



декабрь 2021

ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Системный подход в повышении энергоэффективности предприятия

**Поздравляем
с Новым
2022 годом
и Рождеством!**

*С уважением,
коллектив компании
Филтер*



FILTER

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

**Об изменениях
в порядке
нормирования ТЭР**

Стр. **8**

**Системный подход
в повышении
энергоэффективности предприятия**

Стр. **16**

**Принципы экономики
замкнутого цикла
в строительстве**

Стр. **18**

**Развитие
возобновляемой
энергетики в Китае**

Стр. **23**

Развитие возобновляемой энергетики в Китайской Народной Республике и его геополитические аспекты.

Часть 1

с. 23–25





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

№12 (290) декабрь 2021 г.

Учредители:

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

Редакция:

Главный редактор Л.В. Шенец
Начальник отдела Ю.В. Шилова
Редактор Д.А. Станюта
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка А.В. Филипович

Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

В.М.Полюхович, к.т.н.

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

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск,
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

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

Журнал зарегистрирован Министерством информации Рес-
публики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публику-
емые материалы отражают мнение их авторов. Редакция
не несет ответственности за содержание рекламных мате-
риалов. Перепечатка 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 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 16.12.2021. Заказ 2693. Тираж 905 экз.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравления с Днем энергетика и Новым годом

2 Ю.В. Назаров, В.Б. Татарицкий

3 В.Т. Крецкий, Л.В. Шенец

Итоги года

4 Первый год работы БелАЭС
на страницах журнала
«Энергоэффективность»
Д.А. Станюта

Электротранспорт

7 За год в Беларусь было ввезено
всего 22 новых электромотоцикла.
Остальные – подержанные
thinktanks.by

Нормирование расхода ТЭР

8 Об изменениях в порядке
нормирования ТЭР
в связи с изменениями в законе
«Об энергосбережении»
С.М. Заграбанец, М.В. Митюшева

Энергосмесь

9 Годовой прирост мощностей
солнечной энергетики впервые
превысит 200 ГВт в 2022 году

Энергосберегающее оборудование

10 Опыт применения
энергосберегающей технологии
И.И. Жуковский, О.А. Корзун,
Т.А. Баранова, Ю.В. Жукова,
А.Д. Чорный, ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ»

16 Системный подход
в повышении энергоэффективности
предприятия
Евгений Иванчиков, Алина Алейникова,
Егор Николаев, Алексей Матявин,
Анна Мартинчук, СЗАО «Филтер»

Вести из регионов

12 Пинский водоканал расширяет
использование тепловых насосов

12 Подводим итоги работы по
экономии ТЭР за год
Ф.Е. Шнитовский, О.Е. Колесникова

13 С тепловозной – на электротягу
В.В. Новик

13 Пароводяные струйные
теплообменники
в ОАО «Витебскдрев» заменили
на современный кожухотрубчатый
Д.А. Петровский

14 Применение технологического
процесса бестранспортных
вскрышных работ в ОАО «Доломит»
Е.В. Скоромный, С.А. Василевич

15 В ОАО «Красносельскстрой-
материалы» реализован
крупный инвестпроект
по замещению
природного газа торфом

15 Энергоисточник на местных ТЭР
введен в эксплуатацию
в Большой Берестовице

Энергоэффективный дом

18 Опыт Европейского Союза
по реализации потенциала
циркулярной экономики
для строительного сектора
С.А. Левченко, А.В. Орлов

Автоматизированные системы

22 Измерить, чтобы
контролировать: зачем
предприятиям решения
для энергомониторинга
А1

Научные публикации

23 Развитие возобновляемой
энергетики в Китайской Народной
Республике и его геополитические
аспекты. Часть 1
О.А. Кучинский, Академия
управления при Президенте
Республики Беларусь

26 Комплексный подход
к реализации проекта
концепции «дом нулевой
энергии» в условиях Республики
Беларусь
В.О. Китиков, Ю.А. Башко,
ГНУ «Институт жилищно-
коммунального хозяйства
Национальной академии наук
Беларуси»

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

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

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

УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

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

Дорогие друзья!

От имени Правительства Республики Беларусь поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем энергетика.

Энергетический комплекс – важнейшая отрасль экономики, от функционирования которой зависит эффективная работа предприятий и социальных объектов, комфорт и уют в каждом доме.

Благодаря вашему профессионализму, глубоким знаниям, ответственности и нацеленности на результат сегодня успешно решаются поставленные перед отраслью задачи, главная из которых – надежно и бесперебойное энергоснабжение потребителей.

Для энергетиков 2021 год прошел под эгидой 90-летия белорусской энергоси-



стемы. Эта юбилейная дата ознаменована значимыми профессиональными достижениями. Самым масштабным проектом стало строительство Белорусской атомной

электростанции. Реализованы высокотехнологичные проекты по модернизации генерирующих мощностей, внедрению современных цифровых технологий, развитию электросетевой инфраструктуры.

Особые слова благодарности заслуживают ветераны отрасли. Ваш богатый опыт и разносторонние знания востребованы молодым поколением, которое продолжает лучшие трудовые традиции в различных сферах энергетики.

Желаю вам крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых успехов на благо нашей страны.

**Заместитель Премьер-министра
Республики Беларусь
Ю.В. Назаров**

Уважаемые коллеги!



В преддверии Дня энергетика, в канун нового 2022 года поздравляю всех, кто причастен к реализации государственной политики в сфере энергосбережения, с этими праздниками.

Беларусь по праву считается первопроходцем в области энергосбережения и повышения энергоэффективности среди постсоветских стран. Сегодня по уровню энергоемкости валового внутреннего продукта страна стремится к сближению со среднемировым значением этого показателя.

В стране сформировался системный, целенаправленный курс на энергосбережение. При имеющем-

ся дефиците собственных энергоресурсов, а также в условиях роста цен на энергоносители и обязательств по сокращению выбросов парниковых газов деятельность законодательной и исполнительной власти, производителей и потребителей топливно-энергетических ресурсов направлена на оптимальное развитие и функционирование экономики для обеспечения конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

Обеспечение и укрепление энергетической безопасности и независимости за счет повышения энергоэффективности и увеличения использования собственных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии, является одним из приоритетов развития страны.

Вступив в мировой клуб государств, использующих энергию мирного атома, Беларусь получила экологически чистый источник энергии, который снизит зависимость страны от углеводородного сырья.

Уже сегодня значительная доля топливно-энергетических ресурсов экономится благодаря выполнению энергосберегающих мероприятий в отраслях, а существенный потенциал полученного эффекта

дает основание рассчитывать на дальнейшее укрепление экономики Республики Беларусь и повышение на этой основе уровня жизни населения, сохранение безопасности и суверенитета страны.

В новом году мы продолжим энергосберегающий путь социально-экономического развития, технического перевооружения, цифровизации и широкомасштабного внедрения современных высокоэффективных технологий.

В эти праздничные дни желаю вам и вашим близким оптимизма, новых профессиональных достижений и открытий, мира и благополучия, крепкого здоровья, семейного уюта и отличного настроения!

**Председатель Государственного
комитета по стандартизации
Республики Беларусь
В.Б. Таталицкий**

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

Примите мои самые теплые поздравления с профессиональным праздником – Днем энергетика, а также с наступающим Рождеством и Новым годом!

