есть место в каждой стране.

В Беларуси к возобновляемой энергетике свой подход. Мы используем опыт многих стран. При разработке законодательства о ВИЭ мы опирались на тот опыт, который был в Европейском Союзе и который накопили наши коллеги в Германии. Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» постарались сделать наиболее практичным. Может быть, не все его положения на сегодняшний день успешно работают, но это та основа, на которую мы опираемся в своей работе. Также развитие возобновляемой энергетики, прежде всего электрогенерирующие установки, в настоящее время регулирует указ главы государства, на основе которого устанавливаются квоты по развитию мощностей установок ВИЭ. Действует целый ряд подзаконных актов, регулирующих те или иные направления деятельности в упомянутой сфере. Эти акты регламентируют очень актуальный для нас механизм, когда организации и предприятия, которые хотят построить возобновляемые источники энергии для собственного энергообеспечения, могут это сделать без получения квот.

В нашей стране ставилась задача в 2020 году обеспечить долю возобновляемых источников энергии на уровне 6%. Благодаря тем проектам, которые мы реализовали, тому вектору, по которому мы развиваемся, этот показатель будет перевыполнен. Уже по итогам 2019 года этот показатель превысил 7%. На 2025 год для нас показатель по доле ВИЭ в валовом потреблении ТЭР составит 7–8%.

Если говорить о мощностях, то к настоящему времени мощность всех возобновляемых источников энергии составляет порядка 490 МВт. Конечно же, мы не можем говорить о нескольких миллионах установок ВИЭ, как в Германии. Если говорить об электрической генерации, то у нас таких установок более 300, а если говорить о тепловой генерации, то у нас порядка 3 тысяч котельных, которые используют древесную биомассу. Перевес по объектам получения тепловой энергии отражается и на балансе возобновляемых источников энергии, которые мы используем. В балансе потребления возобновляемых источников энергии древесная биомасса превышает 90%. Если говорить об энергии биогаза, то у нас около 30 установок мощностью порядка 38 МВт, 80 установок по использованию энергии солнца мощностью 160 МВт (с округлением), по использованию энергии

ветра у нас около 100 установок мощностью 109 МВт и 54 ГЭС общей суммарной электрической мощностью 96 МВт. Мы надеемся, что благодаря тем проектам, которые сейчас находятся в реализации и могут быть реализованы в 2021–2022 годах, мы можем выйти на 630–650 МВт. И для нас эти цифры можно рассматривать как определенное достижение, потому что требования к созданию установок по использованию ВИЭ возрастают, добавляются требования по интеграции ВИЭ в объединенную энергетическую систему, в том числе с учетом ввода такого крупного объекта, как АЭС.

Конечно, всем хотелось бы, чтобы этот рост был более быстрым и стремительным, но пока даже те шаги, которые мы делаем, для нас очень важны. Мы планируем целый ряд проектов по развитию использования возобновляемых источников энергии и для централизованного теплоснабжения вместе со Всемирным банком. Ну и конечно мы рассчитываем, что те условия, которые есть сегодня для развития ВИЭ в Республике Беларусь, а также снижение цен на оборудование для выработки электрической энергии, будут способствовать принятию инвесторами положительного решения.

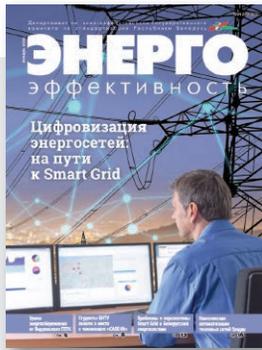
«После того как заинтересованные органы государственного управления Республики Беларусь, которые непосредственно отвечают за эти вопросы, ознакомятся с деталями тех механизмов, которые применяются в Европейском Союзе, осознают все преимущества, плюсы и минусы этого процесса, Беларусь конечно же не сможет остаться в стороне от этих процессов, все будут вовлечены в них подобно тому, как стремительный поток увлекает все в свое течение», – резюмировал А.В. Миненков.

В мероприятии приняли участие около 90 специалистов по отраслевой экономике, управлению и научным исследованиям Беларуси и ФРГ, в частности, представители государственных органов, отраслевых ассоциаций, научно-исследовательских организаций, учреждений образования, а также представители деловых кругов обеих стран – крупных предприятий и компаний малого и среднего бизнеса.

В рамках онлайн-семинара «Цифровая трансформация в энергетическом секторе Беларуси» эксперты обсудили опыт реализации проектов по цифровизации в энергетическом секторе, а также потенциал и дальнейшее внедрение новых технических систем и цифровых технологий в энергетическом секторе Беларуси. В этом семинаре приняли участие более 100 специалистов.

Журнал «Энергоэффективность» сегодня публикует отдельные выступления и презентации, сделанные в рамках упомянутых онлайн-семинаров. (см. с. 12–27). ■

Дмитрий Станюта



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

№1 (279) январь 2021 г.

Учредители:

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

Редакция:

Начальник отдела Ю.В. Шилова
Редактор Д.А. Станюта
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка 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

И.И. Лиштван, 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, зав. лабораторией Института энергетики НАН Беларуси

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

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

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

В.А. Седнин, 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) 350-56-91
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. Перепечатка информации допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»
Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лиц. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 22.01.2021. Заказ 225. Тираж 765 экз.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Выставки. Семинары. Конференции

Возобновляемая энергетика и перспективы цифровизации в Германии и в Беларуси
Д. Станюта

Энергосмесь

1, 7, 27 Четыре электродкотла появились на Минской ТЭЦ-4 и другие новости

Стратегии

2 Устойчивая энергетика и энергоэффективность – факторы повышения эффективности производственной сферы

Интервью

4 Планомерно и результативно – к поставленной цели. Из многолетнего опыта Видзовского ГПТК по энергосбережению и повышению энергоэффективности

9 Студенческая команда БНТУ «inBLBT»: «Главное – помочь друг другу»
Д. Станюта

Внимание, конкурс!

8 Студенческая команда из БНТУ впервые стала призером Международного инженерного чемпионата «CASE-IN»

Электротранспорт

11 В Норвегии электромобили обогнали по продажам традиционные авто

32 Malanka. Заряжена на 2021 год
А.В. Никитенко, ПО «Белоруснефть»

«Умные» сети

12 Проблемы и перспективы Smart Grid в Белорусской энергосистеме
В.Р. Колик, РУП «Белэнергосетьпроект»

16 Комплексная автоматизация тепловых сетей г. Гродно
А.А. Сумич, РУП «Гродноэнерго»

Возобновляемая энергетика

20 Перспектива развития возобновляемых источников энергии в Беларуси
Григорий Кузьмич, Артем Дорожей

Научные публикации

24 Анализ тенденций научно-исследовательской деятельности в области ВИЭ в Беларуси
В.Н. Богач, Институт энергетики НАНБ

28 Утилизация нефтяного кокса: энергетическое и технологическое направления
В.А. Седнин, К.А. Кузьмич, БНТУ

Вести из регионов

Введены в эксплуатацию энергоэффективные термопластавтоматы
Ю.М. Ковалев, Д.М. Никитин

Новая блочно-модульная котельная заработала в Кореневщине

Энергосмесь

Четыре электродкотла появились на Минской ТЭЦ-4

22 декабря на Минской ТЭЦ-4 началась проверка установленных четырех электрических котлов мощностью по 40 мегаватт каждый для выработки горячей воды, которая будет поступать в столицу.

– В течение ближайших трех суток новое оборудование, обладающее высоким коэффициентом

полезного действия, вступит в эксплуатацию, – заверил главный инженер Минской ТЭЦ-4 Михаил Баньковский. – Оно предназначено для преобразования электрической энергии, вырабатываемой в ночное время, когда ее потребление минимальное, в тепловую.

В том числе таким образом можно будет исполь-

зовать и электричество, производимое Белорусской АЭС. Для этого от энергоузла в Молодечино проложена мощная линия электропередач.

Всего в стране только в 2020 году установлены электродкотлы общей мощностью 826 мегаватт. ■

«СБ Беларусь сегодня»

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

Журнал «Энергоэффективность» входит в утвержденный ВАК Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований. Приглашаем к сотрудничеству!

T./ф.: (017) 350-56-91. E-mail: uvic2003@mail.ru

УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

По всем вопросам размещения рекламы, подписки и распространения журнала обращайтесь в редакцию.

УСТОЙЧИВАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ – ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ

В Беларуси утверждена Программа деятельности правительства на период до 2025 года. Это предусмотрено постановлением Совета Министров от 24 декабря 2020 года №758.

В документе отражены основные направления деятельности правительства по достижению целей, решению задач и реализации положений Программы социально-экономического развития Беларуси на 2021–2025 годы. Ключевая цель деятельности – создание условий, обеспечивающих устойчивое экономическое развитие, рост благосостояния и уровня жизни населения.

Программа содержит такие главы, как «Создание условий для улучшения жизни населения», «Поддержание макроэкономической сбалансированности и финансовой стабильности», «Развитие инициативы, предпринимательства и конкуренции», «Преобразование государственного управления и рост отдачи от государственных активов», «Повышение эффективности осуществления инвестиций в экономику», «Повышение инновационности экономики» и другие.

Глава 8 «Повышение эффективности производственной сферы» содержит раздел «Устойчивая энергетика и энергоэф-

фективность». Ожидаемыми результатами деятельности правительства в этой сфере являются обеспечение энергетической безопасности; снижение зависимости экономики от углеводородов; повышение энергоэффективности во всех секторах экономики при снижении нагрузки на окружающую среду.

В качестве индикаторов выполнения задач в сфере устойчивой энергетики и повышения энергоэффективности фигурируют: снижение уровня энергоемкости ВВП за пятилетку – не менее чем на 7 процентов; отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению топливно-энергетических ресурсов в 2025 году – 7–8 процентов;

доля доминирующего энергоресурса (природного газа) в производстве тепловой и электрической энергии организациями системы Министерства энергетики в 2025 году – до 65 процентов.

Цели и механизмы реализации сформулированы для таких задач раздела, как повышение энергетической самостоятельности страны и обеспечение ее энергетической безопасности; формирование условий для повышения экономической доступности электрической энергии; повыше-

ние энергоэффективности национальной экономики.

Инструментами реализации упомянутых задач будут служить Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, а также ежегодно разрабатываемые отраслевые и региональные программы энергосбережения, нормативные правовые акты.

Республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным правительству, облисполкомам и Минскому горисполкому ежегодно до 1 марта года, следующего за отчетным, поручено представлять в Минэкономики информацию о ходе выполнения программы и при необходимости вносить предложения о ее уточнении.

На Минэкономики ежегодно до 1 апреля года, следующего за отчетным, возложена обязанность представлять в Совмин обобщенную информацию о ходе выполнения программы с внесением при необходимости предложений о ее уточнении. Контроль за выполнением постановления возложен на заместителей премьер-министра в соответствии с распределением обязанностей.

По материалам БЕЛТА и Национального правового Интернет-портала Республики Беларусь

Документ опубликован на Национальном правовом Интернет-портале Республики Беларусь, 28.12.2020, 5/48637
Источник получения информации – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.
Эталонный банк данных правовой информации Республики Беларусь.

УТВЕРЖДЕНО
Постановление Совета Министров Республики Беларусь
24.12.2020 № 758

ПРОГРАММА деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года

(Выдержка)

ГЛАВА 8

Повышение эффективности производственной сферы

II. Устойчивая энергетика и энергоэффективность

Ожидаемые результаты:

обеспечение энергетической безопасности;

снижение зависимости экономики от углеводородов;

повышение энергоэффективности во всех секторах экономики при снижении нагрузки на окружающую среду.

Индикаторы выполнения задач:

снижение уровня энергоемкости ВВП за пятилетку – не менее чем на 7 процентов;

отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению топливно-энергетических ресурсов в 2025 году – 7–8 процентов;

доля доминирующего энергоресурса (природного газа) в производстве тепловой и электрической энергии организациями системы Министерства энергетики в 2025 году – до 65 процентов.

Координатор – Заместитель Премьер-министра Республики Беларусь в соответствии с компетенцией.

Задачи	Цели и механизмы реализации	Срок выполнения*	Ответственные исполнители**
Повышение энергетической самостоятельности страны и обеспечение ее энергетической безопасности	ввод Белорусской атомной электростанции в эксплуатацию на принципах безопасности и надежности в целях выработки электроэнергии в 2025 году в объеме 18,5 млрд. кВт·ч	2021 – 2022 годы	Министр энергетики
	снижение зависимости экономики от углеводородов и повышение отношения объема производства (добычи) первичной энергии (с учетом атомной) к объему валового потребления топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР) до 30,8 процента в 2025 году за счет:	2021 – 2022 годы	–
	ввода Белорусской атомной электростанции в эксплуатацию и замещения около 4,5 млрд. куб. метров природного газа в год	2021 – 2025 годы	Министр энергетики
	разработки долгосрочного прогноза топливно-энергетического баланса Республики Беларусь на 2021 – 2025 годы и на период до 2030 года, использования его показателей при разработке стратегических программных документов по соответствующим отраслям реального сектора экономики и регионам	2020 год (разработка)	члены рабочей группы, созданной распоряжением Премьер-министра Республики Беларусь от 10 октября 2019 г. № 460
	использования местных ТЭР, включая возобновляемые источники энергии, в том числе создания 85 энергоисточников суммарной тепловой мощностью более 485 МВт, использующих местные ТЭР	2021 – 2025 годы (реализация)	министры, председатели концернов, облисполкомов, Минского горисполкома
Формирование условий для повышения экономической доступности электрической энергии	актуализация международных договоров, регулирующих вопросы торговли электрической энергией в целях увеличения поставок ее на экспорт (Соглашение между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о создании Объединенной электроэнергетической системы от 22 ноября 1999 года, Соглашение о формировании общего электроэнергетического рынка государств – участников Содружества Независимых Государств от 25 мая 2007 года)	2021 – 2025 годы	Министр энергетики
	поэтапное совершенствование организационной структуры электроэнергетической отрасли с сохранением государственного регулирования в естественно-монопольных видах деятельности и созданием условий для развития конкуренции в сфере электроэнергетики (проект Указа Президента Республики Беларусь о развитии конкуренции в сфере электроэнергетики)	2021 год	Министр энергетики, Министр антимонопольного регулирования и торговли
	формирование внутреннего оптового рынка электрической энергии (мощности), интегрированного в общий электроэнергетический рынок Евразийского экономического союза (проекты правил взаимной торговли электрической энергией на общем электроэнергетическом рынке Евразийского экономического союза (далее – ОЭР Союза), правил определения и распределения пропускной способности межгосударственных сечений на ОЭР Союза, правил доступа к услугам по межгосударственной передаче электрической энергии (мощности) в рамках ОЭР Союза, правил информационного обмена на ОЭР Союза)	2021 – 2025 годы	Министр энергетики, Министр антимонопольного регулирования и торговли, Министр экономики, Министр связи и информатизации
Повышение энергоэффективности национальной экономики	экономия ТЭР в размере 2,5 – 3 млн. т. у.т. за пятилетку за счет:	2021 – 2025 годы	Председатель Госстандарта, министры, председатели концернов, облисполкомов, Минского горисполкома
	внедрения новых современных энергоэффективных технологий и оборудования		
	повышения эффективности действующих и строительства новых высокоэффективных энергоисточников	2021 – 2025 годы (ежегодно)	Министр энергетики
	проведения энергетических обследований (аудитов)		
	мониторинга потребления ТЭР в организациях республики		
	внедрения на предприятиях системы энергоменеджмента		
	снижение издержек и повышение эффективности использования материальных и финансовых ресурсов энергоснабжающими организациями, входящими в систему Министерства энергетики, путем реализации эксплуатационно-технических мероприятий и мер по энергосбережению, а также мер, направленных на снижение расходов из прибыли		

Инструменты реализации – Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, ежегодно разрабатываемые отраслевые и региональные программы энергосбережения, нормативные правовые акты. ■

ПЛАНОМЕРНО И РЕЗУЛЬТАТИВНО – К ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ

Из многолетнего опыта Видзовского ГПТК по энергобережению и повышению энергоэффективности

В этом году в Видзовском государственном профессионально-техническом колледже стартует работа информационно-образовательного центра общественного пользования. Цель – обеспечить устойчивое развитие как колледжа, так и региона, обучая население экологической грамотности и способам экономии энергии в быту. Беседа с директором колледжа М.В. Смирновым убедила нас в том, что открытие подобного центра в Видзах продиктовано многолетней деятельностью колледжа в сфере энергосбережения и использования экологически чистой энергии.



– Охватить планируем и пенсионеров, и молодежь, учащихся школ, детских садов – самые разные слои общества, – рассказывает директор Видзовского государственного профессионально-технического колледжа Михаил Смирнов. – Это и профориентационная наша работа, работаем со школами, отделами образования, местными органами власти. Будут выпущены пособия, появятся стенды, на которых можно будет попрактиковаться в нашем центре, помочь нашей аудитории выбрать экономные осветительные приборы для дома, энергоэффективные материалы для ремонта. Будем популяризировать и актуальный в последнее время алгоритм перевода частных домов на электроотопление.

Также запланированы пленэры, тренинги, конференции и заседания. Для этих це-

Наша справка

УО «Видзовский государственный профессионально-технический колледж» ведет подготовку учащихся и переподготовку взрослого населения по 14 рабочим квалификациям и одной квалификации уровня ССО для аграрной, лесной, строительной отраслей и сферы общественного питания. В колледже обучаются 237 учащихся. Колледж имеет учебное хозяйство с двумя отделениями площадью 1970 га, занимает площадь 10 га в г.п. Видзы и имеет 30 зданий, в том числе собственную котельную.

лей будет введен в строй современный конференц-зал на 10 компьютерных мест с оптоволоконным интернетом. Сейчас пока – в режиме онлайн.



Сделать работу центра более эффективной поможет созданное при колледже общественное объединение «Центр развития Видзовского края». В нем объединены сельское и лесное хозяйство, социальная сфера. Общественное объединение постоянно инициирует расширение круга социальных партнеров: это региональные национальные парки, отделы образования, школы, сельские исполнительные комитеты, – все, кто заинтересован в продвижении идей устойчивого развития на местном уровне.

Михаил Владимирович, знаю, что у поселка Видзы и у вашего колледжа богатая история...

– Городской поселок Видзы Браславского района находится почти на границе Беларуси и Литвы. Его история пишется с 1430 года. Город рос на пересечении торговых путей. С 1794 года Видзы даже стали центром Браславского повета Виленского воеводства, в XIX – начале XX века город славился сво-

ими многоязычными кирмашами. Развитие города в составе Российской империи предрекала Первая мировая война.

История колледжа тесно связана с историей поселка. Видзовское городское уездное училище было открыто 1 сентября 1803 года по указу Александра I и стало одним из 12 учебных заведений такого профиля в Северо-Западном крае. Этим был дан старт работе системы профессионального образования на территории Беларуси. Курировал ее Виленский университет, куда по системе непрерывного обучения отправлялись лучшие учащиеся. А самые талантливые получали возможность продолжить образование в Петербурге.

О 217-летней истории колледжа напоминают стены самого старого здания – учебно-гостиничного корпуса №2, а также красный кирпич старых еврейских складских зданий. Эти здания выкуплены колледжем за собственные деньги для реализации очередного проекта, но на их реконструкцию и оснащение пока нет средств.

Исторический фактор, а также туристический потенциал Браславщины способствовали открытию на базе колледжа в 2004–2005 годах летних оздоровительных лагерей, в которые из разных регионов Беларуси съезжалось до 300 детей. Летом я и преподавательский состав в отпуск практически не ходили – были заняты обслуживанием лагерей. Нашими постоянными партнерами стали ОО «Гармония» и танцевальная студия «Карамельки» (Молодечно), республиканские школы олимпийского резерва по карате, легкой атлетике, велоспорту, таэквондо.

Успешный опыт организации лагерей поставил во главу угла задачу укрепления нашей учебно-материальной базы и повышения комфорта размещения детей. А летний отдых, спорт и танцы нельзя представить без душа и горячей воды. В 2007 году мы первыми в системе образования в нашей стране внедрили геотермальный подогрев воды в пятиэтажном здании общежития. Разработали техническое задание и три года шли к реализации проекта при поддержке ПРООН/ГЭФ по программе малых грантов. К 50 тыс. долларов гранта мы добавили еще большую сумму собственных внебюджетных средств.

В качестве первой очереди установки ГВС мы запустили три панели мощностью по 7 кВт каждая, расположенные на крыше общежития. Также учебное хозяйство обзавелось маленьким ветряком. В неиспользуемом двухэтажном здании КБО после реконструкции мы открыли экологический центр. Сейчас там разместились большой конференц-зал, информационно-образовательный центр общественного пользования и методические кабинеты. После этого на протяжении двух лет мы готовили новое техническое задание,



Корпус колледжа

увязывали уже имеющееся оборудование с новыми «зелеными» системами и с общей концепцией развития нашего учебного заведения. В результате мы получили еще один малый грант, и в 2012 году была реализована вторая очередь комплекса геотермального подогрева. Его мощность была повышена до 50 кВт, он был дополнен теплообменниками, калибровочными бойлерами и накопителями на 2 тонны горячей воды, а также системой водоподготовки (станция обезжелезирования воды). Система эффективно работает до сих пор и нагревает до 50 градусов по 275 тонн воды в год, позволяя практически не использовать на эти цели электроэнергию в погожие дни, особенно в летний, оздоровительный период.

Конечно, не обошлось без ошибок, характерных для первопроходцев. Например, подрядчик не знал, что если выпиливать пластиковые трубы болгаркой, то образовавшиеся стружки могут забить насосы. Поэтому недоделки пришлось устранять самим.

Можно ли сказать, что ваше стремление действовать «зеленые» технологии и заниматься энергосбережением встретило понимание у международных донорских организаций?

