

3 Накопители энергии
«пост-литиевой
эпохи»

16 Внедрение тепловых насосов
в различные отрасли
народного хозяйства

18 Нефтяники реализовали
крупнейший энергоэффективный
инвестпроект

Энерго

ISSN 2309-8317

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Департамент
по энергоэффективности
Государственного комитета
по стандартизации
Республики Беларусь

Август
2023

Энергоэффективное решение для вашего предприятия



FILTER

T. +378 17 357 93 63 Ф. +375 17 357 93 64
filter@filter.by filter.by

РЕКЛАМА
В ЖУРНАЛЕ

Энерго эффективность

РЕКЛАМА РЕКЛАМА РЕКЛАМА РЕКЛАМА РЕКЛАМА

Внимание фирм
и организаций!

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

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

тел./факс редакции:
(+375 17) 350 56 91

e-mail: uvic2003@mail.ru

При размещении
у нас – дизайн
рекламного модуля
или написание статьи

бесплатно



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

№8 (310) август 2023 г.

Учредители:

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

Редакция:

Редактор Н.Т. Ивченко
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка А.В. Филипович

Редакционный совет:

Л.В. Шенец, к.т.н., председатель
редакционного совета

В.А. Седнин, д.т.н., профессор, заместитель
председателя редакционного совета,
зав. кафедрой «Промышленная
теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

В.Г. Баштовой, д.ф.-м.н.

А.В. Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный
член РААСН, зав. кафедрой «Механизация
и автоматизация дорожно-строительного
комплекса» БНТУ

Ф.А. Романюк, д.т.н., профессор,
член-корреспондент Национальной
академии наук Беларуси

А.А. Михалевич, д.т.н., академик,
зав. лабораторией Института
энергетики НАН Беларуси

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

В.М. Овчинников, к.т.н., профессор
кафедры «Физика и энергоэффективные
технологии» БелГУТ

С.О. Бобович, заместитель генерального
директора ГПО «Белэнерго»

Издатель:

РУП «Белинвестэнергоэффективность»

Адрес редакции:

220037, г. Минск,
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Редактор тел. (017) 348-82-61
Реклама и подписка тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: energy@bies.by
Цена свободная.

Журнал «Энергоэффективность» с 2012 года включен
в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных
исследований.

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.

Передача информации допускается только
по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ООО «Альтиора Форте»

Адрес: г. Минск, ул. Сурганова, 11, офис 86
Лиц. № 02330/471 от 29.12.2014 г.

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 22.08.2023. Заказ № 1623. Тираж 810 экз.

Содержание

2 Государственная политика

Инновации

- 3 **Накопители энергии «пост-литиевой эпохи». Разработки белорусских ученых**
ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению»

Цифровизация

- 8 **«Интеллектуальная» энергоэффективность как вектор системной политики энергосбережения**
Л. Полещук, В. Шевченко

Зеленая энергетика

- 10 **Не только солнце, но и вода**
10 **Китай ускорил ввод солнечной генерации**
10 **Фермы будущего: плавучие и солнечные**

ОЗП

- 11 **Как готовятся к отопительному сезону 2023/2024 в столице**
А. Быковский
11 **В преддверии ОЗП 2023/2024 в Брестской области**
Г. Луговкина
12 **Подготовка к прохождению ОЗП 2023/2024 субъектами хозяйствования Витебской области**
13 **Гродненская область готовится к ОЗП 2023/2024**
13 **Минская область. Подготовка к отопительному сезону**
О. Минин

Учимся энергосбережению

- 14 **Провести летние каникулы с пользой и удовольствием – легко!**
С. Заграбанец

Энергоэффективное оборудование

- 16 **Внедрение тепловых насосов в различные отрасли народного хозяйства**
Е. Иванчиков, А. Алейникова, А. Мартинчук

Мы в Instagram



Адреса энергосбережения

- 18 **В ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» реализован крупнейший энергоэффективный инвестиционный проект**
А. Смирнов, М. Лясевич, С. Бобруйко
3 обл. **Модернизация окрасочного производства в ОАО «Витязь»**
Е. Скоромный

Вести из регионов

- 20 **В Дятлово Гродненской области введен энергоисточник на МВТ**
21 **С использованием энергоэффективных технологий. Реализация программы «Чистая вода» в Брестской области**
21 **Цифровизация учета потребления энергоресурсов – необходимость сегодняшнего дня**
А. Барсуков
22 **О результатах работы в первом полугодии 2023 года. Витебская область**
22 **Важна координация действий организаций различных ведомств**
С. Зохарев

Международный опыт

- 24 **Как Китай добился лидерства в развитии электротранспорта**
Е. Лиханова

Научные публикации

- 26 **К вопросу научно-методического подхода к оценке повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых зданий многоквартирной жилой застройки**
Ю. Башко, В. Кецо

Энергосмесь

- 3 обл. **Четыре гигантских ветропарка построят на юге Казахстана**

Мы в Facebook



Акценты полугодия



В конце июля состоялась коллегия Госстандарта. Основное внимание было уделено достигнутым в I-м полугодии 2023 года результатам по таким направлениям, как финансово-экономическая и надзорная деятельность, в том числе в строительстве, а также совершенствование законодательной и нормативной базы в сфере метрологии и аккредитации.

Областные инспекции Госстандарта осуществляют надзор за соблюдением требований 36 технических регламентов Таможенного/Евразийского экономического союза. В I-м полугодии 2023 года были запрещены ввоз и обращение на рынке страны 826 наименований опасной продукции.

Одно из главных реализуемых направлений Департамента контроля и надзора за строительством Госстандарта – совершенствование госрегулирования, включающее реализацию Указа Президента Республики Беларусь от 5 июня 2019 года № 217 «О строительных нормах и правилах».

Недавно подписанный Кодекс Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности вводит ряд новых положений и в части компетенций Департамента контроля и надзора за строительством, что влечет за собой модернизацию целого ряда нормативных правовых актов, в том числе регулирующих работу инспекций. Кодекс вступает в силу в июле 2024 года.

Отдельное внимание на коллегии было уделено совершенствованию механизма уполномочивания юридических лиц государственной метрологической службы.

ЕЭК приняла участие в Политическом форуме высокого уровня по устойчивому развитию

О взаимосвязи развития процессов региональной интеграции и реализации Повестки ООН – 2030 заявила директор Департамента развития интеграции Евразийской экономической комиссии Гоар Барсегян в ходе министерского сегмента Политического форума высокого уровня по устойчивому развитию (ПФУР), который состоялся в июле в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке под эгидой Экономического и Социального Совета ООН (ЭКОСОС).

«Региональная интеграция способствует достижению Целей устойчивого развития и является дополнительным инструментом обеспечения качественного и устойчивого экономического роста стран – участниц интеграционных процессов», – заявила Гоар Барсегян, подчеркнув, что в тех сферах, где в рамках ЕАЭС взаимодействие развивается наиболее активно, наблюдается большой прогресс в достижении ЦУР.

Представитель ЕЭК также выступила на сессии «Послания из регионов», посвященной важности использования региональных структур для поддержки стран в преодолении кризисов и переходе к восстановлению и полной реализации Целей устойчивого развития.

Исполнительные секретари региональных комиссий ООН представили свое видение роли регионального сотрудничества и партнерства в содействии более активному восстановлению, повышению устойчивости и реализации Повестки дня ООН до 2030 года.

Единые рынки энергоресурсов СНГ – равные условия для субъектов хозяйствования

Формирование единых рынков энергоресурсов Союзного государства – важнейшая часть экономической интеграции Беларуси и России. Такое мнение высказал заместитель председателя Постоянной комиссии по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи Палаты представителей Василий Панасюк.

«В рамках Союзного государства идет работа по формированию единых рынков энергоресурсов. Их создание – важнейшая часть экономической интеграции двух стран. К слову, это еще и перспективная модель для создания общего рынка энергоресурсов ЕАЭС», – отметил он.

Депутат обратил внимание, что положительным эффектом от создания единого рынка нефти и газа является экономическая выгода и более сбалансированное развитие стран, поскольку энергия – одна из основных затрат себестоимости продукции.

Планируется, что объединенный рынок нефти и нефтепродуктов Беларуси и России может заработать к концу 2023 года. Договор об общем рынке газа планируется подписать до 1 декабря этого года. А объединенный рынок электрической энергии Союзного государства планируется запустить с 2024 года.

Второй энергоблок БелАЭС выработал первый миллиард кВт·ч электроэнергии

Объем выработки электроэнергии вторым энергоблоком БелАЭС с момента его включения в объединенную энергосистему страны составил 1 млрд. 63 млн кВт·ч. Это первый значимый производственный результат работы энергоблока, достигнутый в рамках этапа его опытно-промышленной эксплуатации.

С вводом второго энергоблока в промышленную эксплуатацию атомная станция будет генерировать около 18,5 млрд. кВт·ч электроэнергии в год, что позволит замещать порядка 4,5 млрд. м³ природного газа.

Общественные слушания по вопросам безопасности БелАЭС пройдут 8 сентября

Общественные слушания проводятся перед принятием решений о выдаче лицензий государственному предприятию «Белорусская АЭС» на право осуществления деятельности в области использования атомной энергии при размещении, сооружении, эксплуатации, выводе из эксплуатации ядерных установок. «Наряду с техническими и организационными аспектами, определяющими безопасную эксплуатацию Белорусской АЭС как целостного объекта с двумя энергоблоками на протяжении 60 лет, на предстоящих общественных слушаниях будут также затронуты инфраструктурные аспекты долгосрочной реализации белорусской ядерной энергетической программы», – рассказали в Госатомнадзоре.

В общественных слушаниях вправе принимать участие граждане Беларуси, иностранные граждане и лица без гражданства, без каких-либо ограничений. На сайте Госатомнадзора будет размещено уведомление о их проведении со всеми подробностями о том, как на них попасть, и материалами, которые будут вынесены на обсуждение. Уведомление о проведении общественных слушаний будет также продублировано в СМИ. ■

БелТА, gosstandart.gov.by,
minenergo.gov.by, eec.eaeunion.org

Накопители энергии «ПОСТ-ЛИТИЕВОЙ ЭПОХИ»

Разработки белорусских ученых



Сегодня весь мир смотрит в сторону «пост-литиевой эпохи» и ищет более дешевые варианты систем накопления энергии. Несколько лет назад в ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» предложено использовать натрий-ионную технологию. По сравнению с литием натрия более распространен в природе (в 1000 раз), его стоимость значительно меньше (более чем в 30 раз), при этом принцип работы натрий-ионного аккумулятора аналогичен литий-ионному. Сегодня необходимы значительные усилия по разработке принципиально новых электродных материалов и электролита. Уже сейчас можно отметить, что классический графитовый анод, используемый для лития, не подходит для натрия по причине разницы емкостей. Однако при использовании графеноподобного углерода в качестве основы анода теоретически емкость по натрию на аноде можно значительно повысить, даже превзойдя использующиеся в настоящее время анодные материалы литий-ионной технологии.

Бурное развитие портативных систем накопления энергии, обусловленное разработкой новых материалов и принципов, в совокупности с развитием новых устройств (телекоммуникационные и мобильные системы, электрический транспорт) рассматривается как смена технологического уклада при переходе от углеводородной энергетики. Мировой рынок демонстрирует экспоненциальный рост систем накопления энергии. По прогнозам аналитиков информационного агентства Bloomberg L.P., в ближайшее десятилетие потребность в литий-ионных аккумуляторах (по запасаемой мощности) увеличится в разы.

Технологии накопления электроэнергии

Рассмотрим три типа широко распространенных на сегодняшний день технологий запасания электрической энергии:

- свинцово-кислотные аккумуляторы;
- суперконденсаторы;
- литий-ионные аккумуляторы.

Свинцовые и литиевые аккумуляторы функционируют по принципу окислительно-восстановительных химических реакций, в суперконденсаторах реализуется физический принцип накопления заряда. У каждого типа накопителей есть преимущества и недостатки.

Так, если сопоставлять литиевые аккумуляторы и суперконденсаторы, можно отметить, что суперконденсаторы характеризуются большей мощностью (до 10 кВт/кг по сравнению с 1 кВт/кг для литиевых систем) и большим количеством циклов «заряд-разряд». В то же время они значительно проигрывают литиевым аккумуляторам по части удельной энергии и стабильности хранения заряда.

Свинцово-кислотные аккумуляторы также являются динамично развивающимся направлением (рынок данных систем растет ежегодно), что обусловлено относительно простой и хорошо отработанной технологией производства, а также значительно меньшей стоимостью. По всем остальным параметрам, таким как запасаемая энергия, глубина разряда и эффективность, данные накопители не рассматриваются как наиболее перспективный вариант.

На сегодняшний день лидерами по основным эксплуатационным характеристикам являются литий-ионные системы. Но они имеют ряд негативных для своего развития факторов:

- стремительное увеличение стоимости сырья (за последние три года стоимость карбоната лития увеличилась более чем в 10 раз);
- многие месторождения лития уже контролируются компаниями, которые являются практически монополистами в области выпуска коммерческих аккумуляторных систем;
- наблюдается тенденция к ограничению продажи сырья (на законодательном уровне) в пользу выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью (готовая аккумуляторная ячейка);
- содержание лития в земной коре делает этот ресурс ограниченным. Интенсивный рост количества портативных устройств и электрификация автомобильного рынка приведет к нехватке лития.

Белорусские исследования

В ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» был разработан новый метод синтеза графеноподобного углерода, который не имеет аналогов в мире

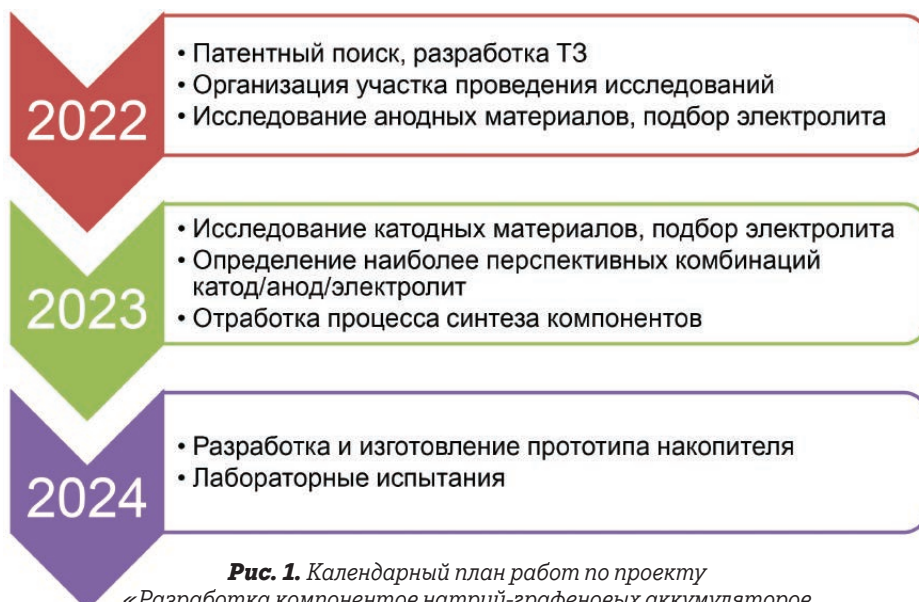


Рис. 1. Календарный план работ по проекту «Разработка компонентов натрий-графеновых аккумуляторов и создание на их основе прототипа накопительного устройства»

и обеспечивает высокую производительность и экологичность процесса его получения при низкой себестоимости. Как известно, графит – основной материал анода в литий-ионных аккумуляторах – имеет слоистую структуру с малым межслоевым расстоянием. Это и позволяет иону лития проникать в межслоевое пространство анода, поэтому литий как самый легкий из металлов рассматривается сегодня в качестве «рабочего» иона. Белорусская технология позволяет расщепить слои графита и сформировать графеноподобный углерод с уникальными свойствами.

Благодаря высокой удельной поверхности, низкой плотности, высоким значениям электропроводности и теплопроводности графеноподобный углерод может применяться как высокоэффективный сорбент гидрофобных жидкостей, полимер-углеродных систем терморегулирования, увеличивать электропроводность и равномерность распределения заряда при добавлении в электродные массы. Но самое главное – данный материал может использоваться в качестве токоъемников в суперконденсаторных системах и в качестве электродных материалов для литий-ионных и пост-литиевых систем.

В рамках предыдущих исследований в НПЦ по материаловедению на основе графеноподобного материала был разработан прототип суперконденсатора – опытный образец модуля с емкостью 16 Ф и напряжением более 250 В, что обеспечивает удельную энергию около 2 Вт·ч/кг. Однако, как было отмечено выше, суперконденсаторные системы имеют ряд недостатков по

сравнению с литий-ионными аккумуляторами. Поэтому данная работа не получила продолжения в области практической реализации.

С 2022 года ведется работа по проекту «Разработка компонентов натрий-графеновых аккумуляторов и создание на их основе прототипа накопительного устройства», который входит в число мероприятий по научному обеспечению в рамках подпрограммы «Развитие электротранспорта» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника».

Особенности реализации проекта

В рамках реализации принципа опережающего развития предложена идея развития пост-литиевой технологии. В настоящее время в мире вложены миллиарды долларов в развитие литий-ионной технологии на уровне научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских разработок и производственных мощностей, работают сотни научных лабораторий, оснащенных по последнему слову техники, в которых тысячи исследователей проводят разработки в области оптимизации литиевых систем. Конкурировать с ними сложно с точки зрения финансовой составляющей, технологической оснащенности и кадрового потенциала.

Однако, если базироваться на своих компетенциях в области новых углеродных материалов, возможно реализовать задачу разработки натрий-графенового аккумулятора. Для этого необходимо сопоставление уровня задачи, технологического обеспечения и объемов финансирования. Например, компании из КНР на этапе



Рис. 2. Перчаточный бокс, введенный в эксплуатацию в ноябре 2022 в рамках организации участка исследований

формирования прототипа и перехода к опытной партии натрий-ионных батарей получали финансирование порядка 100 млн юаней (более 14 млн долларов) в первом раунде финансирования.

Для создания белорусской разработки существует утвержденный календарный план работ по проекту (рисунок 1).

На первом этапе реализации проекта были разработаны анодные материалы на основе графеноподобной матрицы. Предложено инновационное решение по исключению дендритообразования металлической фракции на аноде – использование жидкометаллических сплавов натрий-калий. Основная причина преждевременного выхода из строя аккумуляторов (с возможным воспламенением) – рост дендритов восстановленного металла на аноде – часто встречается при использовании технологий сверхмощных быстрых зарядок и во время эксплуатации при низких температурах. Сегодня уже получены экспериментальные образцы анодных материалов с жидкометаллическим натрий-калиевым наполнением. Также отметим, что исполнение анодов из потенциалообразующего металла (натрия) позволяет приблизиться к теоретической максимальной емкости по натрию.