Системная работа по энергосбережению позволила динамично снижать энергоемкость отечественного ВВП. Эффективность нашей с вами работы подтверждается и данными Международного энергетического агентства, согласно которым в период с 1995 года (года отсчета реализации первой республиканской программы по энергосбережению) по 2019 год энергоемкость ВВП Беларуси снизилась на 66 процентов, что более чем в 2 раза интенсивнее, чем снижение энергоемкости ВВП среднемирового значения – 31 процент.

Вместе с тем энергоемкость ВВП в республике на 27 процентов выше, чем в среднем в мире, и в 1,6 раза выше уровня развитых стран, что свидетельствует о необходимости дальнейшего поддержания курса на повышение энергоэффективности отечественной экономики.

Безусловное выполнение Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы потребует активного участия каждого из нас уже с первых дней нового 2022 года, усилий всех отраслей экономики, бизнеса, органов государственной власти, представителей науки и образования.

Важнейшим направлением повышения энергетической безопасности и энергетической независимости страны является вовлечение в топливно-энергетический баланс собственных энергоресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии.



В 2020 году доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР составила 17,1 процента и увеличилась по отношению к уровню 2010 года на 2,9 процентных пункта.

При положительной динамике увеличения потребления местных топливно-энергетических ресурсов ежегодно наращивается и количество энергоисточников, работающих с их использованием.

Роль энергосбережения и энергоэффективности в сочетании с производством экологически чистой энергии с каждым годом возрастает.

При этом особое внимание уделяется автоматизации и цифровизации технологических процессов. Интеллектуальная энергоэффективность – это системный, целостный подход к энерго- и ресурсосбережению, обеспечиваемый информационно-коммуникационными технологиями и доступом пользователей к информации в режиме реального времени. На наших глазах и с нашим участием создается интеллектуальная энергоэффективность, потенциал которой огромен.

В эти праздничные дни от имени Департамента по энергоэффективности и от своего имени хочу поблагодарить вас за труд и результаты, достигнутые благодаря вашим знаниям, упорству, инициативе и преданности делу, а также пожелать вам и вашим близким оптимизма, новых профессиональных достижений, мира и благополучия, крепкого здоровья и семейного уюта!

**Заместитель Председателя
Госстандарта – директор Департамента
по энергоэффективности
Виталий Крецкий**

Кадровые назначения

С 14 декабря 2021 года на должность заместителя Председателя Государственного комитета по стандартизации – директора Департамента по энергоэффективности назначен Виталий Крецкий. До этого он работал начальником отдела правовой работы, кадровой политики и коммуникаций департамента.

В. Крецкий родился в д. Лунно Мостовского района Гродненской области. В 2007 году с отличием закончил Белорусский государственный технологический университет, факультет технологии и техники лесной промышленности по специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент», в 2021 году – с отличием Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Государственное строительство».

Будучи студентом, начал трудовую деятельность в Департаменте по энергоэффективности в 2006 году, пройдя путь от специалиста до начальника отдела.



Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!

Завершается очередной год издания нашего журнала. В следующем году «Энергоэффективности» исполнится 25 лет. А когда редакция ежемесячного издания выпустила уже без малого 300 номеров, очень важно, чтобы каждый из них был востребован нашим читателем, отражал самые злободневные вопросы.

Оглядываясь на прошедший год, хочу особо поблагодарить наших авторов, ученых, научных работников белорусских вузов и НИИ. Ведь именно благодаря им журнал остается

интересным и востребованным. Они наполняют «Энергоэффективности» современным смыслом, исследуют различные аспекты и открывают новые измерения этого понятия.

Большое спасибо в этом году хочу сказать и нашим постоянным рекламодателям. Это они делятся с вами на страницах журнала новыми подходами к снижению энергоемкости путем внедрения экономичных насосов, АБТН, котлов, экономайзеров и другого энергосберегающего оборудования, материалов и технологий.

Благодаря авторам и рекламодателям «Энергоэффективности» продолжает укреплять свой авторитет, к журналу проявляют интерес энергетики, инженеры, специалисты ТЭК самых разных уровней не только в Беларуси, но и в других странах.

Вступая в череду праздников, позвольте пожелать вам дальнейших творческих успехов и развития, благополучия и процветания, неиссякаемой энергии и оптимизма.

Поздравляю вас с Днем энергетика и наступающим

Новым Годом! Пусть 2022 год станет счастливым временем удач и новых свершений! Здоровья, счастья вам и вашим близким!

**Главный редактор журнала
«Энергоэффективность»
Л.В. Шенец**

ПЕРВЫЙ ГОД РАБОТЫ БЕЛАЭС НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ»

Итак, на рабочих столах подписчиков появился вот этот самый, двенадцатый номер журнала за уходящий год. В нашей редакции задаются традиционным вопросом: были ли интересны читателю 384 страницы, выпущенные нами за год?

Двадцать четвертый год выпуска нашего журнала был годом тематической эволюции, связанной в первую очередь с выходом Белорусской АЭС на промышленную эксплуатацию и принятием Государствен-

ной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

Госпрограмма определила такие основные задачи по энергосбережению на очередные пять лет, как:

– снижение энергоёмкости ВВП в 2025 году – не менее чем на 7% к уровню 2020 года;

– объем экономии ТЭР в период 2021–2025 годов – 2,5–3 млн т у.т., в том числе в 2021 году – 550 тыс. т у.т.;

– показатель по доле местных ТЭР (без учета атомной энергии) в валовом потреблении ТЭР в 2021 году не менее 16,1% и сохранение указанного значения показателя на уровне 16,1% в 2025 году;

– показатель по доле производства (добычи) первичной энергии из ВИЭ в валовом потреблении ТЭР в 2021 году – 7,4%, в 2025 году – до 8%.



Сквозной темой 2021 года в нашем журнале стала цифровая трансформация в энергетическом секторе Беларуси. Январский номер был наполнен теорией и практикой цифровизации и построения smart grid, строительства цифровых подстанций, аспектами комплексной автоматизации электро- и тепловых сетей в Беларуси и Германии. В журнале появилась рубрика «Умные» сети», и мы в редакции уже начали сомневаться, стоит ли брать слово «умный» в кавычки.

Из майского и июньского номеров читатели узнали, каковы возможности Белорусской энергосистемы по интеграции в нее ВИЭ, какие инструменты цифровизации предлагает белорусским энергокомплексам один из мировых производителей и как цифровизация повышает гибкость энергосетей в Германии.

Как считает Международное энергетическое агентство, ключевые возможности для повышения энергоэффективности на данном этапе несут цифровизация и внедрение новых технологий, в основном благодаря применению интеллектуальных счетчиков и измерительных устройств.

Еще одной темой уходящего года можно назвать интеграцию возобновляемых источников энергии в энергоэффективные дома и в системы теплоснабжения, в том числе на районном уровне. Раскрыть эту тему докладами экспертов из Беларуси и Германии в февральском и апрельском номерах журнала, а также научной публикацией в июне помог международный онлайн-семинар, состоявшийся 3–4 февраля 2021 года.