– Да, конечно. Не зря еще в 2006 году первый проект нашего экологического центра по программе использования ресурсов и энергии (ШПИРЭ/SPARE) занимался утеплением и восстановлением окон нашего колледжа, поскольку менять их на стеклопакеты в то время было еще слишком дорого.

В 2014 году мы модернизировали собственную котельную, где стояли старые котлы «Минск-1». Взамен 14 кВт мощности циркуляционных насосов мы обошлись гораздо меньшей – всего 350 Вт. Новые котлы отечественного производства на древесной биомассе позволили отказаться от угля и брикетов в пользу местных видов топлива. Наше большое подсобное учебное хозяйство занимает около 1970 гектаров земель сельскохозяйственного назначения. Очищая сельскохозяйственные земли от кустарников, прореживая защитные полосы полей, каналы, мы получаем свое древесное топливо, которого хватает для котельной, отапливающей комплекс зданий учебных ремонтных мастерских.

Наш учебно-лабораторный корпус №3 представляет собой большой утепленный арочник длиной 60 и высотой 12,5 метров. Два десятка лет он простоял, а мы привели его в порядок, покрасили своды, сделали пристройку для теплогенераторной. Чтобы отопить такое здание объемом около 11 тыс. 200 куб. м, решили использовать высоконапорный теплогенератор отечественного производства ВНТ-300-01. Даже один его вентилятор (6 кВт) прекрасно прогоняет весь арочник теплым воздухом, что позволило комфортно разместить в здании столлярное и станочное отделения лаборатории «Плотник» для подготовки по строительным специальностям. Уже в первый год использования для отопления дре- ▶



Кафе колледжа

весных отходов и обрезков столярного отделения принес колоссальную экономию. Чтобы отапливать такое здание по тарифам коммунальных служб, нам потребовалось бы около 24 тыс. долларов в месяц. Мы же обходимся примерно 300 долларами ежемесячно.

Теплогенератор попутно высушивает пиломатериалы для столярного отделения, которые мы производим на нашей собственной пилораме. Напорная часть горячего воздуха из рециркуляционной камеры обдувает и высушивает наш пиломатериал. Когда зимой на улице минус 15 градусов, у нас в арочнике – +7–10°C, учащиеся спокойно занимаются ремонтом и изучением новой техники в комфортных условиях новых лабораторий. Также в арочнике находится лаборатория рационализаторских разработок и технического творчества.

Знаю, что колледж имеет опыт привлечения не только иностранных грантов, но и государственных средств для целей энергосбережения...

– Мы были включены в Государственную программу «Энергосбережение» и имеем опыт получения государственного финансирования на реализацию энергосберегающих мероприятий. Поскольку основное потребление теплотенергии приходится на общежитие, мы занялись термомодернизацией этого здания. Постепенно, поэтапно меняли старые окна на энергосберегающие, привлекали средства областного и республиканского бюджетов на условиях софинансирования. В 2018 году термомодернизацию завершили, обшив стены минераловатной плитой толщиной 140 мм. Все это дало колоссальный эффект, снизив затраты на отопление до минимума.

По мере того, как государство сокращает финансирование энергосбережения, увеличивается доля собственных средств, выделяемых на эти цели предприятиями и организациями...

– Хорошим примером вложения собственных средств в повышение энергоэффективности стала в 2016 году реконструкция столовой. Историческая достопримечательность, бывшая аптека знаменитого российского аптекаря Зафермана, старинное здание 1870 года постройки с примыкающими к нему остатками еще двух зданий всего за 9 месяцев превратилось в учебно-производственный комплекс «Общественное питание». Иметь такой комплекс очень важно для колледжа, поскольку мы осуществляем подготовку по профессиям «Повар», «Официант», «Кулинар мучных изделий».

Здесь полностью изменилась система отопления. Пока еще она подключена к котельной ЖКХ, но получила возможность стать автономной. За собственные средства мы полностью переоснастили УПК общественного питания самым экономичным оборудованием. Тут, помимо светодиодных светильников, заменены посуда, мебель, поставлены энергоэффективные индукционные печи. В ценах подрядных организаций в то время нам на это понадобилось бы 6,5 млрд неденоминированных рублей. А мы уложились в 1,5 млрд собственных средств. Была набрана группа учащихся по строительным специальностям, все там проходили отработку практической части программы производственного обучения. Таким образом мы сэкономили 5 млрд бюджетных средств.

По какому принципу вы определяете энергосберегающие проекты для совместного финансирования?

– Принцип простой: если дают тебе рубль с условием, что ты должен вложить еще 10 рублей – не отказывайся и делай это.

...Тем более что 2 рубля в год ты сможешь сэкономить путем применения энергосберегающих технологий, да?

– Да, тем более, что опыт энергосбережения будет с благодарностью воспринят учащимися и будет им опорой во взрослой жизни.

Как связаны практика использования возобновляемых источников энергии и уроки экологии и энергосбережения?

– Возвращаясь в далекий 2007 год, отмечу, что уже тогда мы начали проведение всевозможных семинаров и тренингов, на которых показывали, что экологическое сознание и энергосбережение имеют множество практических проявлений в жизни детей и взрослых. Применение альтернативных источников энергии, энергосбережение и энергоэффективность нашли отражение и в образовательной деятельности: на базе колледжа был создан Центр экологического воспитания детей и молодежи, реализованы авторская программа воспитания «Природа и мы», экспериментальный и инновационный проекты «Формирование экологического сознания у учащихся профтехколледжей», «Формирование ключевых компетенций в области устойчивого развития у учащихся профтехколледжей». Все учащиеся колледжа, а также школьники Браславского, Миорского районов принимали активное участие в практико-ориентированных мероприятиях нашего Экологического центра по рациональному природопользованию, энергосбережению и энергоэффективности. Наш опыт был обобщен на уровне республики и стал доступен для всех учреждений

образования, которые занимаются формированием экологического мышления и ключевых компетенций в области устойчивого развития.

Вдохновленный нашими примерами использования солнечной энергии, пред-

приниматель открыл в Гомеле завод по производству и сборке гелиоколлекторов. Его компания уже 15 лет успешно предлагает свои гелиоколлекторы на рынке, а свои первые три панели ее основатель установил в нашем колледже. В 2016 году он снова побывал в колледже, принял участие в семинаре и подарил нам модель гелиоколлектора, которую мы бережно используем как демонстрационную.

Благодаря этой и другим моделям дети и школьники имеют возможность «пощупать», что же такое возобновляемая энер-

Опыт энергосбережения будет с благодарностью воспринят учащимися и будет им опорой во взрослой жизни.

гетика и энергосбережение. Суть в том, что можно и нужно показывать населению, детям, молодому поколению, как можно получать экономно путем использования возобновляемой энергии и применения мер энергосбережения. Правильная энергия – означает чистая планета. Когда ты моешься водой, нагретой при помощи солнца, ты испытываешь особое чувство. У детей оно вызывает восторг.

Тогда давайте сформулируем несколько уроков экономии топливно-энергетических ресурсов Видзовского государственного профессионально-технического колледжа.

– С удовольствием.

1. Нашу вторую водонагревательную геотермальную систему с баком-накопителем на 300 литров мы приобрели за собственные средства и установили на крыше учебно-производственного комплекса общепита. В летний сезон солнечная энергия помогает мыть посуду. Суммарно обе наши установки вырабатывают 2700 киловатт-часов в переводе на электроэнергию в год.

2. Ветряк верой и правдой служил нам 10 лет. Мы рассчитали: при скорости ветра 10 м в секунду наш ВЭС-5 способен выраба-

тывать около 10 тыс. киловатт-часов электроэнергии в год. А вот данные 2010 года: при скорости ветра 6 м/с ВЭУ вырабатывала 5 кВт·ч электроэнергии в сутки. За год установка давала 14300 кВт·ч, что позволяло сэкономить 21 тонну условного топлива.

3. За счет средств государственной программы «Энергосбережение» в две очереди мы провели замену всех неэнергоэффективных светильников, которые только есть в корпусах, на инновационные. Первый результат этой работы был получен в 2016 году. В учебно-лабораторном корпусе №3, учебных корпусах №№1, 2, в учебном хозяйстве, а также в общежитии было заменено 367 светильников, а также были подобраны соответствующие пускорегулирующие устройства. Это позволяет сэкономить около 8 тыс. киловатт-часов электроэнергии в год. Сейчас уже меняем устаревшие светильники на светодиодные за счет собственных внебюджетных средств.

Чем для колледжа был знаменателен прошедший год и какие у него планы в сфере энергосбережения?

– В 2020 году у нас был сдан в эксплуатацию после термореновации стен админи-

стративно-спортивный корпус со спортивным залом.

Хотим на УПК общественного питания использовать рекуперацию тепла, выделяющегося при приготовлении пищи, для нагрева воды, подаваемой для мытья посуды. В колледжном кафе «Традиция-1803» наши учащиеся проходят практическую отработку программы по специальностям «Повар», «Официант» и «Кулинар мучных изделий», а на учебно-производственном участке кондитерских изделий мы выпекаем 27 тонн булочных изделий в год. Планируем там сделать автономное отопление, скорее всего, при помощи тепловых насосов. Пишем такой проект. Делаем расчеты и соизмеряем свои возможности с реальными затратами.

Спасибо за разговор, Михаил Владимирович. Пусть практические примеры энергосбережения, применения «зеленых» технологий вдохновляют учащихся и молодежь и в процессе обучения, и после того, как они покинут стены колледжа с соответствующей специальностью!

Беседовал редактор
Дмитрий Станюта

Энергосмесь

Теплоэнергетики Гомельщины – лауреаты конкурса

Реконструкция тепловых сетей – в числе важнейших направлений в работе энергетиков. Как сообщили в РУП «Гомельэнерго», в 2020 году в Гомельской области построено 20,4 км, отремонтировано 5,34 км тепловых сетей.

Один из самых масштабных по протяженности реконструируемого участка тепловой сети – объект в Новобелицком районе Гомеля в пределах улиц Севастопольская, Молодежная и Головачева. «Протяженность участка 1990 м в однотрубном исполнении. Объект оснащен системой оперативного дистанционного контроля для непрерывного контроля состояния теплоизоляционного слоя трубопроводов и быстрого выявления мест повреждений в течение всего срока службы», – рассказали на предприятии.

Основной акцент в работе предприятия был сделан на подготовке к вводу в эксплуатацию

первого энергоблока атомной электростанции в Островце. Установлены электрокотлы на районной котельной «Черниговская» филиала «Гомельские тепловые сети» и котельной «Рогачевская» Жлобинских электрических сетей.

Также обновлены турбоагрегаты на Мозырской и Светлогорской ТЭЦ.

Особое внимание на предприятии уделили реализации распоряжения Президента «О вопросах энергообеспечения». В 2020-м переключены нагрузки потребителей от двух котельных, находившихся на балансе КПУП «Гомельоблтеплосеть», на энергоисточники РУП «Гомельэнерго». «Для этого построены два центральных тепловых пункта. Их ввод в эксплуатацию значительно повысит качество теплоснабжения в Новобелицком районе города, а также позволит получить годовую экономию топливно-энергетических ресурсов на более 1 тыс. т ус-

ловного топлива. За этот проект филиал «Гомельские тепловые сети» получил первое место в номинации «Энергоэффективная технология

года» в конкурсе «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь – 2020», – подчеркнули на предприятии.

БЕЛТА

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. 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

ista

- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Доприно III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Петтинарولي»: 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

СТУДЕНЧЕСКАЯ КОМАНДА ИЗ БНТУ ВПЕРВЫЕ СТАЛА ПРИЗЕРОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ЧЕМПИОНАТА «CASE-IN»

11 декабря 2020 года команда БНТУ «inBLBT», сразившись с соперниками из 13 вузов России и Беларуси, впервые стала серебряным призером Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» – соревнований по разработке технологических решений, способствующих развитию экологической безопасности, эффективности и ресурсосбережению.



Выполняя инженерный кейс в финале, Даниил Тарасевич, Андрей Борщевский, Максим Булин и Даниил Лосенков разработали решение, позволяющее безопасно и эффективно утилизировать или перерабатывать радиоактивные отходы атомных электростанций.

Белорусский национальный технический университет принимает участие в чемпионате «CASE-IN» с 2017 года. Студенты вуза обычно участвуют в направлении «Электроэнергетика», а в VIII сезоне впервые попробовали свои силы в новом направлении – в специальной лиге «ЭКО-CASE» – и сразу попали в тройку призеров.

Чемпионат «CASE-IN» – это международная система соревнований по решению инженерных кейсов среди школьников, студентов и молодых специалистов топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов. Завершившийся сезон чемпионата «CASE-IN» был переведен в дистанционный формат в связи с противоэпидемическими мерами в России.

Осенний кубок, организаторами которого выступают фонд «Надежная смена», некоммерческое партнерство «Молодежный форум лидеров горного дела» и ООО «АстраЛогика», проводится для трех лиг: школьной лиги, лиги молодых специалистов и студенческой лиги. В финале осеннего кубка VIII сезона встретились 29 команд школьников, 39 команд студентов и 13 молодежных команд компаний топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов.

Приветствуя финалистов, заместитель министра энергетики России Антон Инюцын с сожалением отметил, что в этот раз чемпионат и призерам чемпионата не удалось встретиться с участниками Российской энергетической недели. Поскольку форум РЭН уже запланирован на следующий год, заместитель министра выразил надежду на то, что в новом сезоне победители чемпионата смогут не только лично получить награды «CASE-IN», но и по традиции приехать

Наша справка

Международный инженерный чемпионат «CASE-IN» – это международная система соревнований по решению инженерных кейсов среди школьников, студентов и молодых специалистов отраслей топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов.

Организаторы Чемпионата – фонд «Надежная смена», некоммерческое партнерство «Молодежный форум лидеров горного дела» и ООО «АстраЛогика».

Национальными партнерами Чемпионата выступают федеральные министерства: Министерство энергетики РФ, Министерство науки и высшего образования РФ, Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Министерство труда и социальной защиты РФ, Министерство промышленности и торговли РФ, а также Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодежь) и Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов.

Соорганизатором направления «Электроэнергетика» студенческой лиги «CASE-IN» выступает ассоциация «Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения», соорганизатором направлений «Горное дело» и «Геологоразведка» – межрегиональная общественная организация «Академия горных наук», соорганизатором лиги молодых специалистов – ФГБУ «Центр содействия молодым специалистам».

на РЭН, принять участие в Молодежном дне, вживую пообщаться с друзьями и руководителями компаний ТЭК.

Отличной площадкой для профессионального роста и реализации себя в инженерном деле назвал молодежный чемпионат «CASE-IN» заместитель генерального директора АНО «Россия – страна возможностей» Владислав Даванков.

«Осенний кубок «CASE-IN» прошел второй год подряд, в нем приняли участие 3659 человек. Это немногим меньше основного сезона, а значит, всего за два года кубок, который мы задумывали как дополнительную волну чемпионата, стал полномасштабным инженерным соревнованием», – подвел итоги осеннего сезона основатель и сопредседатель Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» Артем Королев. ■

СТУДЕНЧЕСКАЯ КОМАНДА БНТУ «INBLBT»: «ГЛАВНОЕ – ПОМОГАТЬ ДРУГ ДРУГУ»

Итак, направлением Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» в 2020 году являлась «Технологическая модернизация», а темой – «Экология». Поэтому, как мы уже знаем, к школьной, студенческой лиге, а также к лиге молодых специалистов «CASE-IN» добавилась специальная лига «ЭКО-CASE».

Целью специальной лиги является привлечение молодежи России и Республики Беларусь к разработке технологических решений, способствующих развитию экологической безопасности, эффективности и ресурсосбережения в атомной промышленности. Поэтому перед специальной лигой стоят такие задачи, как создание условий для взаимодействия инженерного и экологического сообщества в вопросах развития профессиональных компетенций и выработке новых экономически эффективных и экологически безопасных технологий в атомной энергетике; выявление на базе решений кейсов лучших инженерных подходов; а также включение лучших инженерных решений в национальный проект «Экология».

Об особенностях участия студенческой команды БНТУ «inBLBT» в Международном инженерном чемпионате и его специальной лиге журналу «Энергоэффективность» рассказал студент третьего курса кафедры «Электрические системы» специальности «Электроэнергетические системы и сети» БНТУ Максим БУЛИН.

Как сформировалась команда, были ли вы раньше знакомы?

– Все мы друзья и при этом одногруппники. Обсуждали вопрос участия раньше, хотя представления о Чемпионате четкого не было, было только желание попробовать себя и чистый энтузиазм.

Был ли какой-то отборочный этап перед чемпионатом?

– Да, конечно. Изначально проводилось 5 отборочных этапов в самых больших городах, например Москве, Санкт-Петербурге, мы участвовали в отборочном этапе «Минск» по региональной принадлежности. Всего на нашем отборочном этапе было 5 команд (3 из БНТУ, по одной из БГУ и БелГУТ).



Кто вам помогал в подготовке к конкурсу?

– Готовились мы в принципе сами, потому что мы студенты как-никак. Но если забежать вперед, то консультировались по поводу правильности выбранного направления с преподавателями, специализацией которых являлась тема кейса. Уточняли некоторые моменты визуального представления презентации и изложения материала, потому что критерии оценки достаточно строгие и неточностей или недосказанностей быть не должно.

Расскажите немного про задание, которое вы получили. Из чего оно состояло, какой объем работы нужно было выполнить?

– Для большей ясности скажу сразу, что у кейса нет определенно правильного или полностью неправильного решения. Наиболее подходящее выбирается членами экспертной комиссии на основе его перспективности, технико-экономической обоснованности, грамотных доводов и ясной подачи материала.

На отборочном этапе нам предстояло поработать над темой «Повышение уровня экологической безопасности и экономической эффективности атомных электростанций». Сами мы студенты кафедры «Электрические системы» специальности «Электроэнергетические системы и сети», так что сразу можно сказать, что атомные



станции и все, что с ними связано, – не наш конек, точнее, это не было нашим коньком.

Задание включало себя 22 страницы актуальной информации для быстрого введения в курс дела, однако, это всего лишь информация для общего понимания текущих методов и концепций. Дальше уже предстояло работать самим.

В ходе отборочного этапа нужно было выполнить анализ современных и перспективных технологий/методик для повышения экологической безопасности и экономической эффективности атомных электростанций в России и за рубежом; анализ эффективности существующих технологий на действующем предприятии; анализ в части применения современных технологий; поиск наиболее перспективных направлений; поиск решений, позволяющих улучшить экологическую безопасность и повысить экономическую эффективность АЭС. Также требовалось составить план-график применения предлагаемых мероприятий, сделать анализ структуры затрат и объем инвестиций, оценку срока окупаемости проекта и определить источники финансирования. Время выступления, ответов на вопросы, количество слайдов в презентации, их принадлежность к разделам были строго ограничены. За несоблюдением регламента начислялись штрафные баллы.

Финальный кейс уже отличался от предыдущего и проводился по теме «Безопасная переработка радиоактивных отходов атомных электростанций»; все так же мы получили общую актуальную информацию в файле кейса. Задание было схожим с отборочным этапом, но необходимо было также предложить варианты применения технологий ►

для переработки отработавшего ядерного топлива. Все детали раскрыть не могу, потому что само задание и информация в нем – интеллектуальная собственность организатора (фонда «Надежная смена»).

Что касается объема работы, скажу сразу, что искать, переводить, изучать и разбираться нужно было много. В последний день перед отправкой презентации (по регламенту – не позднее двух суток до финала) просидели в Teams 15 часов, закончив в 3 ночи. Хотелось найти такое решение, которое бы максимально соответствовало всем критериям задания и при этом было бы уникальным (в финале принимало участие 15 команд, так что нужно было постараться). Благо знание иностранных языков есть, тем более, что сейчас есть программы-переводчики, опыт работы с материалом также имеется. Главное было правильно распределить обязанности и помогать друг другу в случае пробуксовки, потому что команда идет со скоростью самого медленного звена, а с такой тактикой медленных у нас не было).

Расскажите о вашем решении, позволяющем безопасно и эффективно утилизировать или перерабатывать радиоактивные отходы атомных электростанций.

– Для начала нужно было войти в курс дела: несмотря на то, что все мы – энергетики, вопросы, связанные с АЭС и их параметрами, экологией и экономикой необходимо было изучить глубже, чтобы понимать, с чем нам предстоит работать. В первую очередь мы проанализировали тенденции по увеличению отходов ядерного топлива (ОЯТ) в долгосрочной перспективе (к 2050 году), а также прогнозируемую долю высокоактивных отходов (ВАО), поскольку именно этот класс отходов, составляющий по статистике 4% от общей массы, подлежит захоронению (в то время как около 96% ОЯТ перерабатывается и используется снова в виде МОХ-топлива). Далее рассмотрели технологии переработки ОЯТ, из них выбрали наиболее перспективные: PUREX и разновидности (UREX, TRUEX, DIAMEX и т.д.), пиропереработку, газофторидную технологию, провели их сравнительный анализ. Рассмотрели опыт переработки на ведущих мировых предприятиях отрасли, например, российского ПО «МАЯК» и французской компании «Orano», после этого уже более пристально разобрали концепцию фракционирования ВАО, расширение потенциала PUREX-процесса при переработке ОЯТ, рассмотрели технологию, составили схему универсального PUREX-процесса.