Как было отмечено выше, НПЦ по материаловедению был организован участок для исследований, закуплено уникальное лабораторное оборудование, необходимое для формирования анодных/катодных материалов, сборки ячеек и проведения исследований. Все работы должны проходить исключительно в высокочистой защитной атмосфере аргона с критически низкими концентрациями кислорода и воды. Необходимый перчаточный бокс был поставлен и введен в эксплуатацию в ноябре 2022 года (рисунок 2).

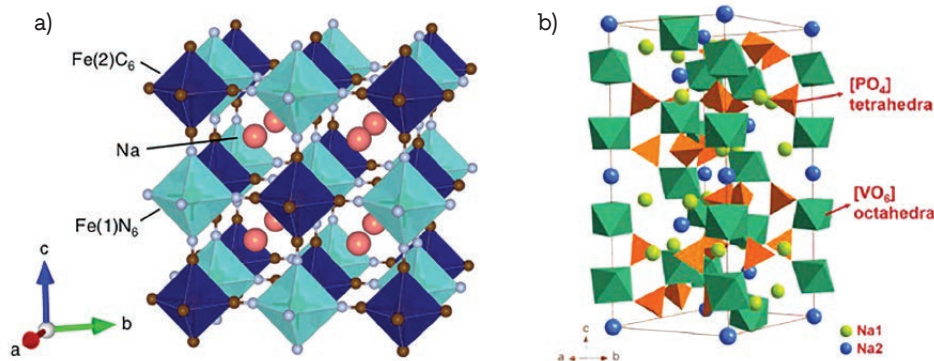


Рис. 3. Разрабатываемые катодные материалы:
а) аналог берлинской лазури, например, $\text{Na}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
б) фосфат ванадия/натрия $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$

Это лабораторное оборудование, в котором можно осуществлять отдельные операции на единичных образцах. К сожалению, используемая площадь (около 1 м^2) не позволяет масштабировать процесс производства даже опытной партии ячеек для натурных испытаний хотя бы на малом электротранспорте (электросамокате). Исследователи из НППЦ по материаловедению проводят работы, запланированные на 2023 год в полном соответствии с календарным планом. Более того, на инициативных началах ряд работ по синтезу и характеристике катодных материалов были проведены еще в 2022 году, что позволило продемонстрировать собранный прототип аккумуляторной ячейки на выставке «Беларусь интеллектуальная» в январе 2023 года. В качестве катодных материалов рассматриваются наиболее перспективные соединения – аналоги берлинской лазури и фосфат ванадия/натрия (рисунок 3). Всего в работе сейчас более 20 составов катодных материалов.

Предварительные результаты, полученные при исследовании катодных и анодных материалов (исследования проводятся отдельно, не в собранной ячейке, для раздельного анализа катодных и анодных процессов и для экономии материалов и времени), указывают на перспективность предложенных подходов. Удельная емкость катодных материалов (до $120 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$) соответствует известным аналогам для литий-ионных материалов ($80\text{--}220 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$) и по анодной емкости соответствует практически лучшим аналогам литий-ионных анодов.

Однако на данном этапе разработки (циклирование в режимах «заряд/разряд») наблюдается деградация емкости ячеек по катодному материалу, что указывает на необходимость продолжения совершенствования процессов синтеза и подбора оптимального сочетания катод/анод/электролит. Задача не является тривиальной и легко решаемой.

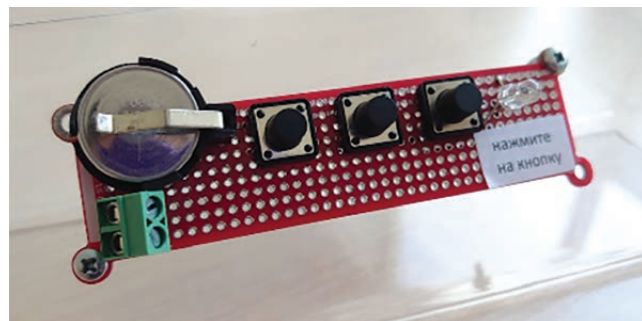
Как уже было отмечено, работы по реализации проекта идут с определен-

ным опережением. Уже созданы ряд прототипов натрий-графенового аккумулятора в форм-факторе CR2032 (тип «таблетка») и в ламинированной фольге, при том что эти работы были запланированы на 2024 год (рисунок 4). Рабочее напряжение прототипов – $3,2\text{--}3,5 \text{ В}$, что полностью соответствует коммерческим аналогам литий-ионных аккумуляторов.

Во время последнего из проведенных в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси предварительных испытаний лабораторный прототип единичной ячейки был подвергнут циклированию (процессы полного заряда–разряда), в ходе чего было установлено, что электрическая емкость и рабочее напряжение составляют $5 \text{ А} \cdot \text{ч}$ и $3,3 \text{ В}$ соответственно (рисунок 5). Испытания были прекращены после 84 циклов (около 27 суток непрерывной работы) по причине нарушения целостности вакуумной упаковки/корпуса ячейки, в то время как электрическая емкость ячейки за время испытаний снизилась лишь на 2 %. Это очень хороший результат даже по сравнению с литиевыми батареями, у которых падение емкости при таком количестве полных циклов «заряд–разряд» в зависимости от типа батареи может составлять до 10 %. Полученные данные позволяют оценить пробег автомобиля без замены батареи в $50\text{--}70 \text{ тыс. км}$, что также является достаточно высоким показателем.

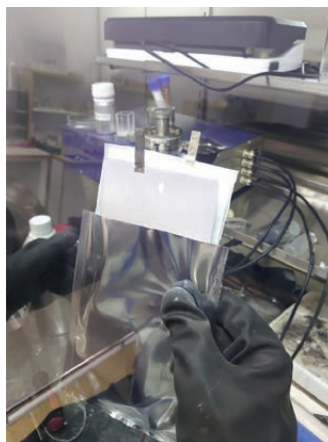
Конечно, представленные прототипы не являются оптимальными и требуют усовершенствования, но на них уже отрабатываются процессы сборки ячеек. Для успешной реализации подбора оптимальных комбинаций требуется модернизация технологической и исследовательской базы.

Микростенд, демонстрирующий работоспособность прототипа формата CR2032



Созданы работоспособные прототипы в форм-факторе CR2032 (типа «таблетка») и в ламинированной фольге

Прототипы аккумуляторов



Рабочее напряжение элементарной ячейки прототипов $3,2\text{--}3,5 \text{ В}$.
Li-ion – $2,4\text{--}4 \text{ В}$

Рис. 4. Прототипы Na-графенового аккумулятора

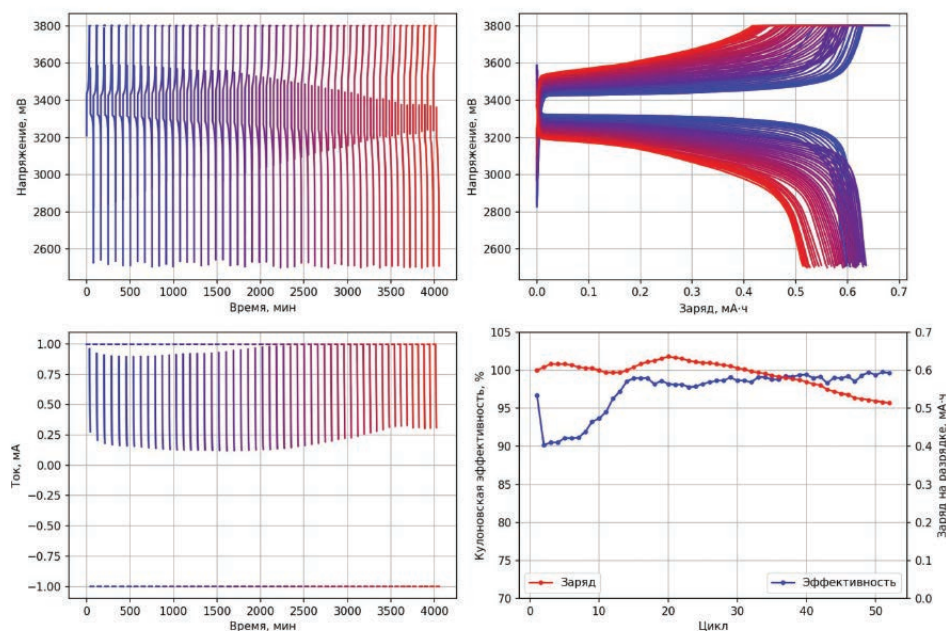


Рис. 5. Пример циклирования элементарной ячейки Na-графенового аккумулятора

Необходимость масштабирования процесса

Для рассмотрения практической реализации разрабатываемой технологии требуется проработать план поэтапного масштабирования процесса, поскольку выполняемый проект является мероприятием по научному обеспечению программы. Представленная технология является лабораторной, не претендуя даже на опытную партию.

Схема уровней «готовности технологии» (или TRL) в области изготовления металл-ионных аккумуляторов (на примере литий-ионных аккумуляторов) разработана ведущими экспертами и опубликована в январе 2023 года в британском журнале Nature. Она включает в себя этапы от формулировки идеи до масштабного производства формата «гигафабрика» с объемами 1 ГВт·ч/год. Хочется отметить, что максимальные риски – на этапе формирования идеи и демонстрации ее работоспособности. Но финансовые затраты растут при увеличении TRL. Так, текущий уровень реализации проекта разработки компонентов натрий-графеновых аккумуляторов и создания на их основе прототипа накопительного устройства соответствует уровням TRL-3/TRL-4 и предполагает объемы финансирования от 1 до 10 млн долларов США, что обусловлено в первую очередь необходимостью технологического переоснащения.

На сегодняшний день стоит задача изготовить опытную партию аккумуляторов и передать ее для испытания

на малом электротранспорте. Выпуск опытной партии соответствует уровню TRL-5 с финансовыми вложениями от 50 до 100 млн долларов США. Чтобы перейти на него, необходимо оснастить опытный участок с увеличением объемов катодного материала в 100 тысяч раз при переходе от формата ячейки типа «таблетка» до батареи для электросамоката с последующим увеличением в 170 раз – для электромобиля. Для этого требуется технологическое оборудование для синтеза материалов, формирования катодов и анодов, их упаковки и корпусирования.

При масштабировании важно учитывать и технологические риски. Так, при переходе от лабораторной технологии к опытной партии могут появиться технологические и технические проблемы, которые не могут быть обнаружены на уровне НИОКР. В качестве примера можно привести ряд работ, которые демонстрировали значительное увеличение емкости и мощности литий-ионного аккумулятора при добавлении в анодный материал оксида кремния. При масштабировании и переходе к опытным образцам данное увеличение практически нивелируется, например, проблемами разрушения анодного материала за счет значительного расширения кремния при интеркалировании ионов лития в последний. Хотя на лабораторном уровне эта проблема не заметна.

И обратный пример, когда использование не самого перспективного с точки зрения лабораторной технологии, но эффективно масштабируемого мате-

риала – железо-литий фосфата – привело к значительному снижению стоимости аккумулятора. Таким образом, масштабирование – это не менее сложная задача по сравнению с научно-исследовательской работой.

На сегодняшний день в лабораторных условиях можно формировать в ограниченных объемах катодные и анодные материалы и отдельные небольшие ячейки. Отработать технологию и детально изучить изменение электротехнических характеристик можно только на опытных партиях.

Основные задачи организации производства аккумуляторных батарей

В мире среди компаний с капитализацией не менее 1 млрд долларов США, вовлеченных в индустрию металл-ионных аккумуляторов, отмечена четкая специализация, ориентированная на конкретную задачу. Это является необходимым фактором конкурентоспособности производства аккумуляторов (дифференциация работы приводит к снижению стоимости итогового продукта). Принято выделять шесть основных задач при производстве и эксплуатации аккумуляторных батарей:

- 1) сырьевая (добыча, транспортировка, переработка сырья – лития, никель-кобальт-марганца и графита);
- 2) материаловедческая (синтез катодных и анодных материалов, синтез электролита);
- 3) компонентная (формирование анода/катада, сепаратора, электролита, корпусов, токосъемников и т.п.);
- 4) формирование ячеек и аккумуляторов (корпусирование ячеек и набор аккумуляторных батарей из них);
- 5) интеграционная (разработка систем управления батареями (Battery Management Systems), которая составляет не менее 30 % стоимости в готовом продукте; аналитика применения; продажи; экономическая модель и т.п.);
- 6) переработка аккумуляторов (утилизация отработанных ячеек с минимальным вредом для экологии и извлечением полезных компонентов, как правило кобальт-никель-марганца).

В Беларуси имеются компетенции по всем шести задачам, но с экономической точки зрения наиболее перспективным является развитие интеграционной.

В среднем стоимость строительства производства составляет 100 млн долларов на 1 ГВт·ч/год. Но даже огромные финансовые вливания не являются гарантией успеха. Тому пример банкрот-

тившиеся производства «Лиотех» (РФ) и Britishvolt (Великобритания).

Значительной проблемой является отсутствие квалифицированных кадров. По оценкам специалистов для гигафабрики, которую строит РЭНЕРА в Калининградской области, требуется не менее 200 высококвалифицированных специалистов в области физико-химических технологий накопителей энергии. К слову, в международной конференции по проблемам накопителей энергии (проводилась в 2021 году на химическом факультете МГУ) участвовало только 230 специалистов такого уровня компетенций. При формировании производства аккумуляторных ячеек требуется решать вопрос подготовки соответствующих специалистов. Типичным примером может служить подготовка кадров для работы на БелАЭС, которая была начата задолго до ввода в эксплуатацию первого энергоблока.

В Беларуси нет предприятий с компетенциями изготовления металл-ионных ячеек, но есть те, которые осуществляют сборку аккумуляторных батарей из готовых ячеек для заданных применений и разрабатывают собственные системы управления батареями.

В Калининградской области планируется в 2025 году ввести в эксплуатацию гигафабрику по изготовлению ячеек на 4 ГВт·ч/год (РЭНЕРА, Росатом). Сумма инвестиций – 50 млрд российских рублей (более 640 млн долларов США). В связи с этим конкуренция на общем рынке может не иметь смысла.

Комплекс межотраслевых мер для внедрения и производства накопителей энергии на территории Союзного государства

На первом этапе развития сотрудничества предлагается установить кооперацию с ведущими научными центрами, обладающими необходимыми компетенциями в области накопителей энергии, определить специализацию каждого научного центра и сформировать дорожную карту совместных исследований. Осуществлять кооперацию в рамках совместных НИР/НИОКТР.

На втором этапе предлагается вступить в кооперацию с крупным индустриальным партнером (в случае Союзного государства – с госкорпорацией «Росатом», а именно с подразделением «РЭНЕРА» на базе производ-

С точки зрения опережающего принципа развития натрий-графеновая технология является наиболее перспективным пост-литиевым решением

ства в Московском регионе, а также на заводе в Калининградской области). Основные задачи сотрудничества – решение конкретных задач по оптимизации литий-ионной технологии и внедрению в производство пост-литиевых технологий.

На третьем этапе предлагается производство продукта (аккумуляторных батарей) из произведенных на гигафабрике ячеек. Напомним, что аккумуляторные батареи – это не только производство ячеек, но и сборка на их основе батарей и систем управления батареями. А это около 30 % от стоимости готового продукта. Это как раз те компетенции, которыми обладают организации в Республике Беларусь, – реализация сборочной и интеграционной задач.

На сегодняшний день уже установлены прочные кооперационные контакты с такими научными лидерами из стран ЕАЭС в области накопителей энергии, как химический факультет МГУ (разработка катодных материалов), Сколтех (выпуск опытных партий катодных материалов с объемами до 1,5 тыс. т в год), Тамбовский государственный университет (синтез углеродных материалов для анодных применений) и Институт аккумуляторов Назарбаевского университета в Казахстане (разработка электролитов и сепараторных материалов). Требуется также активизация отечественных организаций химической специализации.

Механизмами сотрудничества на первом этапе предлагаемого комплекса мер могут являться научно-технические программы Союзного государства (сейчас активно разрабатывается концепция программы «Союзный накопитель»), целевые и специализированные проекты Росатома и РЭНЕРА, кооперация с крупными научными центрами с уникальной инфраструктурой типа Объединенного института ядерных исследований (Беларусь) и Курчатовского института (РФ).

Отдельным вопросом при реализации комплекса мер является кадро-

вый, а именно подготовка высококвалифицированных специализированных кадров для работы на предприятиях в области систем накопления энергии. Требуется разработка специализированных курсов для подготовки кадров с квалификацией в области современных накопителей энергии. Это можно сделать на базе химических факультетов и электрохимических кафедр БГУ, БГТУ, БГУИР.

В свою очередь НППЦ по материаловедению может стать так называемым хабом по подготовке специалистов высшей квалификации в области накопителей энергии.

Выводы

Развитие накопителей энергии носит экспоненциальный характер и обусловлено стремительным развитием устройств, требующих мощных портативных источников энергии. Реализовывать догоняющий принцип в литий-ионных технологиях нецелесообразно из-за дороговизны, длительности во времени и неконкурентоспособности. С точки зрения опережающего принципа развития натрий-графеновая технология является наиболее перспективным пост-литиевым решением. Проект по ее разработке в НППЦ по материаловедению идет в полном соответствии с календарным планом, а по некоторым направлениям – с опережением графика работ.

Сейчас перед исследователями стоит новая задача – выпуск опытной партии и ее эксплуатационные испытания, которая требует кардинального пересмотра текущего проекта с выделением значительных объемов финансирования на техническое переоснащение и создание опытного участка с целью перехода от лабораторной технологии TRL-3/TRL-4 к TRL-5.