2021-й стал годом завершения работ в рамках инвестиционного проекта Международного банка реконструкции и развития «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения». В рубриках журнала «Вести из регионов» и «В сотрудничестве со Всемирным банком» мы активно информировали о введении в действие новых котельных и мини-ТЭЦ, работающих на древесной биомассе, о переводе теплоисточников системы ЖКХ на местные виды топлива и получаемой в связи с этим экономии природного газа.

Зачастую о новых котельных рассказывали сотрудники региональных управлений. Но вести из регионов были не только про это. Традиционными темами заметок были энергосберегающие мероприятия в промышленности, ввод теплообменников, тепловых гелиоколлекторов и других ВИЭ, экономический эффект от их внедрения, мониторинги исполнения законодательства в области энергосбережения и его типичные нарушения.

Сотрудники Могилевского облуправления оказали практическую помощь предприятиям, внедряющим у себя в организациях энергосберегающие мероприятия и готовящим по ним ТЭО и статотчетность. На протяжении августа и сентября могилевчане делились с читателями готовыми расчетами-шаблонами ТЭО, подкрепленными типичными примерами. Работников облуправлений Могилева и Витебска можно назвать самыми активными региональными авторами, наполнявшими журнал в уходящем году.

«Мы считаем, что энергоэффективность — это «первое топливо», поскольку оно по-прежнему представляет собой самый чистый и в большинстве случаев самый дешевый способ удовлетворить наши потребности в энергии. Нет вероятного пути к нулевым чистым выбросам без более эффективного использования наших энергоресурсов, — отмечает исполнительный директор МЭА Фатих Бирол, представляя обзор «Энергоэффективность 2021». — Ступенчатое изменение энергоэффективности даст нам шанс предотвратить наихудшие последствия изменения климата, создав миллионы достойных рабочих мест и снизив счета за электроэнергию».

В апрельском номере специалисты Malanka спрогнозировали, что к концу года в Беларуси будет около 6000 электромобилей. 9 апреля была принята Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы. На протяжении всего года в рубрике «Электротранспорт» мы следили за строительством новых ЭЭС, которых по плану сети Malanka к концу года должно быть построено 600, а также за приростом числа электромобилей и электробусов. За прошедший год в стране еще не появилось супербыстрых зарядных станций

и комплексов, но зато первый электробус вышел на маршрут в Витебске, организации-владельцы электротранспорта впервые попробовали рассчитать нормы расхода электроэнергии на зарядку электромобиля. Увенчал год указ №447, который изложил в новой редакции указ №92 от 12 марта 2020 года «О стимулировании использования электромобилей». Что каса-

ется пошлины на ввоз электромобилей, она с 1 января 2022 года снова будет взиматься по решению ЕАЭС и вопреки предложению Беларуси.



Еще одним направлением роста электропотребления в связи с работой БЕЛАЭС является потребление электроэнергии населением для отопления и горячего водоснабжения в жилищном фонде. Как мы писали в первом полугодии, потребление населением на эти цели за 4 месяца 2021 года выросло в 4 раза. Оно обеспечивается как переводом на использование электрической энергии существующих жилых зданий, так и строительством электродомов (сентябрь). Интеллектуальной вехой года по данной теме был ор-

ганизованный 13 октября Департаментом по энергоэффективности совместно с Минэнерго и МЖКХ круглый стол «Повышение энергоэффективности и комплексное использование электроэнергии для жизнеобеспечения многоквартирных жилых домов». Октябрьский номер журнала транслировал читателям различные аспекты повышения энергоэффективности многоквартирных жилых домов в целях снижения теплопотребления и создания условий для участия в тепло-модернизации граждан и юридических лиц, а также вопросы использования электроэнергии для стопроцентного жизнеобеспечения многоквартирных жилых домов. ▶





Научные публикации и 2021 года рассматривали аспекты надежности промышленных трансформаторов (февраль, июль), различные технологии хранения энергии как фактор «энергетического перехода»

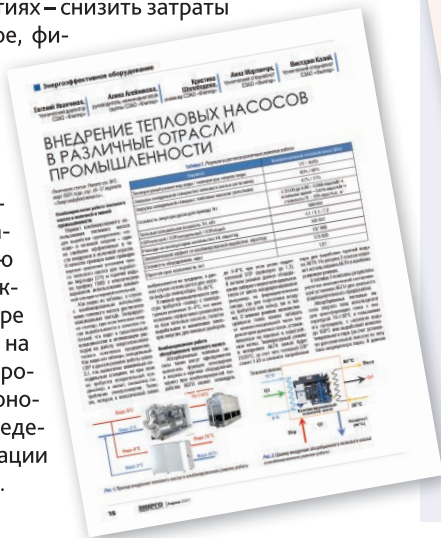
(март), использование вторичных энергоресурсов и тепловых отходов в промышленности (апрель, август, сентябрь), место водорода в современных энерготехнологических метасистемах (май), потенциал получения биогаза в животноводческих комплексах Беларуси (май),

эффективность фотоэлектрических преобразователей (май), ночную разгрузку энергосистемы при помощи станций зарядки электромобилей (июнь), развитие возобновляемой энергетики в России (октябрь) и Китае (декабрь), реализацию в нашей стране проекта концепции «дом нулевой энергии». Приятно отметить, что наибольший научный вклад в наш журнал в истекающем году сделали наши постоянные авторы и авторские коллективы, возглавляемые членом редсовета профессором В.А. Седниным.

С мая журнал рассказывает читателям о законе «Об изменении законов по вопросам технического регулирования и энергосбережения», который предусматривает внесение изменений в Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении». Документом изменяется нижняя граница суммарного потребления топливно-энергетических ресурсов, при котором для юридических лиц устанавливаются нормы расхода топливно-энергетических ресурсов. С момента вступления закона в силу ноября 2021 года вместо 100 тонн условного топлива этот порог составляет 300 тонн условного топлива. Законом устанавливается срок действия норм расходов топливно-энергетических ресурсов на период до одного года вместо календарного года, вводится определение понятия «предельный уровень потребления топливно-энергетических ресурсов». О том, что меняется в сроках и адресах согласования норм расходов ТЭР, читайте в этом номере журнала «Энергоэффективность» (с. 8–9).



Тепловые насосы, став одним из направлений Госпрограммы «Энергосбережение», перешли в этом году из объекта научных статей нашего журнала в число все чаще применяемых практик. Было показано, что АБТН на объектах городской инфраструктуры способны обеспечить отопление зданий и их комплексов, утилизировать тепло «серых» стоков на очистных сооружениях (апрель), а на промышленных предприятиях – снизить затраты топлива и, главное, финансовые затраты на отопление и горячую воду на 40–45% (март, сентябрь, октябрь), одновременно вырабатывая ледяную воду (апрель). В октябрьском номере мы остановились на требованиях природоохранного законодательства к возведению и эксплуатации тепловых насосов.



29 июля 2021 года состоялся онлайн-запуск обзора Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) «Оценка готовности Бе-

ларуси к использованию возобновляемых источников энергии». В числе девяти основных рекомендаций, которые были даны нашей стране, была и такая: усовершенствование системы квотирования ВИЭ и переход к аукционам (август). В сентябрьском номере мы информировали о принятом Республиканской межведомственной комиссией решения не устанавливать квоты на предстоящие три года. Как отметил в ходе семинара 11–12 октября заместитель директора Департамента по энергоэффективности Леонид Полещук, в настоящее время в Республике Беларусь прорабатывается переход от системы квотирования строительства возобновляемых источников энергии к аукционам. Это поможет увеличить долю «зеленой» энергетики в энергобалансе и привлечь в данную сферу зарубежные и частные инвестиции.