В ходе работы остро стоял вопрос о поиске оригинального решения, поэтому, несмотря на многообразие вариантов и способов захоронения, утилизации, переработки, мы выбрали одну из наиболее перспективных, но ранее не использовавшихся техно-

РЕЙТИНГ КОМАНД

Рейтинг команд-финалистов Специальной лиги «ЭКО-CASE» Чемпионата

Место в Рейтинге	Команда	ООВО	Рейтинговый балл
1	Второй сон Менделеева	Воронежский государственный университет инженерных технологий	14,58
2	ПДК	Волгоградский государственный университет	14,03
3	Неудобная правда	Юго-западный государственный университет	13,78
4	ОПТИМУМ	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	13,64
5	SAFETY	Тольяттинский государственный университет	13,64
6	ЭКО-РУБЕЖ	Омский аграрный университет имени П.А. Столыпина	13,50
7	ТехноЭкоСфера	Белорусский государственный университет транспорта	11,42
8	Прогресс	Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)	11,00
9	ЭКОбудущее	Белорусский государственный технологический университет	10,83
10	GreenLawn	Национальный исследовательский университет МЭИ	10,78
11	SIA	Московский Педагогический Государственный Университет	10,44
12	inBLBT	Белорусский национальный технический университет	10,42
13	ABA	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	9,86
14	ИТРТ	Санкт-Петербургский Государственный Технологический Институт (Технический Университет)	9,03
15	Luminous	Национальный исследовательский технологический университет МИСиС	8,78

логий – трансмутацию минорных актинидов в ЖСР (жидко-солевой реактор). Трансмутация – обработка ядерных отходов интенсивным потоком нейтронов реакторов, электроядерных или термоядерных установок с целью превращения трансурановых радионуклидов, в частности, плутония, МА (нептуния, америция и юрия) в короткоживущие изотопы или стабильные ядра. Технология сейчас активно развивается, особенно если взглянуть на опыт Китая, где буквально за считанные годы освоили технологию и уже ведут строительство крупномасштабных экспериментальных реакторов в пустыне Гоби. Что касается наших восточных соседей, то они тоже ведут активные исследования и разработку проекта: в 2024 году или чуть позже будет создана петлевая установка – можно сказать, фрагмент ЖСР. В 2027-м предполагается получить лицензию на строительство, а в 2031 году исследовательская ядерная установка «Жидко-солевой реактор» должна заработать на ГХК.

Но здесь, по нашему мнению, стоит учитывать и то, что двигателем прогресса в современном мире является конкуренция, поэтому приоритетной задачей является создание первых исследовательских, а далее и опытных образцов. Также интерес к технологии проявляет американская ThorCon, канадская Terrestrial Energy, датская Seaborg Technologies.

Как вы рассчитывали окупаемость вашего решения?

– По заданию срок окупаемости не должен был превышать 10 лет (при обоснованности и эффекте синергии можно было его немного увеличить), а горизонт планиро-

вания составлял не более 15 лет. Несмотря на то, что окупаемость нашего проекта, рассчитанного грубой прикидкой, составляла порядка 14,5–15 лет, мы обосновали свою позицию с экономической точки зрения. Если говорить про окупаемость, то в нашем проекте она косвенная, т.е. объект сам себя не окупает, а окупается за счет сокращения расходов на подземное геологическое захоронение радиоактивных отходов (ПГЗРО). Следует учитывать то, что рост количества коммерческих ЖСР позволит выйти на полную переработку ОЯТ без промежуточного захоронения в ПГЗРО, а позже – и на переработку уже захороненных ВАО, что сэкономит затраты на проектирование и строительство подземных хранилищ, эксплуатацию, НИР и организационные расходы при выводе из эксплуатации ПГЗРО. К тому же есть возможность привлечь иностранное финансирование заинтересованных сторон, например, стран Западной Европы, отказавшихся от атомной энергетики, таких, как Германия (опыт уже имеется), Дания и другие.

Сколько времени отводилось на выполнение задания? Все ли успели?

– Времени хватало, учитывая то, что большую его часть мы работали над поиском информации самостоятельно, предварительно распределив обязанности и направления. Раз в 2–3 дня устраивали брэйн-штурмы, на которых обсуждали найденную информацию и выбирали дальнейший вектор развития проекта. Успели все, но достаточно сложно сразу быть инженером, химиком, физиком, экономистом и аналитиком, поскольку ранее такого опыта у нас не было.

Как вы защищали свою работу? Когда были известны первые результаты?

– Жеребьевка определила, что мы выступали почти в самом конце. Благо, прямо перед нашим выступлением был 30-минутный перерыв, что дало возможность прогнать все еще раз, но и тут не обошлось без сюрпризов: у одного из напарников отключился интернет за 5 минут до выступления – развлечение то еще, скажу вам. Но к счастью, все обошлось.

На само выступление отводилось 5 минут, мы уложились за 4.48, что было очень хорошо. Далее 4 минуты отводилось ответам на вопросы членов экспертной комиссии (не меньше 2 и не больше 4). Все участники досконально проработали свою тему, поэтому на вопросы, которые нам задали, ответили за 2 минуты. А потом нас попросили добавить, потому что оставалось время. Как оказалось позже, за этот критерий мы взяли очков больше, чем у первого места.

После кейса все пошли заниматься своими делами до времени церемонии награждения. На почту должна была прийти ссылка с подключением к Zoom, из которого победителей должны были выводить в эфир. Так вот, после самой защиты я так плотно засел в Youtube, что забыл о финальном эфире. И тут мне позвонил модератор, сказал, что нам надо обязательно быть. Я спросил, всем ли командам нужно присутствовать, на что он ответил, что всем не обязательно, а «вам точно нужно». И стало понятно, что все-таки что-то мы взяли. Потом в эфире уже узнали, что взяли 2 место.

Второе место – это очень почетно. Как расценивали свои силы и довольны ли результатом проделанной работы?

– Мы знали свои сильные и слабые стороны, все время задавали друг другу вопросы, помогали с текстом выступления, разработали несколько планов на случай непредвиденных обстоятельств, так что, можно сказать, что были во всеоружии.

Перед отборочным этапом опускались руки от незнания, от вопросов, как все это осилить и организовать, но после того, как мы вышли из группы, было твердое желание доказать, что все было не зря и что мы чего-то да стоим. Как ни странно, этот эффект сработал со всеми призерами: 1 место заняла команда, поднявшаяся с 13-го места в предварительном рейтинге, мы – 2 место, а в рейтинге были 12-ми, а бронзовые призеры вообще были 15-ми. Так что нет ничего невозможного, нужно лишь видеть цель, выбирать промежуточные точки и верить в себя. Поскольку мы участвуем в подобном чемпионате впервые, то скажу, что результатом довольны полностью. Но есть, к чему расти.

Как вы оцениваете уровень команд-соперников?

– На отборочном этапе наша команда боролась с командами вузов Республики Беларусь. Все они предоставили оригинальное решение проблемы повышения экологической безопасности АЭС, и три наилучших решения вышли в финал чемпионата. Однако, уже в финале нашими соперниками были 15 команд, среди которых были ведущие команды России, имеющие огромный опыт в исследовательской сфере. Поэтому мы решили основательно и углубленно подойти к кейсу, чтобы достойно представить не только наш вуз, но и страну. Все команды предоставили достойное решение, обосновали его как с технической стороны, так и с экономической точки зрения. Поэтому интрига по результатам кейса сохранялась до самого конца.

Чего, на ваш взгляд, вам не хватило для заветного первого места?

– Возможно, опыта, здесь сложно сказать. Некоторые моменты, например, экономику, можно было, конечно, подтянуть, но всего знать невозможно. В следующий раз будем уделять больше внимания этим пунктам.

Стоит отдать должное первому месту, они тоже проделали огромную работу, которая была достойно оценена.

В этот раз победили они, завтра – мы, запал остался, так что еще посоревнуемся.

Воспользуетесь ли вы возможностью выступить в следующем чемпионате «CASE-IN»?

– Да, думаем, что это прекрасный опыт, который пригодится в будущем.

Чем живет команда сейчас, к кому хотели бы обратиться со страниц журнала «Энергоэффективность»?

– Мы ищем специализированные энергетические (или связанные с энергетикой) предприятия, компании для прохождения летней производственной практики. Просим их представителей связаться с нами, будем очень благодарны за приглашение:

Булин Максим Николаевич,
тел. +375336792614,
e-mail: bulin.maks@mail.ru

Лосенков Даниил Олегович,
тел. +375291545468,
e-mail: mr.granddd@gmail.com

Борщевский Андрей Викторович,
тел. +375447170083,
e-mail: andrewborshevsky@gmail.com

Тарасевич Даниил Дмитриевич,
тел. +375297310387,
e-mail: tarasevichd03@gmail.com ■

Записал редактор
Дмитрий Станюта

Электротранспорт**В Норвегии электромобили обогнали по продажам традиционные авто**

В 2020 году Норвегия стала первой страной в мире, где доля электромобилей среди зарегистрированных новых авто составила более 50%. Об этом свидетельствуют данные, опубликованные норвежской службой информации дорожного движения (OFV).

«Согласно сообщению, в прошлом году в Норве-

гии доля электромобилей составляла 54,3% рынка новых авто по сравнению с 42,4% годом ранее. Всего в стране в 2020 году было продано 141 412 новых авто, из которых 76 789 были полностью электрическими. Модель Audi e-tron возглавила рейтинг лидеров в этом сегменте, потеснив среднеразмерные модели

Tesla Model 3 на второе место», – говорится в сообщении.

Отраслевые аналитики и дистрибьюторы автомобилей считают, что продажи электромобилей продолжат расти и в 2021 году, поскольку на рынок выходит все больше моделей.

Комментируя эти данные, глава норвежской ассоциации

электромобилей Кристина Бу сообщила, что по предварительным прогнозам в 2021 году на рынке новых авто количество электромобилей превысит отметку в 65%.

Ранее сообщалось, что в Норвегии могут отметить нулевой НДС на электромобили после 2021 года. ■

elektrovesti.net

В.Р. Колик,
 начальник отдела учета и качества
 электроэнергии
 РУП «Белэнергосетьпроект»



ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ SMART GRID В БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Что же такое Smart Grid, они же «умные» электрические сети, они же интеллектуальные электрические сети? Задаваясь впервые этим вопросом определенное число лет назад, мы столкнулись с очень разными пониманиями и толкованиями. Как правило, это были попытки, используя звучный новомодный бренд, продвинуть на рынке свою продукцию. В самых смелых предложениях «Купите наш Smart Grid» речь шла о том, что определенный технический или программный продукт сразу обеспечит покупателю Smart Grid. Поэтому в самом начале следует подчеркнуть, что Smart Grid – это не технология, не комплекс технологий и не какой-то продукт, и не серия продуктов, а это достаточно дальняя (и для нас, и для более развитых стран) целевая модель, которая когда-то будет реализована, но пока мы все находимся на разных стадиях пути к ней. Поэтому давайте начнем с полноценного определения.

Smart Grid – это интегрированная безопасная и надежная электроэнергетическая система, охватывающая генерацию, транспорт, распределение и конечное потребление электрической энергии, эффективность которой обеспечивается оперативным учетом энергоданных и основывается на применении передовых средств мониторинга, коммуникации, анализа и динамического управления.

Обращаю внимание на ключевой момент: помимо того, что должна быть высокоразвитая, самоуправляемая интеллектуальная электрическая сеть, Smart Grid предполагает, что обязательно в едином коммуникационном пространстве должны работать и электрические сети, и «умные» потребители в своей массе, и развитая распределенная сеть маломощных источников электроэнергии.

Из сказанного выше следует в первую очередь, что неотъемлемым условием создания Smart Grid является построение активно-адаптивной электрической сети. Активно-адаптивная электрическая сеть – это современная электрическая сеть, позволяющая в режиме онлайн контролировать работу элементов и управляющих систем режимов энергораспределения, оперативно реагировать на изменения различных параметров, обеспечивая энергоснабжение потребителей с максимальной надежностью и экономической эффективностью. Построение активно-адаптивной сети – это поэтапный длительный процесс, при этом базовое звено – это одновременно комплексная модернизация, инновационное развитие и ав-

Шаги к «smart grid»



томатизация электрических сетей на основе цифровых технологий. Эта база дает возможность создания активно-адаптивных сетей. И в дальнейшем должно произойти слияние в единое коммуникационное пространство активно-адаптивной электрической сети системы, других электрических сетей, потребителей и распределенных сетей маломощных источников электроэнергии. Тогда можно будет констатировать,

что цель создания Smart Grid достигнута.

Как отмечалось выше, стратегической задачей является комплексная автоматизация на основе цифровых технологий. Она по-разному решается для питающих электрических сетей 35 кВ и выше и для распределительных сетей 0,4–10 кВ. Если применительно к сетям 35 кВ и выше это цифровые подстанции, связанные линиями электропередач (в перспективе – управляемые пере-

Комплексная автоматизация на основе цифровых технологий



дачи переменного тока FACTS). О цифровых подстанциях будет сказано ниже. Что касается управляемых передач переменного тока (FACTS) – это более дальняя перспектива. На настоящий момент в Белорусской энергосистеме к FACTS можно условно отнести применяемые управляемые шунтирующие реакторы (УШР) 330 кВ. Что касается сетей 0,4–10 кВ, здесь ключевым моментом является то, что объектом комплексной автоматизации должны быть как минимум районы электрических сетей как наименьшая электросетевая структурная единица Белорусской энергосистемы.

РУП «Белэнергосетьпроект» является разработчиком СТП 33240.20.117-18 «Цифровые подстанции. Требования к проектированию». Однако, давая определение цифровой подстанции применительно к теме Smart Grid, я хотел бы привести не определение из указанного СТП, которое ориентировано на проектирование. Применительно к Smart Grid, мне представляется наиболее подходящим определение, которое дал г-н В. Кириленков (ПАО «Россети»): «Цифровая подстанция – это подстанция с высоким уровнем автоматизации управления технологическими процессами, оснащенная развитыми информационно-технологическими и управляющими системами и средствами (ССПИ, АИИС КУЭ, РЗ, ПА, РАС, ОМП и др.), в которой все процессы информационного обмена между элементами подстанции, информационного обмена с внешними системами, а также управления работой подстанции осуществляются в цифровом виде на основе протоколов стандартов IEC 61850, 61968/61970. Первичное силовое оборудование подстанции и компоненты информационно-технологических и управляющих систем ориентированы на поддержку цифрового обмена данными». Важно отметить, что в этом определении цифровизация упомянута не как самоцель, а как средство,

позволяющее реализовать главное: качественное, быстрое и надежное управление первичным силовым оборудованием.

РУП «Белэнергосетьпроект» спроектирована цифровая подстанция 330 кВ «Могилев 330», где реализована концепция цифровой ПС, кроме того, применены современные оптические трансформаторы тока. Также нашим предприятием запроектирован ряд подстанций, в которых сочетаются цифровые и нецифровые технологии, например: ПС 330 кВ «Металлургическая», ПС 110 кВ «Островец Восточная». В стадии проектирования находятся: ПС 110 кВ «Аульс», ПС 110 кВ «Дуброва», ПС 110 кВ «Брузги», ПС 110 кВ «Стройбаза», ПС 220 кВ «Центролит». Также мы ведем проектирование цифровой ПС 500 кВ для Республики Узбекистан.

Говоря об автоматизации электрических сетей 0,4–10 кВ, важно иметь в виду, что именно к этим сетям подключено подавляющее большинство потребителей

электроэнергии. Поэтому экономический эффект от автоматизации неотделим от социального эффекта. Поскольку в настоящее время в Республике Беларусь рыночные отношения в электроэнергетике находятся в стадии формирования, ждать в ближайшем будущем от комплексной автоматизации окупаемости за счет экономического эффекта не приходится. Тем не менее, на всех уровнях упор делается на социальный эффект, который в свою очередь достигается высокой надежностью и качеством электроснабжения потребителей. Есть ряд коэффициентов, отражающих эти показатели, они находятся в зоне особого внимания со стороны руководства Белорусской энергосистемы всех уровней и контролируются международными структурами.

Главные требования, предъявляемые к автоматизации распределительных сетей 0,4–10 кВ:

- Предварительная разработка оптимизированной перспективной схемы района электрических сетей.
- Комплексность.
- Автоматизация управления переключениями, электрическими режимами.
- Автоматизация поиска направления и локализации повреждений.
- Автоматизация управления качеством электроэнергии.
- Расширение функциональности счетчиков электроэнергии.
- Обеспечение информационной безопасности.
- Обеспечение необходимой инфраструктуры связи.

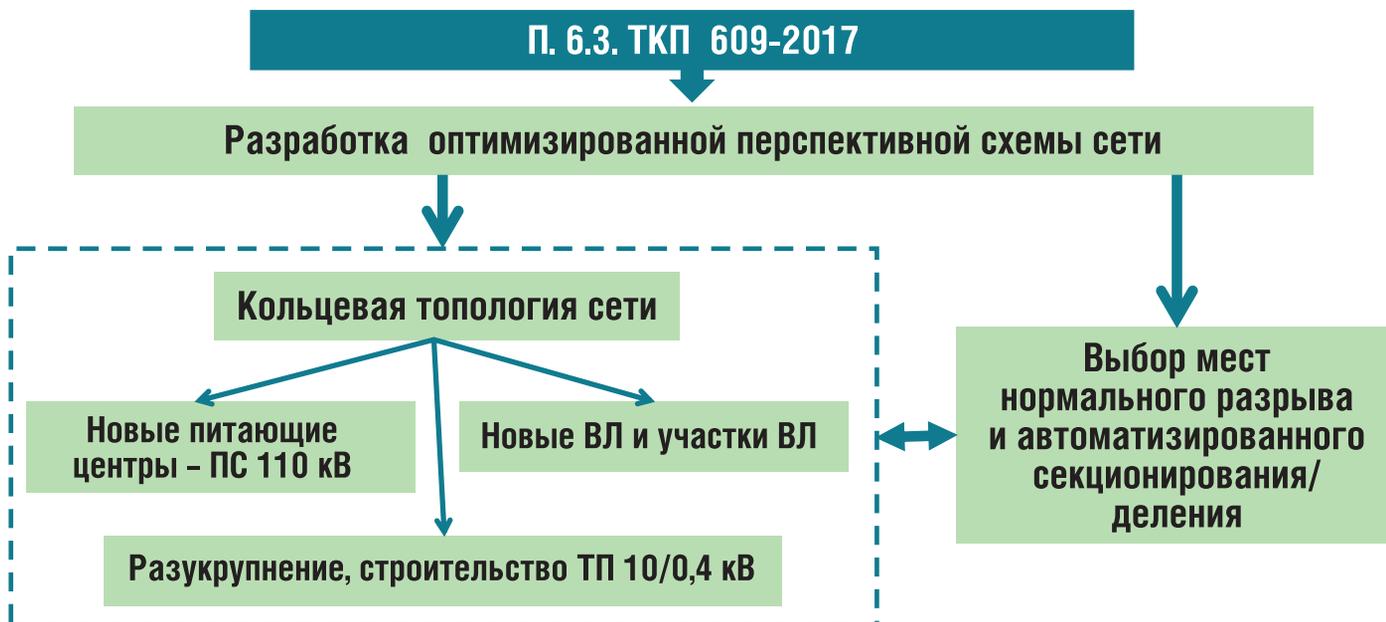
На некоторых пунктах остановимся подробнее.

Предварительная разработка оптимизированной перспективной схемы района электрических сетей. Это одно из важнейших условий, ниже приводится его обоснование. Объектом автоматизации является ▶

Цели автоматизации электрических сетей 0,4–10 кВ



Разработка оптимизированной перспективной схемы сети



не локальный объект, а электрическая сеть. Мы начинаем вкладывать большие средства в ее автоматизацию, но сам объект зачастую находится в состоянии, далеком от оптимального. Последнее, как правило, обусловлено тем, что практика перспективного планирования сетей, существовавшая в СССР, свелась на нет и сети развивались спонтанно, пытаясь успеть за появлением новых узлов нагрузки, новых потребителей. Поэтому конфигурация сети далека от оптимальной. И прежде, чем заниматься комплексной автоматизацией этой электрической сети на уровне района, необходимо разработать оптимизированную перспективную схему.

Эта работа включает и улучшение собственно схемы сети (в частности, приведение ее к кольцевой, или магистральной). В итоге конфигурация сети должна обеспечивать возможность быстрой локализации участка сети с повреждением с тем, чтобы оставить неповрежденным наибольшую часть электрической сети с подключенными потребителями и в дальнейшем производить ремонтные работы на выделенном участке. Оптимизация перспективной схемы сети, помимо приведения к магистральной конфигурации, также достигается строительством новых центров питания, линий и участков линий, разукрупнением существующих трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ. Живучесть сети обеспечивается оптимальным выбором мест автоматизированного секционирования/деления электрической сети. Автоматизированное секционирование сети 10 кВ может быть реализовано реклоузерами и/

или другими «умными» (интеллектуальными) коммутационными электрическими аппаратами. На отпайках с подключенными потребителями III категории с целью снижения затрат могут применяться предохранители-разъединители.

Комплексность – также ключевое требование к автоматизации сетей 0,4–10 кВ, которое предусматривает:

1. Охват всей сети района электрических сетей.
2. Автоматизацию всех технологических процессов.
3. Интеграцию смежных автоматизированных систем.

Локальная автоматизация, как правило, допускается как этап (очередь, пусковой комплекс) реализации комплексной автоматизации. На это следует обратить особое внимание. Уже стало традицией, что под титулом автоматизации производятся какие-то локальные работы на локальных участках. Они действительно имеют прямое отношение к автоматизации, но не обеспечивают комплексность. В силу этого впоследствии, когда наконец возникнет необходимость и желание провести единую комплексную автоматизацию, могут потребоваться дополнительные затраты на интеграцию различных подсистем.

Расширение функциональности счетчиков электроэнергии. Часто упоминается, что очень важны «умные» счетчики как основа Smart Metering, или интеллектуальных измерений. Проведенный анализ доступных источников, содержащих перечень требований, соблюдение кото-

рых позволяет причислить средства учета электроэнергии к «умным измерениям», или Smart Metering, показывает следующее: почти по всем показателям счетчики электроэнергии, производимые в Республике Беларусь, соответствуют Smart Metering. В частности, счетчики электроэнергии, которые предусматриваются в разрабатываемых нашим предприятием проектах, являются цифровыми и позволяют измерять не только величины электроэнергии и мощности, но и режимные электрические параметры, а также в ограниченном объеме некоторые показатели качества электроэнергии. Некоторые счетчики можно использовать для коммутации, отключения потребителей, например в случае нарушения ими договорных условий.