При организации производства натрий-графеновых ячеек требуется оценить экономическую целесообразность и риски при конкуренции с крупными производителями из КНР и впоследствии из РФ. Поэтому предлагается рассмотреть комплекс мер межотраслевого характера и «встроиться в цепочку» на базе мощного индустриального партнера с научной кооперацией с коллегами из Российской Федерации в области производства ячеек, а также развивать сборку аккумуляторных батарей и систем их управления под задачи промышленности Республики Беларусь, то есть занять свою нишу в соответствии с нашими компетенциями. ■

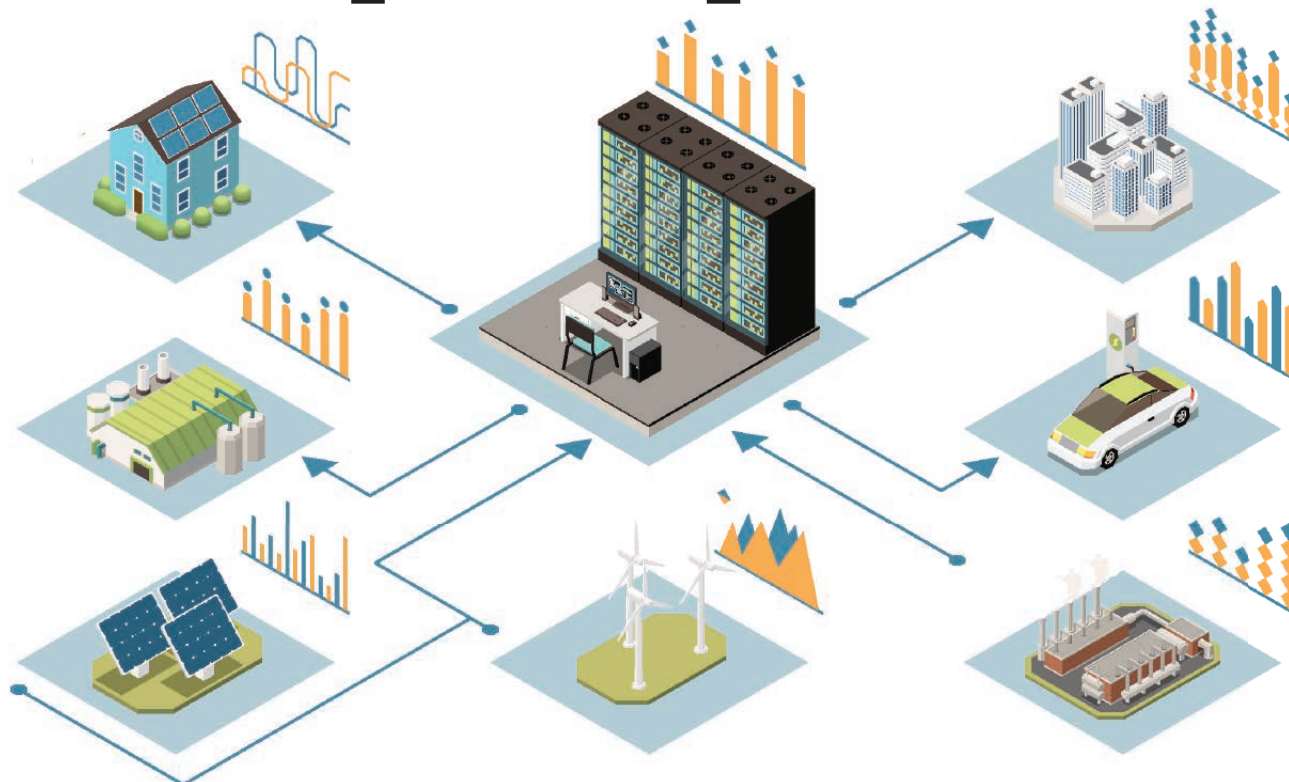
**ГО «НППЦ НАН Беларуси
по материаловедению»**

Л.Л. Полещук,
заместитель
директора

В.Н. Шевченко,
заместитель начальника отдела научно-технической
политики и внешнеэкономических связей

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

«Интеллектуальная» энергоэффективность как вектор системной политики энергосбережения



Наряду с вопросами энерго- и ресурсосбережения в Республике Беларусь обсуждаются вопросы дальнейшей энергетической трансформации, направленной на создание устойчивой системы обеспечения энергоресурсами, продвижения современных и эффективных решений по интеграции различных видов энергии в энергосистему страны за счет широкомасштабного распространения современных инновационных технологий, систем и решений в различных секторах экономики.

В новых экономических условиях, энерго- и ресурсосбережение в различных отраслях экономики является значимой задачей. В целях обеспечения надежной работы национальной экономики необходимо

продолжать рациональное использование традиционных энергоресурсов и расширение направлений использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), активнее развивать «умные» сети и ав-

томатизацию управления технологическими процессами на их базе, а также использовать технологии аккумулирования тепловой и электрической энергии. При этом необходимо соблюдать баланс, с одной стороны, экономической выгоды, с другой — сохранения природной красоты родной Беларуси, ее биологического разнообразия, экологической чистоты.

С каждым годом тема создания «интеллектуальной» системы энергоэффективности в различных отраслях экономики становится все более актуальной.

Уже сегодня мы все становимся строителями новой цифровой реальности, которая является основой всех

процессов будущего. В вопросах повышения энергоэффективности страна ориентирована на достижение уровня развитых стран и обеспечение конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках. Беларусь последовательно приближается к лучшим мировым стандартам по энергоёмкости валового внутреннего продукта (ВВП). Строятся современные энергоэффективные предприятия. При реконструкции и модернизации применяются наилучшие энергоэффективные технологии. Благодаря государственной поддержке и развитию инвестиционной привлекательности использование ВИЭ в стране в 2022 году составило 8 % в валовом потреблении топливно-энергетических ресурсов (свыше 600 МВт электрогенерирующих установок работает в стране с использованием возобновляемой энергии).

В 2021 – 2025 годах за счет реализации мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности и укрепление энергетической самостоятельности и безопасности государства, планируется добиться снижения энергоёмкости не менее чем на 7 %, и выйти на уровень 330,5 кг у. т./млн рублей ВВП.

Отрадно отметить, что в последнее время рост ВВП страны обеспечивается не только со значительной экономией ТЭР, но и с уменьшением их потребления за счет применения «умных» энергоэффективных технологий.

Политика энергосбережения Республики Беларусь в дальнейшем будет строиться на развитии «интеллектуальной» энергоэффективности во всех отраслях экономики. Например, при строительстве комбинированных котельных на биотопливе и природном газе будут применяться современные технологии по производству тепловой энергии на базе «умных решений». Внедряемое энерготехнологическое оборудование (конденсационные котлы и экономайзеры) соответствует требованиям энергоэффективности и оснащается автоматизированной системой регулирования и контроля процесса производства тепловой энергии, в том числе с учетом изменения температуры наружного воздуха. Процессы управления оборудованием котельной будут осуществляться без присутствия человека, где это возможно.

Наряду со строительством современных котельных проводится оптимизация систем теплоснабжения с модернизацией тепловых сетей, реконструкцией центральных и строительством новых индивидуальных тепловых пунктов, а также внедрением

**В 2021 – 2025 годах
за счет реализации
мероприятий,
направленных
на повышение
энергетической
эффективности
и укрепление
энергетической
самостоятельности
и безопасности
государства,
планируется
добиться снижения
энергоёмкости не
менее чем на 7 %, и
выйти на уровень
330,5 кг у. т./млн
рублей ВВП**

поквартирного регулирования потребления тепловой энергии и эффективного учета.

До конца 2025 года планируется ввести в эксплуатацию 91 теплоисточник, работающий на древесном топливе, суммарной тепловой мощностью 540 МВт, что позволит заместить использование импортируемого природного газа на 145 тыс. т у.т., сократить потребление природного газа на 126 млн м³, выбросы парниковых газов – на 232 тыс. т CO₂.

В сфере жилищно-коммунального хозяйства автоматизация и удаленное регулирование процессов теплоснабжения и водоснабжения, контроль основных параметров на входе и выходе давно стали привычными процессами.

Создание качественно новой информационной системы расчетов населения за жилищно-коммунальные и другие услуги, единство и унификация систем и программного обеспечения банков и производителей услуг, хранение банка данных, повышение качества обслуживания населения на базе единой информационной системы АИС «Расчет-ЖКУ» позволили повысить уровень бережливого отношения граждан к потребляемым ресурсам.

Электротранспорт и зарядная инфраструктура — один из векторов стратегического развития страны и эффективной загрузки БелАЭС. В Беларуси создана крупнейшая в странах ЕАЭС сеть быстрых зарядных станций для электромобилей (627 станций на январь 2023 года), обеспечивающая

возможность беспрепятственного перемещения электромобилей по всей стране. На основных автомагистралях установлены также быстрозарядные станции, обеспечивающие зарядку аккумуляторной батареи на 100 км за 6 минут.

Интеллектуальная энергоэффективность в промышленности позволит обеспечить внедрение в производство современных энергоэффективных электротехнологий и модернизацию действующих производств, а также получить порядка 25 % экономии энергоресурсов от общей экономии ТЭР в целом по республике.

Уже сегодня на повестке дня обсуждаются такие вопросы как:

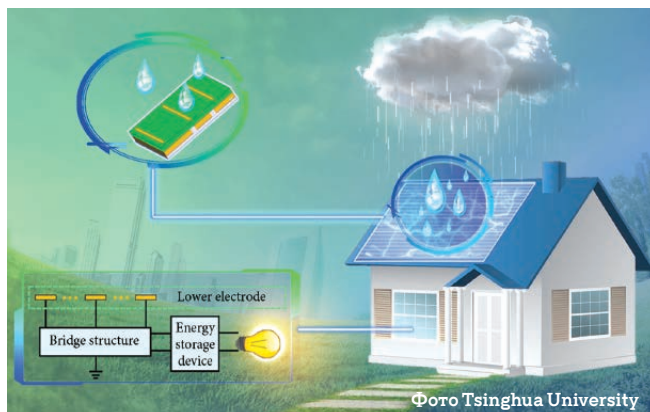
- интеграция установок ВИЭ в энергетическую сеть за счет цифровизации, использование цифровых подстанций и виртуальных хранилищ мощности;
- балансирование электроэнергетического рынка и «умной» зарядки электромобилей;
- системное интегрированное управление спросом за счет дигитализации (оцифровки);
- использование технологии «Блокчейн» (системы распределенного реестра) для торговли электроэнергией в пределах одного дома, района, квартала;
- построение «умных» сетей, домов, кварталов в городах, позволяющих рационально использовать не только энергетические ресурсы, но и утилизировать отходы;
- использование технологий аккумулирования электрической энергии, позволяющих отделить генерацию от потребления и реализовать стратегии декарбонизации конечного потребителя;
- внедрение технологий получения водорода из избыточной электроэнергии и ВИЭ, и обратно, из водорода – энергии.

Совокупность проводимой системной политики энергосбережения, основанной на Директиве Президента Республики Беларусь №3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства», Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, Программе социально-экономического развития Беларуси на 2021 – 2025 годы, иных директивных документах, в основу которой положена «интеллектуальная» энергоэффективность, позволят комплексно и успешно решать задачи энергетической независимости и безопасности страны и повышать конкурентоспособность белорусской экономики. ■

Не только солнце, но и вода

Группа китайских ученых из Университета Цинхуа решили модернизировать солнечные панели таким образом, чтобы преобразовывать падающие на них капли дождя в энергию. Так они смогли извлечь своеобразную двойную выгоду от сбора энергии солнца, позволив панелям получать еще и кинетическую энергию дождя.

Для подобной цели обычно используются трибоэлектрические наногенераторы (TENG), которые могут собирать электричество из других источников, таких как волны, но они имеют проблемы с масштабированием. Что бы решить эту проблему китайские ученые усовершенствовали TENG и назвали его D-TENG. Теперь, когда капли дождя падают на поверхность панели D-TENG, они становятся положительно заряженными, в то время как поверхность становится отрицательно заряженной. Получаемый заряд собирается аккумулятором системы панелей.



Модернизация солнечных панелей с учетом сбора капель воды

Исследователи использовали генераторы мостовых массивов с различными размерами субэлектродов и панелей разной толщины, чтобы увидеть, влияет ли это на потерю мощности. Было обнаружено, что панели D-TENG, построенные с использованием генераторов мостовых массивов, независимы друг от друга, и это означает, что непреднамеренные потери мощности могут быть уменьшены.

Справка

Пиковая выходная мощность генераторов мостовых массивов почти в 5 раз выше, чем у обычной энергии дождевых капель большой площади с тем же размером, достигая 200 Вт на 1 м².

Открытие ученых может дать новые способы использования возобновляемых источников энергии, особенно в районах, где дождь может идти неделями или даже месяцами.

Китай ускорил ввод солнечной генерации

Страна продолжает с большим отрывом наращивать свои мощности возобновляемой генерации. За первое полугодие в строй введено 78,42 ГВт новых мощностей СЭС по данным Национального управления энергетикой Китая (NEA).

План этого года 120 ГВт, но темпы прироста говорят о 160 ГВт. По прогнозам в следующие годы, страна будет вводить в строй по 200 ГВт ежегодно. Совокупная мощность солнечной генерации достигла 470 ГВт.

Ветрогенерация прибавила 23 ГВт, достигнув 390 ГВт. Гидроэнергетика – 5,36 ГВт, достигнув 418 ГВт. Биогаз прибавил 1,76, достигнув 43 ГВт. На возобновляемую генерацию пришлось 77 % всех новых мощностей. Производство пластин из кремния достигло 250 ГВт.

Фермы будущего: плавучие и солнечные



Сооружения, подобные острову из солнечных батарей в Нидерландах, в будущем могут стать обычными, благодаря новому европейскому унитарному патенту.

Фотовольтаические панели на плавучей ферме в Нидерландах следят за солнцем, когда оно светит, подобно цветку, впитывая каждый доступный

луч, чтобы максимизировать производство электроэнергии.

Солнечная батарея, названная Proteus в честь греческого бога воды, – одна из первых, сочетающих плавающие фотоэлектрические панели с технологией, которая позволяет платформе отслеживать солнце, поворачиваясь с востока на запад в течение дня и возвращаясь в исходное положение ночью.

Она была установлена летом 2020 года в рамках пилотного проекта под Роттердамом, проведенного TNO – Нидерландской организацией прикладных научных исследований.

SolarisFloat, португальская компания, разработавшая Proteus, стала финалистом в категории малых и средних предприятий на прошлогоднем конкурсе European Inventor Awards.

Они зарегистрировали пять патентов, чтобы защитить исследования и инновации, которые были направлены на превращение идеи, способной обеспечить 40-процентный рост производства энергии, в действующий прототип.

Преимущества унитарного патента ЕС

До сих пор, если компания хотела защитить свою интеллектуальную собственность, например, технологию Solaris Float, в Европе, ей приходилось ориентироваться в сложном правовом поле, либо оформляя патенты в одной или нескольких странах, либо регистрируя общеевропейский патент, что по-прежнему означало отдельные платежи за продление, уплачиваемые в каждой стране-участнице.

В июне 2023 года вступает в силу унитарный патент – единый рынок патентов, он дешевле и действует в 17 странах.

Любые судебные разбирательства будут проходить через недавно созданный Единый патентный суд.

Примечание: Большое преимущество унитарного патента в том, что он сокращает затраты, логистику. Достаточно получить только один патент, унитарный, который будет распространяться на несколько стран.

Источники: eenergy.media, undp.org

Областными и Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР с мая началось проведение работ по контролю за ходом подготовки субъектами хозяйствования к работе в предстоящий отопительный период в рамках пункта 12 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 19 июня 2023 года № 392 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2023/2024 года» и пункта 40 Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 мая 2020 года № 286. О результатах проведенных работ на начало августа месяца – далее.

Как готовятся к отопительному сезону 2023/2024 в столице

Субъектами хозяйствования г. Минска продолжают плановые работы по подготовке к отопительному периоду 2023/2024 года. Согласно пункту 1.1 решения Мингорисполкома от 8 июня 2023 года № 2128 паспортов готовности потребителей тепловой энергии и теплоисточников организаций г. Минска к предстоящему отопительному сезону должны быть оформлены в срок до 1 сентября.

По состоянию на 10 августа в плановом порядке проведено 22 мониторинга субъектов хозяйствования г. Минска, в том числе: 2 промышленных предприятия, 8 учреждений спорта и туризма, 7 организаций, осуществляющих техническое обслуживание жилищного фонда, 5 организаций, осуществляющих содержание и текущий ремонт улично-дорожной сети и благоустройство объектов зеленого хозяйства районов г. Минска. В ходе данных мониторингов обследовано 38 объектов теплоснабжения, в том числе два теплоисточника, по вопросам организации и выполнения работ по подготовке к осенне-зимнему периоду 2023/2024 года, а именно хода выполнения организационно-технических мероприятий, состояния приборного учета и автоматики теплопотребления (в том числе своевременность метрологической поверки, участие в коммерческих расчетах приборов группового учета расхода тепловой энергии многоквартирных жилых домов), проведения гидродинамической промывки и гидравлических испытаний, состояние инженерных сетей и коммуникаций, полнота регламентных работ согласно Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, а также соблюдения законодательства в сфере рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

В целом проводимую обследованными субъектами хозяйствования г. Минска работу по подготовке к ОЗП 2023/2024 следует оценить как удовлетворительную. Есть небольшие нарушения (недостатки) в части несоответствия тепловой изоляции



нормативным требованиям и отсутствия в коммерческих расчетах приборов группового учета расхода тепловой энергии многоквартирных жилых домов. По итогам проведенных мониторингов выдано 17 рекомендаций на устранение выявленных нарушений (недостатков), своевременное выполнение которых находится на контроле Минского городского управления.

Также по поручению Совета Министров Республики Беларусь от 29 апреля 2023 года № 04/111-218/5027р в рамках безусловного исполнения поручения Главы государства о наведении порядка в вопросах использования местных топливно-энергетических ресурсов (МТЭР) Управлением в период июнь-июль текущего года проведено 12 мониторингов в отношении субъектов хозяйствования г. Минска по вопросу организации и выполнения работ по подготовке к отопительному периоду 2023/24 года в части обеспечения надлежащего хранения МТЭР, используемых в качестве топлива. Нарушений не выявлено.

В заключение хочется рекомендовать лицам, ответственным за тепловое хозяйство организаций и жилого фонда, обращать особое внимание на состояние тепловой изоляции, работу приборов группового учета расхода тепловой энергии и систем автоматического регулирования теплоснабжения в целях эффективного использования тепловой энергии.

А.Ю. Быковский, заведующий сектором инспекционного надзора ИЭО Минского городского управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

В преддверии ОЗП 2023/2024 в Брестской области

Для проведения контроля за ходом подготовки организаций области к работе в предстоящий осенне-зимний период инспекцией Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР на начало августа проведено 17 мониторингов. Было обследовано 159 объектов предприятий системы ЖКХ, сельского хозяйства, легкой промышленности, районных потребительских обществ, Белорусской железной дороги, а также предприятий без ведомственной принадлежности, в том числе 34 теплоисточника.



Фото 1. Замена участка теплотрассы на территории средней школы № 2 в г. Жабинка

В межотопительный период выполняются большие объемы работ по прокладке новых теплосетей и ремонту уже существующих, проведению гидравлических испытаний теплоустановок, устройству тепловой изоляции трубопроводов.

При проведении мониторингов особое внимание уделяется состоянию тепловой изоляции трубопроводов и теплоустановок, наличию и исправности контрольно-измерительных приборов, приборов автоматического регулирования систем отопления и горячего водоснабжения, утеплению зданий, состоянию запорной арматуры в местах общего пользования многоквартирных жилых домов, индивидуальных тепловых пунктов.

На предприятиях системы жилищно-коммунального хозяйства контроль за подготовкой объектов к рабо-



Фото 2. Ремонт индивидуального теплового пункта в многоквартирном жилом доме по ул. Центральной, 3 в г. Жабинка



Фото 3. Замена трубопроводов и тепловой изоляции в подвальном помещении многоквартирного жилого дома по ул. Центральной, 4 в г. Жабинка

те в осенне-зимний период ведется по таким показателям, как замена и капитальный ремонт котлов, замена тепловых сетей, создание запасов древесного топлива, профилактический ремонт систем отопления жилых домов, тепловых пунктов и прочее. Особое внимание в ходе мониторингов на теплоисточниках, использующих МВТ в качестве топлива, уделяется местам хранения местных ТЭР.