4 сентября нынешнего года исполнилось два года с момента вступления в силу Указа №327 «О тепловой модернизации многоквартирных домов», дающего возможность проводить указан-

ный процесс с финансовым участием жильцов. Тепломодернизация многоквартирных домов по механизмам, установленным указом №327, – дело добровольное. Решение об этом должны принять не менее чем двумя третями голосов собственники на общем

собрании. Но порой они вовсе не торопятся сказать «да» представителям ЖРЭО. О том, чем «зацепить» жителей, о сериале «Цяпло ў хату за меншую аплату», созданном с разъяснительной целью, о первых домах, в которых принято решение или уже проведены работы, о том, как разворачивается пилотная программа тепломодернизации в Гродненской и Могилевской областях и как реализуются программы господдержки тепломодернизации жилья в Литве и Украине – обо всем этом мы писали и пишем в постоянной рубрике «Энергоэффективный дом».

17 ноября нынешнего года Международное энергетическое агентство (МЭА) выпустило новый доклад, посвященный энергоэффективности.

Ранее МЭА называло энергоэффективность краеугольным камнем построения надежной и экологически устойчивой энергетической системы. Агентство отмечало, что, начиная с 2000 года, общее мировое повышение энергоэффективности позволило сэкономить 12% энергии, направляемой на конечное потребление. «Эффективность может способствовать экономическому росту, сокращению выбросов и повышению энергетической безопасности», – подчеркивал ранее глава МЭА Фатих Бируль.

В свежем обзоре МЭА называет энергоэффективность «самым первым топливом» и приводит удивительный результат: стандарты энергоэффективности помогли сэкономить в девяти основных регионах, включая ЕС, США и Китай, около 1500 ТВт·ч в год, то есть эквивалент общей выработки энергии ветром и солнцем в этих странах. ■

Д. Станюта, редактор

Электротранспорт

За год в Беларусь было ввезено всего 22 новых электромобиля. Остальные – подержанные

На электрокары в Беларуси возлагают особые надежды – они должны активно потреблять электроэнергию, производимую БелАЭС. Однако с развитием этого вида транспорта есть проблемы.

Сейчас в Беларуси насчитывается около 4 тысяч электрокаров. Согласно прогнозу управления перспективных технологий «Белоруснефти», в 2022 году число электрических автомобилей в стране может вырасти почти в три раза и составить 11 тысяч единиц.

Однако большинство из этих автомобилей – подержанные. Дилеры-члены Белорусской автомобильной ассоциации продали в 2020 году всего 22 новых электромобиля, в 2021 году – 12.

«То есть большинство ввезенных в страну электромобилей – подержанные. Им от трех и более лет. Некоторым семь», – заявил на XXV Белорусском энергетическом и экологическом форуме генеральный директор БАА Александр Сидоревич.

«Если срок службы батареи 10 лет, то мы столкнемся с проблемой утилизации батарей уже через 2–3 года, к этому нужно быть готовыми», – отметил Александр Сидоревич.

Продажи новых автомобилей затруднены из-за процедуры сертификации в ЕАЭС

и Таможенном союзе. «Продавать просто нечего», – не скрывает лидер БАА.

Сейчас действует нулевая ставка по таможенной пошлине и по НДС при ввозе на территорию страны электромобилей для личного пользования. Первая просуществоет лишь до конца года. Беларусь направила предложение о ее продлении в Евразийскую экономическую комиссию и в данный момент ожидает решения, сообщил на XXV Белорусском энергетическом и экологическом форуме начальник управления стратегического развития и внешнего инвестиционного сотрудничества Минэнерго Андрей Зорич.

На владельцев электромобилей власти возлагают надежды по росту потребления электроэнергии, которую вскоре начнут производить два энергоблока Белорусской атомной станции. Суммарно два блока БелАЭС будут вырабатывать около 18,5 млрд кВт·ч в год. Это значит, что энергии станет на 40% больше, чем мы потребляем сейчас.

Пока что объемы отпущенной электроэнергии от зарядных станций для электромобилей весьма скромные. Так, в 2020 году они составляли 7,7 млн кВт·ч. Ожидается, что за

2021 год этот показатель достигнет отметки в 9,6 млн кВт·ч.

Развитие зарядной инфраструктуры для электромобилей сдерживается ограниченным резервом мощности на подстанциях, объяснил Андрей Зорич.

Между тем, белорусские предприятия активно начали разрабатывать свои модели транспорта на электрической тяге. Их недавно представили на XXV Белорусском энергетическом и экологическом форуме и выставке Energy Expo. Так, «Белкомунмаш» готов осуществить проект по замене в белорусских городах автобусов на электробусы – если появится спрос. А «БелАЗ» разработал карьерный «дизель-троллейвоз» и самосвал на аккумуляторных батареях. ■

thinktanks.by



ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В ПОРЯДКЕ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ТЭР В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ В ЗАКОНЕ «ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ»

Стратегической целью деятельности в области энергосбережения является снижение энергоемкости национальной экономики. На уровне предприятия – это снижение удельной энергоемкости продукции (удельного расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг)) за счет экономии топливно-энергетических ресурсов в результате реализации мероприятий по энергосбережению.

Нормирование расходов ТЭР способствует созданию необходимых организационно-экономических и технических условий для снижения энергоемкости производства продукции, затрат на производство, себестоимости выпускаемой продукции и, как следствие, повышению ее конкурентоспособности как на внутреннем, так и внешнем рынках, повышению рентабельности предприятий.

26 ноября 2021 года вступил в силу Закон Республики Беларусь «Об изменении законов по вопросам технического регулирования и энергосбережения» №111-З от 24 мая 2021 года (далее – Закон), который предусматривает внесение изменений в Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении». Соответствующие изменения вносятся и в связанные с ним акты законодательства, в том числе в Положение о порядке разработки, установления и пересмотра норм расхода потребления топливно-энергетических ресурсов.

Одним из основных нововведений является изменение нижней границы суммарного потребления ТЭР, при котором для юридических лиц устанавливаются нормы расхода топливно-энергетических ресурсов. Вместо 100 тонн условного топлива этот порог теперь составляет 300 тонн условного топлива. Данная норма позволит оказать содействие среднему и малому бизнесу, перейти к более высокому уровню взаимодействия государства

и организаций, основываясь на приоритете интересов заинтересованных лиц, максимально направив потенциал на создание условий для широкого проявления хозяйственной инициативы.