Недавно Министр энергетики Республики Беларусь при посещении РУП «Белэнергосетьпроект» напомнил о возрастающей роли счетчиков электроэнергии, например, о том, что посредством счетчиков можно будет контролировать и отключать неплательщиков. Это на самом деле несложно технически и решается путем интеграции систем АСКУЭ с системами биллинга. А если смотреть дальше вперед, то в будущем в рамках Smart Grid счетчики будут еще более «умными» и будут позволять потребителю и энергосбытовой компании взаимодействовать друг с другом, например, в части выбора потребителем наиболее выгодного тарифа.

Автоматизация управления качеством электроэнергии. Поскольку нашей целью является надежное и качественное энер-

госнабжение потребителей, очень важной задачей является управление качеством электроэнергии с целью обеспечения соответствия показателей качества электроэнергии установленным нормам.

В рамках данной статьи в разделе об обеспечении надлежащего качества электроэнергии в качестве примера необходимо обратить внимание на техническое решение, идея создания которого родилась в РУП «Белэнергосетьпроект», им же осуществлялось научно-техническое сопровождение разработки. Речь идет о вольторегулирующем устройстве (ВРУСТ) для ВЛ 0,4 кВ.

Существует проблема слабых линий 0,4 кВ, которые проектировались исходя из меньших расчетных нагрузок, но сейчас не позволяют передавать необходимое количество электроэнергии. Поэтому падают ниже предельно допустимых значений уровни напряжения. В результате потребители в ряде случаев вынуждены отказываться от некоторых видов потребления электроэнергии. Проблема обостряется

в связи с вводом БелАЭС и необходимостью выполнения поставленной задачи повышения электропотребления потребителями за счет отказа от других энергоисточников. Поэтому мы предложили техническую идею ВРУСТ, которая уже реализована отечественным разработчиком.

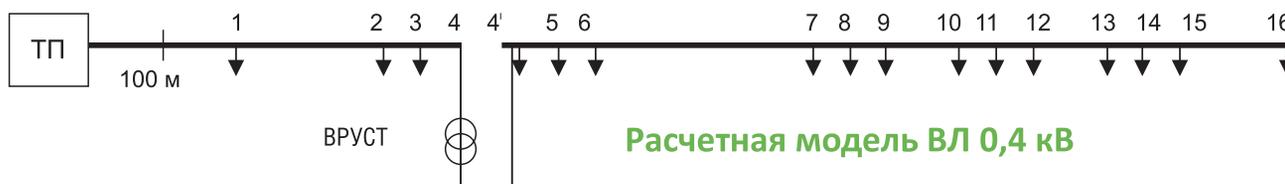
ВРУСТ устанавливаются на существующую опору, подключаются в рассечку ВЛ 0,4 кВ в нужной точке и до реконструкции или строительства новой линии позволяют поддерживать необходимое качество электроэнергии в части уровней напряжения, независимо по каждой фазе. После реконструкции это устройство может быть перенесено на другое проблемное место. Следует подчеркнуть, что тема ВРУСТ имеет прямое отношение к автоматизации и цифровизации: во-первых, это автоматическое цифровое устройство, во-вторых, следует учесть последний опыт его применения с включением в систему телемеханики.

В заключение следует добавить о роли РУП «Белэнергосетьпроект» в процессе

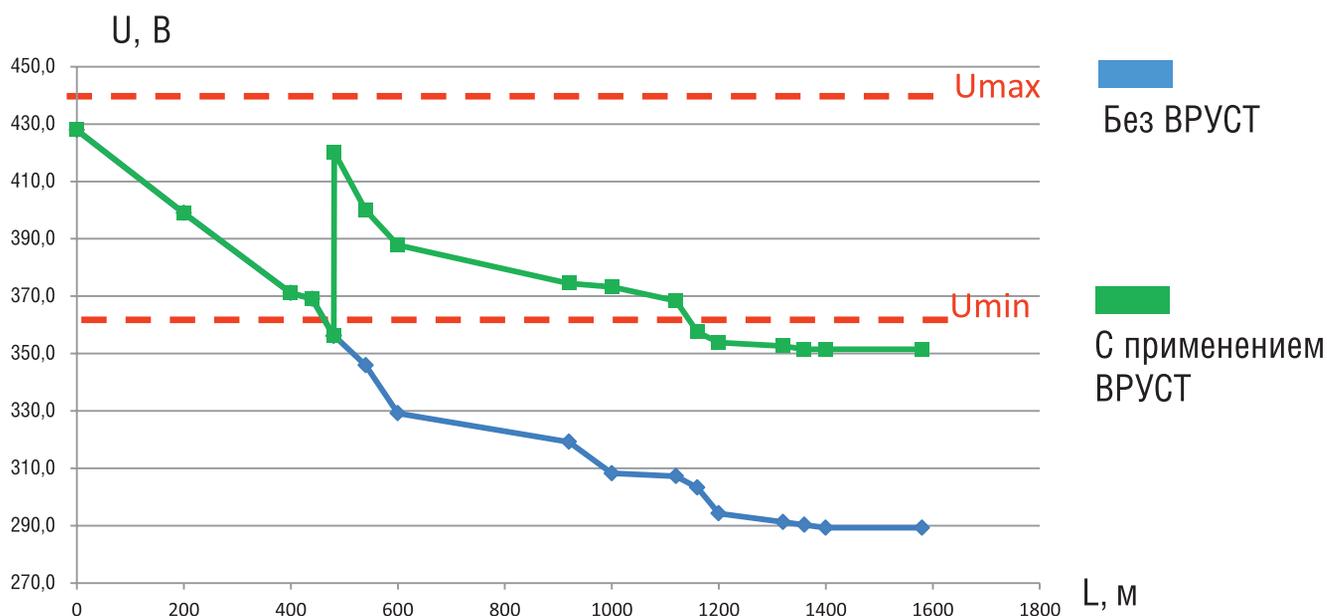
построения Smart Grid на настоящем этапе в Белорусской энергосистеме. Прежде всего, это проект СТП 09110.47.104-11 «Методические рекомендации по автоматизации распределительных электрических сетей 0,4-10(6) кВ Белорусской энергосистемы». Хотя проект документа так и остался проектом, но впоследствии при создании других ТНПА материал из данного СТП применялся неоднократно. В 2014 году по заказу ГПО «Белэнерго» РУП «Белэнергосетьпроект» разработало «Концепцию перспективного развития распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ Белорусской энергосистемы на ближайшую перспективу». РУП «Белэнергосетьпроект» осуществил проектирование автоматизации Кировского РЭС, Лиозненского РЭС, Кормянского РЭС, Октябрьского РЭС, а также диспетчерского пункта Слонимского РЭС. На постоянной основе мы разрабатываем разделы АСКУЭ, телемеханизации и АСУТП в рамках комплексного проектирования объектов всех классов номинального напряжения. ■

Автоматизация и управление качеством электроэнергии

Вольторегулирующие устройства (ВРУСТ) для воздушных линий 0,4 кВ



Эпюра напряжения в линии до и после применения ВРУСТ



Александр Сумич,
начальник теплотехнической
службы РУП «Гродноэнерго»



КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ Г. ГРОДНО

Целью автоматизации является повышение эксплуатационной надежности, долговечности, эффективности работы энергетического оборудования, а также решение задач диспетчерского, производственного, технологического и организационно-экономического управления путем предоставления лицу, принимающему решения, релевантных данных.

Также в ходе комплексной автоматизации решаются следующие задачи:

- Ускорение выполнения отдельных операций по сбору и обработке данных.
- Снижение количества решений, которые должен принимать оперативный персонал.
- Повышение уровня контроля и исполнительской дисциплины.
- Повышение оперативности управления.
- Снижение затрат оперативного персонала на выполнение вспомогательных процессов.
- Повышение степени обоснованности принимаемых решений.
- Снижение аварийности.
- Обеспечение безопасности производственных процессов.

Все это связано и с улучшением экологических показателей нашей работы. Следует отметить, что РУП «Гродноэнерго» идет в ногу со временем, первым в Республике Беларусь внедряя современные технологии.

Свою работу по автоматизации тепловых сетей мы строим на следующих основных документах:

1. СТП 33240.501-19 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь (п.3.9),
2. приказ ГПО «Белэнерго» от 08.05.2018 №112 «Об утверждении Комплексной программы развития автоматизации Белорусской энергосистемы на 2018–2022 годы»,
3. «Стратегия научно-технического и инновационного развития электроэнергетической отрасли на 2021–2025 годы».
4. В 2019 году силами персонала аппарата управления РУП «Гродноэнерго» и филиалов «Предприятия средств диспетчерского и технологического управления» и «Гродненские тепловые сети» был разработан внутренний документ «Концепция автоматизации тепловых сетей города Гродно», утвержденный 16.04.2019 г.

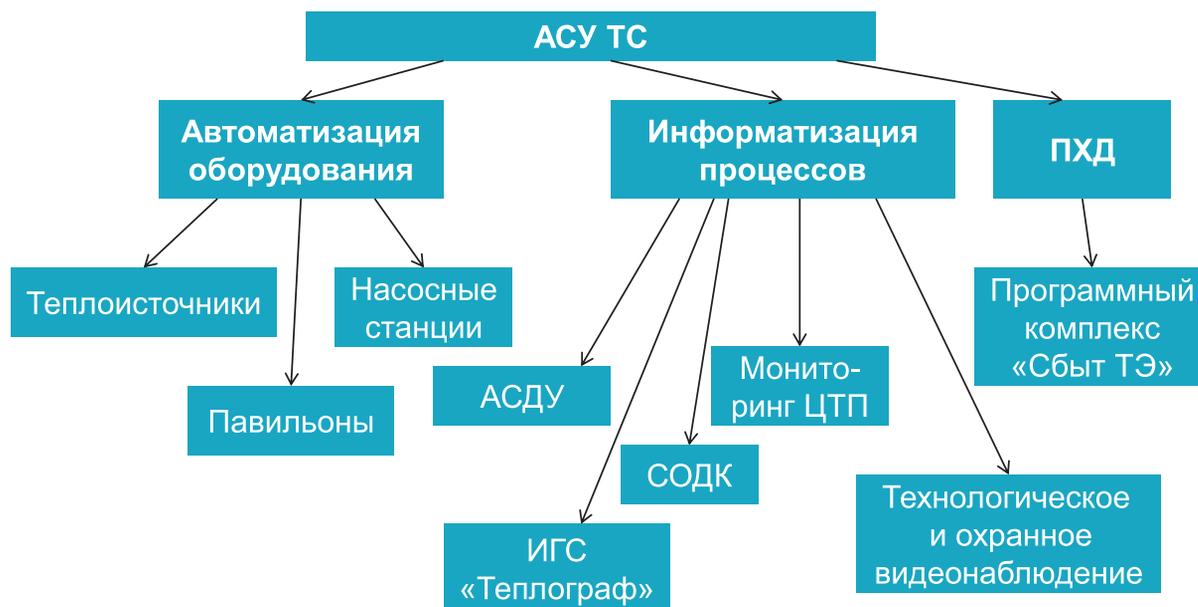
Наша справка

Общая протяженность тепловых сетей, состоящих на балансе «Гродноэнерго» в г. Гродно, составляет 581,3 км в однострубно-м исчислении (есть еще большое количество сетей на балансе других организаций, в первую очередь ЖКХ, промышленных предприятий). Количество насосных станций – 9 шт. (повысительные – 2 шт., понизительные – 6 шт., опрессовочные – 1 шт.). В Гродно от теплоисточника «Гродненская ТЭЦ-2» эксплуатируется одна из крупных систем централизованного теплоснабжения в Республике Беларусь (подключенная нагрузка потребителей в сетевой воде – свыше 1290 Гкал/час); протяженность тепловой сети до самого удаленного потребителя составляет более 15 км.

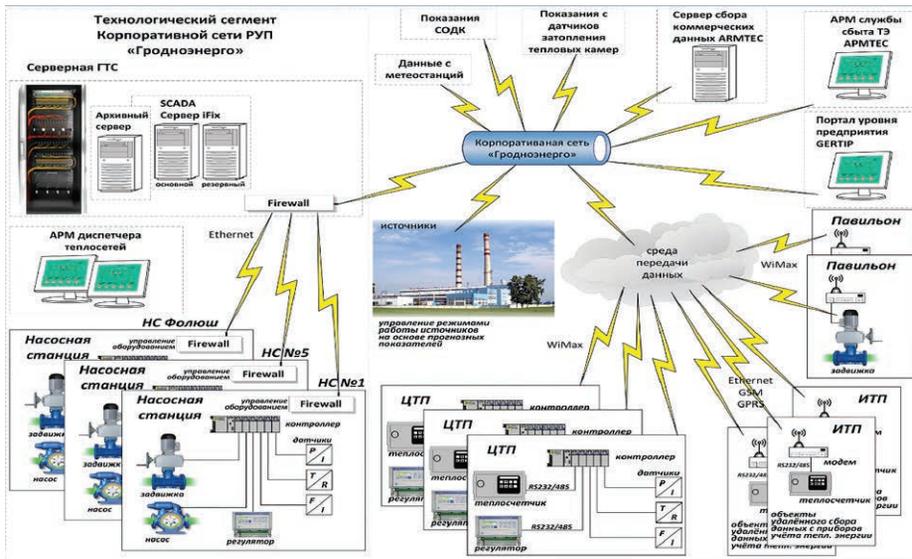
Основные направления автоматизации комплекса, подведомственного РУП «Гродноэнерго»: автоматизация оборудования; информатизация процессов; производственно-хозяйственная деятельность.

Автоматизация оборудования у нас ведется по направлениям: теплоисточники «Северная мини-ТЭЦ» и «Гродненская ТЭЦ-2»; насосные станции, а также павильоны.

Информатизация процессов охватывает АСДУ; очень широко применяется информа-



Направления автоматизации тепловых сетей



АСУ ТП тепловых сетей

ционно-графическая система «Теплограф»; собираем информацию при помощи системы дистанционного контроля изоляции предизолированных трубопроводов (СОДК); ведем мониторинг центральных тепловых пунктов, от которых идет теплоснабжение жилых домов; широко применяется и развивается технологическое охранное видеонаблюдение. В производственно-хозяйственной деятельности мы используем программно-технические комплексы, в основном на сбытовом направлении.

Поскольку в РУП «Гродноэнерго» разработана Концепция автоматизации, на слайде вверху показана принципиальная схема АСУ ТП тепловых сетей, которая в будущем позволит создать автоматическую систему управления отпуском тепловой энергии потребителям в зависимости от температуры наружного воздуха, обеспечит введение экономичных и безаварийных режимов тепловых сетей, воздействие в автоматическом режиме на арматуру, регуляторы, насосы, в т.ч. с учетом работы защитных алгоритмов. Она направлена на сведение к минимуму влияния

человеческого фактора, а в перспективе предусматривает совмещение с проектом автоматизации иных инженерных сетей для реализации концепции «умный город».

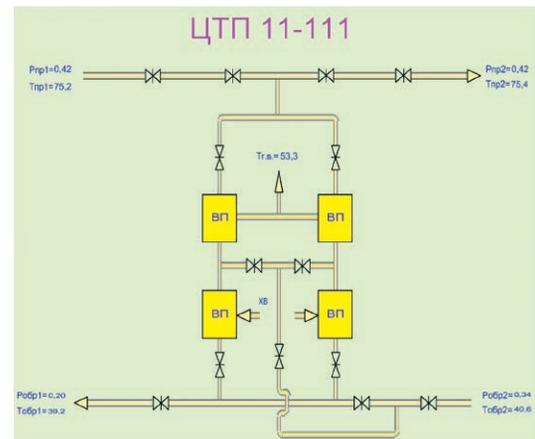
Внизу представлена схема тепловых сетей АСУ г. Гродно. Этой схемой у нас активно пользуется диспетчер тепловых сетей, который задает температуру прямой сетевой воды от источников в соответствии с утвержденными температурными графиками или с минусовым отклонением в зависимости от температуры наружного воздуха и гидравлических режимов конечных потребителей. На схему выведены параметры теплоносителя в основных точках: это наши источники «Гродненская ТЭЦ-2» и «Северная мини-ТЭЦ» и конечные потребители – ЦТП или индивидуальные тепловые пункты. Например, самые удаленные от Гродненской ТЭЦ-2 потребители – это микрорайоны Фолюш и Ольшанка, расстояние до них составляет более 15 км.

На схеме построения будущей сети ядром будет наша корпоративная сеть

РУП «Гродноэнерго». В нее будут поступать данные различных систем: насосной станции, ЦТП, конечных потребителей. Также будет формироваться управляющий сигнал на все эти объекты. Связь будет двусторонняя.

Информатизацией затронуты также тепловые источники. Один из примеров – схема сетевой воды по Гродненской ТЭЦ-2. Здесь мы можем видеть все самые основные параметры: температуры, расходы по ниткам прямой и обратной сетевой воды; какие насосы с какой загрузкой в настоящий момент работают; какое теплогенерирующее оборудование включено. Мы видим, что пиковые котлы в настоящее время находятся в резерве, видим загрузку подогревателей сетевой воды как от паровых турбин, так и от КТУ. Эту схему также может вывести себе на пульт и диспетчер тепловой сети. Диспетчер также может открыть у себя и более подробные схемы конечных потребителей, а не только те, которые затронуты информатизацией.

Здесь представлен пример схемы ЦТП. Мы можем видеть температуру и давле-



Матричный отчет по часовым значениям АСУ за 06.12.2020

Время	ЦТП 1111					
	Т гор воды	Т обратного тр 1 (ЦТП)	Т обратного тр 2 (дом)	Т прямого тр 1 (ЦТП)	Т прямого тр 2 (дом)	
00:00	57,40	39,70	39,20	69,90	70,10	
01:00	57,30	40,60	39,90	70,00	70,20	
02:00	57,00	41,40	40,30	69,10	69,20	
03:00	57,30	41,60	40,30	69,20	69,40	
04:00	57,20	41,40	40,10	72,00	72,10	
05:00	57,30	40,60	39,30	71,80	71,90	
06:00	57,30	41,10	39,90	72,10	72,30	
07:00	57,30	41,20	40,40	71,40	71,60	
08:00	56,70	40,30	40,40	71,90	72,10	
09:00	57,20	39,50	40,20	75,50	75,70	
10:00	56,70	38,20	40,30	76,20	76,30	
11:00	56,90	37,90	40,20	76,60	76,80	
12:00	57,70	38,10	40,30	76,70	76,80	
13:00	57,80	38,80	40,30	76,70	76,80	
14:00	56,50	39,00	40,90	77,60	77,70	
15:00	56,50	39,10	40,80	77,50	77,70	
16:00	56,70	39,30	41,40	77,60	77,80	
17:00	57,00	39,80	41,50	78,30	78,50	
18:00	57,40	39,70	41,40	78,20	78,40	
19:00	56,50	38,50	41,50	78,00	78,20	
20:00	57,60	38,10	41,20	77,80	78,00	
21:00	56,60	37,90	41,10	77,10	77,20	
22:00	56,60	38,40	41,00	77,40	77,50	

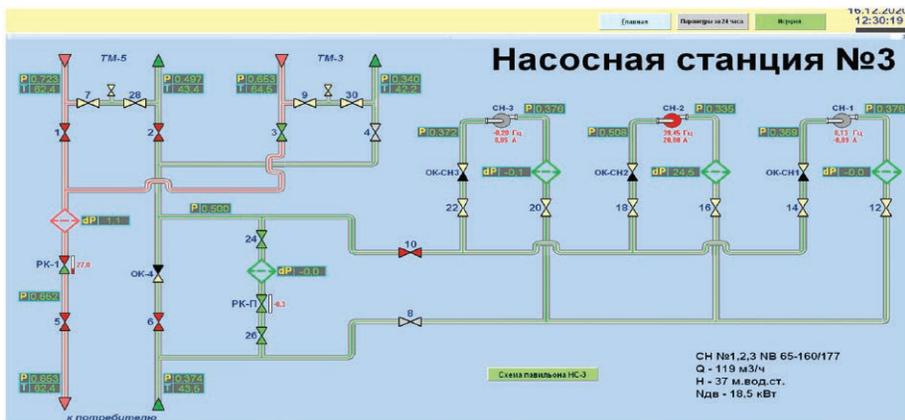
АСУ тепловых сетей г. Гродно

АСУ ЦТП 11-111

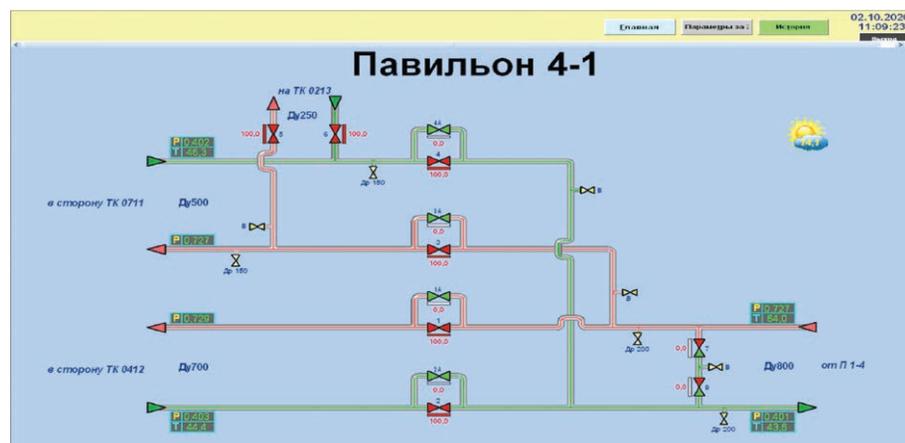
ние по прямому и обратному сетевому трубопроводу, а также температуру на горячее водоснабжение. Исходя из норматива 50 градусов, диспетчер может контролировать правильность работы автоматики. Также он может выводить на свой экран отчет за определенное время (здесь параметры работы примерно за половину суток).