На сегодняшний день на предприятиях ЖКХ Брестской области работы по замене тепловых сетей выполнены на 66,8 %, произведена замена 33,99 км теплотрасс при плане 50,9 км. Работы по профилактическому ремонту котельного оборудования выполнены на 92,8 %, оснащению котельных приборами учета тепловой энергии – на 71,4 %. В индивидуальных тепловых пунктах жилищного фонда установлено 24 новых прибора учета тепловой энергии на горячее водоснабжение и 11 – на отопление, 26 из запланированных 34 систем автоматического регулирования тепловой энергии.

В перечень котельных, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпущенную тепловую энергию, в которых в 2023 году запланировано завершение работ по оптимизации режимов, а также состава основного и вспомогательного

оборудования по Брестской области включены 2 котельные: № 31 в аг. Новоселки Кобринского района и № 32 в Первомайском сельском совете Березовского района.

На сегодняшний день на котельной № 31 аг. Новоселки производится монтаж котлов и их обвязка, монтируются шкафы управления и ведутся работы по прокладке наружного газопровода. Объект планируют ввести в эксплуатацию еще в августе. На котельной № 32 Березовского района выполнена проектно-сметная документация, получено заключение Госстройэкспертизы, готовятся документы на закупку оборудования. Ориентировочный срок ввода объекта в эксплуатацию – декабрь 2023 года.

**Г.М. Луговкина, зам. начальника
ИЭО Брестского областного
управления по надзору
за рациональным
использованием ТЭР**

Подготовка к прохождению ОЗП 2023/2024 субъектами хозяйствования Витебской области



В рамках подготовки к прохождению осенне-зимнего периода 2023/2024 года специалистами инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР на постоянной основе осуществляется контроль режимов теплоснабжения потребителей тепловой энергии, работы теплоисточников и тепловых сетей, а также рационального использования топливно-энергетических ресурсов субъектов хозяйствования Витебской области.

По результатам контроля можно сделать вывод, что предприятиями области проводится целенаправленная работа по подготовке к осенне-зимнему периоду. Однако также были выяв-

лены отдельные факты нарушения требований нормативно-правовых актов Республики Беларусь в сфере энергосбережения.

В период с мая по июль согласно плану выборочных проверок на 1 – 2 полугодие 2023 года специалистами Управления проведены 2 выборочные проверки и 27 мониторингов за соблюдением законодательства в сфере рационального использования ТЭР при подготовке к прохождению ОЗП 2023/2024.

В ходе проведения контрольных мероприятий обследовано 217 объектов субъектов хозяйствования области различных форм собственности, из них 47 теплоисточников. Проведена проверка работоспособности и настройки 110 систем автоматического регулирования подачи тепловой энергии и 99 приборов учета тепловой энергии. По результатам проведенных мониторингов выдано 27 рекомендаций, состоящих из 47 пунктов нарушений (устранено 30 пунктов).

Выявленное в ходе проведения проверок и мониторингов нерациональное использование ТЭР составило 71,2 т у. т., резерв экономии ТЭР – 2912,95 т у. т.

В ходе проведения проверок и мониторингов установлены следующие нарушения требований законодательства в сфере энергосбережения:

- отсутствие или неисправность (неработоспособность) САР подачи тепловой энергии на 2 объектах;
- неисправность (неработоспособность) приборов учета тепловой энергии на 6 объектах;
- завышение температуры обратной сетевой воды относительно утвержденного температурного графика на 3 объектах;
- частичное отсутствие тепловой изоляции на трубопроводах, запорной арматуре и теплоиспользующего оборудования на 56 объектах;
- утечка холодной, горячей воды из теплоносителей на 15 объектах;
- не отключено отопление после выхода решения об отключении на 2 объектах;
- отсутствие утвержденного температурного графика работы тепловой сети на 4 объектах;
- отсутствие навесов (крытых складов) для хранения твердого топлива (дров) с созданием 7-дневного запаса на 2 объектах;
- ненадлежащее хранение топлива на открытом воздухе под негативным воздействием атмосферных осадков на 1 объекте;
- утечка пара на 1 объекте;
- утечка сжатого воздуха на 1 объекте.

Выявленные нарушения субъектами хозяйствования устраняются в установленные в предписаниях (рекомендациях) сроки.

В соответствии с КоАП Республики Беларусь по ч. 1, 2 статьи 21.1 «Нераціональное использование топливно-энергетических ресурсов» составлено 18 протоколов об административных правонарушениях, в том числе 4 протокола в рамках выборочных проверок и 14 протоколов по месту нахождения органа, ведущего административный процесс.

По обращениям 7 бюджетных организаций области специалистами ИЭО проведены обследования на предмет рационального использования энергоресурсов и разработки мероприятий по экономии ТЭР. По результатам обследований организациям предложены к реализации мероприятия по экономии ТЭР. Определен суммарный резерв экономии ТЭР в размере 128,57 т.т.

Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

Гродненская область готовится к ОЗП 2023/2024

Специалистами Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР для контроля за организацией и выполнением энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии работ по подготовке к отопительному периоду и его проведению, соблюдением режимов работы теплоисточников и тепловых сетей, а также соблюдением законодательства в сфере рационального использования топливно-энергетических ресурсов с 23 мая по 24 июля 2023 года проведено 16 мониторингов, 4 выборочные проверки по плану Управления и 2 проверки совместно с Комитетом государственного контроля Гродненской области. Выявлен резерв экономии ТЭР в размере 536,26 т.т.

В ходе проведения контрольно-аналитических мероприятий обследовано 193 объекта, из них 20 теплоисточников, 78 тепловых пунктов, 1 ЦТП, 56 единиц САР, 38 приборов учета.

По результатам мониторингов и проверок можно сделать вывод, что предприятиями и организациями Гродненской области ведется целенаправленная, комплексная работа по вопросам соблюдения требований законодательства по подготовке

к работе в предстоящий отопительный период.

В то же время выявлены отдельные факты нарушения требований нормативных правовых актов, в том числе постановления Совета Министров Республики Беларусь от 14.05.2020 № 286 «Об утверждении Правил подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения», ТКП 458-2012 (02230) «Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей», утвержденного постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 декабря 2012 года № 66. Установлены факты отсутствия тепловой изоляции на фланцевых соединениях (88 случаев), запорной арматуре (14 случаев), участках трубопроводов протяженностью 41 м погонный, приборного учета тепловой энергии (1 случай), неработоспособности автоматических регуляторов расхода тепловой энергии (2 случая), не обеспечено хранение дров под навесом (2 случая).

По выявленным нарушениям (недостаткам) вынесено 16 рекомендаций (недостатков), 4 требования (предписания) с конкретными сроками на их устранение. Осуществляется контроль их выполнения.

Гродненское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

Минская область. Подготовка к отопительному сезону

В настоящее время сотрудниками инспекционно-энергетического отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР выполняются профилактические мероприятия по вопросу организации и выполнения энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии работ по подготовке к отопительному периоду и его проведению, соблюдения режимов работы теплоисточников и тепловых сетей, а также соблюдения законодательства в сфере рационального использования ТЭР.

В июле 2023 года было проведено 17 мониторингов субъектов хозяйствования области, в том числе по подготовке к ОЗП было обследовано 12 предприятий (90 объектов).

По итогам мониторингов выданы рекомендации на устранение недостатков, выявленных при проведении профилактических мероприятий. Основными нарушениями являются:



- отсутствие и необходимость ремонта тепловой изоляции на трубопроводах теплоносителя и теплоиспользующем оборудовании на 24 объектах;
- отсутствие и неисправность приборов учета расхода тепловой энергии на 7 объектах;
- неисправность и отсутствие систем автоматического регулирования подачи тепловой энергии на 2-х объектах;
- прямые потери теплоносителя по причине неисправности запорной арматуры выявлены на одном объекте;
- не завершены пусконаладочные работы котельного оборудования на одном объекте.

С целью предупреждения нарушений при обследовании объектов со специалистами и руководством предприятий рассматриваются типичные нарушения в сфере энергосбережения, выявляемые при прохождении отопительного периода, проведении выборочных проверок субъектов хозяйствования Минской области, проходит информирование об ответственности юридических и физических лиц в соответствии с законодательными актами за нарушения законодательства об энергосбережении.

Инспекционно-энергетическим отделом осуществляется контроль за устранением выявленных нарушений. Профилактическая и разъяснительная работа, которую осуществляют региональные управления, обеспечивает сокращение количества нарушений (недостатков) и нацеливает предприятия на принятие мер по недопущению их в дальнейшем. ■

О.Н. Минин, зам. начальника Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Провести летние каникулы с пользой и удовольствием – легко!

Летний период для школьников – это одновременно и период отдыха, и возможность провести каникулы с пользой, расширить кругозор, путешествуя и пребывая в летних оздоровительных лагерях. Задача педагогов и профильных специалистов в различных сферах помочь ребятам в этот период не растерять, а приумножить приобретенные в учебном году знания, не вспугнув при этом летнее настроение.



Активизация интереса учащихся к проблемам ресурсо- и энергосбережения, изучение и повторение основ и элементарных приемов эффективного использования энергетических ресурсов – это перспектива на будущее, залог формирования целостной личности с активной социальной позицией и сознательным отношением к рациональному ресурсопотреблению.

Обоюдно интересной формой работы специалистов Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР с детьми по пропаганде экономного потребления энергоресурсов является проведение интерактивных информационно-развлекательных мероприятий с гармоничным переплетением обучающих и игровых блоков.

Викторины, мультипликационные видеоролики, конкурсы, мастер-классы помогают удерживать внимание школьников, формировать познавательный интерес, способствующий получению детьми объективной, соответствующей их возрасту информации



о правилах эффективного и экономного использования энергоресурсов, их роли в жизни отдельного человека и страны в целом.

И если формат мероприятия диктуют внешние обстоятельства (открытая или закрытая площадка, погодные и эпидемиологические условия и пр.), то форму работы (общение, обучение или игра) специалисты управления



всегда подбирают, ориентируясь на возраст слушателей.

Принимается в расчет и то, что интерактивная игра является современным и признанным методом, обладающим образовательной и развивающей функциями. Главными преимуществами интерактивных игр являются наглядность, а также восприятие новой информации на слух. В играх новые знания усваиваются гораздо легче!

Если школьный лагерь организован на базе средней школы, то викторины, ребусы будут презентованы специалистами при помощи мультимедиа, а изюминку мероприятию придадут профильно-ориентированные мастер-классы и статичные или малоподвижные конкурсы.

Так, специалисты управления, посетив летний школьный лагерь на базе ГУО «Средняя школа № 31 г. Могилева» с приглашением воспитанников летних лагерей Средних школ № 9 и № 33, в игровой форме помогли детям развить умения грамотного общения с энергетическими ресурсами, закрепить и расширить знания о предназначении домашних электроприборов, их энергоэффективном использовании, о простейших способах экономии в быту. Отвечая на вопросы викторин, ребята легко вспомнили основные правила рационального использования электроэнергии, воды и тепла.



Гораздо большие возможности для интерактива предоставляются при проведении мероприятий на базе стационарных оздоровительных лагерей.

Этим летом специалистов управления с нетерпением ждали воспитанники детского оздоровительного лагеря, расположенного на территории санатория «Дубровенка» Могилевского отделения Белорусской железной дороги.

Открытая площадка в смешанном хвойно-лиственном лесу, теплая солнечная погода – прекрасные условия для проведения информационно-развлекательного интерактивного мероприятия. Сочетая обучающий материал, интеллектуальные задачки, загадки и ребусы с конкурсами и подвижными играми, специалисты управления смогли не только удерживать внимание и интерес ребят, но и сохранить на протяжении всего мероприятия позитивное настроение детей – улыбки, смех, желание играть и взаимодействовать.

И, конечно, не забываем, что игры для детей – это не только отличный способ времяпровождения, но и возможность развивать мышление, память, логику, скорость реакции. Ведь даже такую серьезную тему, как эффектив-



ное использование тепловой энергии, термореновация домов можно рассказать в ходе проведения инструктажа к активной игре. Детвора же с радостью включится в игру и не позволит холоду проникнуть в хорошо утепленный дом.

Доступно и наглядно представить информацию о возобновляемых источниках энергии можно в ходе мастер-класса «Чистая энергия своими руками». Сколько искренней радости детвора доставляет «погоня» за ветром и крутящийся ветрячок, смастеренный своими руками!

Да и классы энергоэффективности бытовой техники гораздо интереснее запоминать в ходе игры «Светофор», притопывая и прихлопывая при демонстрации соответствующих классам цветных карточек.

И, конечно, захватывающий процесс преобразования механической энергии в электрическую. Задача – «зажечь» все лампочки динамо-машины. Радость от достижения результата,

удовлетворение желания быть самым сильным(ой) – это ли не достойная награда за приложенные усилия. И обязательно сладкий приз. Пожалуй, энергии, выработанной ребятами в ходе данного эксперимента, хватило бы для освещения всей территории лагеря.

Разнообразие и одновременное проведение нескольких интерактивов различной подвижности позволило каждому ребенку найти игру, наиболее подходящую ему по темпераменту и настроению. При этом никто не остался без поощрения. А самые активные участники получили возможность выбрать подарки самостоятельно в игровой форме, испытав при этом собственную удачу.

Стоит подчеркнуть, что участие в таких мероприятиях всегда взаимно увлекательно и полезно. Ведь дети получают от взрослых внимание и знания, а взрослые – новый, открытый взгляд на профильные знания и возможность потренироваться в нешаблонном изложении профессиональной информации.

Проведение интерактивных мероприятий – это прекрасный способ сделать процесс обучения ребенка увлекательным и более эффективным, а также неиссякаемый источник позитивной энергии и отличный повод непринужденно поговорить о бытовом, ежедневном применении энергоэффективных технологий и энергосбережении. ■

С.М. Заграбенец,
зам. начальника

**Могилевского областного
управления по надзору
за рациональным
использованием ТЭР**



Евгений Иванчиков,
заместитель директора
по техническим вопросам

Алина Алейникова,
руководитель
инжинирингового отдела

Анна Мартинчук,
инженер

СЗАО «Филтер»

Внедрение тепловых насосов в различные отрасли народного хозяйства

Утилизация вторичных энергоресурсов (ВЭР) является одним из наиболее действенных способов снижения потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на любом предприятии. Сегодня в числе ключевых задач, которые ставятся перед реальным сектором экономики, – максимально возможное и, что немаловажно, максимально целесообразное снижение потребления природного газа и, в свою очередь, повышение электрической составляющей в общем энергетическом балансе. Внедрение такого технологического устройства, как тепловой насос, служит повышению использования ВЭР, снижению потребления природного газа, а также увеличению использования электрической энергии.

Тепловой насос – устройство, предназначенное для переноса теплоты с одного уровня на другой, более высокий. В настоящее время широкое применение получили компрессионные и абсорбционные тепловые насосы, которые успешно устанавливаются на предприятиях различных отраслей экономики. Они в свою очередь делятся на несколько типов, каждый из которых используется для решения той или иной теплоэнергетической задачи.

Тепловые насосы могут применяться в различных сферах:

- энергетика;
- центральное отопление;
- мясомолочная промышленность;
- производство напитков;
- очистные станции;
- отопление и кондиционирование объектов соцсферы (бассейны, ледовые площадки, школы, больницы, офисные здания и др.);

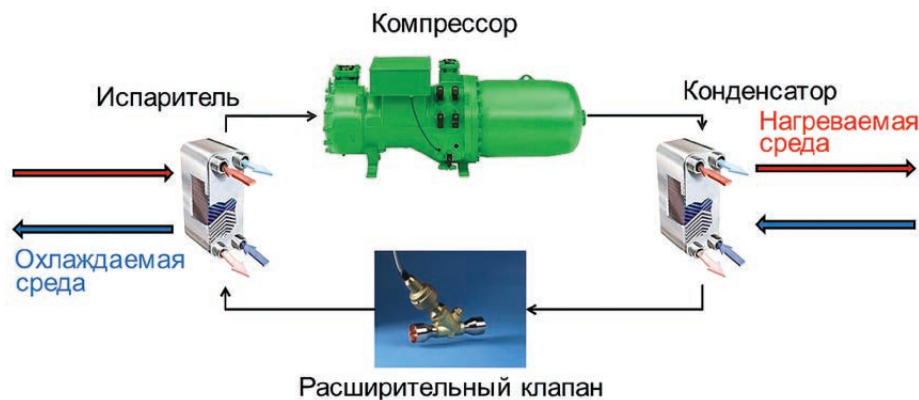


Рис. 1. Простейшее устройство компрессионных тепловых насосов

– нефтехимическая и тяжелая промышленности и т.д.

Компания FILTER предлагает технические решения на базе различных видов и типов тепловых насосов (в зависимости от места внедрения): фреоновых, аммиачных и абсорбционных. С точки зрения особенности работы, выходящей за классические рамки, стоит отметить аммиачный тепловой насос, работающий по открытой схеме, и абсорбционные тепловые насосы второго типа (АБТН-2).

Компрессионные тепловые насосы

Принцип работы компрессионных тепловых насосов повторяет принцип работы стандартного холодильного цикла. Охлаждаемая среда поступает в испаритель, где рабочее тело цикла теплового насоса вскипает и в газообразном состоянии поступает в компрессор, в котором рабочее тело сжимается, его давление и температура значительно увеличиваются. Далее в конденсаторе происходит охлаждение и конденсация рабочего тела, а также нагрев подводящей воды, после чего рабочее тело теплового насоса дросселируется в расширительном клапане и процесс повторяется. В данном случае приводом теплового насоса является электроэнергия (рисунок 1).

Аммиачные тепловые насосы, работающие по открытой схеме, устанавливаются на действующие аммиачные

холодильные станции путем доукомплектования аммиачной линии дополнительными дожимными компрессорами. Аммиак сжимается до больших давлений и температур, что приводит к нагреву воды в конденсаторе до 90°C. Пример работы приведен на рисунке 2.

Абсорбционные тепловые насосы второго типа используются для трансформации тепла с температурой 70–90°C и повышением его потенциала, с нагревом воды до 140°C или выработкой низкопотенциального пара. В данном случае 45 % от утилизируемой энергии трансформируется в высокопотенциальную, а примерно 55 % сбрасывается на градирню.

Ярким примером применения тепловых насосов второго типа могут быть спиртзаводы, нефтехимические и прочие предприятия, где используются дистилляционные и ректификационные колонны. На рисунке 3 приведен пример внедрения АБТН-2 на предприятии по производству спирта.