Законом вводится корректировка срока установления норм расхода ТЭР – теперь нор-



Проверка по данным 12-тэк



Наименование	2019 год факт				2018 год факт			
	Топливо	МВт	отходы	Тепло	Топливо	МВт	отходы	Тепло
110	Итого, всего							
111	из них: производство, купды из них:							
112	на территории ТЭ и ЭЭ							
113	в магистральных сетях							
120	Отпущено другим организациям							
150	Отпущено (продано) населению							
140	Произведено собственными энергоисточниками (ТЭ отпущенная и ЭЭ вработанная)							
141	из них за счет использования тепловых ЭЭ, ЭЭ избыточного давления							
142	энергии воды, ветра, солнца, геотермальных источников							
150	Получено от других организаций							
200	Суммарное потребление топливно-энергетических ресурсов							
СПРАВКА		0	0	#####	0	0	#####	0
		0	0	#####	0	0	#####	0

Наименование	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал			
	Топливо	МВт	отходы	Тепло	Топливо	МВт	отходы	Тепло	Топливо	МВт	отходы	Тепло	Топливо	МВт	отходы	Тепло
110	Итого, всего															
9100	ПРОВЕРКА															
СПРАВКА ПО КВАРТАЛАМ НОРМЫ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	из него на производство, купды из них:															
112	на производство ТЭ и ЭЭ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	потери в магистральных сетях	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	Отпущено другим организациям	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	Отпущено (продано) населению	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	Произведено собственными энергоисточниками (ТЭ отпущенная и ЭЭ вработанная)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	из них за счет использования тепловых ЭЭ, ЭЭ избыточного давления	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	энергии воды, ветра, солнца, геотермальных источников	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	Получено от других организаций	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	Суммарное потребление топливно-энергетических ресурсов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
СПРАВКА		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Нормы на 2022 год

"Утєрждзаво"
Могилевское областное управление по надзору
за рациональным использованием ТЭР
2022 г.
автоматически
Организация



Нормы расхода и (или) предельные уровни потребления топливно-энергетических ресурсов на 1 квартал- 4 квартал 2022 года

Вид производимой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг)	План производства на					Текущие нормы расхода топливно-энергетических ресурсов на					Плановая потребность в топливно-энергетических ресурсах на				
	Ед. изм.	в том числе по кварталам				Ед. изм.	в том числе по кварталам				Ед. изм.	в том числе по кварталам			
		1 кв. 2021г	2 кв. 2021г	3 кв. 2021г	4 кв. 2021г		1 кв. 2021г	2 кв. 2021г	3 кв. 2021г	4 кв. 2021г		1 кв. 2021г	2 кв. 2021г	3 кв. 2021г	4 кв. 2021г
Теплоэнергия котельными производите...	Гкал	0	0	0	0	г.г.г.	0	0	0	0	г.г.г.	0	0	0	0
Итого															
Тепловая энергия															
Произв. 1	ед.	0	0	0	0	Мкал	0	0	0	0	Гкал	0	0	0	0
Произв. 2	ед.	0	0	0	0	Мкал	0	0	0	0	Гкал	0	0	0	0
Обогрев и вентиляция	тыс.м ³ сут. * С	0	0	0	0	Мкал	0	0	0	0	Гкал	0	0	0	0
Горячее водоснабжение	чел	0	0	0	0	Мкал	0	0	0	0	Гкал	0	0	0	0
Итого															
Электрическая энергия															
Теплоэнергия котельными производите...	Гкал	0	0	0	0	кВтч	0	0	0	0	тыс. кВтч	0	0	0	0
Итого															
Произв. 1	ед.	0	0	0	0	кВтч	0	0	0	0	тыс. кВтч	0	0	0	0
Произв. 2	ед.	0	0	0	0	кВтч	0	0	0	0	тыс. кВтч	0	0	0	0
Итого															



При распечатке бланка норм годовой выпуск продукции, годовую норму и плановое потребление ТЭР за год необходимо скрыть (изменения в законодательстве)

мы устанавливаются не на календарный год, а поквартально на срок до одного года, что позволит осуществлять работу по установлению норм расхода ТЭР планомерно в течение года и снимет излишнюю напряженность, имеющую место, как правило, в конце календарного года.

А при выполнении нормируемым юридическим лицом работ, оказании услуг, не связанных с производством продукции, к нормам расхода ТЭР приравниваются предельные уровни потребления ТЭР, необходимые для выполнения таких работ, оказания услуг, определяемые как величины максимально допустимого потребления ТЭР, необходимого на период до 1 года. Руководство разработкой норм расхода и (или) предельного уровня потребления ТЭР осуществляет руководитель нормируемого юридического лица, который несет персональную ответственность за их обоснованность, своевременную разработку и представление для установления.

Оказывая консультационно-методическую помощь, а также с целью предотвращения возможных неточностей при формировании комплекта документов по нормированию расходов ТЭР, Могилевское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР на протяжении нескольких лет использует унифицированные шаблоны в формате книги Excel. С учетом изменения законодательства внесены правки в шаблон для установления норм на 2022 год.

Шаблон включает в себя следующие материалы, входящие в комплект документов по установлению норм расхода ТЭР согласно пункту 2.22 Перечня административных процедур. А) Ведомственная отчетность «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)» за 1, 2, 3, 4 кварталы и год текущего периода, которая сводится в справку «Отчет о результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии за текущий год, в т.ч. по кварталам (ожидаемый)»; б) контрольные и расчетные таблицы (например, таблица сверки с отчетом по форме 12-тэк «Отчет о расходе топлив-

но-энергетических ресурсов», таблица снижения норм расхода ТЭР на величину экономии ТЭР от внедрения мероприятий по энергосбережению и проч.); в) таблица-анализ за трехлетний период, предшествующий году установления норм; г) таблица сформированных устанавливаемых норм расхода ТЭР (проект бланка норм) на запрашиваемый период.

Шаблон выдается всем респондентам при проведении управлением обучающих семинаров, а также при обращении в управление во время индивидуальных консультаций. Заполнение шаблона максимально упрощено. Краткая инструкция по его заполнению всегда прого-

варивается специалистом управления при консультации, кроме того она прилагается отдельной вкладкой к шаблону. Шаблоны практически исключают риск возникновения арифметических ошибок, существенно экономят время, затрачиваемое специалистами организаций на подготовку материалов, а специалистами управления – на их проверку.

С.М. Заграбенец,
заместитель начальника,
М.В. Митюшева,
заведующий сектором
производственно-технического отдела,
Могилевское областное
управление по надзору
за рациональным
использованием ТЭР

Энергосмесь

Годовой прирост мощностей солнечной энергетики впервые превысит 200 ГВт в 2022 году

Согласно новому прогнозу консалтинговой компании IHS Markit, солнечная фотоэлектрическая энергетика будет расти удвоенными темпами и в 2021, и в 2022 годах. Ее годовой прирост в следующем году впервые преодолет барьер в 200 ГВт (постоянного тока).

Общий объем инвестиций в солнечные электростанции в 2022 году составит не менее 170 миллиардов долларов США.

До недавнего времени решающим фактором в экспоненциальном росте отрасли было снижение затрат на фотоэлектрические системы. В период с 2013 по 2020 год затраты снизились в среднем по миру более чем на 50%, при этом глобальная установленная мощность увеличилась на 275%.

Однако сегодня отмечается разворот ценового тренда. По данным IHS Markit,

стоимость фотоэлектрических систем увеличилась на 4% с 2020 по 2021 год, что поставило новые задачи перед растущим рынком. С августа 2021 года средние затраты на производство модулей увеличились более чем на 15%, а цены на солнечные модули теперь вернулись к уровням 2019 года.