Поскольку я уже упомянул информационно-графическую схему «Теплограф», по Гродно и Лиде у нас внесена в данную систему информация полностью по всем участкам тепловой сети, которые находятся как у нас на балансе, так и на балансе ЖКХ. Это позволяет нам во-первых вызывать справку по каждому участку тепловой сети. Можно видеть год постройки, произведенные на участке ремонтные работы, его принадлежность к той или иной организации и другие события и необходимые параметры. Можно выбрать любой участок тепловой сети, смоделировать случаи повреждения этого участка и сформировать список отключенных потребителей с нагрузкой и адресами, для того чтобы можно было своевременно оповестить потребителя об отключении. Также выдаются рекомендации по закрытию арматуры, для того чтобы с минимальными потерями локализовать аварию.

Одно из важных направлений информатизации – система дистанционного контроля изоляции ПИ-трубопроводов. В 2018 году нашим филиалом «Предприятия средств диспетчерского и технологического управления» разработан четырехканальный контроллер состояния изоляции ПИ-трубопроводов КСИТ-01.



Управление НС №3 с АРМ диспетчера



Управление П 4-1 с АРМ диспетчера

В тесной связи с филиалами тепловых сетей Гродно и Лиды контроллер был разработан специально под наши нужды. Ради-

ус его охвата – до 2,5 км ПИ-трубопровода; в однострубно исчислении к контроллеру может быть подключено 5 и более км ПИ-трубопровода. На диспетчерский пункт передаются параметры сопротивления изоляции. Для тепловиков не новость, что поскольку в ПИ-трубопроводе проложены два неизолированных проводника, одним из критериев, который показывает намокание изоляции, будет сопротивление между этими проводниками. Этот параметр и будет передаваться диспетчеру. На слайде внизу показан график изменения сопротивления по дням на определенном участке.

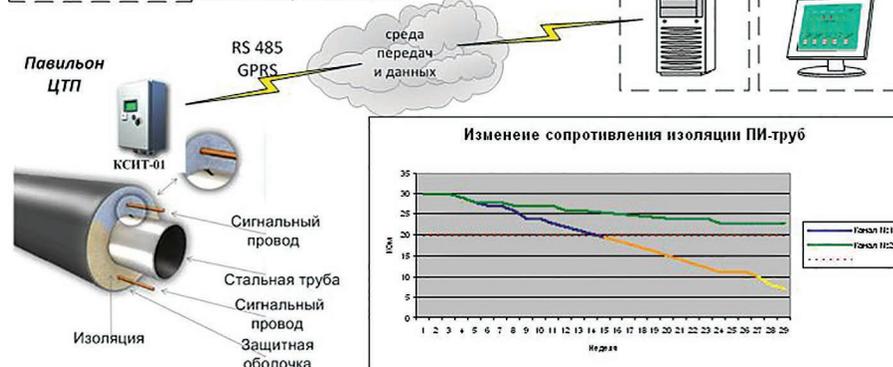
От информатизации перейдем к управлению. Вверху показана схема одной из новейших насосных станций. При помощи этой схемы диспетчер может включать и отключать насосы насосной станции №3, управлять отсекающей арматурой и, конечно же, видеть все параметры этой насосной станции. На всех новых насосных станциях и павильонах у нас также устанавливается и видеонаблюдение.

Вверху страницы также дана схема павильона – сооружения, в котором сходятся несколько магистралей. При помощи этой схемы идет управление непосредственно отсекающей арматурой и байпасами.

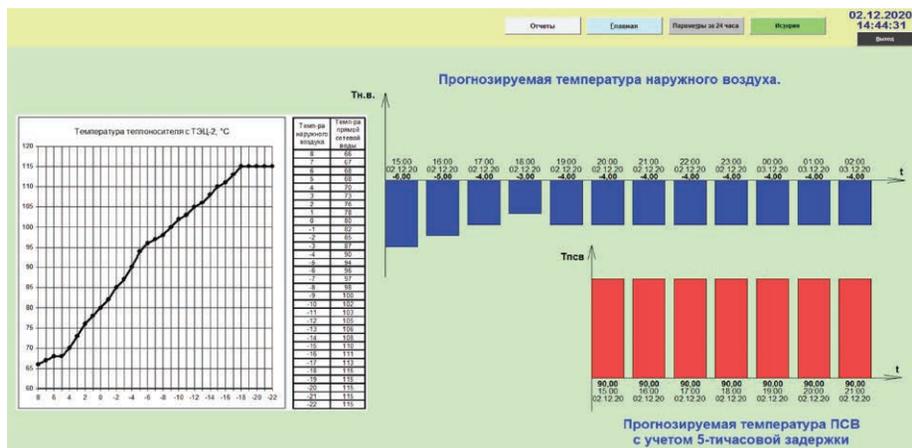
Контролирует в реальном времени до 2,5 км тепловых сетей в двухтрубном исчислении и передает на пункт диспетчеру информацию

Система мониторинга состояния изоляции ПИ-трубопроводов

- 4-х канальный контроллер состояния изоляции ПИ-трубопроводов КСИТ-01**
 - Питание 24/220В
 - Измерение сопротивления изоляции ПИ-трубопровода 2кОм - 1МОм
 - Обнаружение замыкания сигнального проводника и трубы
 - Обнаружение повреждения сигнального проводника
 - 2 дискретный входа
 - Длина контролируемого трубопровода до 2,5 км
 - Цифр.интерфейс: RS485/GSM модем (GPRS, UMTS/WCDMA)
 - Часы реального времени и архив событий на 32 записи
 - Гальваническая развязка измерительной и управляющей схем
 - ЖК индикатор 16х2 символов
- Сервер сбора данных с КСИТ-01**
- АРМ службы диагностики состояния теплосети**



Система дистанционного контроля изоляции ПИ-труб



Корректировка параметров теплоносителя в зависимости от погодных условий

На данном слайде показан прообраз той программы, которая будет использоваться в «Гродноэнерго» в дальнейшем. У нас заключен договор с Белгидрометцентром на предоставление почасовых прогнозов температуры наружного воздуха по городу Гродно на несколько часов вперед на ближайшее время. В этом году мы уже проверили, что он достаточно точный, погрешность составляет от 1 до 3 градусов. Соответственно программа на основании этого прогноза и графика температуры теплоносителя от источника формирует предложения диспетчеру о задании температуры для теплоисточника. В данном примере температура прямой сетевой воды по зоне Гродненской ТЭЦ-2 с учетом показанного прогноза погоды должна составлять 90 градусов.

В дальнейшем планируется доработать эту программу по результатам ее работы. Сюда нужно будет обязательно заводить параметры тепловой сети, которые предшествовали текущему моменту, чтобы с учетом и этого формировалось предложение по температуре. Планируется здесь же обязательно учитывать и экономику для того, чтобы обеспечить наиболее эффективное теплоснабжение потребителя и достигнуть максимального снижения потребления топлива.

Автоматизация производственно-хозяйственной деятельности в настоящее время реализована посредством программного комплекса «Сбыт тепловой энергии», что позволяет:

- автоматизировать процесс копирования, трансформирования полученных данных в существующую расчетную базу потребления тепловой энергии;
- осуществлять ежедневный съем и хранение показаний приборов учета тепловой энергии, контролировать температуру обратной сетевой воды.

По городу Гродно довольно большой процент потребителей охвачен дистанционным съемом показаний теплосчетчиков, что очень упрощает работу с бытовым подразделени-

ем. Из 6584 точек учета информация дистанционно с помощью программ АРМТЕС, Индел снимается с 2158 точек. Данные агрегируются раз в месяц либо по запросу. Имеется в виду домовая счетчик. Договоры заключены с товариществами жилья. Поквартирные счетчики в Гродно пока что используются крайне редко. Плановая работа в этом направлении позволяет существенно снизить трудозатраты нашего сбытового подразделения, автоматизировать этот процесс и повысить точность расчетов.

Внизу пример того, какие данные мы можем получить с каждого счетчика: температура прямой и обратной воды; количество потребленной тепловой энергии в течение суток.

В настоящее время в г. Гродно автоматизированы пять насосных станций и три павильона. Безусловно, мы делимся опытом информатизации и дистанционного управления с нашими коллегами, например, с представителями «Могилевэнерго». С проектом «Автоматизация Гродненских тепловых сетей» мы успешно приняли участие в конкурсе «Лидер энергоэффективности – 2019».

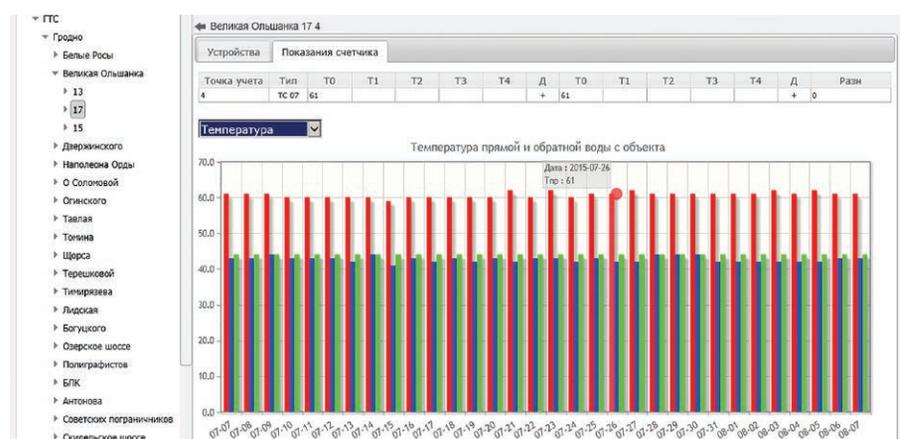
Критерием оптимизации гидравлических режимов тепловой сети в Концепцию авто-

матизации тепловых сетей города Гродно заложено повышение прибыли предприятия. Этот критерий затрагивает целый комплекс, так как мы вырабатываем не только тепловую, но и электрическую энергию. Нам необходимо оптимальным образом и с учетом возможных изменений тарифов в будущем в разрезе суток, а может даже и часов, оптимизировать выработку электрической энергии на Гродненской ТЭЦ-2, а также тепловой энергии. Необходимо будет оптимизировать и перераспределение выработки тепловой энергии между нашими двумя источниками. В процессе реализации Концепции круг параметров может быть расширен.

Финансовыми источниками проведения комплексной автоматизации являются собственные средства предприятия. Будем привлекать и кредитные ресурсы, т.к. в Концепции предусмотрена оптимизация не только работы тепловых сетей, но и наших источников, что требует существенных финансовых вложений.

РУП «Гродноэнерго» не получает бюджетных дотаций. Тепловую энергию собственникам жилого сектора мы поставляем ниже себестоимости. Полностью компенсировать дотирование частных теплопотребителей путем продажи тепловой энергии промышленным потребителям мы не в состоянии. Поэтому на эти цели направляется часть прибыли от продажи электрической энергии. Последние несколько лет РУП «Гродноэнерго» в целом является прибыльной организацией.

Насколько наш опыт комплексной автоматизации приближает нас к реализации концепции «умный город»? В Концепцию автоматизации мы закладывали такую цель: после реализации всех мероприятий диспетчер тепловых сетей будет нужен только для контроля правильности всех наших алгоритмов. Он будет контролировать, как собираются данные, как задаются параметры для ведения режима источниками, ликвидацию совсем уж нештатных ситуаций, которые будут не предусмотрены нашими алгоритмами и автоматическими защитами. ■



Температура прямой и обратной воды с ж/д по ул. В. Олышанка, 17

Григорий Кузьмич | Артем Дорожей |

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В БЕЛАРУСИ

Сегодня мы хотели бы рассказать о нашем видении будущего развития ВИЭ в Беларуси. Мне кажется, что попытаться предсказать будущее интереснее, чем рассказывать о прошлом.

Сразу отмечу, что то видение будущего, которое здесь приведено – это наше авторское мнение, которое опирается на цифры из открытых источников, на наш и на мировой опыт.

Выработка электроэнергии в Белорусской энергосистеме производится в основном на КЭС и ТЭЦ. Основным топливом для выработки электроэнергии является природный газ. При этом сейчас происходит ввод в эксплуатацию АЭС, что коренным образом меняет всю структуру энергопроизводства и постепенно – структуру энергопотребления в стране.

Установленная электрическая мощность ОЭС – 10 098 МВт (с учетом первого блока АЭС – 11 298 МВт). Электростанции, использующие ископаемое топливо, имеют мощность 9667 МВт (около 85,5%); на ядерном топливе теперь работает около 10,7% мощностей. Планируемая доля выработки АЭС при работе одного блока – около 21%.

Возобновляемые источники энергии общей мощностью 431 МВт (по данным государственного кадастра возобновляемых источников энергии) составляют около 3,8% в установленной электрической мощности ОЭС.

Производство электроэнергии по данным баланса производства и потребления электрической энергии за 2019 г. составило 40 264 млн кВт·ч, из которых 39 372 млн кВт·ч (около 97,8%) приходилось на долю ископаемого топлива, а на долю возобновляемых источников – 892 млн кВт·ч (около 2,2%).

Потребление электроэнергии за 2019 г. составило 37 926 млн кВт·ч (Беларусь экспортирует электроэнергию в соседние страны).

Итак, на текущий момент доля ВИЭ в установленной электрической мощности составляет 3,8%, а в выработке – всего 2,2%. Конечно, это крайне мало.

Надеюсь, конечно, что на покупку электроэнергии от уже введенных в эксплуатацию ВИЭ ввод АЭС не повлияет. Но он однозначно повлияет на строительство новых ВИЭ, поскольку после запуска атомной станции возникнет проблема прохождения ночных провалов потребления электроэнергии.

Основная цель данного материала – проанализировать влияние ввода АЭС на развитие ВИЭ. В настоящее время в Беларуси действуют:

- 100 фотоэлектрических станций (ФЭС) мощностью 160,87 МВт (крупнейшая – Речицкая ФЭС РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», 56 МВт);

- 55 гидроэлектростанций (ГЭС) мощностью 98,36 МВт (крупнейшие – Полоцкая (21,6 МВт) и Витебская ГЭС (40 МВт) – введены в эксплуатацию в 2017 году);

- 108 ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью 108,6 МВт (крупнейший ветропарк (шесть объединенных ВЭУ) – в Новогрудском районе, 9 МВт, РУП «Гродноэнерго»);

- 37 биогазовых комплексов мощностью 47,61 МВт (крупнейший – в СПК «Рассвет имени Орловского», 4,8 МВт);

- 9 мини-ТЭЦ на древесном топливе электрической мощностью около 15,5 МВт.

В основном возобновляемые источники работают параллельно с сетью ГПО «Белэнерго» и являются собственностью частных компаний (около 61%), которые реализуют выработанную электроэнергию в сеть энергосистемы с повышающим коэффициентом или используют ее для собственных нужд производства.

Можно отметить, что основные виды ВИЭ, подходящие для Беларуси, развиваются довольно равномерно. А также то, что большим процентом ВИЭ владеют частные инвесторы.

Конечно, хотелось бы, чтобы более активно развивалось направление биогаза, так как это важно для нашей страны не только с точки зрения получения энергии, но и с точки зрения экологии. Есть, конечно, объективные причины, почему это направление не так активно развивается.

Несколько слов о правилах создания новых источников ВИЭ, методах стимулирования этой деятельности, о действующей системе мотивации для инвесторов.

Нужно сказать, что в Беларуси сразу появилось довольно хорошее законодательство для развития ВИЭ. Порой бывают проблемы в скорости принятия тех или иных решений. Но отметим, что для инвесторов важно, что за все время действия законодательства для ВИЭ государство в лице ГПО «Белэнерго» всегда по всем объектам, которые мы знаем, выдерживало принятые на себя обязательства.

При этом видимо из-за ввода в эксплуатацию АЭС, планы по развитию ВИЭ в нашей стране на 2020–2022 годы более чем скромные. И стимулирующие коэффициенты уже не такие привлекательные, как ранее.

Выбор проекта ВИЭ осуществляется на конкурсной основе с учетом выделенных государством квот. Конкурс проводится раз в год. Стимулирующий коэффициент, представляемый на конкурс, не должен превышать указанный в постановлении МАРТ от 31 октября 2019 г. №87.

При строительстве источника ВИЭ для собственных нужд предприятия строительство осуществляется в свободном порядке без учета квот и участия в конкурсе.

Сохраняются рычаги стимулирования ВИЭ:



Вид возобновляемого источника энергии	2022 год, МВт	2023 год, МВт
с использованием энергии ветра	19,8	10
с использованием энергии биогаза	5,0	10
с использованием энергии солнца	0	10
с использованием энергии естественного движения водных потоков	0	29,16
с использованием энергии древесного топлива, иных видов биомассы	2,6	3,0
с использованием тепла земли и иных источников энергии, не относящихся к невозобновляемым	0	40,0
ИТОГО:	27,4	102,16

ВИЭ	Стимулирующие коэффициенты (постановление №87 от 31 октября 2019 г.)
энергия ветра	Конкурсная основа. Первые 10 лет — 0,85, последующие – 0,45
энергия движения водных потоков	Конкурсная основа. Первые 10 лет (>2 МВт) — 0,75, последующие – 0,45
энергия биогаза	Конкурсная основа. Первые 10 лет (>2 МВт) — 0,75, последующие – 0,45
энергия солнца	Конкурсная основа. Первые 10 лет (>2 МВт) — 0,75, последующие – 0,45

1. Освобождение от таможенной пошлины и НДС при ввозе на территорию Республики Беларусь установок по использованию возобновляемых источников энергии, комплектующих и запасных частей к ним.

2. Освобождаются от земельного налога земельные участки, занятые объектами и установками по использованию возобновляемых источников энергии.

Теперь переходим к экономике энергетике. В Беларуси выстроена система перекрестного субсидирования. Это значит, что промышленные предприятия имеют фиксированный, высокий тариф. Население покупает электроэнергию по субсидируемому тарифу.

Если применять одноставочный тариф (не зависит от времени суток, по данным tufin.by), то для предприя-

тий с установленной мощностью выше 750 кВт ежемесячная плата за мощность – 10,738 долл. США/кВт·ч, за потребленную энергию – 91 долл. США/МВт·ч; для предприятий с установленной мощностью до 750 кВт – 115 долл. США/МВт·ч; для населения – 77 долл. США/МВт·ч.

Из интервью заместителя министра энергетики Михаила Михадюка источник *officelife.media* следует, что себестоимость электроэнергии в системе «Белэнерго» составляет около 42 долл. США/МВт·ч. С учетом транспортировки по магистральным и распределительным сетям, а также перекрестного субсидирования тариф для промышленного потребителя составляет 115 долл. США/МВт·ч.

При этом ввод АЭС ставит перед регулятором отрасли две основные задачи, которые нужно решать:

1. Прохождение ночного минимума нагрузки. Кроме технических способов решения этой проблемы, также могут быть приняты организационные меры по установлению более низких ночных тарифов и более высоких дневных, что, безусловно, правильно, но может повлиять на поведение потребителей как в позитивную, так и в негативную для «Белэнерго» сторону.

2. Возврат инвестиций, вложенных в АЭС и в создание инфраструктуры, что повлияет на тарифы.

Какова перспектива изменения стоимости электроэнергии в Беларуси после ввода в эксплуатацию БелАЭС?

Как показывает мировой опыт, более 72% себестоимости электроэнергии от АЭС составляют капзатраты. Поэтому значимым фактором для определения себестоимости энергии от АЭС является объем капитальных затрат на ее строительство. Предполагаемые затраты на строительство Белорусской АЭС составляют около 12 021 млн долл. США. В том числе, строительство АЭС – 11 000 млн долл. США. Строительство пиково-резервных источников общей установленной мощностью 800 МВт потребует около 680 млн долл. США. (<https://interfax.by/news/biznes/businesses/1267908/>), затраты на строительство сетей для АЭС – 340,8 млн долл. США (<http://www.belmarket.by/v-belarusi-zavershaetsya-stroitelstvo-elektroseti-dlya-aes>).

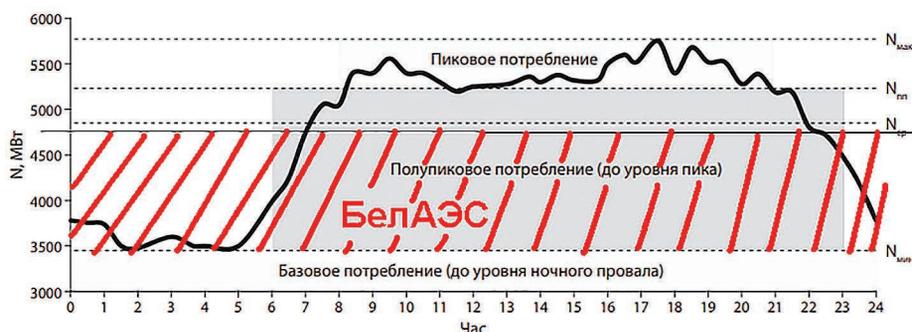
Итак, по собранной нами из различных источников информации, капзатраты на БелАЭС и основную инфраструктуру для ее работы составляют порядка 12 млрд долл. США.

В таблице представлена информация по себестоимости выработки электроэнергии в разных странах.