Пары этанола после колонны направляются для конденсации в генератор АБТН с температурой 78°C. Нагреваемая вода заходит в тепловой насос с температурой 107°C, нагревается до 112°C и подается в нижнюю часть колонны, при этом замещая примерно 3600 кг/ч пара. Второй контур низкопотенциального тепла сбрасывается на

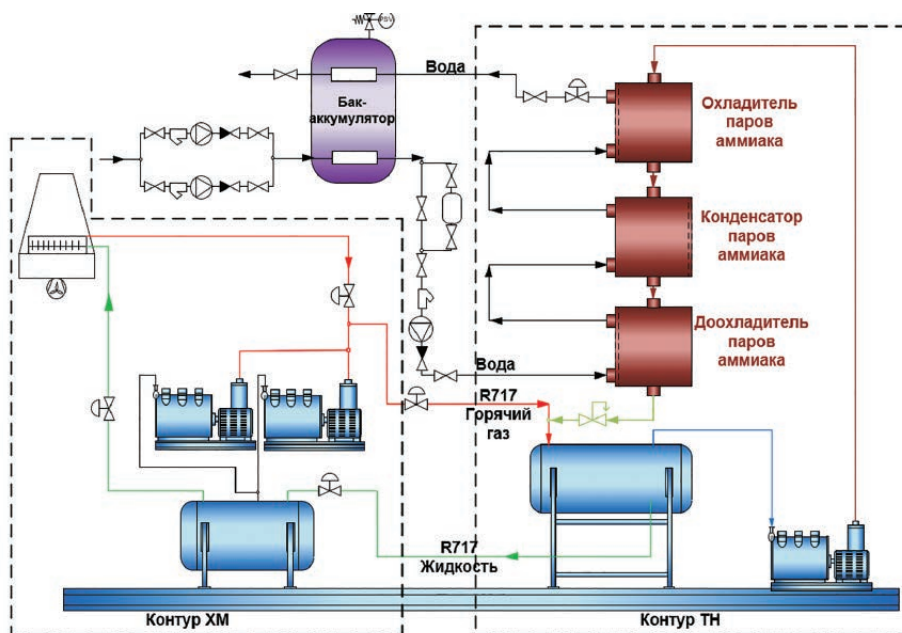


Рис. 2. Пример работы аммиачного теплового насоса, работающего по открытой схеме

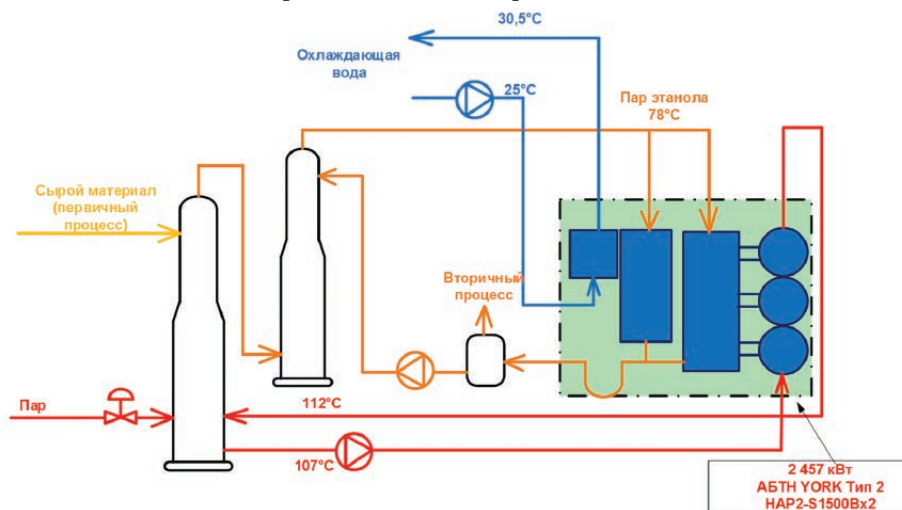


Рис. 3. Схема применения АБТН-2 на предприятии по производству спирта

градирню с температурным графиком 30,5/25°C. Срок окупаемости проекта составил 2,3 года.

Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения городов и ЖКХ

Что касается использования тепловых насосов в области централизованного теплоснабжения, стоит отметить, что в мире на многих очистных станциях в ЖКХ установлены электрические тепловые насосы, а на многих электрических станциях или крупных котельных (в том числе твердотопливных) – АБТН. Зачастую после оценки эффективности на одном объекте могут быть установлены одновременно различные по принципу работы тепловые насосы.

Опыт компании FILTER по установке тепловых насосов для различных отраслей промышленности

Пример 1

Первоначальная задача, которая стояла перед предприятием, заключалась в охлаждении потока воды с 40 до 10–15°C, для чего рассматривался вопрос установки электрического чиллера. Одновременно в данном цеху существовала необходимость нагрева воды от 10 до 65°C (ранее нагрев производился паром).

Задачу по оптимизации указанных процессов было предложено решить путем установки теплового насоса, который позволил значительно сократить затраты предприятия на энергоносители).

Пример 2

Муниципальное предприятие имело конденсатор дымовых газов на одной из котельных, однако из-за отсутствия круглогодичной нагрузки конденсатор оказался незагруженным. Инженерами компании FILTER было разработано и внедрено техническое решение, которое позволило существенно улучшить комплексные технико-коммерческие показатели системы нагрева сетевой воды.

Пример 3

Завод по производству шин использует в качестве рабочего тела горячую воду, которую покупает у соседнего предприятия. Одновременно с этим он применяет градирни открытого типа для охлаждения воды с технологического процесса. Тепловой насос, который был установлен на данном предприятии, помог существенно снизить расходы на покупку тепловой энергии и подпитку оборотного цикла градирен (за счет значительного снижения технологического «уноса» воды).

Анализируя возможности и перспективы внедрения тепловых насосов в Республике Беларусь, можно отметить, что мы находимся только в начале пути по широкомасштабному использованию данных технических решений. Очевидно, что в случае более интенсивной интеграции подобного оборудования в производственный цикл можно достичь существенного снижения потребления природного газа за счет использования ВЭР.

Компания FILTER имеет более 30 лет опыта в реализации сложных инженеринговых проектов, и наши специалисты готовы провести сбор данных, разработку технологических схем (в том числе по интеграции в производственный процесс), а также подбор для каждого конкретного предприятия наиболее подходящего, уникального технического решения. ■

FILTER POWERING INDUSTRY

СЗАО «Филтер»,
Минский район,
пересечение Логойского тракта
и МКАД, административное
здание «Аквабел», офис 501, 502
Тел.: +375 17 357-93-63
Факс: +375 17 357-93-64
Моб.: +375 29 677-17-62
www.filter.by
e-mail: filter@filter.by
УНП 690600663

В ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» реализован крупнейший энергоэффективный инвестиционный проект

В конце июня 2023 года в ОАО «Мозырский НПЗ» введены в эксплуатацию комбинированная установка гидрокрекинга и установка производства серы, что явилось успешным завершением реализации крупнейшего инвестиционного проекта по строительству комплекса гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков.

Целью реализации данного проекта является производство дополнительного количества моторного топлива за счет переработки тяжелых нефтяных остатков, а также снижение объемов производства котельного топлива и повышение его качества до европейских стандартов.

Состав оборудования и специфика техпроцесса

В состав комплекса гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков входят комбинированная установка гидрокрекинга, установка производства водорода, установка производства серы и объекты общезаводского хозяйства (21 объект).

Основу комплекса составляет комбинированная установка гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков во взвешенном слое катализатора по технологии H-Oil (лицензиар компания Axens, Франция), которая предназначена для переработки гудрона и мазута с высоким содержанием серы, металлов и асфальтенов с получением дизельного топлива стандарта Евро-5, компонента товарного бензина Евро-5, гидроочищенного вакуумного газойля и низкосернистого мазута с содержанием серы 1 масс. %.

Процесс гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков во взвешенном слое катализатора является высокотехнологичным процессом и одним из самых сложных в современной нефтепереработке. Кроме того, он относится к числу

взрывопожароопасных, что потребовало особого подхода к проектированию, изготовлению оборудования, проведению строительно-монтажных работ, пусковых операций и эксплуатации установок.

Комплекс включает в себя эксклюзивное оборудование и программы: эбуляционные насосы, сложные трехступенчатые компрессоры, оборудование высокого давления, имеющее специальное исполнение, реакторы со взвешенным слоем катализатора, арматура специального исполнения, бугельные фланцевые соединения и трубопроводы диаметром до 500 мм, толщиной стенки до 50,05 мм (с использованием специальных сплавов – АЗ47Н, устойчивых к водородному растрескиванию в условиях высоких температур и давлений, потребовавших применения более 580 технологий сварки), приборы КИПиА, программное обеспечение.





Фото mztmk.by

Комплекс гидрокрекинга
тяжелых нефтяных остатков

**Уникальная
система обновления
катализатора
и применение
уникального
высокотехнологичного
оборудования позволяет
получать постоянное
качество продукции
в течение всего периода
между плановыми
остановками на ремонт**

К основным технологическим особенностям процесса (помимо эксклюзивного технологически сложного оборудования) относятся:

- высокая гибкость эксплуатации по сырью и по глубине его превращения;
- постоянная высокая активность катализатора за счет ежедневной загрузки свежего и выгрузки отработанного катализатора в работающих реакторах гидрокрекинга;
- конструкция реактора в паре с эбуляционным насосом, что позволя-

ет работать при более высоких температурах с повышенной глубиной превращения;

– протекание процесса в среде водорода при высоких значениях давления (более 180 кгс/см²) и температуры (более 425°C).

С учетом способности перерабатывать высоковязкий гудрон, включая его смесь с мазутом, и получать на выходе продукты тяжелых нефтяных остатков, имеющие высокие качественные показатели, комплекс гидрокрекинга можно отнести к самостоятельному замкнутому производственному циклу, который может работать независимо от эксплуатации действующих установок ОАО «Мозырский НПЗ».

Выработка и использование вторичных энергетических ресурсов

В качестве востребованных побочных продуктов на технологических установках комплекса гидрокрекинга вырабатываются очищенный углеводородный газ и тепловая энергия в виде водяного пара, которые относятся соответственно к горючим и тепловым вторичным энергетическим ресурсам (ВЭР). Стоит отметить, что увеличение выработки и использования ВЭР включено в перечни энергосберегающих мероприятий ОАО «Мозырский НПЗ» и Гомельской области.

Вырабатываемый очищенный углеводородный газ (горючие ВЭР) используется в качестве топлива в нагревательных печах технологических установок завода. Это позволяет увеличить долю горючих ВЭР в котельно-печном топливе и частично заместить используемый топливный мазут. Условно-годовой экономический эффект

Внедрение процесса гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков обеспечивает решение стратегической задачи ОАО «Мозырский НПЗ» – повышение глубины переработки нефти до 90 % при производстве продукции европейского качества, а также служит серьезным заделом для дальнейшего развития завода

от увеличения выработки и использования углеводородного газа в качестве топлива на планируемой загрузке технологического оборудования оценивается в объеме 115,6 тыс. т у.т.

На комбинированной установке гидрокрекинга, а также установках производства водорода и серы за счет утилизации тепла горячих технологических потоков и уходящих дымовых газов нагревательных технологических печей вырабатывается тепловая энергия в виде водяного пара высокого, среднего и низкого давления (тепловые ВЭР). Весь объем вырабатываемых тепловых ВЭР полезно используется на установках комплекса и позволяет заместить часть водяного пара, для производства которого на Мозырской ТЭЦ используется импортное топливо. Планируемый условно-годовой экономический эффект от использования тепловых ВЭР оценивается на уровне 95,5 тыс. т у.т., из которых 41,4 тыс. т у.т. – это уже полученные в 2021-2022 годах объемы экономии после ввода в эксплуатацию установки производства водорода.

В целом реализация столь масштабного и важного инвестиционного проекта позволит Гомельскому региону выполнить более чем на 30 % пятилетнее задание по экономии ТЭР, установленное Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы. ■

А.В. Смирнов,
зам. начальника Гомельского
областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР
М.П. Лясович, зам.
главного инженера
ОАО «Мозырский НПЗ»,
С.Л. Бобруйко, главный энергетик
ОАО «Мозырский НПЗ»

В Дятлово Гродненской области введен энергоисточник на МВТ

Теплоснабжение жилищно-коммунальных и социальных потребителей г. Дятлово осуществляет котельная «Спутник» по ул. Красноармейская. 24 июля 2023 года при поддержке республиканского и областного бюджетов в рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2021 – 2025 годы завершена реконструкция котельной с заменой газовых котлов на энергоэффективный, работающий на местных топливно-энергетических ресурсах.

До реконструкции в котельной были установлены 3 водогрейных газовых котла КВ-1,0Г 1997 года выпуска мощностью 0,86 Гкал/час. Установленная мощность котельной составляла 2,58 Гкал/час. В рамках реконструкции объекта два существующих изношенных газовых котла заменены на энергоэффективный промышленный котел центрального отопления типа СН 90 Compart мощностью 900 кВт, работающий на щепе. Выполнена пристройка к существующей котельной для размещения котлоагрегата и склада топлива с системой топливоподачи. Установленная тепловая мощность новой котельной – 1,63 Гкал/час. Существующий газовый



котел КВ-1,0Г используется как резервный.

Реконструкция котельной позволит уйти от потребления природного газа, снизить себестоимость тепловой энергии на 30 – 40 % и обеспечит надежное теплоснабжение потребителей г. Дятлово. ■

**Гродненское областное
управление по надзору
за рациональным
использованием ТЭР**

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Водогрейные котлы 0,2 - 12 МВт
Паровые котлы 1-12 т/ч
Теплогенераторы до 12 МВт
Рукавные фильтры
Экономайзеры



**БОЛЕЕ 1600 РАБОТАЮЩИХ УСТАНОВОК В СНГ
НА БИОМАССЕ, ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ И ПЕЛЛЕТАХ**



info@komkont.com

www.komkont.com

УНП 400293561

+375 (232) 34-25-46 / 34-25-31

С использованием энергоэффективных технологий

Реализация программы «Чистая вода» в Брестской области

В д. Дворище Малоритского района Брестской области введена в эксплуатацию очередная (13-я по счету в Малоритском районе) станция обезжелезивания с использованием современных энергоэффективных технологий и оборудования.

Прежде водоснабжение населенного пункта осуществлялось от двух водозаборных скважин с насосами по 5,5 кВт каждый. В ходе реализации проекта насосы были заменены на более энергоэффективные 3 кВт и 4 кВт.

До ввода в эксплуатацию станции содержание железа в питьевой воде составляло 2,58...2,6 мг/л, после реализации проекта – 0,02...0,28 мг/л. Показатель расхода воды в настоящее время – $Q_{\text{max,сут}} = 100 \text{ м}^3/\text{сут}$, $Q_{\text{ср,час}} = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для создания необходимого давления в сети водопровода без дополнитель-

го использования электрической энергии установлена водонапорная башня высотой 18 м с емкостью чистой воды объемом 50 м³. Это позволит обеспечить надежное водоснабжение жителей д. Дворище и экономию средств.

Установка водоподготовки размещена в компактном утепленном контейнере. Для отопления и вентиляции станции предусмотрены электроконвекторы с автоматикой регулирования температуры внутри помещений. Приток воздуха осуществляется через утепленный клапан, а вытяжка – естественным побуждением.



Освещение организовано с использованием светодиодных светильников.

Работа станции полностью автоматизирована, все показатели отображаются «онлайн» на мониторах компьютеров диспетчера на участке ВИК КУМПП ЖКХ «Малоритское ЖКХ».

Брестское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

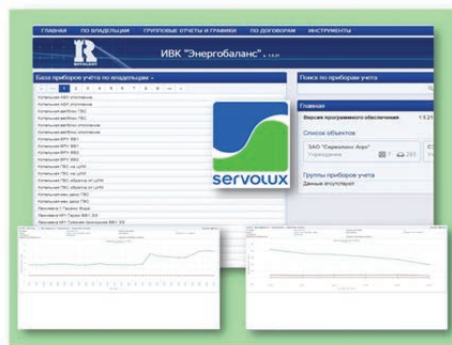
Цифровизация учета потребления энергоресурсов – необходимость сегодняшнего дня

Экономия и достоверный учет потребляемой энергии — актуальная задача на пути повышения энергоэффективности в государстве. Точный энергоучет позволяет хозяйствующим субъектам во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, в энергетике и объектах инфраструктуры поддерживать конкурентоспособность в условиях постоянно растущей стоимости энергоресурсов. Без этого также затруднено отслеживание эффективности мероприятий, включенных в программу по энергосбережению. Велика и заинтересованность предприятий в установке автоматических систем управления (АСУ) учетом энергоресурсов.

Одним из предприятий, осуществившим в Могилевской области комплексную цифровизацию учета энергоресурсов, является Управляющая компания СЗАО «Серволюкс».

Важнейшим шагом к достижению точного учета энергопотребления на предприятии стало внедрение АСКУЭ – автоматизированной системы учета электроэнергии.

В настоящее время система позволяет осуществлять учет электрической, тепловой энергии, газа, воды. Сбор информации построен на базе «умных» счетчиков: используются электрические счетчики «Гран-Электро» серий СС-301 и СС-101, газовые ультразвуковые счетчики модели «БУГ».



Доступ к информации АСКУЭ осуществляется через Web-интерфейс и, при необходимости, позволяет в любой момент и в любой точке отследить

мгновенный расход энергоресурсов структурных подразделений и предприятий СЗАО «Серволюкс», проанализировать потребление энергоресурсов за разный период времени (час, день, месяц, год). Автоматизированная система охватывает не только коммерческий учет, но и технический, что дает возможность мгновенно реагировать даже на незначительные отклонения всех контролируемых параметров в заданных временных интервалах. Воспользовавшись архивом системы, можно спрогнозировать потребление энергоресурсов, в случае необходимости – удаленно отключить потребителей от сети с возможностью обратного включения.

С 2020 года за счет поэтапного внедрения автоматизированной системы учета энергоресурсов на участках и в подразделениях компании экономия топливно-энергетических ресурсов составила около 1,5 тыс. т у.т.

А. И. Барсуков, заведующий сектором нормирования (котельные) ИЭО Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

О результатах работы в первом полугодии 2023 года. Витебская область

Витебским облисполкомом в первом полугодии 2023 года выполнены целевые показатели энергосбережения (ЦП), установленные Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

Наименование показателя	Задание на январь–июнь 2023 года	Факт за январь–июнь 2023 года
ЦП энергосбережения, %	минус 0,7	минус 2,5
ЦП по доле местных ТЭР в КПП, %	7,6	8,8
ЦП по доле ВИЭ в КПП, %	6,3	7,8
Экономия ТЭР, тыс. т у.т.	50,0 (годовое задание)	60,35 (120,7%)

В суммарном расходе топливно-энергетических ресурсов области преобладает расход организациями республиканской формы собственности, который из года в год составляет 67–70 %. От объемов полученного этими организациями экономического эффекта напрямую зависит результат по выполнению Витебской областью целевых показателей.