Владимир Сидорович,
renen.ru

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.565.93/95 (043.3)

Аннотация

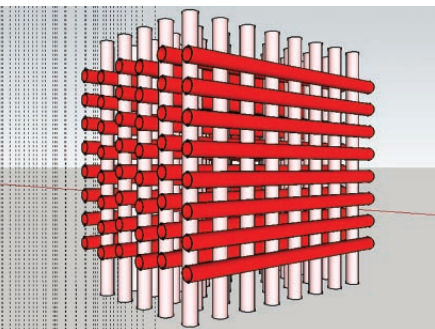
ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» предложена инновационная схема вихревой интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах широкого назначения (котлы-утилизаторы, конденсационные теплоутилизаторы, аппараты воздушного охлаждения и др.). Расчетно-экспериментальными исследованиями показано преимущество разработанной схемы перед традиционно используемыми по тепловой эффективности. В результате эксплуатации разработанного с использованием инновационной схемы утилизатора тепла отработанных газов для предприятия «Березастройматериалы» полезная мощность системы утилизации составила 0,429 Гкал/ч. Фактический экономический эффект с момента ввода в эксплуатацию теплообменника с 11 мая 2020 года по настоящее время составил более 500 т у.т.

Annotation

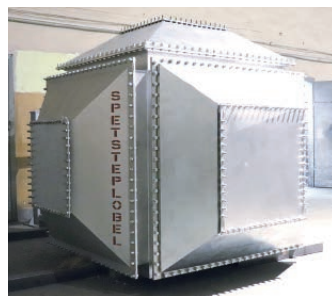
I. I. Zhukovsky, O. A. Korzun, T. A. Baranova, Y. V. Zhukava, A. D. Chorny

EXPERIENCE OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGY APPLICATION

LLC «SPETSTEPLOBEL» proposed an innovative scheme of vortex heat transfer enhancement in heat exchangers for wide use (waste heat boilers, condensing heat exchangers, air coolers, etc.). Computational and experimental studies are shown the advantage of the developed scheme over those traditionally used in terms of thermal efficiency. As a result of the operation of a waste heat utilizer developed using an innovative scheme for the enterprise «Berezastroymaterialy», the useful capacity of the utilization system was 0.429 Gcal/h. The actual economic effect since the commissioning of the heat exchanger from May 11, 2020 to the present has amounted to more than 500 tons of fuel equivalent.



◆ Рис. 1. Инновационная технологическая схема



◆ Рис. 2. Утилизатор тепла отходящих газов ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ», объект интеллектуальной собственности [1]



◆ Рис. 3. Утилизатор в ОАО «Березастройматериалы»

Введение

Для выполнения задач, поставленных Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, предусматривается реализация ряда мероприятий. В электро- и теплоэнергетике это связано с повышением эффективности действующих энергетических мощностей Белорусской энергетической системы на основе использования инновационных энергоэффективных технологий с учетом технической и экономической целесообразности внедрения систем утилизации теплоты отходящих газов. В свою очередь, в промышленном секторе – это проведение дальнейшей модернизации и технического перевооружения производств с внедрением современных наукоемких, ресурсо- и энергосберегающих технологий, оборудования и материалов, включая модернизацию термических, литейных и гальванических производств.

Известно, что технико-экономические показатели теплосиловых установок в значительной мере определяются параметрами применяемых теплообменных аппаратов (ТА). По мере увеличения единичной мощности силовых установок все более возрастают абсо-

лютные массо- и габаритные параметры ТА, входящих в их состав. Соответственно, нарастает важность и актуальность проблемы их совершенствования: уменьшения их размеров, массы (металлоемкости) при условии фиксированной теплопроизводительности.

В настоящее время и в перспективе один из главных, техничеки и экономически наиболее доступных и обоснованных путей уменьшения массы и повышения экономичности энергоустановок – это совершенствование кожухотрубчатых ТА, которое можно осуществить, прежде всего, за счет использования эффективных способов интенсификации теплообмена.

Основная часть

Для решения поставленных задач сотрудниками предприятия ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» была решена и практически реализована инновационная утилизатор тепла отходящих газов проблема комплексной вихревой интенсификации теплообмена «ZHUKOVSKY LOOP TECHNOLOGY» SPETSTEPLOBEL» (рис. 1) при полном соответствии требованиям техниче-

ского задания ОАО «Березастройматериалы».

ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» разработало конструкторскую документацию и изготовило утилизатор тепла отходящих газов (рис. 2) от печи обжига RKK 250/63, установленной в цехе №2 производственной площадки №1 ОАО «Березастройматериалы», с последующим использованием в технологическом процессе сушки керамического шликера в вертикальной сушилке АТМ-52 (рис. 3).

Техническая сущность инновационного решения заключается в интенсификации процессов теплообмена за счет турбулизации теплоносителя при формировании вихревых структур с контролируемыми параметрами, генерация которых осуществляется созданием около поверхностей теплообменных труб тангенциальных сдвиговых напряжений при трехмерной интенсификации процессов теплообмена.

При этом обеспечивается и достигается следующее.

1. Чередующиеся последовательно соединенные и перекрестно распо-

ложенные секции теплообменных труб образуют вихревые каналы на всю глубину матрицы утилизатора, которая виртуально находится в «печке» с фиксируемым минимальным перепадом технологических температур.

2. Происходит дополнительное нагревание уже нагретого воздуха.

3. Обтекание теплообменной поверхности труб за миделевым сечением без теневых зон в кормовой части при плотности площади поверхности теплообмена на уровне и выше значения $\beta = 100 \text{ м}^2/\text{м}^3$.

4. Выброс горячего теплоносителя в вихревые каналы из зон-узлов перекрестно расположенных труб обеспечивает дополнительную турбулизацию локальных потоков в коллодах – вихревых каналах и интенсифицирует процессы теплообмена.

Для подтверждения эффективности разработанной инновационной схемы комплексной вихревой интенсификации теплообмена «ZHUKOVSKY LOOP TECHNOLOGY» SPETSTEPLOBEL» экспериментальные и промышленные исследования сопровождались расчетами, проведенными сотрудниками

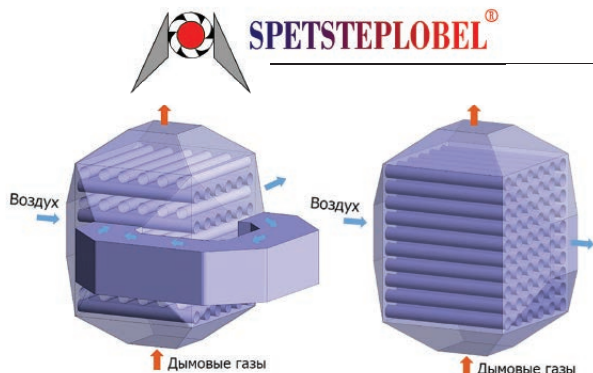


Рис. 4. Рассматриваемые схемы течения: (а) инновационная, (б) аналог

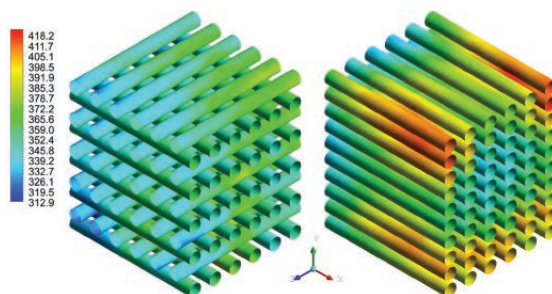


Рис. 5. Распределение температуры T, K по теплопередающей поверхности: (а) инновационная схема, (б) аналог