Прогнозируемая себестоимость электроэнергии от АЭС для станций, построенных в 2015–2020 гг., \$/МВт·ч

Страна	Ставка дисконтирования 3%	Ставка дисконтирования 7%	Ставка дисконтирования 10%
Бельгия	51.5	84.2	116.8
Финляндия	46.1	77.6	109.1
Франция	50.0	82.6	115.2
Венгрия	53.9	89.9	125.0
Япония	62.6	87.6	112.5
Южная Корея	28.6	40.4	51.4
Словакия	53.9	84.0	116.5
Британия	64.4	100.8	135.7
США	54.3	77.7	101.8
Китай	25.6–30.8	37.2–47.6	48.8–64.4

Источник: OECD IEA-NEA, Projected Costs of Generating Electricity, 2015 Edition, Table 3.11, assuming 85% capacity factor.



Капитальные затраты на ядерные технологии варьировались от 2021 долл. США/кВт (в Южной Корее) до 6215 долл. США/кВт (в Венгрии). Удельная стоимость строительства БелАЭС составляет около 5009 долл. США/кВт (ставка кредита чуть выше 5%, при вводе двух энергоблоков).

Наиболее вероятная оптимистическая оценка себестоимости электроэнергии от БелАЭС составит около 61 долл. США/МВт·ч, что выше, чем существующее значение 42 долл. США/МВт·ч.

Транспортировка электроэнергии в сетях энергосистемы доведет себестоимость до 57 долл. США/МВт·ч (рассчитано исходя из тарифа, обеспечивающего полное возмещение экономически обоснованных затрат на электроэнергию – 99 долл. США/МВт·ч, источник – РУП «Белэнерго»).

Поскольку наша оптимистическая оценка себестоимости электроэнергии от Белорусской АЭС – 61 долл. США/МВт·ч, это с учетом перекрестного субсидирования должно увеличить тариф для промышленных потребителей до 118–134 долл. США/МВт·ч, так как от перекрестного субсидирования мы вряд ли уйдем.

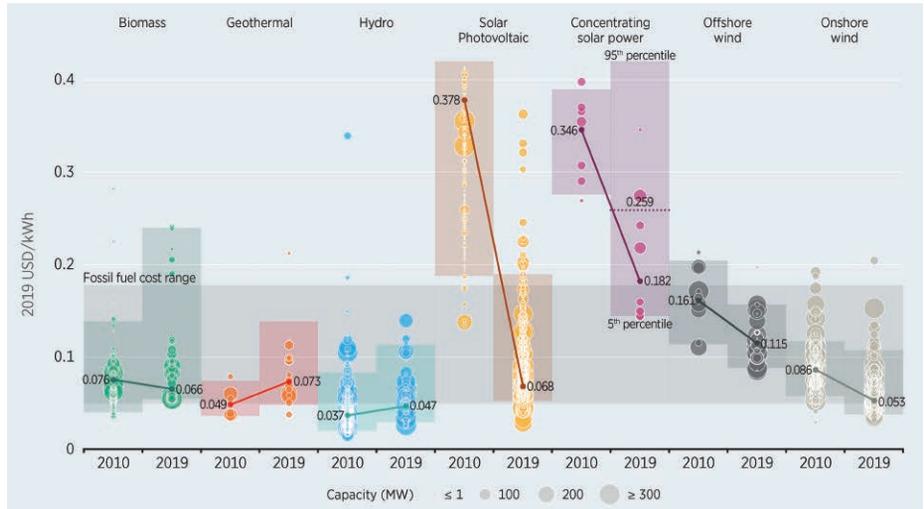
Таким образом, после ввода БелАЭС в промышленную эксплуатацию, с целью повышения потребления электроэнергии в ночной период, тариф на электроэнергию в дневное время будет еще более высоким. Из-за высокой себестоимости электроэнергии от АЭС по сравнению с существующей тарифы на электроэнергию вырастут. Из-за перекрестного субсидирования наиболее остро повышение тарифов будут ощущать промышленные потребители, которые будут вынуждены искать более дешевые варианты электроснабжения или стремиться сохранить существующий тариф.

С одной стороны, ввод АЭС в эксплуатацию будет сдерживать развитие ВИЭ, с другой стороны, наоборот он может выступить катализатором строительства ВИЭ промышленными предприятиями для собственных нужд. Ряд потребителей может задуматься даже о переходе на островной режим с установкой аккумуляторов энергии.

На верхнем графике показано, насколько изменилась себестоимость получения электроэнергии от различных видов ВИЭ за последние 10 лет.

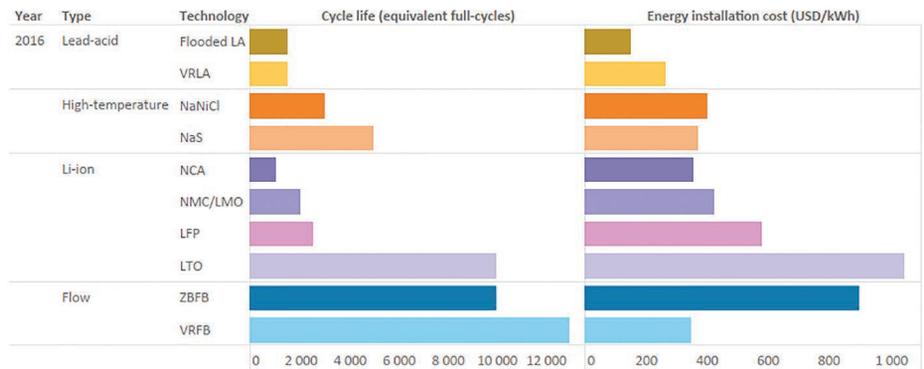
На 2019 г. себестоимость электроэнергии фотоэлектрических станций (ФЭС) составляла 68 долл. США/МВт·ч и выше; ветроэнергетических установок (ВЭУ) – 53 долл. США/МВт·ч; гидроэлектростанций – 47 долл. США/МВт·ч, биоэнергетических комплексов – 66 долл. США/кВт·ч с возможностью запасть энергию в виде биогаза.

Можно заметить, что наиболее значительно снизилась себестоимость производства энергии от ФЭС и от ВЭС. Предполагается, что тенденция удешевления технологий



Источник: IRENA Renewable Cost Database

Усредненная себестоимость электроэнергии от недавно введенных в эксплуатацию ВИЭ, 2010–2019 гг.



Примечания: LA = lead-acid; VRLA = valve-regulated lead-acid; NaS = sodium sulphur; NaNiCl = sodium nickel chloride; VRFB = vanadium redox flow battery; ZBFB = zinc bromine flow battery; NCA = nickel cobalt aluminium; NMC/LMO = nickel manganese cobalt oxide/lithium manganese oxide; LFP = lithium iron phosphate; LTO = lithium titanate.

Расчетный срок службы и стоимость энергоустановки выбранных технологий хранения батарей, 2016 г., долл. США/кВт·ч

получения электроэнергии из ВИЭ будет наблюдаться и в будущем, но уже не с такой динамикой.

Сейчас активно развиваются технологии аккумулирования электроэнергии, весь мир понимает, что это очень важные технологии для будущего. Конечно, сейчас эти технологии очень дорогие, но, как и во всем остальном, стоимость этих технологий будет падать.

На нижних графиках приведен прогноз изменения стоимости технологий аккумулирования, которые нас ждут в следующее десятилетие.

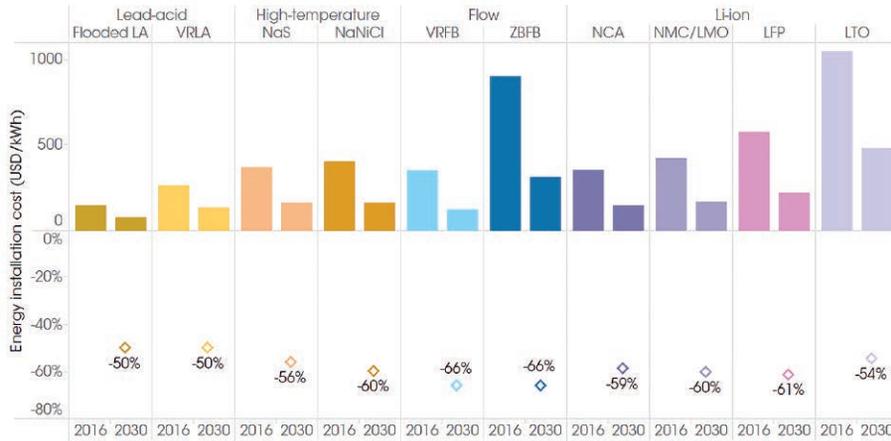
По данным на 2016 г. наименьшие удельные затраты на установку аккумуляторов давали свинцово-кислотные батареи – 147–263 долларов США/кВт·ч. Высокотемпературные батареи, батареи NCA, NMC/LMO и VRFB имели стоимость от 350 до 420 долларов США/кВт·ч. Затраты на центральную энергетическую установку для батарей LFP составляли 578 долларов США/кВт·ч, для ZBFB – 900 долларов

США/кВт·ч, а для батарей LTO – 1050 долларов США/кВт·ч.

А теперь посмотрим, как оценивается снижение затрат на технологии аккумулирования энергии, которое произойдет за период с 2016 до 2030 г., в долл. США/кВт·ч (см. верхний график на с. 21).

Перспективы снижения затрат на системы BES многообещающие. Ожидается, что центральная оценка затрат снизится с 150–1050 долларов США/кВт·ч в 2016 году до 75–480 долларов США/кВт·ч к 2030 году. Это будет представлять собой снижение от 50% до 66% в зависимости от технологии. К 2030 году единственными аккумуляторными технологиями, стоимость установки которых, как ожидается, будет превышать 300 долларов США за кВт·ч, будут LTO и ZBFB.

Таким образом, следующая важная технологическая революция произойдет именно в технологиях аккумулирования, что перевернет всю картину систем энергоснабжения.



Источник: Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA).

На графиках ниже представлены результаты наших укрупненных расчетов себестоимости электроэнергии от ВИЭ с учетом аккумулярования при разных технологиях аккумулярования.

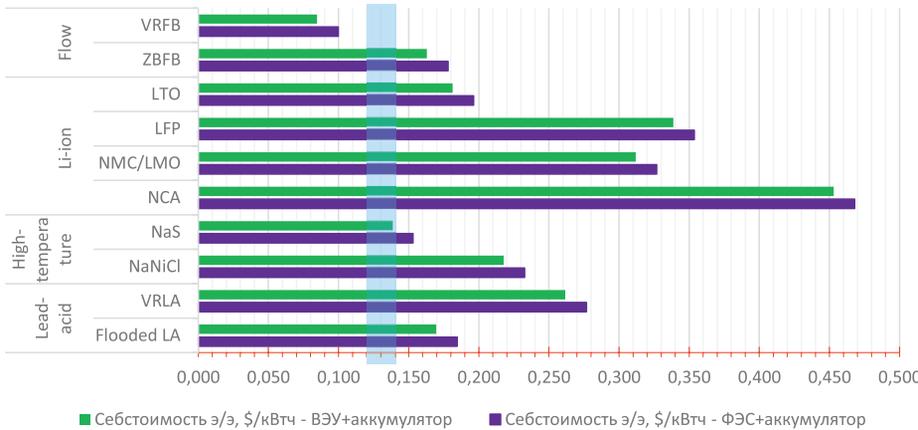
При этом мы понимаем, что эта величина очень сильно зависит от совпадения графиков производства электроэнергии ВИЭ и графика потребления. От этого зависит размер аккумулятора.

Первый график представлен для случая стопроцентного накопления энергии, а вто-

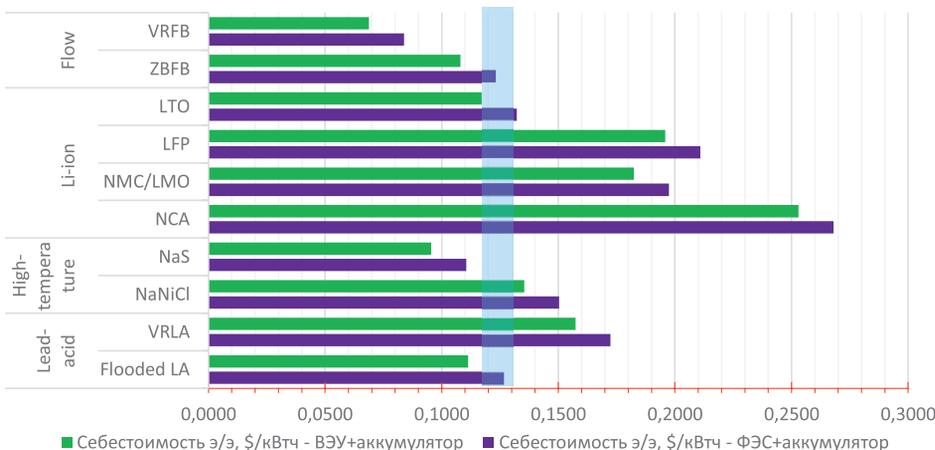
рой – для случая 50-процентного аккумулярования. Конечно, это нужно считать индивидуально для каждого предприятия.

Вертикальной голубой полосой показано наше видение тарифов ГПО «Белэнерго» для промышленных потребителей после ввода АЭС.

В расчете себестоимости не учитывался процесс деградации батарей в реальных условиях эксплуатации. Для разных типов батарей снижение количества циклов разряда/заряда из-за условий эксплуатации разное.



Себестоимость электроэнергии ВИЭ при аккумуляровании 100% энергии



Себестоимость электроэнергии ВИЭ при аккумуляровании 50% энергии

Однако, для батарей, которые имеют самую низкую себестоимость хранения энергии, условия эксплуатации приводят к незначительному снижению количества циклов до критической потери емкости, в отличие от батарей других типов.

На практике при использовании источников ВИЭ в связке с аккумуляторами последние работают только часть времени, покрывая пики потребления (или провалы производительности) и накапливая энергию во время провалов потребления (или пика производительности ВИЭ). Время работы аккумулятора и его емкость – всегда частный случай. Чем реже используется аккумулятор и чем чаще происходит потребление напрямую от ВИЭ, тем ниже себестоимость электроэнергии от блок-станции.

На основании графиков можно сделать вывод, что в скором времени для отдельных потребителей может стать выгодным переход на островной режим энергоснабжения от ВИЭ.

Конечно, сложно сделать какие-либо точные выводы ввиду недостатка открытой информации и неясности перспектив по тарифам. Еще сложнее в таких условиях иностранным инвесторам принимать решения об инвестировании в проекты в стране.

Определяющим фактором развития ВИЭ в части покрытия собственных нужд является величина тарифа на электроэнергию после строительства АЭС. Однако, даже при расчетной себестоимости электроэнергии от АЭС на уровне 61 долл./МВт·ч возможно эффективное использование ВИЭ (например, таких, как ФЭС) в часы высоких тарифов на электроэнергию.

На сегодняшний момент строительство ВИЭ для собственных нужд позволит сократить затраты на электроснабжение предприятия, так как себестоимость электроэнергии от ВИЭ ниже, чем электроэнергия, закупаемой у ГПО «Белэнерго». Вопрос полного ухода от сетей необходимо рассматривать индивидуально. Общий анализ указывает на такую возможность в случае использования VRFB-батарей.

Системы аккумуляции электроэнергии со временем будут дешеветь, становясь доступными и более эффективными.

Особое внимание нужно обратить на строительство биогазовых комплексов для собственных нужд, так как биогаз проще аккумуляровать, чем электроэнергию, а электрогенераторы могут работать в соответствии с графиками нагрузки предприятия, чтобы исключить использование систем хранения электроэнергии. Кроме того, такие проекты несут в себе большую пользу для окружающей среды.

С учетом этого, проекты ВИЭ для энергоснабжения конкретных потребителей могут стать привлекательными инвестиционными проектами, особенно для иностранных инвесторов по схеме ЭСКО. ■

В.Н. Богач,
зав. лабораторией
«Возобновляемая энергетика»
Института энергетики НАН Беларуси



АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ВИЭ В БЕЛАРУСИ

Аннотация

В статье представлен анализ количественных показателей инновационной деятельности Республики Беларусь в области использования местных топливно-энергетических ресурсов.

Проанализирована динамика изменения количества научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, научных публикаций, объектов прав промышленной собственности за 2005–2020 гг., определены основные тенденции научно-исследовательской деятельности в области использования ВИЭ.

Abstract

The article presents an analysis of quantitative indicators of innovative activity of the Republic of Belarus in the field of using local energy resources.

The dynamics of changing the number of research and development projects, scientific publications, objects of industrial property for 2005–2020 has been analyzed. The main trends in research activities in the field of renewable energy sources usage have been identified.

Введение

Устойчивое энергетическое и экологическое развитие человечества невозможно без существенного сокращения объемов сжигания традиционных топлив. Основной путь решения энергетических проблем видится в максимальном использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в первую очередь, энергии солнечного излучения и ветрового потока. ВИЭ избыточны, повсеместно доступны, а процесс их преобразования в электрическую и тепловую энергию достаточно безопасен для окружающей среды.

Использование мер стимулирования в виде повышенных закупочных тарифов

на электроэнергию позволило за последнее десятилетие ввести в эксплуатацию несколько сотен установок и электростанций по использованию ВИЭ. Несмотря на экономическую невыгодность для энергосистемы такие меры позволили не отстать технологически еще сильнее от развитых стран – энергетика имеют возможность отрабатывать навыки работы с такими типами электростанций, а новая зарождающаяся отрасль создает все больше рабочих мест.

Несмотря на то, что по средней плотности энергии солнечного излучения, ветрового потока и тепла недр Земли наша страна существенно уступает большинству евро-

пейских стран, дальнейшее развитие отрасли не требует финансового стимулирования. Ветроэнергетические установки на отдельных площадках уже имеют себестоимости производства электроэнергии ниже, чем в среднем по стране на тепловых электростанциях [1]. Стремительное снижение стоимости оборудования солнечной электроэнергетики привело к разумным срокам окупаемости при производстве электроэнергии коммерческими предприятиями для собственных нужд.

Замещение импортируемых энергоносителей возобновляемыми не должно являться самоцелью, поскольку при бесплатности



ряда возобновляемых ресурсов применяемое оборудование по большей части импортируется. Степень локализации производства оборудования по использованию ВИЭ в Беларуси очень низкая. Исключение составляет использование местных видов топлива по традиционным технологиям. Такое оборудование производится достаточно давно.

Государственная научно-техническая и инновационная политика, направленная на создание отечественного оборудования по использованию ВИЭ, должна опираться на системный подход, что требует создания явного рыночного спроса на возобновляемые энергоисточники и мер, призванных стимулировать исследования и разработки, нарастить квалификацию местных кадров, усилить координацию между субъектами и инфраструктурой, согласовать нормативные положения и стимулы, мобилизовать финансовые средства [2].

Выполнение НИОКР

Были проанализированы данные государственного реестра научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ (НИОКР) [3] за 2005–2020 гг. Всего за эти годы в республике было выполнено более 55 тысяч научных работ, из них 1402 – в области энергетики, 374 – в области возобновляемых источников энергии и использования местных топливно-энергетических ресурсов (МТЭР). В таблице 1 представлено распределение НИОКР по направлениям исследований, на рисунке 1 – динамика изменения количества НИОКР по годам.

С 2008 г., когда было принято решение о строительстве атомной электростанции в Беларуси, наблюдается спад количества НИОКР в области ВИЭ, что, в первую очередь, связано с перераспределением средств в пользу исследований, сопровождавших строительство атомной станции. К настоящему моменту времени исследования в области гидро-, ветро- и биогазовой энергетики в Беларуси полностью прекратились.

На рисунке 2 представлено распределение НИОКР по ведомственной принадлежности. 186 работ было выполнено научными организациями Национальной академии наук Беларуси. Национальная академия наук Беларуси ведет научное сопровождение развития топливно-энергетического комплекса и является заказчиком ряда государственных программ научных исследований, в том числе по проблемам использования МТЭР (ГПНИ «Водород» на 2006–2010 гг., ГПНИ «Энергобезопасность, энергоэффективность и энергосбережение, атомная энергетика» на 2013–2015 гг., ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии» на 2016–2020 гг. и проч.).