За первое полугодие 2023 года согласно данным государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов» основной экономический эффект получен от реализации мероприятий в текущем году по следующим направлениям:

- внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве – 38 298 т у.т.;

- увеличение термосопротивления ограждающих конструкций зданий, сооружений и жилищного фонда, замена кровли, оконных блоков (31045 м²) – 142 т у.т.;

- внедрение ЧРЭП (46 шт.) – 337 т у.т.;
- внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения (33 763 шт.) – 522,8 т у.т.;

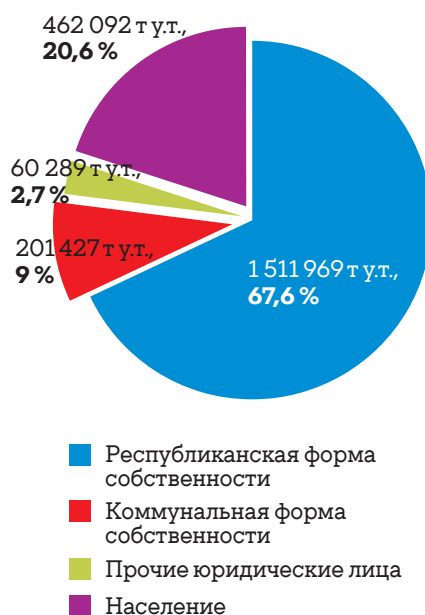
- замена насосного оборудования (83 шт.) – 377,7 т у.т.;

- внедрение приборов автоматического регулирования в системах теплоснабжения (75 шт.) – 75 т у.т.;

- утилизация тепловых вторичных энергоресурсов – 2543 т у.т.

Наибольший экономический эффект обеспечили ОАО «Нафтан» – 43 150 т у.т. (71,5 % от достигнутой областью эконо-

Суммарный расход ТЭР

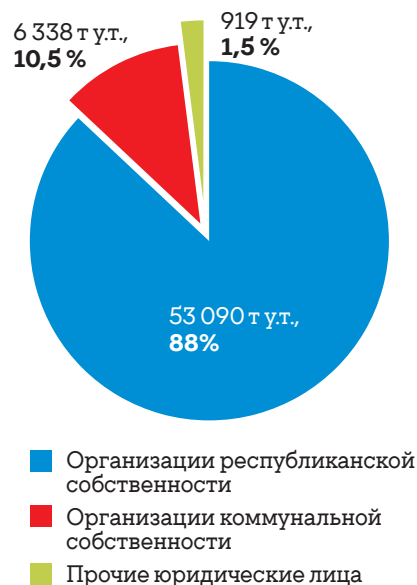


номии ТЭР), РУП «Витебскэнерго» – 6448 т у.т. (10,7%), ОАО «Полоцк-стекловолокно» – 1002 т у.т. (1,7 %).

В первом полугодии 2023 года освоение средств республиканского бюджета на финансирование Государственной программы «Энергосбережение» составило 1801,9 тыс. руб. (99,82 % от полугодовых и 88,54 % от годовых плановых назначений).

На реализацию общего комплекса энергосберегающих мероприятий, входящих в Перечень мероприятий, направленных на достижение целевых показателей Госпрограммы «Энергосбережение» Витебского облисполкома, израсходовано 268 378,1 тыс. руб. Основным источником финансирования энергосберегающих мероприятий являются собственные средства организаций (96 %). На долю местного бюджета пришлось 2,6 % в общем объеме инвестиций, республиканского бюджета – 0,3 %, республиканского бюджета, выделенного на финансирование

Экономия ТЭР за счет внедрения энергоэффективных мероприятий за I полугодие 2023 года



Госпрограммы, – 0,7 %, иные источники финансирования составили 0,4 %.

С нарастающим итогом выполнение задания по экономии ТЭР Витебским облисполкомом с начала реализации госпрограммы составило 218,2 тыс. т у.т., или 82,6 % от пятилетнего задания по экономии ТЭР (264 тыс. т у.т.).

В 2023 году предусмотрена реконструкция трех энергоисточников суммарной мощностью 10 МВт за счет собственных средств, местного и республиканского бюджетов на котельных:

- пер. Тросницкий 5-й, г. Полоцк, ГП «ПКИТС» КУП «ЖКХ г. Полоцк» (3 МВт). Реализация проекта находится на завершающем этапе. Работает комиссия по сдаче объекта в эксплуатацию;

- ул. Строителей, г.п. Лиозно, УП ЖКХ Лиозненского района (3 МВт). Основное и дополнительное оборудование поставлено в полном объеме. Строительно-монтажные работы по

технологическому монтажу оборудования выполнены на 95 %.

– ул. 3-я Чепинская, г. Витебск, ГП «ВПКИТС» (4 МВт). На склад предприятия поставлено 80 % основного оборудования. Строительно-монтажные работы выполнены на 12 %.

В настоящее время по всем объектам работы ведутся в соответствии с сетевым графиком строительства.

Доля местных ТЭР в общем расходе топлива по организациям Главного управления ЖКХ Витебского облисполкома в первом полугодии 2023 года составила 73,1 % (72,7 % в первом полугодии 2022 года) и увеличилась на 0,4 п.п. В районных организациях ЖКХ, которые реализовали проекты в 2021–2022 годах, доля местных ТЭР в общем расходе котельно-печного топлива приближается к 90–100 %, например, КУП ЖКХ Ушачского района (100 %), КУП ЖКХ «Браслав-коммунальник» (99 %), Верхнедвинское ГРУПП ЖКХ



Котельная по ул. Тросницкой, ГП «ПКИТС» КУП «ЖКХ г. Полоцк»

(96,5 %), КУП «Оршатеплосети» (91,2 %). Из 23 предприятий ЖКХ области 16 имеют долю местных ТЭР в общем расходе котельно-печного топлива более 80 %.

Продолжается работа по увеличению использования нетрадиционных источников энергии. Выполняются мероприятия по внедрению теплонасосных установок. В настоящее время в системе ЖКХ области на пред-



приятии УП «Витебскобводоканал» эксплуатируются 14 тепловых насосов суммарной мощностью 132,6 кВт, два из которых введены в 2023 году на станциях обезжелезивания по ул. Кленовой, 1/1 в г. Витебске (6 кВт) 15 февраля и на очистных сооружениях г. Городок (8 кВт) 19 июня. ■

Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

Важна координация действий организаций различных ведомств

В ходе контрольно-аналитических мероприятий, проводимых различными органами в рамках подготовки и прохождения осенне-зимнего периода, наиболее часто выявляются нарушения, связанные с эксплуатацией систем учета и регулирования потребления тепловой энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов. Указанные недостатки фиксируются специалистами как энергоснабжающих организаций, так и надзорных органов (ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор» и надзор за рациональным использованием ТЭР). В этой связи для скорейшего устранения нарушений и недопущения их в будущем очень важна координация действий организаций различных ведомств.

В Гомельской области такое взаимодействие налажено между Гомельским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР, филиалом ГУ «Госэнергогазнадзор», ГО «ЖКХ Гомельской области» и филиалом «Энергосбыт» РУП «Гомельэнерго». Так, благодаря совместным усилиям в марте-апреле 2023 года удалось минимизировать количество нарушений в части осуществления расчетов за потребленную тепловую энергию по показаниям приборов учета тепла, установленных в жилых домах г. Гомеля и Гомельского района. При этом в отношении юридических лиц, эксплуатирующих жилищный фонд г. Гомеля (КЖРЭУП «Сельмашевское», КЖРЭУП «Железнодорожное», КЖРЭУП «Центральное») и долж-

ностных лиц субъектов хозяйствования в соответствии с требованиями Указа Президента Республики Беларусь от 16 октября 2009 года № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» принимались преимущественно меры профилактического и предупредительного характера.

Работа в данном направлении будет продолжена. В настоящее время в индивидуальных тепловых пунктах многоквартирных жилых домов Гомельской области используются более 1500 систем автоматического регулирования тепловой энергии с истекшими сроками эксплуатации. Работы по частичной модернизации систем с заменой отдельных комплектующих выполняются организациями жилищно-коммунального хозяй-



Типичное нарушение при эксплуатации систем регулирования – не подключен клапан

ства постоянно. Также ежегодно ведется замена ранее установленных систем автоматического регулирования при наличии такой необходимости. В 2022 году была выполнена замена 47 систем на горячее водоснабжение и 34 систем на отопление. Для полного обновления систем регулирования требуется значительное финансирование, что невозможно без соответствующего решения на уровне правительства. ■

С.Е. Зохарев, зам. начальника ИЭО Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Как Китай добился лидерства в развитии электротранспорта

Неожиданно для всего мира Китай превратился в абсолютного лидера по производству и покупке электротранспорта. Всего за последние пару лет ежегодные продажи EV (Electric Vehicle) в стране выросли с 1,3 млн до 6,8 млн. По итогам 2022 года Китай в 8-й раз подряд стал крупнейшим рынком электротранспорта. Как ему это удалось – в пересказе материала MIT Technology Review.

Когда и зачем Китай начал инвестировать в электротранспорт

В начале 2000-х годов китайский автопром находился в затруднительном положении. В стране были все необходимые производственные мощности для выпуска авто с ДВС, но не было собственных брендов, которые могли бы конкурировать с иностранными. Похожая ситуация была и с гибридным транспортом. Это подтолкнуло правительство Китая инвестировать в совершенно новое направление: автомобили, работающие полностью на аккумуляторах.

Риски были невероятно высоки. На тот момент электрокары были нишевым экспериментом таких брендов, как General Motors или Toyota, которые, как правило, отказывались от них спустя несколько лет. Но в случае успеха Китай мог бы претендовать на лидерство в важной для автопрома области. Кроме того, для Китая это могло бы решить несколько других важных проблем, в частности, сократить загрязнение воздуха и зависимость от импортируемой нефти, а также помочь восстановить экономику после финансового кризиса 2008 года.

Страна уже располагала некоторыми структурными преимуществами. Хотя для выпуска электротранспорта используются иные технологии, для него все равно требуется взаимодействие с автомобильной цепочкой поставок, и у Китая она была достаточно хорошей. Хорошим подспорьем были собственные производства и дешевое сырье. Поэтому уже в 2001 году в план на очередную пятилетку включили электротранспорт как приоритетную область для исследований.

В 2007 году промышленность получила значительную поддержку, когда на пост министра науки и технологий страны был назначен Ван Ган, автоинженер, который десяток лет проработал в немецком подразделении Audi. Он был большим поклонником электротранспорта и протестировал первую модель EV Tesla Roadster в 2008 году, когда она была выпущена. Считается, что решение сделать ставку на электрокары принадлежит именно ему. С тех пор их разработка стала приоритетом национальной экономики.

Что сделало правительство?

Начиная с 2009 года страна стала выдавать финансовые субсидии компаниям на производство автобусов, такси и автомобилей для индивидуальных потребителей. В том году в стране было продано менее 500 электрокаров.



С 2009 по 2022 годы общий объем субсидий и налоговых каникул превысил 200 млрд юаней (29 млрд долларов США). И хотя в конце прошлого года субсидии заменили системой «двойных кредитов», они дали желаемый результат: за 2022 год в Китае было продано свыше 6 млн электрокаров, а это больше половины от мировых продаж. Правительство также помогало производителям в первые годы, заключая с ними контракты на поставки. В 2010 году, до того как новинка была принята потребителями, первые EV Китая стали частью системы общественного транспорта.

Но субсидии и налоговые льготы – это еще не все. Некоторые из принятых мер поощряли частных лиц приобретать электромобили. В таких густонаселенных городах, как Пекин, номерные знаки уже более десяти лет нормированы: чтобы приобрести их, могут потребоваться годы или суммы в тысячи долларов. Однако этот процесс был практически отменен для тех, кто решил купить электромобиль.

Местные органы власти также взаимодействуют с производителями EV, совместно разрабатывая благоприятную политику. Например, BYD, китайская компания, которая в настоящее время готова потеснить Tesla на рынке электромобилей, развивалась, сохраняя тесные отношения с южным городом Шэньчжэнь, сделав его первым городом в мире, где парк общественных автобусов был полностью электрифицирован.

Развитие китайской индустрии электромобилей было неразрывно связано с ростом крупнейшего производителя EV в мире. Когда китайское правительство раздавало субсидии, оно не ограничивало их отечественными компаниями. Власти активно уговаривали Tesla разместить производство в стра-

не. В 2019 году в Шанхае невероятно быстро построили гига-фабрику, все благодаря благоприятной местной политике. Сегодня Китай стал неотъемлемой частью цепочки поставок Tesla. Шанхайская Gigafactory в настоящее время является самым крупным производственным центром компании, на долю которого приходится более половины автомобилей Tesla, поставленных в 2022 году.

Но выгоды были взаимными: Китай также многое выиграл от Tesla. Сработал «эффект сома» – китайские бренды были вынуждены внедрять инновации и пытаться догнать Tesla во всем, от технологического прогресса до доступности. И теперь даже Tesla придется прилагать усилия, чтобы продолжать быть конкурентоспособной в Китае.

Какую роль сыграли технологии аккумуляторных батарей?

Самая важная часть электромобиля – аккумуляторные элементы, на которые может приходиться около 40 % стоимости автомобиля. И самый важный фактор в создании коммерчески жизнеспособного электромобиля – это аккумулятор, мощный, надежный, но при этом доступный по цене.





В 2021 году более 50 % китайских респондентов рассматривали в качестве следующего автомобиля EV на аккумуляторах. Это самый высокий показатель в мире

Китайские компании действительно продвинули технологию производства аккумуляторов вперед в этом направлении, говорит Макс Рид, старший аналитик по электромобилям и услугам по цепочке поставок аккумуляторов в глобальной исследовательской компании Wood Mackenzie. В частности, за последнее десятилетие китайские компании разрабатывали литий-железо-фосфатные батареи (lithium iron phosphate, LFP) вместо литий-никель-марганцево-кобальтовых батарей (lithium nickel manganese cobalt, NMC), которые гораздо более популярны на Западе.

Аккумуляторы LFP безопаснее и дешевле, но изначально они имели гораздо меньшую энергоемкость и плохо работали при низких температурах. Но, в то время как другие отказывались от технологии LFP, несколько китайских аккумуляторных компаний, как, например, Contemporary Amperex Technology Co. Limited, потратили десятилетие на их изучение и смогли сократить разрыв в энергоемкости. Сегодня индустрия электромобилей вновь признает преимущества аккумуляторов LFP, которые по состоянию на сентябрь 2022 года составляли треть всех аккумуляторов для электромобилей.

У Китая есть и ключевое превосходство в производстве аккумуляторов: он контролирует большое количество необходимых материалов. Нельзя сказать, что страна располагает самыми

богатými природными ресурсами для производства батарей, но она располагает большинством мощностей в мире по переработке таких важнейших компонентов, как кобальт, сульфат никеля, гидроксид лития и графит. К настоящему времени другие страны действительно осознали важность материалов для аккумуляторных батарей и подписывают соглашения с Чили и Австралией о получении контроля над рудниками редкоземельных металлов. Но преимущество Китая дало местным компаниям стабильную и проверенную временем цепочку поставок.

Как сейчас выглядит рынок электромобилей в Китае?

В результате в Китае сейчас наблюдается огромный внутренний спрос на электромобили: согласно опросу американской консалтинговой компании AlixPartners, в 2021 году более 50 % китайских респондентов рассматривали в качестве следующего автомобиля EV на аккумуляторах. Это самый высокий показатель в мире и в два раза больше, чем в среднем по миру.

Для этих клиентов существует множество опций китайского производства, включая BYD, SAIC-GM-Wuling, Geely, Nio, Xpeng и LiAuto. В то время как первые три являются примерами компаний, производящих автомобили на бензине, которые успешно перешли на электромобили на ранней стадии, последние три – это стартапы, работающие исключительно с электромобилями, которые менее чем за десять лет превратились из ничего в имена нарицательные. И подъем этих компаний (и других китайских технологических гигантов) совпал с появлением нового поколения покупателей автомобилей, которые не считают китайские бренды менее престижными или худшими по качеству, чем иностранные.

Помогает и то, что китайские производители привносят в маркетинговую стратегию немного национализма.

Могут ли другие страны повторить успех Китая?

Наверняка сейчас многие с завистью смотрят на этот опыт. Но даже если полностью копировать шаг за шагом, повторить его будет непросто. Возникают вопросы: готова ли страна инвестировать в этот сектор, предоставить особую защиту этой отрасли и позволить ей пользоваться чрезвычайно высоким уровнем политического приоритета в течение длительного времени?

Между тем в таких странах, как Индия или Бразилия, традиционная автомобильная промышленность не столь сильна, как в Китае, и у них нет опыта китайского правительства в проведении масштабной промышленной политики с помощью инструментов вроде кредитов, субсидий, соглашений о землепользовании, налоговых льгот и госзакупок. Но пример Китая показывает, что для развивающихся стран электромобили могут стать возможностью обогнать развитые страны.

Экспансия китайских производителей

Впервые в истории китайские электромобильные компании почувствовали, что у них есть шанс выйти за пределы Китая и обрести глобальный статус. Некоторые из них уже выходят на европейский рынок и даже рассматривают возможность экспансии в США, несмотря на местный насыщенный рынок и сложную политическую ситуацию. Китайские автомобили на бензине не могли и мечтать об этом.

Тем не менее, им придется изменить маркетинговый язык и стратегии, адаптироваться к иным техническим стандартам и программным сервисам, а также приспособиться к другим потребительским привычкам и запросам. В нынешних геополитических условиях эти компании также делают себя уязвимыми, заходя во все больше стран, которые не всегда поддерживают хорошие отношения с Китаем.

По этим и другим причинам наибольший потенциал роста, скорее всего, будет исходить от «развивающейся Азии», считает Алисия Гарсия-Эрреро, главный экономист по Азиатско-Тихоокеанскому региону в Natixis. Этот регион будет по-прежнему нуждаться в большем количестве электромобилей для энергетического перехода даже после того, как внутренний рынок Китая насытится. Вот почему акцент Китая на поставках электромобилей дает двойную выгоду: это одновременно снижает потребность Китая в импорте автомобилей из западных стран и создает еще одну долгосрочную экспортную отрасль. Некоторые страны, такие как Индонезия, уже привлекают китайские инвестиции для строительства там заводов по производству электромобилей.