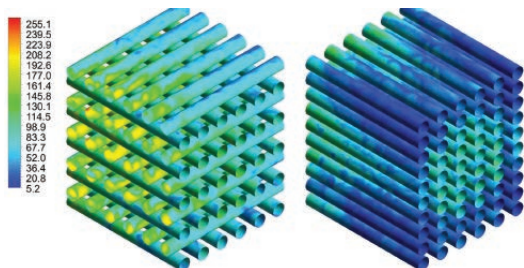


Рис. 6. Распределение коэффициента теплоотдачи по поверхности труб: (а) инновационная схема, (б) аналог

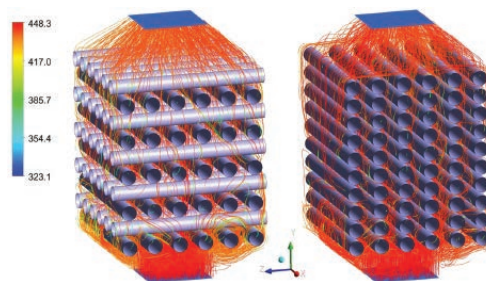


Рис. 7. Обтекание теплопередающей поверхности потоком газа в модельном утилизаторе. Линии тока окрашены значениями температуры T, K : (а) инновационная схема, (б) аналог

Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, с привлечением методов вычислительной гидродинамики для численного моделирования теплообменных процессов при использовании новой инновационной схемы течения теплоносителя.

Функционирование инновационной схемы течения теплоносителя (рис. 4а) рассматривалось на примере реализации ее в модели утилизатора. Внешние размеры модели утилизатора выбирались в масштабе 1:10 от реального [1]. Эффективность разработанной схемы сравнивалась с известными схемами течения теплоносителя (рис. 4б).

Для моделирования теплообменных процессов решались осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, уравнение неразрывности и уравнение энергии в формулировке для энthalпии. Для замыкания уравнений Рейнольдса использовалась $k-\omega$ модель переноса сдвиговых напряжений Ментера [2]. Теплофизические свойства воздуха и отходящих газов задавались в зависимости от температуры и давления. Расчет прекращался по достижении невязками значений 10^{-4} для уравнения неразрывности, 10^{-9} – для уравнения энергии.

Для обеих схем течения теплоносителя предполагалось, что в трубы входит воздух при температуре 298°K, а внешнее обтекание осуществляется продуктами сгорания природного газа при температуре 448°K. Площадь теплопередающей поверхности была фиксированной для обеих схем течения. Массовый расход воздуха и отходящих газов задавались, исходя из того

факта, что рассматривалась модель утилизатора в масштабе 1:10.

На рисунке 5 представлено распределение температуры T по поверхности труб для инновационной схемы и аналога. При использовании инновационной схемы поверхность труб имеет температуру с малым перепадом, в отличие от известных схем, при применении которого наблюдается существенно неравномерный нагрев труб, что может приводить к их термической деформации.

На рисунке 6 представлено распределение коэффициента теплоотдачи от отходящих газов к трубам, $\alpha = q / (T - T_{\text{возд}})$, где q – плотность теплового потока, T – температура теплоотдающей поверхности, $T_{\text{возд}}$ – температура подаваемого в утилизатор воздуха. Инновационная схема отличается от аналога более равномерным распределением коэффициента теплоотдачи, величина которого близка к осредненному значению, указанному в таблице 1.

На рисунке 7 представлены результаты моделирования внешнего обтекания труб потоком газа. Линии тока окрашены значениями температуры. При реализации коридорного порядка расположения теплообменных труб основной поток двигался в межтрубном пространстве. Таким образом, потери давления невелики, а кормовая часть каждой трубы из-за отрыва потока вно-

сит минимальный вклад в теплоотдачу всего пакета труб (таблица 1). При реализации инновационной схемы трубы размещены в форме решетки со сдвигом каждого полотна труб относительно друг друга. Такая компоновка труб приводит, с одной стороны, к некоторому росту потерь давления, но с другой стороны – к турбулизации потока отходящих газов, а следовательно и к росту теплоотдачи (таблица 1).

В таблице 1 приведено сравнение обеих схем по интегральным тепловым и аэродинамическим параметрам. Потери давления в рассмотренном модельном утилизаторе с инновационной схемой хотя и превышают потери давления при коридорном течении теплоносителя, однако коэффициент преобразования модельного утилизатора η , определяемый как отношение перепадов температур по трактам воздуха и отходящих газов $\eta = \Delta T_{\text{газ}} / \Delta T_{\text{возд}}$, показывает, что инновационная схема более эффективно передает тепло по сравнению с известными схемами, а осредненный по площади теплопередающей поверхности коэффициент теплоотдачи примерно в 1,6 раза выше.

Промышленная апробация

В результате эксплуатации утилизатора тепла отходящих газов ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» в ОАО «Бережастройматериалы» полезная мощ-

ность системы утилизации составила 0,429 Гкал/ч. Фактический экономический эффект с момента ввода в эксплуатацию теплообменника с 11 мая 2020 года по настоящее время составил более 500 т у.т.

Заключение

В качестве расширения направлений применения энергосберегающей технологии ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» следует отметить строительную сферу и ЖКХ, литейные и гальванические производства. Разработанная инновационная схема интенсификации теплообмена ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» может быть использована при проектировании котлов-утилизаторов для нагрева воды за счет теплоты уходящих дымовых газов, используемой в качестве промежуточного теплоносителя для отопления и горячего водоснабжения жилых, производственных и административных зданий. Разработка конденсационных теплоутилизаторов требует повышения коэффициента использования топлива путем глубокого охлаждения (ниже точки росы) продуктов сгорания и обеспечения надежной эксплуатации наружных газоходов и дымовых труб, отводящих в атмосферу охлажденные и частично осушенные продукты сгорания; использования конденсата продуктов сгорания в системе теплоснабжения котельной и сокращения производительности действующей водоподготовительной установки. Кроме того, схема комплексной вихревой интенсификации теплообмена ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ» востребована в аппаратах воздушного охлаждения для охлаждения газов и жидкостей, конденсирования паровых и парожидкостных средств в технологических процессах химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, нефтяной и газовой отраслей промышленности.