Таблица 1. Количество НИОКР по проблемам использования МТЭР

Направление исследований	Количество НИОКР
Общие проблемы использования МТЭР	51
Солнечная энергетика	65
Ветроэнергетика	12
Гидроэнергетика	5
Использование низкотемпературных источников тепла	9
Водород	38
Местные виды топлив, в том числе:	200
общие проблемы МВТ	57
растительная биомасса	79
биогаз	16
бурый уголь и горючие сланцы	8
торф	20
твердые бытовые и промышленные отходы	23
Всего	374

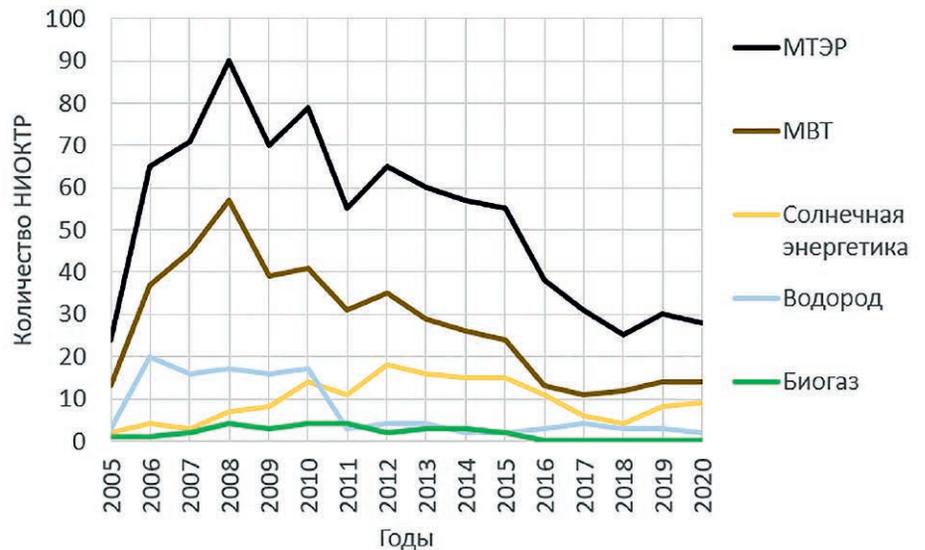


Рис. 1. Количество НИОКР по проблемам использования МТЭР по годам

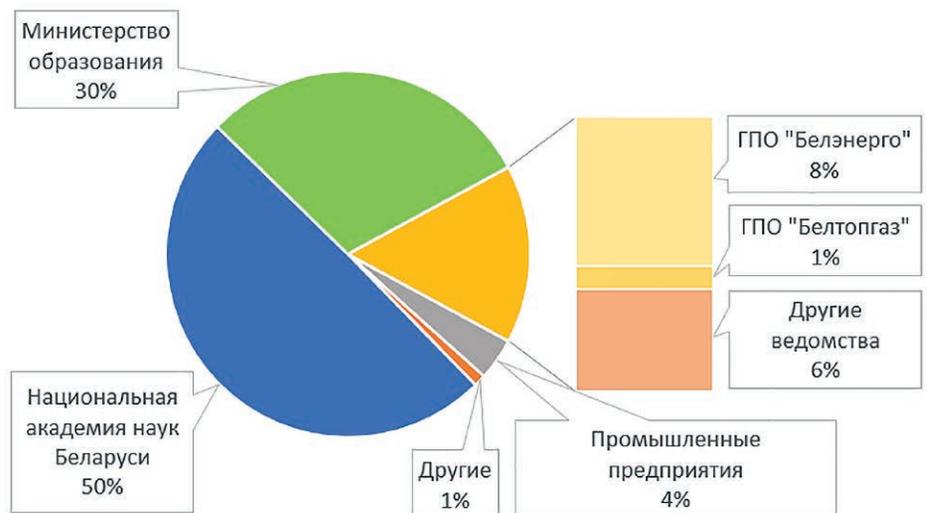


Рис. 2. Распределение НИОКР по ведомственной принадлежности

Таблица 2. Количество научных публикаций белорусских организаций по проблемам использования МТЭР

Направление исследований	Количество публикаций
Общие проблемы использования МТЭР	111
Солнечная энергетика	54
Ветроэнергетика	24
Гидроэнергетика	16
Использование низкотемпературных источников тепла	50
Растительная биомасса	124
Твердые бытовые и промышленные отходы	38
Биогаз	11
Бурый уголь и горючие сланцы	15
Торф	11
Прочие	7
Всего	461

Большинство государственных программ научных исследований Республики Беларусь формируется по принципу «снизу вверх», когда тематика заявок заранее не ограничена. Общая же цель программы формулируется достаточно широко. Это приводит к тому, что большинство заданий не связано между собой и находится в области интересов отдельных научных коллективов.

Публикационная деятельность

Был проведен анализ научных публикаций белорусских организаций в библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ [4]. За 2005–2020 гг. было опубликовано 2249 научных статей по энергетической тематике, из них – 461 статья в области использования МТЭР. В таблице 2 представлено распределение научных публикаций по направлениям исследований, на рисунке 3 – динамика количества публикаций.

75% научных публикаций сделано сотрудниками высших учебных заведений, 24% – работниками институтов Национальной академии наук Беларуси, 1% – сотрудниками прочих научных организаций. Наибольшая публикационная активность в области использования МТЭР свойственна техническим высшим учебным заведениям.

В 2005–2020 гг. наблюдался рост публикационной активности с пиком по отдельным направлениям в 2017–2019 гг. При этом обращает на себя факт низкого уровня цитирования публикаций: на 461 публикацию приходится 466 цитирований, учитывая самоцитирование, h-индекс составляет 8. Это может указывать на недостаточную значимость публикуемых результатов.

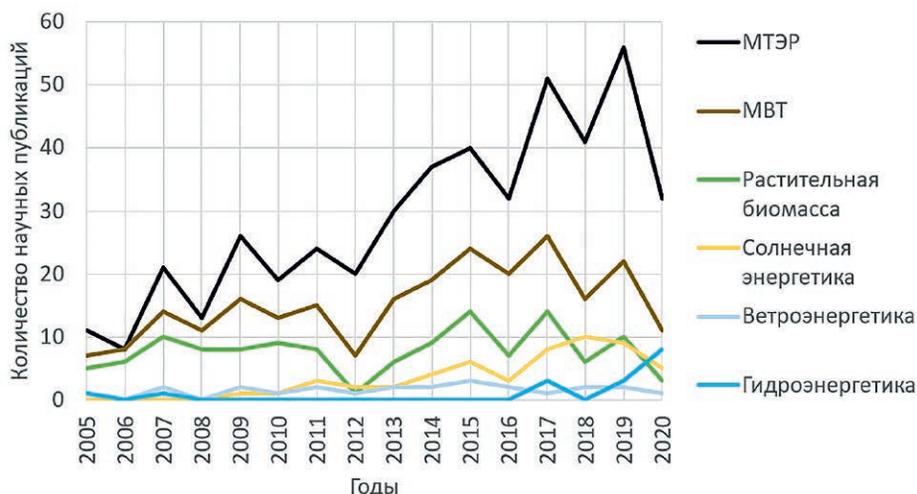


Рис. 3. Динамика количества научных публикаций по проблемам использования МТЭР по годам

Патентная деятельность

Были проанализированы поданные в 2005–2020 гг. заявки на получение национальных патентов Республики Беларусь на изобретения и полезные модели по использованию МТЭР. Выборка осуществлялась из базы данных объектов права промышленной собственности Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь [5] по индексам Международной патентной классификации F03, F23, F24, F25, H02. В таблице 3 представлено распределение полученных национальных патентов по видам топливно-энергетических ресурсов, на рисунке 4 – динамика количества поданных заявок на получение патентов.

48,8% всех заявок на патенты поступает от научных организаций Национальной академии наук и университетов, 36,5% – от граждан Беларуси, 7,0% – от прочих юридических лиц Беларуси, 7,2% – от зарубежных физических и юридических лиц.

Количество заявок на патентование объектов права промышленной собственности, подаваемых научными организациями, напрямую связано с количеством выполняемых ими НИОКР. По этой причине начиная с 2013 года наблюдается резкий спад количества заявок на получение патентов

на изобретения и полезные модели по использованию МТЭР. К тому же, в течение последнего десятилетия наблюдается существенное снижение количества заявок от частных лиц.

Анализ тенденций научно-исследовательской деятельности в области ВИЭ

Таким образом, в инновационной деятельности в области использования МТЭР до сих пор доминируют исследования и разработки в области использования местных видов топлив. Это преимущественно опытно-конструкторские работы, представляющие собой природные инновации, которые направлены на усовершенствование существующих технологий. Постепенно наблюдается переход от усовершенствования традиционных технологий сжигания к разработке новых более эффективных и экологически безопасных технологий использования МВТ.

В области солнечной энергетiki различными научными коллективами ведутся исследования и разработки по созданию новых типов солнечных элементов. Несмотря на то, что исследования ведутся на мировом уровне, внедрение таких радикальных инноваций затруднено, т.к. требует больших

Таблица 3. Количество полученных национальных патентов на изобретения и полезные модели по использованию местных топливно-энергетических ресурсов за 2005–2020 гг.

Вид МТЭР	Изобретения	Полезные модели
Энергия солнечного излучения	42	46
Энергия ветрового потока	52	52
Энергия водных потоков	30	47
Энергия низкотемпературных источников	7	13
Местные виды топлив и углеродсодержащие отходы	36	50
Всего	159	206



Рис. 4. Динамика количества поданных заявок на получение патентов на изобретения и полезные модели по использованию МТЭР по годам

инвестиций. Недофинансирование подобных исследований не позволяет довести их до промышленных образцов, которые могли бы конкурировать с кремниевыми солнечными элементами.

В области ветро- и гидроэнергетики разработка собственных технологий в настоящее время не ведется. Предпринимавшиеся ранее попытки создания отечественных образцов ветроэнергетических установок прекратились в связи с их более низкими технико-экономическими показателями по сравнению с производимыми в мире ВЭУ.

Выводы

Представленные в статье численные показатели не охватывают полностью инновационную деятельность в области возобновляемых источников энергии, т.к.

не учитывают научные публикации в журналах, не включенных в базу РИНЦ, региональные и международные патенты. Но, в целом, они характеризуют сложившиеся тенденции научно-исследовательской деятельности в данном направлении.

Расширение использования ВИЭ в энергосистеме является комплексной задачей, требующей всестороннего взаимодействия государственных органов, научных организаций и учреждений образования, коммерческих предприятий, общественных организаций. Первоочередной должна стоять задача повышения уровня локализации производства оборудования по использованию ВИЭ. Экспертным сообществом должны быть сформированы конкретизированные приоритетные направления исследований и разработок в области ВИЭ, которые наиболее целесообразно развивать

в стране в условиях недостатка финансирования инновационной деятельности. В рамках этих приоритетных направлений должны быть созданы научно-производственные кластеры. Рекомендуется изменение подхода по выделению государственного финансирования на инновационную деятельность с увеличением доли заданий в рамках конкретизированных приоритетных направлений.

Литература

1. Разработка энергетического баланса энергосистемы Беларуси с учетом развития возобновляемой энергетики, в том числе ветроэнергетики: научно-технический отчет / А. Ф. Молочко [и др.]. – Минск: Альфа-книга, 2019. – 238 с.
2. E/CN.16/2018/2 – Доклад Генерального секретаря – Роль науки, техники и инноваций в деле значительного увеличения доли возобновляемых источников энергии к 2030 году [Электронный ресурс]: Комиссия по науке и технике в целях развития, 21-я сессия, Женева, 14–18 мая 2018 г. – Режим доступа: https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162018d2_ru.pdf. – Дата доступа: 05.01.2021.
3. Государственный реестр НИОК(Т)Р [Электронный ресурс] // Белорусский институт системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы. – Режим доступа: <http://belisa.org.by/reestr>. – Дата доступа: 05.01.2021.
4. ООО Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>. – Дата доступа: 05.01.2021.
5. База данных объектов права промышленной собственности [Электронный ресурс] // Национальный центр интеллектуальной собственности. – Режим доступа: <http://belgospatent.by/database/>. – Дата доступа: 05.01.2021. ■

Статья поступила в редакцию 11.01.2021

Энергосмесь

Расширяется топливное использование торфа

Как проинформировал Министр энергетики Республики Беларусь Виктор Каранкевич, одним из перспективных направлений является использование торфа в цементной отрасли и системе ЖКХ.

В 2015–2019 годах на цементных заводах введены в эксплуатацию две линии по подготовке к сжиганию то-

пливных брикетов, а также реализован проект по сжиганию торфяной сушенки. В настоящее время 39 % производимых топливных брикетов и вся торфяная сушенка поставляются на цементные заводы, что позволяет замещать импортируемый природный газ и каменный уголь.

Что касается использования торфа на котельных ЖКХ,

то количество таких проектов увеличивается. За период 2016–2020 годы в Минской области реализован ряд проектов с переводом котельных на торфяное топливо (д. Кривая береза, п. Зеленый бор, д. Рудавка, г. Столбцы и др.) За этот период организациями ГПО «Белтопгаз» поставлено на котельные ЖКХ 120,4 тыс. тонн топливно-

го торфа, что эквивалентно 35,6 млн. куб. м природного газа.

Всего в Беларуси ежегодно добывается порядка 2 млн тонн торфа, из которого производится более 1 млн тонн продукции топливного назначения и более 100 тыс. тонн продукции нетопливного назначения.

БЕЛТА

В.А. Седнин,
д.т.н., проф., зав. кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика
и теплотехника»



К.А. Кузьмич,
аспирант



Белорусский национальный технический университет

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЯНОГО КОКСА: ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Аннотация

В статье отмечена важность повышения эффективности использования «отходов» нефтепереработки. Представлен аналитический обзор по технологиям использования нефтяного кокса. Определены два основных направления утилизации: энергетическое и технологическое. Рассмотрены две альтернативные энергетические технологии: прямое сжигание и газификация. На основе математического моделирования исследована эффективность применения паросиловой и парогазовой технологий. Показано, что реализация технологии прямого сжигания является более дешевым вариантом, а вариант с газификацией – более гибким и экологичным. Рассмотрены варианты утилизации нефтяного кокса в качестве сырья. Особый интерес вызывает применение нефтяного кокса для алюминиевой промышленности.

Annotation

The importance of increasing the efficiency of using the "waste" of oil refining has been highlighted. Analytical review on technologies for using petroleum coke was presented. Two main directions of utilization have been identified: energetic and processing ones. Two alternative energy technologies have been reviewed: direct combustion and gasification. The effectiveness of use of steam cycle and combined cycle was evaluated based on mathematical modeling. It is shown that the implementation of the technology of direct combustion is a cheaper option, and option of gasification is more flexible and environmentally friendly. Options for utilization of petroleum coke as a raw material were reviewed as well. Application of petroleum coke for the aluminum industry is of a particular interest.

Введение

Нефтеперерабатывающая промышленность играет важную роль в экономике Республики Беларусь.

Два крупных нефтеперерабатывающих завода (ОАО «Мозырский НПЗ» в г. Мозыре Гомельской области и ОАО «Нафтан» в г. Новополоцке Витебской области), мощность переработки которых суммарно составляет около 21 млн тонн сырой нефти в год, полностью обеспечивают народное хозяйство республики нефтепродуктами, а также поставляют их на экспорт. В последние десятилетия на этих предприятиях проведена значительная модернизация, что позволяет перерабатывать продукты нефтедобычи с высокой эффективностью. Так, например, если в начале 1990-х годов глубина переработки нефти составляла около 64%, то уже сегодня этот показатель приближается к 90...92% (на лучших мировых производствах – до 96%).



В то же время процесс повышения эффективности получения полезных продуктов требует решения некоторых новых задач, возникающих при реализации высокотехнологичных решений на нефтеперерабатывающих заводах. Так, повышение глубины переработки нефти приводит к увеличению производства нефтяного кокса, который сам по себе считается ценным продуктом для металлургии, строительной

индустрии и энергетики [1–3]. Тем не менее, не всегда удается осуществить его рациональное использование.

Переработка нефти с целью получения различных нефтепродуктов и сырья для нефтехимической промышленности делится на ряд процессов, в ходе которых изменяется структура входящих в состав нефти углеводородов. При этом процессы разделяют на термические (протекающие при повышенных температурах)

и термokatалитические (протекающие при повышенных температурах в присутствии катализаторов). К термическим процессам переработки относятся термокрекинг, пиролиз и коксование.

Первые промышленные установки коксования были построены за рубежом в середине 30-х годов прошлого столетия и предназначались для получения дистиллятов. Кокс при этом оставался побочным продуктом и использовался в качестве то-

Таблица 1. Состав нефтяного кокса [1]

Параметр	Единицы измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	МДж/кг	31,14
Влажность	%	Не более 8
Зольность	%	0,55
Насыпная плотность	кг/м ³	850
Углерод, С ^d	%	89,9
Водород, Н ^d	%	3,5
Кислород, О ^d	%	0,72
Азот, N ^d	%	1,74
Сера, S ^d	%	3,53
Хлор, Cl ^d	%	0,1
Выход летучих на сухую беззольную массу	%	9,56

Таблица 2. Основные технико-экономические показатели эффективности технологий сжигания и газификации

Показатель	ПСУ, прямое сжигание	ПГУ, газификация
Удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии, кг у.т./кВт·ч (разделение затрат по физическому методу)	0,139	0,165
Удельный расход условного топлива на отпуск тепловой энергии, т у.т./Гкал (разделение затрат по физическому методу)	0,143	0,174
Электрический абсолютный КПД станции, доли	0,24	0,41
Тепловой КПД станции, доли	0,58	0,41
Коэффициент использования топлива, доли	0,82	0,82
Себестоимость электрической энергии, у.е./кВт·ч	0,004	0,01
Себестоимость тепловой энергии, у.е./Гкал	4	7

плива. Однако с развитием электрометаллургии и совершенствованием технологии он стал, как отмечалось выше, ценным целевым продуктом нефтепереработки. Потребности в нефтяном коксе обусловили непрерывное увеличение объемов его производства.

Сегодня применяют технологию «замедленного» коксования. Определение «замедленное» в названии технологии коксования связано с особыми условиями работы реакционных змеевиков трубчатых печей и реакторов (камер) коксования. Сырье предварительно нагревают в печи до температуры 470...510°C и подают в необогреваемые, изолированные снаружи коксовые камеры. В этих камерах и происходит технологический процесс за счет теплоты, приходящей с сырьем. Установка замедленного коксования (УЗК) позволяет углубить процесс переработки нефти и полу-

чить из остаточного сырья нефтяной кокс различных марок, а также дополнительное количество газа, бензина и газойля. Сырьем для коксования могут быть гудроны, тяжелые газойли каталитического крекинга, асфальты и экстракты.

Нефтяной кокс – это остаток, образующийся в результате вторичной переработки нефти или нефтепродуктов. Он представляет собой твердое пористое вещество цветом от темно-серого до черного. Состав нефтяного кокса, получаемого в УЗК, приведен в таблице 1.

Направления утилизации нефтяного кокса разделяют на энергетическое (в качестве топлива для получения электрической и тепловой энергии) и технологическое (в качестве сырья для дальнейшего передела с получением ценных промышленных продуктов).

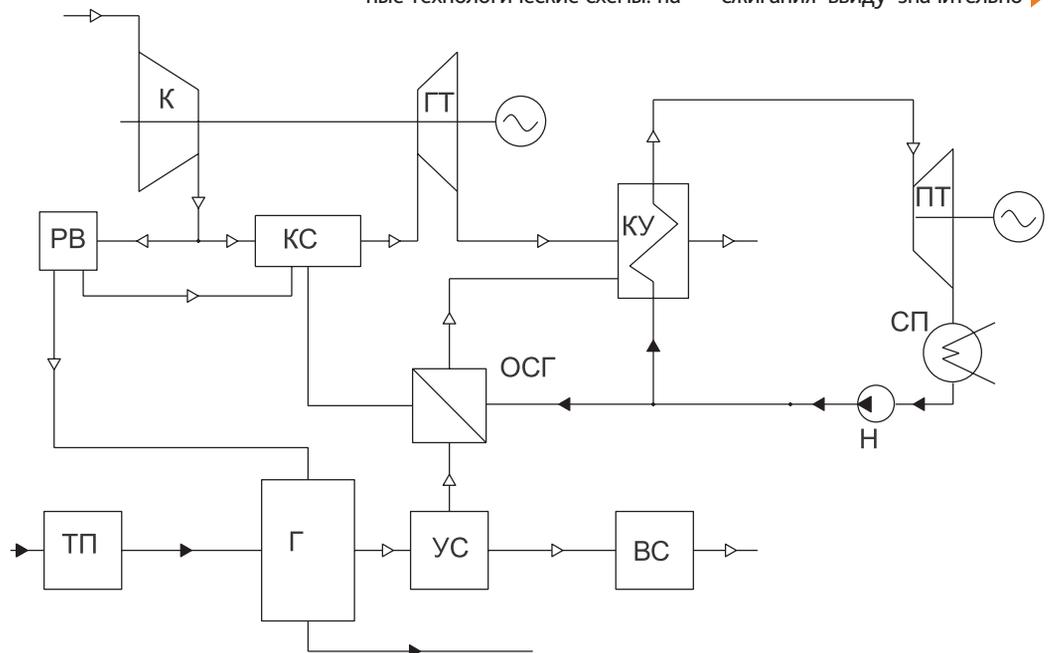
Основная часть

Энергетическое направление утилизации нефтяного кокса. Так как нефтяной кокс относят к твердым видам топлива, то целесообразно рассматривать его прямое сжигание и газификацию. Нами были исследованы две принципиальные технологические схемы: па-

росиловой блок (ПСУ) на базе технологии прямого сжигания и парогазовый блок (ПГУ) на базе технологии газификации. В качестве иллюстрации на рис. 1 представлена принципиальная схема блока ПГУ как более сложная. Были разработаны математические модели макроуровня и выполнено численное исследование эффективности обоих вариантов под возможности утилизации нефтяного кокса одного из белорусских нефтеперерабатывающих предприятий. Основные технико-экономические показатели по обоим вариантам приведены в таблице 2.