В 2022 году Китай экспортировал 679 тыс. электромобилей, на 120 % больше, чем годом ранее. Нет особых причин сомневаться, что дальше цифры будут только расти. ■

**Источник: rb.ru
Автор: Елена Лиханова**

Ю.А. Башко,
заведующий отделом жилищного хозяйства
Государственное научное учреждение «Институт
жилищно-коммунального хозяйства Национальной
академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь

В.Н. Кецко,
старший преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет»,
г. Минск, Беларусь

К вопросу научно-методического подхода к оценке повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых зданий многоквартирной жилой застройки

УДК 697.34

Аннотация

Представлен краткий анализ мировых тенденций в развитии методологий сравнительной оценки теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых зданий жилищного фонда, определен научно-методический подход к оценке повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых жилых зданий, сформирован алгоритм сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий типовой серии многоквартирной жилой застройки, рассмотрена информативность представленного научно-методического подхода в отношении выявления резервов повышения теплоэнергетических характеристик при исследовании энергоэффективности типовых жилых объектов.

Abstract

A brief analysis of global trends in the development of methodologies for the comparative assessment of the heat and power efficiency of operated housing stock buildings is presented, a scientific and methodological approach to assessing the increase in the heat and power efficiency of operated residential buildings is defined, an algorithm for comparative assessment of the heat engineering characteristics of individual operated buildings of a typical series of multi-apartment residential buildings is developed, the information content of the scientifically presented - methodological approach in relation to identifying reserves for improving heat and power characteristics in the study of energy efficiency of typical residential facilities.

Введение

На шестом Всебелорусском народном собрании были одобрены основные положения «Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021 – 2025 годы», одной из главных целей которой является создание комфортных условий для жизни человека, в том числе путем повышения качества и доступности жилищно-коммунальных услуг [1].

В настоящее время потребителю важно получать нормативные параметры комфорта при минимальных затратах на покупку коммунальных услуг, включая тепло и электроэнергию, и эксплуатационные расходы. Принимая во внимание существенное влияние энергоносителей на величину эксплуатационных затрат в жилищном секторе (доля тепловой энергии в структуре энергопотребления в многоквартирных жилых домах составляет 70 – 85 %) и стоимость коммунальных услуг, особенно в отопительный период, растет практический интерес к повышению энергоэффективности и энергосбережению в жилищной сфере как при новом строительстве, так и в процессе экс-

плуатации, проведении реконструкции, тепловой модернизации жилых домов прошлых периодов строительства [2].

Начиная с 2000-х годов системно ведется работа по повышению энергоэффективности в жилищном секторе, определены методические подходы в проектировании и строительстве жилых зданий, разработаны методы оценки теплотехнических характеристик эксплуатируемых зданий, сформированы законодательная и нормативная базы, ведется разработка новых инновационных технологий и материалов в строительстве.

С 2014 года стало нормой проектирование и строительство жилых зданий класса В и выше по показателю потребления тепловой энергии на отопление и вентиляции.

С одной стороны в последнее десятилетие в мире получила признание теория «здания с нулевым потреблением энергии» (Zero Energy Building (ZEB)), которая была признана основной концепцией на стадии проектирования новых зданий в большинстве стран мира.

С другой – эффективное управление энергопотреблением и интеллектуаль-

ная реконструкция на основе индивидуального подхода к каждому зданию могут существенно повысить энергетические показатели существующего жилищного фонда, что в мировой практике рассматривается как главный фактор снижения энергопотребления.

Эти тенденции к повышению энергоэффективности в жилищном секторе предполагают прогнозирование энергопотребления жилыми зданиями, что представляет собой достаточно серьезную аналитическую задачу и требует выработки адекватных научно-методических подходов для принятия оптимальных решений при выборе соответствующих технологий модернизации в каждом конкретном случае.

С учетом этого рассмотрение возможностей научно-методического подхода к выявлению резервов повышения теплоэнергетической эффективности, сформированного на основе расчетно-измерительного метода определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий, и сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых жи-



лых зданий относительно аналогичных по типу объектов с более низким энергопотреблением актуально.

Научно-методические подходы и предпосылки их применения

Современные алгоритмы выявления резервов повышения энергоэффективности жилых зданий предусматривают расчет затрат тепловой энергии с использованием метода оценки энергопотребления зданий, который является информативным инструментом, обеспечивающим сравнительный индекс энергоэффективности. В мировой практике для оценки потребления энергии зданием в течение определенного периода, нормализованного по площади пола, используется показатель расхода тепловой энергии на единицу площади, известный в ЕС как показатель энергетической эффективности (Energy Performance Indicator (EPI)), или интенсивность использования энергии.

Исходя из этого, основными показателями теплоэнергетической эффективности многоквартирных жилых зданий являются:

- удельный годовой расход энергетических ресурсов, включающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение в расчете на 1 м^2 площади помещений, не отнесенных к общему имуществу;
- удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию в расчете на 1 м^2 площади;
- удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение в расчете на 1 м^2 площади.

Сравнительная оценка теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых многоквартирных жилых зданий типовой серии показывает, что разница между нынешними объемами потребления тепловой энергии и тем новым, более низким уровнем, которого практически можно достичь за счет применения новейших технологий и материалов, является резервом повышения энергоэффективности. При его оценке важен выбор объекта для сопоставления, который обладает наилучшими практически достигнутыми в одинаковых условиях климатизации показателями удельного расхода тепловой энергии.

С учетом этого методология повышения энергоэффективности жилых зданий основывается на системном подходе и учитывает воздействие наружного климата (число градусо-суток отопительного периода (ГСОП)), состояние оболочки здания (фактические показатели сопро-

тивления теплопередаче ограждающих конструкций), поступающую и накопленную (содержащуюся) тепловую энергию внутри объема здания, то есть во внутреннем воздухе, оборудовании, ограждающих конструкциях.

В мировой практике продвижение методологий оценки повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых жилых зданий ведется по двум основным направлениям: методы инженерных расчетов и статистические методы.

Инженерные методологии используют физические законы для определения энергопотребления зданий в целом или на уровне подсистем. Наиболее точные методы определения энергоэффективности требуют применения сложных математических расчетов или создания динамических моделей зданий, учитывающих в качестве входных данных как внешнее климатическое воздействие на оболочку здания, так и внутреннее воздействие систем жизнеобеспечения, а также состояние конструктивных элементов оболочки для получения точных результатов энергопотребления. При этом моделирование энергоэффективности зданий включает программное обеспечение и компьютерные модели с предварительно определенным энергетическим статусом. Также компьютерное моделирование может использоваться для определения различных приложений здания, например, проектирование систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

В мировой практике при оценке энергоэффективности эксплуатируемых зданий жилищного сектора в условиях мониторинга большого количества энергопотребляющих объектов и ограниченных ресурсов, когда объективные оценки состояния фактического энергопотребления зданий используются для выявления общей картины по всей жилой застройке (городу), широкое применение находят механизмы и методы вероятностных прогнозных результатов.

При этом объективные статистические данные в оценках потенциала энергосбережения являются удобным инструментом для использования фактических экспериментальных данных и приближенных статистических методов.

Статистические методы построены на использовании архивированных данных о состоянии оболочки и потреблении энергии эксплуатируемым зданием. Для моделирования энергопотребления и энергоэффективности зданий наиболее часто применяют методы регрессионного анализа. Эти модели также называются суррогатными моделями, поскольку они используют

преимущества реально существующих данных, а не полагаются на результаты, полученные на основании теоретических расчетов, как в инженерных методах, что в дальнейшем позволяет обеспечить возможность широкого применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения (например, нейронные сети).

Точность данного подхода позволяет количественно оценить возможный достижимый потенциал энергосбережения при разработке Программ комплексного развития городов и регионов с определением их временных и стоимостных параметров, где потенциал энергосбережения зданий необходимо учитывать при разработке и реконструкции систем энергоснабжения [2].

Рассмотрим информативность выбранных научно-методических подходов к выявлению резерва повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых жилых зданий.

Результаты и их обсуждение

Сегодня исследователями широко используются различные, в том числе стандартизированные статистические методы и подходы для определения энергопотребления эксплуатируемых жилых зданий и жилищного фонда в целом на основе различных методов энергетического моделирования. Этому аспекту посвящен цикл исследований, проводимых европейскими авторами. В работе [3] предлагается классифицировать энергетические модели в подходах «снизу – вверх» и «сверху – вниз». Модели «снизу – вверх» считаются приемлемым инструментом сценарного анализа для оценок эффективности выработанной энергетической политики. Восходящие модели могут быть либо статистическими, либо основанными на методах строительной физики. По мнению исследователей, энергопотребление жилых помещений может быть оценено триединым подходом на основе сочетания методов строительной физики, эмпирических данных и сведений об эксплуатации жилого здания. Отдельными исследователями [4] для моделирования энергопотребления жилых зданий выделяются три варианта: инженерные методы, нейронные сети и анализ «обусловленного спроса». Инженерные методы рассматриваются как методы, основанные на законах строительной физики, включающие выборку репрезентативных зданий жилищного фонда и применение модели для оценки энергоэффективности здания.

В европейских странах широкое применение находят методологии сравни-

тельной оценки, основанные на выборе эталонных зданий из типовых представителей строительного фонда [5, 11]. На их основе разрабатываются концепции по типологии зданий, которые находят применение для оценки энергетических показателей европейского фонда жилых зданий и определения эффективности мер по энергосбережению и потенциальной экономии энергии [12].

Некоторые исследователи используют процедуры для сравнения данных расчетного энергопотребления с фактически измеренным потреблением энергии, полученным при энергетическом обследовании, для определения разницы между двумя методами оценки. Исследования, направленные на сравнение расчетного и фактического энергопотребления выборки школ, офисов и жилых зданий в провинции Турин (Италия) показали, что наибольший разрыв в результатах получен для жилых зданий (около 40 %). Исследования по сравнению результатов энергопотребления, полученных квазистационарным методом расчета, в сравнении с результатами фактического потребления энергии показали, что расчетные стандартизированные энергетические показатели примерно на 35 % выше, чем реальное потребление энергии. Исследования с использованием восходящей энергетической модели строительного фонда обнаружили разрыв примерно в 32 % между смоделированной оценкой и официальной статистикой для отдельно стоящих домов. Сопоставление и анализ рассчитанных энергетических показателей с измеренным энергопотреблением 3400 домов в Германии показал, что при прогнозируемых энергетических показателях около 300 кВт·ч/м², реальное потребление энергии на 40 % ниже. При прогнозируемых энергетических показателях в 150 кВт·ч/м² реальное энергопотребление на 17 % ниже.

В большинстве европейских стран одним из ограничений построения физических моделей состояния энергопотребления строительных фондов является отсутствие данных для определения структуры модели. В некоторых работах [13] подчеркивается существенное влияние степени заселенности на энергетические показатели. Этот вопрос остается открытым, особенно если речь идет о строительном фонде в целом.

Итальянскими исследователями представлена [14] новая методология эффективного восходящего энергетического моделирования, которая направлена на оценку текущей энергетической эффективности жилищного фонда. Модель создана в соответствии с проектом IEE-EPISCOPE (Схемы отслежива-

Таблица 1. Основные методы оценки потенциала экономии энергии в многоквартирных домах

Метод оценки	Форма сбора данных	Качество прогнозной оценки экономии расходов на энергию	Расходы на получение оценки
1	2	3	4
Метод аналогов	Поиск данных по аналогичным многоквартирным домам	Недостаточно точная оценка. Зависит от перечня мер, но только для типового многоквартирного дома	Невысокие
Метод рейтинга (бенчмаркинга) и типологии зданий по уровню энергоэффективности	Поиск данных по аналогичным многоквартирным домам с учетом данных об их удельных расходах на энергоснабжение, определение удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию отдельных многоквартирных зданий для расчетных условий стандартизованными, упрощенными методами	Умеренная точность. Зависит от базового уровня потребления. В качественных типологиях зависит и от перечня мер, но только для типового многоквартирного дома	Более высокие расходы, более эффективен с разработкой «концепции разбивки по типологии» многоквартирных домов
Использование «калькулятора»	Сбор детальных данных многоквартирных домов. Менее затратный для типовых серий	Более высокая точность. Соответствует перечню мер и показаниям приборов учета для данного многоквартирного дома	Умеренные расходы на сбор данных по данному многоквартирному дому
Методы искусственного интеллекта и средства машинного обучения	Автоматизированный сбор детальных данных многоквартирных домов	Высокая точность, соответствует точности показаний приборов учета	Расходы на сбор данных по данному многоквартирному дому выше умеренных
Проведение энергетического обследования	Сбор детальных данных и проведение диагностических измерений на данном многоквартирном доме	Еще более высокая точность. Перечень мер и оценки эффектов соответствуют особенностям многоквартирных домов	Существенно более высокие стоимость и трудозатраты

ния показателей энергоэффективности для непрерывной оптимизации процессов реконструкции в европейских жилищных фондах, 2013 – 2016 гг.), в рамках которого была разработана система надежных данных и четко сформулированы допущения модели. Модель, примененная к региону, основана на статистических данных и использует подход типологии зданий. Энергетическая эффективность рассчитывается с помощью квазистационарного метода. Получено соотношение между расчетным и реальным энергопотреблением. Модель позволяет разбить фонд жилых зданий на подмножества, чтобы определить основной потенциал энергосбережения в конкретных условиях.

В этом контексте российские исследователи [15] для получения надежной оценки потенциала экономии энергии в здании и формирования пакета мер по снижению энергопотребления многоквартирных домов предлагают использовать четыре основных метода оценки

потенциала экономии энергии в многоквартирных домах:

- метод аналогов;
- метод рейтинга (бенчмаркинга) и типологии зданий по уровню энергоэффективности;
- использование программных комплексов (калькуляторов), например, «Помощника ЭКР», который оценивает объемы экономии энергии на базе Методики модельного расчета достижения экономии затрат на коммунальные ресурсы в результате выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в составе работ по капитальному ремонту;
- оценка возможной экономии энергии по результатам энергетического обследования многоквартирных домов.

В последние годы в мировой практике все более широкое применение в энергетическом анализе, оценке и бенчмаркинге жилых зданий находят методы искусственного интеллекта в целом и машинного обучения в частности [16].

Методы машинного обучения представляются как подмножество искусственной непримиримости и обеспечивают возможность обучения на полученных статистических данных с использованием компьютерных алгоритмов. Эта концепция тесно связана с вычислительной статистикой, поэтому данные методы также можно рассматривать как подкатегорию статистического моделирования.

Принимая во внимание широкое использование при проведении энергетического анализа искусственного интеллекта, стандартизированных упрощенных методов измерения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для расчетных условий, основные характеристики статистических методов оценки потенциала экономии энергии в многоквартирных домах, предложенные российскими исследователями [15], следует дополнить «концепцией машинного обучения» в качестве одного из основных методов оценки потенциала экономии энергии в многоквартирных домах, а также стандартизированными упрощенными методами измерения удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных зданий для расчетных условий как одной из форм сбора данных.

С учетом этого в таблице 1 представлены характеристики основных методов оценки потенциала экономии энергии в многоквартирных домах, формы сбора данных, качество прогнозной оценки и расходы на ее получение.

Предлагаемый научно-методический подход сравнительной оценки теплотехнических характеристик эксплуатируемых зданий основан на применении стандартизированного метода определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий для расчетных нормализованных условий [17] с использованием архивированных статистических данных о состоянии оболочки и потреблении энергии зданием за анализируемый период, с учетом его типологии и климатических условий эксплуатации.

Сравнительная оценка теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий типовой серии основывается на системном анализе здания как единой энергетической системы, включающей ряд подсистем (оболочка здания, системы энергоресурсоснабжения) [18], а выявление резерва повышения энергоэффективности жилых зданий и их подсистем определяется соотношением между реальным энергопотреблением сравниваемых зданий с наилучшими объектами данной типовой серии.

Алгоритм сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий типовой серии многоквартирной жилой застройки включает:

1. Выбор продолжительности анализируемого периода.

2. Сбор исходных данных:

- определение статистической выборки сравниваемых домов с учетом года ввода их в эксплуатацию, класса энергоэффективности, состояния по результатам проведения капитальных ремонтов и тепловой модернизации;

- получение основных паспортных характеристик зданий статистической выборки, необходимых для расчета удельного потребления тепловой энергии;

- получение данных учета по годовым расходам энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение в части расходов на общедомовые нужды объектов выборки;

- определение температуры наружного воздуха за анализируемый период.

3. Осуществление приближенного расчетно-экспериментального определения энергоэффективности жилых объектов (расчет удельного расхода тепловой энергии (ТЭ) на отопление и вентиляцию (ОВ) здания при нормализованных условиях эксплуатации) идет по упрощенной методике в соответствии методом определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий [17].

4. Проведение сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий типовой серии по удельному расходу ТЭ на ОВ здания при нормализованных условиях эксплуатации.

Сравнительная оценка теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий из типовой серии основывается на системном анализе здания как единой энергетической системы [18].

С учетом того, что эксплуатируемые здания значительное время функционируют с выбранной на стадии проектирования и строительства общей архитектурно-планировочной концепцией, при повышении энергоэффективности, выбор оптимальной совокупности взаимосвязанных инновационных архитектурных и инженерно-технических решений может быть связан с рядом ограничений. При этом, когда ставится задача сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых зданий и объектов с более низким энергопотреблением в рамках заданных ограничений, для определения относительной оценки энергоэффективности зданий целесообразно воспользоваться

показателем удельной тепловой энергоэффективности (η), который характеризует степень отличия сравниваемого здания или его подсистем от здания, наиболее энергоэффективного в тепловом отношении:

$$\eta = \frac{q_{h \min}^a}{q_h^a}, 0 < \eta \leq 1 \quad (1)$$

где

$q_{h \min}^a$ – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию наиболее энергоэффективного здания при нормализованных условиях эксплуатации, кВт·ч/м²;

q_h^a – удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию сравниваемого здания или принятого к тепловой модернизации здания при нормализованных условиях эксплуатации, кВт·ч/м².

При этом величина η изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе величина η к 1, тем ближе выбранные инженерно-технические решения к оптимальным, позволяющим минимизировать эксплуатационные затраты на климатизацию здания. Максимальная тепловая эффективность достигается при $\eta=1$.

Кроме сравнительной оценки энергетической эффективности эксплуатируемых зданий типовых серий данный подход дает возможность определения основного потенциала энергосбережения в разрезе одной типовой серии зданий в конкретных условиях эксплуатации, а также, разбив фонд жилых зданий на подмножества, масштабировать результаты в рамках укрупненного анализа энергетического состояния жилищного фонда региона.

Анализ проведения сравнительной оценки теплоэнергетических характеристик на примере эксплуатируемых многоквартирных жилых зданий башенного типа показывает информативность выбранных научно-методических подходов к выявлению резерва повышения теплоэнергетической эффективности зданий данного типа.

В соответствии с рассмотренным алгоритмом, оценка энергоэффективности отдельных эксплуатируемых зданий из типовой серии многоквартирной жилой застройки осуществлялась на основании фактического потребления тепловой энергии в анализируемый период, который составляет не менее трех отопительных периодов. В процессе исследований в качестве анализируемых выбраны три отопительных периода (2019 – 2020 гг., 2020 – 2021 гг., 2021 – 2022 гг.) и четыре календарных года (2019, 2020, 2021 и 2022 гг.).