Сравнение технико-экономических показателей для обеих схем позволило резюмировать следующее:

- при использовании когенерационной схемы энергоисточника коэффициент использования топлива оказался одинаков для обоих случаев и составил 0,8;
- в варианте с газификацией, благодаря возможности использования парогазового цикла электрическая мощность блока ПГУ выше: 210 МВт против 114 МВт у блока ПСУ;
- срок окупаемости для варианта с технологией прямого сжигания ввиду значительно ▶



К – компрессор; ГТ – газовая турбина; КС – камера сгорания; РВ – разделитель воздуха; ТП – блок топливподготовки; Г – газификатор; УС – блок удаления серы; КУ – котел-утилизатор; ПТ – паровая турбина; ОСГ – охладитель синтетического газа; СП – сетевой подогреватель; Н – насос; ВС – восстановление серы

Рис. 1. Принципиальная схема энергоблока ПГУ со станцией газификации

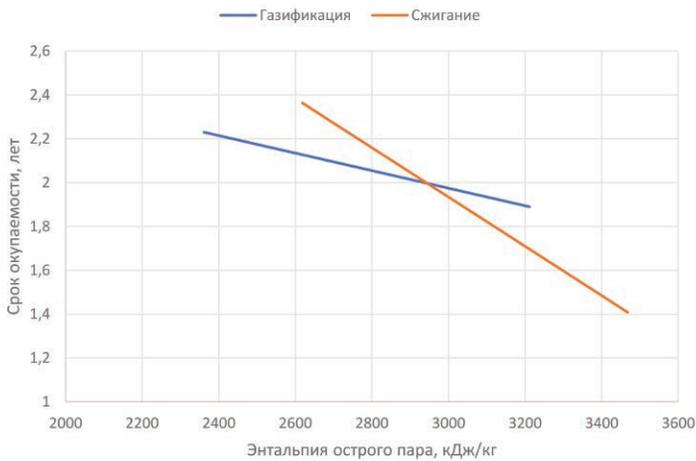


Рис. 2. Характер влияния на срок окупаемости параметров пара

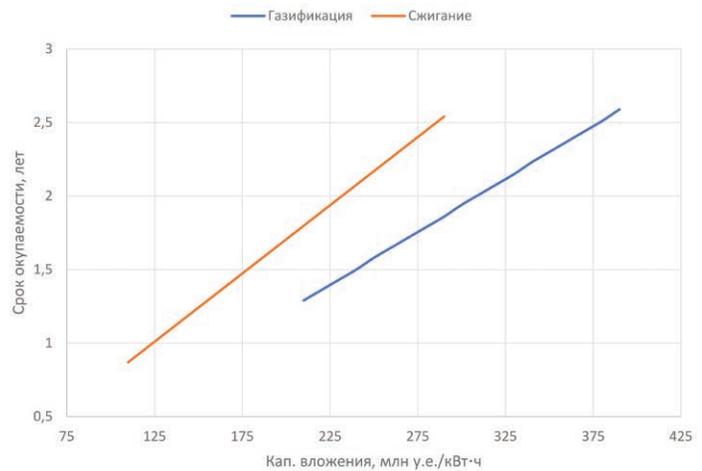


Рис. 5. Характер влияния на срок окупаемости удельных капиталовложений

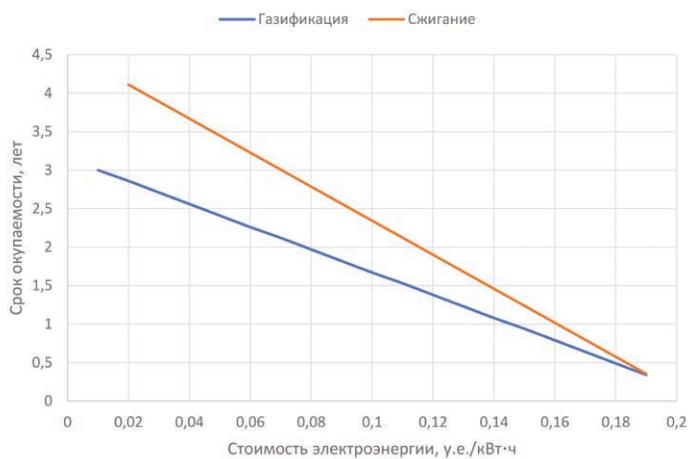


Рис. 3. Характер влияния на срок окупаемости стоимости электрической энергии

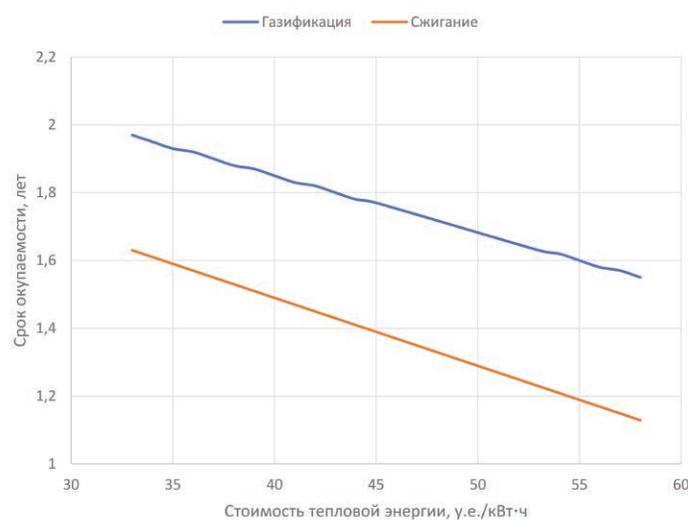


Рис. 4. Характер влияния на срок окупаемости стоимости тепловой энергии

меньших капитальных затрат составляет 2...3 года, что приблизительно в полтора раза ниже, чем у технологии с газификацией.

В ходе исследований была также выполнена параметрическая оптимизация. В качестве оптимизируемых параметров выступали: энтальпия пара,

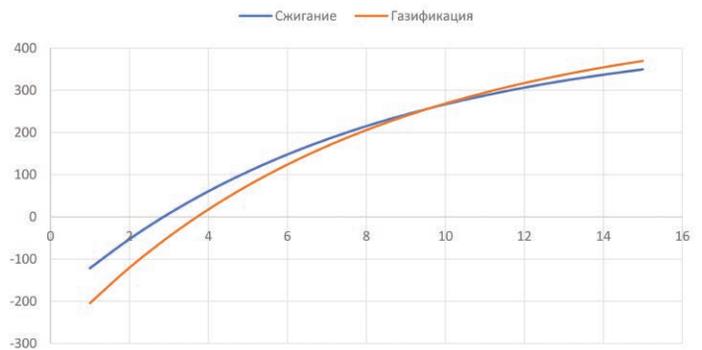


Рис. 6. Изменение ЧДД за пятнадцатилетний период

стоимость тепловой энергии, стоимость электрической энергии и объем капитальных затрат. В качестве критерия эффективности был принят срок окупаемости объекта.

В ходе оценочных расчетов было установлено, что влияние относительного внутреннего КПД паровой турбины при его изменении в диапазоне 0,7...0,88 незначительно, поэтому данный фактор был исключен из численного эксперимента. Влияние же начальной энтальпии пара является, как и следовало ожидать, значимым для оценки эффективности паросилового цикла. В тоже время влияние экономических факторов (тарифов на электрическую и тепловую энергию, удельных капиталовложений) является ключевым при оценке привлекательности инвестиционного проекта энергетической утилизации нефтяного кокса. Характер их изменения либо устойчи-

вости определяет оценку рисков и, как следствие, эффективность проекта.

На рис. 2-5 отражена степень влияния вышеперечисленных факторов на срок окупаемости рассмотренных вариантов.

Для более полного экономического анализа вариантов был определен чистый дисконтированный доход (ЧДД, см. рис. 6).

Таким образом, в случае, если синтез-газ полностью потребляется блоком ПГУ и оба варианта строительства реализуются «с нуля под ключ», то технология прямого сжигания окупается быстрее по сравнению с газификацией.

Но при реализации проекта термической утилизации нефтяного кокса посредством прямого сжигания остается нерешенной проблема утилизации (захоронения) оксида ванадия (пентаоксида диванадия) V_2O_5 , который относится к веществам первого класса опасности. В то же время применение технологии га-

зификации дает более широкий диапазон для маневра, так как она позволяет максимально использовать существующую инфраструктуру станции (вплоть до имеющихся на заводах ГТУ) и получать при одинаковом общем КПД более высокую выработку электрической энергии. А при необходимости получать дополнительно полезную продукцию, используя синтез-газ в технологических целях для производства водорода, метана, удобрений и т.д.), что важно с учетом текущей ситуации в Беларуси, когда необходима полная интеграция в объединенную энергосистему строящейся АЭС, именно технологическое использование синтез-газа может быть эффективным в определенный период времени. Кроме того, в последнем случае решается вопрос блокирования вредных выбросов (образование оксида ванадия практически отсутствует).

Следует отметить, что только сбалансированная государственная политика в области тарифов на электрическую и тепловую энергию позволит оптимизировать риски инвестиций в строительство электрической станции при использовании нефтяного кокса в виде энергетического топлива.

Технологическое направление утилизации нефтяного кокса. Помимо энергетического, существует вариант применения нефтяного кокса и как сырья. Помимо хороших энергетических характеристик, нефтяной кокс характеризуется высоким содержанием углерода (88–95%), низким содержанием влаги (не более 3%), а также высокой электропроводностью.

Исходя из этого, существуют следующие направления применения нефтяного кокса [4]:

- Алюминиевая промышленность, где кокс служит восстановителем (анодная масса) при выплавке алюминия из алюминиевых руд (бокситов). Удельный расход кокса составляет 550–600 кг на 1 тонну алюминия.

- Нефтяной кокс используется в качестве сырья для изготовления электродов, применяемых в сталеплавильных печах.

- Для получения карбидов (кальция, кремния), которые применяются при получении ацетилена.

- В производстве абразивных материалов.

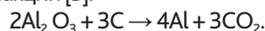
- При изготовлении проводников, огнеупоров и др.

- Сернистые и высокосернистые коксы используются в качестве восстановителей и сульфидирующих агентов.

- Специальные сорта кокса используются как конструкционный материал для изготовления химической аппаратуры, работающей в условиях агрессивных сред, в ракетной технике и т.д.

- В пищевой промышленности кокс применяется при производстве сахара для замены доменного кокса, который в свою очередь используется при очистке водного раствора, получаемого из свекловичной стружки. С помощью кокса из него удаляются «несахарные» примеси, в том числе придающие ему темный цвет.

Первых два направления являются одними из самых распространенных ввиду высокого содержания углерода в составе нефтяного кокса. Для получения алюминия нефтяной кокс может использоваться как материал для изготовления анодов, которые выполняют функцию проводника электрического тока и восстановителя в химической реакции [5]:

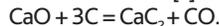


При этом свойства анодов напрямую зависят от свойств применяемого нефтяного кокса. Фишер и Перуччи выдвинули гипотезу [6], формализующую влияние свойств нефтяного кокса на качество получаемых анодов, выраженное в трех признаках:

- количество и состав примесей в коксе;
- совершенство кристаллической структуры;
- пористость.

Таким образом, если определить дальнейшее использование нефтяного кокса как сырья, можно соответствующим образом подстроить конечные стадии нефтяной переработки, в том числе и облагораживание (прокаливание) нефтяного кокса для получения сырья необходимого качества.

Если говорить о направлении применения для получения карбидов, то здесь нефтяной кокс, ввиду высокого содержания углерода, также может выступить заменой коксу, антрациту и углю, которые используются как восстановитель [7]:



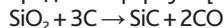
Оба компонента подвергаются измельчению и последующему обжигу, а также расплавлению посредством электродугового способа.

Помимо хороших энергетических характеристик, нефтяной кокс характеризуется высоким содержанием углерода (88–95%), низким содержанием влаги (не более 3%), а также высокой электропроводностью.

Преимущественно карбид кальция применяется для производства ацетилена, полупрозрачного, водорастворимого газа, который используется для получения таких органических соединений, как хлорэтан, поливинилхлорид, стирол. Существует ряд синтетических продуктов – производных ацетилена. Например, комбинации с хлором дают продукты, превосходно растворяющие органические соединения, а также неорганические соединения: серу, фосфор. Поскольку такие продукты являются негорючими, они успешно используются при вытяжке жиров.

Ацетилениды кальция (соли ацетилена) с ионами серебра, меди и ртути используются при создании взрывчатых веществ. Особенно сильной разрушающей взрывной силой обладает их соединение с золотом.

Говоря о производстве ацетилена, стоит также упомянуть о возможности применения нефтяного кокса в производстве карбида кремния, получение которого схоже с получением карбида кальция и проходит в электрических печах при восстановлении кварцевого песка углеродом по формуле [9]:



В температурных условиях до 2000°C образуется ку-

бическая β-модификация SiC, при более высокой температуре восстановления – гексагональная α-модификация. Обычно синтез осуществляется при температуре 1600–1700°C, а при температуре свыше 2700°C наблюдается возгонка карбида кремния. Карбид кремния синтезируют в стационарных больших печах, что позволяет получать материал более высокого качества в части размера кристаллов, его чистоты и правильности формы (по сравнению с применением небольших передвижных печей).

В свою очередь карбид кремния используется как сырье для изготовления абразивных материалов. Зерна карбида кремния, благодаря твердой и кристаллической структуре с высокой режущей способностью, подходят для обработки лака, краски, шпаклевки, стекла, керамики, камня, чугуна, титана, резины и различных полимеров. Зерно карбида кремния применяется для изготовления основы, из которой производится шлифовальная лента на бумажной или тканевой основе, а также водостойкая шлифовальная бумага.

Распространенным направлением использования нефтяного кокса является производство огнеупоров. Огнеупоры, полученные из нефтяного кокса, относятся к углеродистым огнеупорам. Углеродистые огнеупоры содержат не менее 30% углерода и характеризуются высокими огнеупорностью, термостойкостью, шлакоустойчивостью, теплопроводностью и электропроводностью. Коксовые огнеупоры характеризуются высокой огнеупорностью (свыше 3000°C), высокой термической стойкостью и постоянством объема. Деформация под нагрузкой при высоких температурах практически отсутствует. Коксовые огнеупоры не смачиваются шлаками, поэтому не разрушаются ими, имеют высокие теплопроводность и электропроводность. Основным недостатком углеродистых изделий – быстрая окисляемость, поэтому их можно применять только в восстановительной атмосфере или под слоем других огнеупоров [10].

Выводы

Резюмируя все вышесказанное, нефтяной кокс правильной считая не отходом, а вторичным сырьем для производств, где необходимо использовать углеродсодержащие вещества с высоким процентом содержания углерода, или побочным горючим энергетическим ресурсом.

С позиции энергетического направления для утилизации нефтяного кокса более привлекательной является применение парогазовой технологии в комбинации с газификацией. Результаты расчетов дают хорошие экономические показатели, но возможны финансовые риски в виду сильной зависимости этих показателей от тарифной политики на электрическую и тепловую энергию.

С позиции технологического направления следует отметить, что с учетом низкой стоимо-

сти нефтяного кокса и возможностей применения известных технологий его утилизации можно рекомендовать интегрировать установки углубленной переработки нефти с другими производствами, что позволит получить дополнительный доход и предоставить дешевые полуфабрикаты и продукты для смежных отраслей промышленности.

Литература

1. Нефтяной кокс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proofoil.ru/Oilchemistry/fuelproperty17.html>. – Дата доступа: 24.02.2019.

2. Soumitro Nagpal. Simulation of petcoke gasification in slagging moving bed reactors / Soumitro Nagpal, T.K. Sarkar, P.K. Sen / Fuel Processing Technology. – 2005. – P. 617–640.

3. U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory – Gasification /

Gasifipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification. – Дата доступа: 24.04.2018.

4. Нефтяной кокс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/pererabotka-nefti-i-gaza/141415-neftyanoj-koks/> – Дата доступа: 25.11.2019.

5. Твердохлебов, В.П. Нефтяной кокс для алюминиевой промышленности. Технология и свойства / В.П. Твердохлебов, С.А. Храменко, Ф.А. Бурюкин. – Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа: 2010. – 18 с.

6. Fisher W.K., Perruchoud R.C. Influence of Coke Calcining Parameters on Petroleum Coke Quality // Light Metals. – 1985. – p. 811–824.

7. Дошлов, О.И. Нефтекокс – мелочь – новый углеродистый восстановитель для производства карбида крем-

ния / О.И. Дошлов, Е.Г. Спешилова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – №4(9) – С. 55–61.

8. Карбид кальция: применение и меры безопасности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://himopttorg.ru/spravochnik-khimopttorg/karbid-kaltsiya-ispolzovanie-i-mery-predostorozhnosti/> – Дата доступа: 26.11.2019.

9. Г.В. Галевский, Е.В. Протопопов, М.В. Темлянец. Использование техногенных металлургических отходов в технологии карбида кремния // Металлургия. – 2015. – С. 103–110.

10. Огнеупорные материалы [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://metallurgist.pro/osnovy-proizvodstva-ogneupornyh-materialov/#uglerodistye_ogneupory – Дата доступа: 28.11.2019. ■

Статья поступила в редакцию 4.01.2021

■ Электротранспорт

Malanka. Заряжена на 2021 год

Стимулирующие меры по развитию электротранспорта, предпринятые государством в 2020 году, дали свои положительные результаты: количество электромобилей в Беларуси увеличилось в четыре раза. Если в июне в стране было 400 электромобилей, то после отмены таможенной пошлины и НДС их стало более 1600. Такими же стремительными темпами развивалась и зарядная инфраструктура. Количество ЭЗС увеличилось вдвое: с 200 до 400 электрозаправок. Вместе с тем, в стране закончился тестовый период пользования ЭЗС, и с 1 января заряд на всех ЭЗС Malanka стал платным – до 39 копеек за 1 кВт·ч.

Специалисты «Белоруснефти» прогнозируют, что в 2021 году количество электромобилей в Беларуси будет только расти. Этому будут способствовать дополнительные стимулирующие меры, расширение модельного ряда электрокаров, ввозимых в Беларусь, а также то, что содержание электромобиля обойдется его владельцу в сумму, гораздо меньшую в сравнении с авто с ДВС.

Более 600 зарядных станций в стране

В 2021 году сеть ЭЗС Malanka увеличится до 600 электрозаправок. Причем, появятся станции не только в столице и на главных



магистральных страны, но и во всех областях Беларуси. Всего в регионах установят около 80 новых станций быстрого типа: приоритет отдан быстрым и мощным станциям: до 180 кВт на трассах и 50 кВт в городах.

«Наша главная задача как национального оператора, – обеспечить комфорт водителям. Мы размещаем наши станции в удобных местах: возле торговых и развлекательных центров. Делаем это для того, чтобы владелец электромобиля, приезжая, мог подключить авто к зарядной станции и идти по своим делам. Когда владелец возвращается, электромобиль уже заряжен. Также нам хотелось бы, чтобы и собственники недвижимости развивали сеть электрозаправочных станций. Malanka – не монополист на этом

рынке. Развитие сети электрозаправок пойдет на пользу как водителям, так и предпринимателям, потому что электрозаправки могут стать дополнительным источником их доходов», – рассказывает заместитель директора ПО «Белоруснефть» Андрей Котик.

Также Malanka планирует в 2021 году оснастить зарядные станции точками доступа wi-fi, уже начал процесс закупки услуг и оборудования. Это позволит заряжаться тем водителям, кто не имеет белорусской SIM-карты. Точка доступа wi-fi на станциях будет доступна только для скачивания и использования приложения Malanka. ■

А.В. Никитенко, начальник управления перспективных энергетических технологий ПО «Белоруснефть»

Введены в эксплуатацию энергоэффективные термопластавтоматы

В целях уменьшения расхода электрической энергии ООО «Альянспласт» активно производит замену устаревших и выработавших свой рабочий ресурс моделей термопластавтоматов на энергоэффективные с высоким КПД. Термопластавтоматы – это инжекционные литьевые машины, в которых сырье из определенного вида пластмасс нагревается, приводится в жидкое агрегатное состояние, а потом под давлением подается в пресс-форму.

У закупленных термопластавтоматов снижение потребления электрической энергии достигнуто за счет использования преимущественно электродвигателей с магнитным ротором и пониженной инерционностью, управляемых частотными станциями (КПД – 78%), энергоэффективных нагревающих элементов, которые управляются контроллером машины по сигналу обратной связи с терморпар, расположенных в соплах и на пресс-формах,



а также за счет увеличения производительности агрегатов.

Так, на предприятии в 3 квартале 2020 года термопластавтоматы типа «Demag 530» 2007 г.в. были заменены на агрегаты типа «Zhafir 2300F», «Arburg 570» 2009 г.в. – на «Arburg 720». Капиталовложения за счет собственных средств составили 420 тысяч рублей. Планируемый годовой экономический эффект составляет 62,2 т.у.т. Фактический экономический эффект, полученный с момента внедрения мероприятия (31.08.2020), согласно отчету 4-энергосбережение

(Госстандарт) за январь-декабрь 2020 года составил 10,37 т.у.т.

На предприятии и в прошлом году велась модернизация энергоемкого оборудования для достижения снижения энергоемкости производства и снижения себестоимости выпускаемой продукции. В июне 2019 года были заменены два автомата и достигнут экономический эффект в размере 57 т.у.т. На 2020 год в плане мероприятий по энергосбережению был заложен показатель энергосбережения минус 3,7%, задание по экономии составило 90,54 т.у.т. с переходящими с 2019 года 57,4 т.у.т.

Снижение годовой нормы электроэнергии на производство единицы продукции в 2020 году относительно 2019 года составило примерно 1,7%. ■

Ю.М. Ковалев, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР,

Д.М. Никитин, зам. главного энергетика ООО «Альянспласт»

Новая блочно-модульная котельная заработала в Корневщине

Накануне Нового года подарок в виде новой современной котельной получили жители поселка Корневщина Ляховичского района.

Нерациональность дальнейшей эксплуатации старой котельной объяснялась ее низким КПД. Объект находился на значительном удалении от потребителей тепла – трех многоквартирных домов. Теплотрасса также значительно поизносилась.



Проект замены старой котельной в Корневщине на новую, блочно-модульную – достаточно свежий с точки зрения принятия решений и кратковременный по срокам реализации.

Новая блочно-модульная котельная работает в полностью автоматическом режиме, без присутствия человека. Все производственные процессы, необходимые рабочие параметры отслеживаются, записываются и передаются в режиме онлайн на панель управления. Также предусмотрена обратная связь – диспетчер может командовать работой котла, реагировать на изменение значений некоторых его параметров. Количество выделяемого тепла регулируется автоматически в зависимости от наружной температуры, за которой следит специальный датчик.

В котельной пять котлов мощностью по 100 киловатт тепловой энергии каждый. КПД отопительных агрегатов составляет порядка 96 процентов. Котельная оснащена автономной станцией химической очистки воды, рядом других необходимых систем. Ее мощность рассчитана на нужды потребителей, в том числе потенциальных.



Финансовой основой строительства послужили средства республиканского бюджета на финансирование госпрограммы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы и собственные средства предприятия. Монтажные работы в основном проводились собственными силами Ляховичского ЖКХ. ■

Брестское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