Сбор данных для сравнительной оценки энергоэффективности включал определение статистической выборки сравниваемых домов, получение основ-

ных паспортных характеристик зданий статистической выборки, данных помесячного учета по годовым расходам энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также температуру наружного воздуха за анализируемый период.

Исследованиями установлено [19], что эксплуатируемые многоквартирные высотные здания башенного типа в сравнении с многоквартирными домами других серий индустриального домостроения при равных параметрах строительных конструкций, учитывая внешние климатические воздействия, теряют через оболочку на 25 % теплоты больше.

С учетом этого в качестве объекта исследования по определению возможности повышения энергоэффективности многоквартирных зданий были выбраны односекционные 19-этажные многоквартирные жилые дома башенного типа, индустриального домостроения, одной типологии, серии М111-90 и представлены энергоэффективным зданием второго поколения 2017 года постройки (г. Минск ул. М. Пташука д. 1), зданием переходного периода 2000 года постройки (г. Минск ул. Могилевская д. 16/5) и новым зданием 2020 года (г. Минск ул. М. Лосика д. 16), построенным в соответствии с новой нормативной базой. Все рассмотренные здания находятся на различных этапах эксплуатации в Минске.

Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых выбранных зданий осуществлялось применением упрощенного стандартизированного метода [17] с использованием архивированных статистических данных о состоянии оболочки и потреблении энергии зданием за анализируемый период и с учетом климатических условий эксплуатации.

Основные конструктивные особенности жилых домов и геометрические характеристики зданий определялись на основании паспортных данных.

Следует отметить, что все жилые дома индустриального домостроения рассмотренных серий имеют теплые чердаки и технические подполья для прокладки инженерных коммуникаций. Для обеспечения нормативных параметров температуры на потолке последнего жилого и первого этажей уточняются значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций технических этажей. Для чердака – это стены и покрытия (по расчету, исходя из условия обеспечения перепада между температурой пола и температурой воздуха помещений первого этажа не более 0,8 °C и отсутствия конденсата на вну-

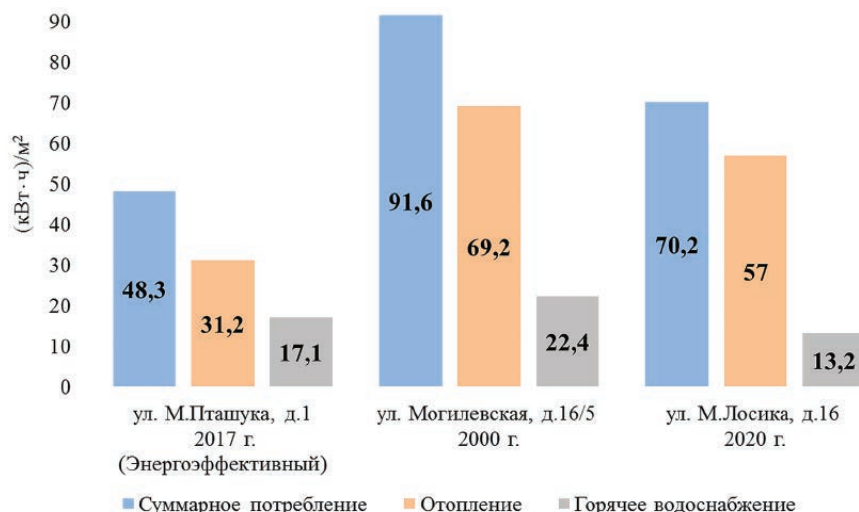


Рис. 1. Удельные расходы тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение 19-этажных зданий серии М111-90 за отопительный период

тренних поверхностях ограждающих конструкций), для техподполья – стены и перекрытия над ним (по расчету, исходя из условия обеспечения перепада между температурой потолка и температурой воздуха помещений последнего этажа не более 0,8 °C и отсутствия конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций). Для каждой серии жилых домов эти значения определяются конструкцией и толщиной наружных стен. Термическое сопротивление покрытий и перекрытий над техподпольями принимается на основании расчетов (с учетом этажности и заглубления цоколя).

В настоящее время вновь вводимые в эксплуатацию жилые дома индустриального домостроения приоритетных серий должны обеспечивать удельное потребление тепловой энергии на отопление здания не более 60 кВт·ч/м² в год. При нормативном сопротивлении теплопередаче наружных стен не менее 3,2 °C·м²/Вт, заполнения световых проемов, соответственно, 1 °C·м²/Вт.

Реальное энергопотребление выбранных зданий, последние доступные данные об учете помесячного фактического потребления тепловой энергии зданием на отопление, вентиляцию (ОВ) и горячее водоснабжение (ГВС) за анализируемый период были получены из архивов единого расчетного справочного центра г. Минска (ЕРСЦ).

Данные о температуре наружного воздуха определялись по архивным данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды».

Для упрощения проведения оценки расчеты удельного расхода ТЭ на ОВ здания с ГВС при нормализованных услови-

ях эксплуатации за отопительный период производили по каждому из исследуемых зданий с близкими значениями параметров строительных конструкций. Результаты усредненных значений удельного расхода ТЭ на ОВ здания с ГВС представлены в виде диаграмм удельного расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение 19-этажных домов серии М111-90 (рисунок 1).

При этом энергоэффективный многоквартирный дом серии М111-90 башенного типа с близкими значениями параметров строительных конструкций, нормативным сопротивлением теплопередаче наружных стен не менее 3,4 °C·м²/Вт (дает возможность сэкономить до 11 кВт·ч/м² в год), заполнением световых проемов, соответственно, 1 °C·м²/Вт (позволяет сэкономить до 10 кВт·ч/м² в год) [15, 20] обладает наилучшими показателями энергоэффективности и может обеспечить уровень энергопотребления на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение порядка 30 – 40 кВт·ч/м² в год за отопительный период.

Для сравнительной оценки теплотехнических характеристик эксплуатируемых зданий данного типа, определения относительной оценки энергоэффективности рассмотренных зданий, воспользуемся показателем удельной тепловой энергоэффективности (η).

Показатель удельной тепловой энергоэффективности здания переходного периода 2000 года постройки составляет порядка 0,5 относительно наиболее эффективного в тепловом отношении энергоэффективного здания, а показатель удельной тепловой энергоэффективности нового здания 2020 года постройки – порядка 0,6 относительно энергоэффективного здания.

Величина показателя удельной тепловой энергоэффективности здания изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе величина показателя к 1, тем ближе выбранные инженерно-технические решения к оптимальным, позволяющим минимизировать эксплуатационные затраты на обеспечения комфорта здания уровня наиболее эффективного в тепловом отношении. Максимальное соответствие тепловой эффективности здания энергоэффективному дому достигается при $\eta = 1$.

Исследования показывают, что при сопоставимых характеристиках конструктивных элементов оболочки зданий, энергопотребление сооружений нового строительства может быть снижено до 30 и более % за счет внутренних тепловых резервов использованием инновационных систем теплообмена и рекуперации тепла.

Тепловая модернизация (повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций оболочки) зданий старой постройки дает возможность повышения их энергоэффективности на 10 и более кВт·ч/м² в год.

Углубленный расчет показывает, что обобщенно принимая среднюю отапливаемую площадь односекционного многоквартирного дома башенного типа примерной площадью 5000 м², при минимальном повышении энергоэффективности на 10 кВт·ч/м² в год возможно достигнуть годовой экономии порядка 50 тыс. кВт·ч тепловой энергии на одном доме. С учетом того, что в Беларуси эксплуатируется 318 таких зданий [21], предполагается в целом по республике возможность годовой экономии 15,9 млн кВт·ч (примерно 2000 т у.т.) энергии лишь только в разрезе одного типа многоквартирных домов.

Таким образом, рассмотренный научно-методический подход может иметь перспективы применения в качестве средства анализа потенциала энергосбережения как в разрезе одного эксплуатируемого жилого дома, так и одной типовой серии зданий в конкретных условиях эксплуатации, а также энергетического состояния жилищного фонда региона, разбив фонд жилых зданий на подмножества и масштабировав результат.

Заключение

Сформированный на основе упрощенного стандартизированного метода определения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию эксплуатируемых жилых зданий научно-методический подход к оценке повышения теплоэнергетической эффективности эксплуатируемых жилых зданий информативен в отноше-

нии выявления резервов повышения теплоэнергетических характеристик при исследовании энергоэффективности типовых жилых объектов и может быть направлен на оценку текущей энергетической эффективности существующего жилищного фонда.

Практический опыт интерпретации результатов сравнительной оценки теплотехнических характеристик отдельных эксплуатируемых жилых зданий относительно аналогичных по типу объ-

ектов с более низким энергопотреблением, положенный в основу научно-методического подхода, может позитивно повлиять на принятие решения о реализации соответствующих мероприятий по тепловой модернизации, которые характеризуют отличие принятого к тепловой модернизации здания от здания, наиболее энергоэффективного в тепловом отношении. ■

Статья поступила
в редакцию 09.08.2023 г.

Список литературы

1. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы : Указ Президента Респ. Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – 2021. – 1/19834.
2. Рассказов, А. В. Оценка потенциала энергосбережения в жилых зданиях на основе проведения экспресс-энергоаудита / А. В. Рассказов // https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php. – Дата доступа: 09.04.2023.
3. Kavcic, M. A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector / Kavcic, M., Mavrogiani, A., Mumovic, D., Summerfield, A., Stevanovic, Z., Djurovic-Petrovic, M. // *Build. Environ.* – 2010. – № 45. – P. 1683–1697.
4. Aydinalp-Koksal, M. Comparison of neural net-work, conditional demand analysis, and engineering approaches for modeling end-use energy consumption in the residential sector / Aydinalp-Koksal, M., Ugursal, V.I. // *Appl. Energy*. – 2008. – № 85. – P. 271–296.
5. Brandão de Vasconcelos, A. Portuguese approach to define reference buildings for cost-optimal methodologies / Brandão de Vasconcelos, A., Duarte Pinheiro, M., Manso, A., Cabaço, A. A. // *Appl. Energy*. – 2015. – № 140. – P. 316–328.
6. Filogamo, L. On the classification of large residential buildings stocks by sample typologies for energy planning purposes / Filogamo, L., Peri, G., Rizzo, G., Giacccone, A. // *Appl. Energy*. – 2014. – № 135. – P. 825–835.
7. Dascalaki, E. Typology Approach for Building Stock Energy Assessment. Main Results of the TABULA Project. Final Project Report / Dascalaki E., Balaras C.A., Drousta K., Kontoyiannidis S., Zavri M.S., Rakušćek A., Corrado V., Corgnati S.; Ballarini, I., Roarty, C. et al. // Institut Wohnen und Umwelt GmbH: Darmstadt, Germany. – 2012.
8. Corgnati, S.P. A method for heating consumption assessment in existing buildings: A field survey concerning 120 Italian schools / Corgnati S.P., Corrado V., Filippi M. – *Energy Build.* – 2008. – № 40. – P. 801–809.
9. Tronchin, L. A round Robin test for buildings energy performance in Italy / Tronchin L., Fabbri K. – *Energy Build.* – 2010. – № 42. – P. 1862–1877.
10. Tuominen, P. Calculation method and tool for assessing energy consumption in the building stock / Tuominen P., Holopainen R., Eskola L., Jokisalo J., Airaksinen M. – *Build. Environ.* – 2014. – № 75. P. 153–160.
11. Sunikka-Blank, M., Galvin, R. / Introducing the prebound effect: The gap between performance and actual energy consumption // *Build. Res. Inf.* – 2012. – № 40. P. 260–273.
12. Firth, S.K. Targeting household energy efficiency measures using sensitivity analysis / Firth S.K., Lomas K.J., Wright A.J. – *Build. Res. Inf.* – 2010.
13. Patiño-Cambeiro, F. Perspectives on the near ZEB renovation projects for residential buildings: The Spanish case / Patiño-Cambeiro F., Armesto J., Patiño-Barbeito, F., Bastos, G. // *Energies*. – 2016. – № 9. – P. 628.
14. Балларини И., Коррадо В. Новая методика оценки энергопотребления строительных фондов И. Балларини, В. Коррадо В. // https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9259ac87-63bbc623-aalab23c-74722d776562/, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-energy-model>. – Дата доступа: 09.04.2023.
15. Оценка потенциала энергосбережения для конкретного МКД.pdf // <https://brat6.ru/upload/iblock/pdf>. Дата доступа: 09.04.2023.
16. Башмаков, И. А. Использование бенчмаркинга и калькуляторов при экспресс-оценке потенциала энергосбережения в зданиях / И. А. Башмаков // *Энергосбережение*. – 2020. – № 8.
17. Данилевский, Л. Н. Сравнительный анализ методов определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий / Л. Н. Данилевский, Л. Н. // Архив С.О.К. – 2017. – № 8. / <https://www.c-o-k.ru/articles/sravnitelnyy-analiz-metodov-opredeleniya-teploenergeticheskikh-kharakteristik-ekspluatiruemykh-zdaniy>. Дата доступа: 09.06.2023.
18. Табунщиков, Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродяч // АВОК-ПРЕСС. – Москва. – 2002. / <https://mpk.ua/wp-content/uploads/2021/0/%20avok-tabunschikov.pdf>. Дата доступа 09.06.2023.
19. Соколовский, Л.В. Некоторые особенности при проектировании оболочки здания с почти нулевым потреблением энергии (в помощь проектировщику) / Л. В. Соколовский. – Полиграфт. – Минск. – 2013. – 22 с.
20. Чэнь Лина, Современные энергоэффективные здания / Чэнь Лина, Т. П. Билюшова / <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-energoeffektivnyye-zdaniya>. Дата доступа: 09.06.2023.
21. Жилищный фонд. Годовые данные / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/zhilischnyye-usloviya/> <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/zhilischnyye-usloviya/>. Дата доступа: 08.04.2023.

Модернизация окрасочного производства в ОАО «Витязь»

ОАО «Витязь» проводит работы по модернизации энергоемкого технологического процесса нанесения декоративно-защитных покрытий путем перехода с технологии окраски лакокрасочными покрытиями на основе летучих растворителей на технологию нанесения полимерных порошковых покрытий.

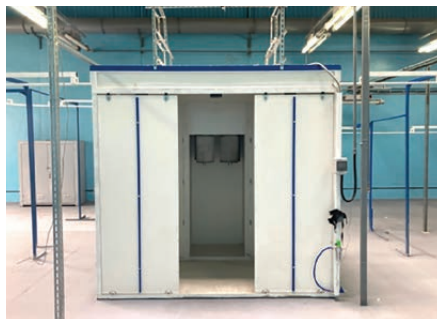
В ходе анализа предложений поставщиков сделан выбор в пользу оборудования отечественного производства в составе окрасочной камеры, камеры полимеризации и транспортной системы с опорными мачтами. Для его размещения организован новый производственный участок. К настоящему времени все установки смонтированы, ведутся пусконаладочные работы.

В результате реализации проекта на предприятии будет кардинально изменен техпроцесс окраски, внедрено более энергоэффективное по сравнению с ранее используемыми окрасочной камерой типа ОК-1 и сушильным шкафом УС-3 современное оборудование.

Экономический эффект от модернизации планируется достичь за счет следующих факторов:

1) отсутствие гидросистемы, состоящей из центробежного насоса 2,2 кВт, гидрофильтров и регуляторов количества циркуляционной воды, необходимой для очистки воздуха от паров растворителя и краски, концентрирующихся в камере во время окраски лакокрасочными покрытиями на основе летучих растворителей;

2) менее энергоемкая система вентиляции, экологически чистый и безотходный процесс фильтрации излишков не осевшего на изделие порошка из потока воздуха фильтрами тонкой очист-



ки и дальнейшее повторное его использование;

3) снижение энергоемкости процесса сушки с 1 часа до 15–20 минут при подводе мощности в 14–17 кВт и снижение времени выхода сушильной камеры в установившийся режим 180°C за менее чем 20–25 минут – при подводе мощности в 24 кВт;

4) увеличение рабочего объема новой сушильной камеры до 5,175 м³ (ранее 2 м³). Это позволило в два раза увеличить количество загружаемых изделий на один цикл сушки, снижая общие энергозатраты, ранее требовавшиеся на повторный прогрев и дополнительный цикл, при том же количестве готовых изделий;

5) увеличение точности регулирования и поддержания заданной температуры в сушильной камере до +/- 1°C за счет цифрового терморегулятора ТРЦ-3ФТ1, позволяющего измерять



и стабилизировать температуру цикла по 9 программам регулирования, хранящимся в энергонезависимой памяти прибора;

6) уменьшение затрат на перемещение изделий между технологическими операциями путем размещения нового окрасочного участка на первом этаже производственного корпуса № 2, в котором на данный момент максимально сконцентрирован весь цикл основного производства. Данное решение позволяет снизить энергозатраты, ранее возникавшие в связи с необходимостью перевозки заготовок под окраску на электрокарах (по улице) между производственными корпусами и доставки их на второй этаж грузовыми лифтами и обратно.

Реализация мероприятия осуществляется за счет собственных средств предприятия. Капиталовложения на закупку основного оборудования составили 33 тыс. рублей. Ожидаемая экономия топливно-энергетических ресурсов после внедрения мероприятия 7 т у.т. Срок окупаемости – порядка 9 лет. ■

Е.В. Скоромный,
главный специалист
ИЭО Витебского областного
управления по надзору
за рациональным
использованием ТЭР

● Энергосмесь ●

Четыре гигантских ветропарка построят на юге Казахстана

Об этом на Международном экономическом форуме, который прошел в июне 2023 года в столице республики сообщил глава АО «Самрук-Казына» (инвестиционного холдинга, созданного для повышения национального благосостояния Казахстана и проведения работ по модернизации его экономики) Нурлан Жакупов. Мощность каж-

дого из ветропарков может достичь 1 ГВт электроэнергии. «С эмиратским Masdar заключено Соглашение о сотрудничестве по реализации проекта строительства ВЭС мощностью 1 ГВт в Жамбылской области. Аналогичные календарные планы мероприятий приняты по проекту ветровых электростанций на 1 ГВт в Жамбылской области совмест-

но с китайской China Power International Holding. Кроме того, мы договорились с Power China о расширении проекта ВЭС в Алматинской области», – пояснил Нурлан Жакупов.

К слову, сейчас совокупная производительность всей возобновляемой энергетики в стране составляет чуть менее 2,5 ГВт. Углеродной нейтральности



Казахстан планирует достичь к 2060 году. ■

eenergy.media

**XXVII БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

energyexpo.by

ENERGY EXPO

ЭНЕРГЕТИКА
ЭКОЛОГИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ЭЛЕКТРО

green
industry

ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

etrans

САЛОН
ИННОВАЦИОННОГО
ТРАНСПОРТА

17-20.10.2023

Минск, пр. Победителей, 20/2