Литература

- Жуковский, И.И. Утилизатор тепла дымовых газов / И.И. Жуковский, О.А. Корзун, А.Д. Чорный, Ю.В. Жукова // Патент на полезную модель № 12332 от 14.05.2020.
- Menter, F.R. Ten years of industrial experience with the SST turbulence model / F.R. Menter, M. Kuntz and R. Langtry / Turbulence, Heat and Mass Transfer 4. Eds. K. Hanjalic, Y. Nagano, M. Tummers. – N.Y.: Begell House, Inc. – 2003. – 8 p. ■

Таблица 1. Сравнительные характеристики

	$\Delta P, Pa$	η	$\alpha, Вт/(м^2 K)$
Инновационная схема	58095	0,903	109,1
Аналоги	10381	0,797	69,1



Контакты
ООО «СПЕЦТЕПЛОБЕЛ»

www.spetsteplobel.com

+375 29 6126666 (A1)

+375 33 6666312 (MTC)

Жуковский Иван Иванович

УНП 192792076

Пинский водоканал расширяет использование тепловых насосов

В соответствии с программой энергосбережения в КПУП «Пинскводоканал» в сентябре 2021 года реализован проект «Техническая модернизация системы водозабора «Пина-2» в г. Пинске с внедрением тепловых насосов». На водозаборе установлены 3 тепловых насоса «грунт-вода» с погодозависимой системой управления тепловой мощностью 73,0 кВт. Теплопроизводительность тепловых насосов составляет 219,0 кВт, общая производительность станции – 246,0 кВт.

Финансирование данного мероприятия осуществлялось за счет кредитных средств республиканского фонда «Белинвестэнергосбережение». Всего на реализацию мероприятия использовано 340,6 тыс. руб. Согласно технико-экономическому обоснованию экономия ТЭР составит 42,2 тонн условного топлива.

Ранее, в 2020 году тепловой насос был установлен на водозаборных сооружениях «Пина-1». За счет собственных средств предприятия было приобретено необходимое оборудование, которое было введено в эксплуатацию в начале отопительного периода 2020–2021 годов. По итогам отопительного сезона экономия ТЭР составила 10,0 тонн условного топлива.

Кроме того, на предприятии активно проводится работа по замене неэффективного насосного оборудования на канализационно-насосных станциях и артезианских скважинах водозаборных сооружений. За 2020 и 2021 годы заменено 13 насосных агрегатов, а также повысительные насосы. Экономия электроэнергии за счет замены насосных агрегатов в соответствии с отчетностью «4-энергосбережение» составила 198,6 тыс. кВт·ч.

В соответствии с планом мероприятий по реализации ос-



новных направлений энергосбережения на 2022 год на предприятии запланирована замена 8 насосных агрегатов на артезианских и канализационно-насосных станциях. Планируемый объем экономии топливно-энергетических ресурсов составит 65,6 т у.т. (225,4 тыс. кВт·ч электроэнергии). ■

Брестское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР



Подводим итоги работы по экономии ТЭР за год

Минское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР совместно с Минским областным исполнительным комитетом и под руководством Департамента по энергоэффективности осуществляет проведение эффективной целенаправленной государственной политики в сфере энергосбережения, координацию деятельности по повышению эффективности использования ТЭР.

За 2016–2020 годы по области был сэкономлен 91 млн куб. м природного газа. Доля местных ТЭР в структуре котельно-печного топлива выросла с 14,5% в 2006 году до 27,2% в 2021 году. Такие результаты явились итогом ввода в эксплуатацию в 2016–2020 годах целого ряда объектов, наиболее крупные из которых – котельная ОАО «Старобинский ТБЗ» мощностью 15 МВт, КУП «Смолевичское ЖКХ» дер. Кривая Береза мощностью 3,0 МВт; ГП «Минрайтеплосеть», дер. Луговая Слобода, ул. Марата Казея мощностью 3,2 МВт; КУП «Смолевичское ЖКХ», дер. Зеленый Бор, ул. Заводская мощностью 4,5 МВт; УП «Жилтеплосервис» КХ Пуховичского района, агрогородок Блонь мощностью 5,0 МВт; УП «Червенское ЖКХ», г. Червень, ул. Флогминтова мощностью 18,0 МВт, в том числе на местных ТЭР – 12,0 МВт; энергоисточник

г. Столбцы суммарной мощностью 24,0 МВт, из них 12,0 на местных ТЭР.

В настоящее время на территории Минской области эксплуатируется 22 объекта с использованием возобновляемых источников энергии суммарной мощностью 28,1 МВт, в том числе 8 энергоисточников на биогазе суммарной мощностью 13,53 МВт, 7 фотоэлектрических станций суммарной мощностью 8,1 МВт, 5 ветроэнергетических парков суммарной мощностью 6,1 МВт.

В рамках выполнения Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы необходимо обеспечить на конец 2025 года долю 23,7% местных видов топлива и возобновляемых источников энергии в структуре котельно-печного топлива по области, долю ВИЭ – 19,8%.

Для достижения установленных заданий в области за 2021–2025 годы планируется ввести в эксплуатацию 20 энергоисточников на местных ТЭР суммарной тепловой мощностью 124,5 МВт и объемом использования местных ТЭР 35 411 т у.т.

За 2021 год введено в эксплуатацию 4 энергоисточника суммарной мощностью 50,0 МВт: п. Боровляны (21,0 МВт), г. Крупки (5,0 МВт), г. Слуцк, ул. Ленинская (14,0 МВт), дер. Воронцы Мядельского района (10,0 МВт).

Так, за январь–сентябрь 2021 года показатель по энергосбережению, рассчитанный в соответствии с экономией ТЭР 65,62 тыс. т у.т., составил минус 4,2%, при задании на январь–сентябрь 2021 года минус 3,3%.

Доля местных ТЭР в структуре котельно-печного топлива за январь–октябрь 2021 года составила 27,4% (для сравнения: за январь–октябрь 2020 года – 27,0%) при задании на 4 квартал 24,7%.

Доля возобновляемых источников энергии за январь–октябрь составила 22,2% (для сравнения: за январь–октябрь 2020 года – 22,5%) при задании на 4 квартал 20,5%.

Реализация энергоэффективных мероприятий, внедрение передовых технологий и новейшего оборудования предприятиями и организациями области в 2021–2025 годах должны обеспечить выполнение заданного программой объема экономии потребления топливно-энергетических ресурсов в размере 332 тыс. т у.т. ■

Ф.Е. Шнитовский, заместитель начальника управления – начальник производственно-технического отдела, О.Е. Колесникова, заместитель начальника производственно-технического отдела, Минское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

С тепловозной – на электротягу

Гомельским отделением Белорусской железной дороги с 2018 года реализуется проект по электрификации участка Жлобин – Калинковичи – Барбаров протяженностью 141 км. С учетом завершения работ в текущем году общая протяженность электрифицированных железнодорожных путей составит 1369 км, или 25% от всей протяженности магистральных путей.

В целях повышения качества оказания услуг и обеспечения безопасности движения поездов одновременно с электрификацией участков Гомель – Жлобин – Осиповичи, Жлобин – Калинковичи – Барбаров выполнен комплекс строительно-монтажных работ по модернизации на указанных участках устройств автоматики, телемеханики и связи, приведению железнодорожного пути в состояние, обеспечивающее пропуск поездов со скоростью до 140 км/ч, а также прочие работы.

Реализация третьей очереди инвестиционного проекта «Участок Жлобин – Калинковичи» выполняется в рамках распоряжения Президента Республики Беларусь со сроком завершения инвестиционного проекта в 2021 году.

Протяженность электрифицируемого участка составляет 139 км. Развернутая длина контактной сети – 219 км.

В июле 2019 года был введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс, который

предусматривает работы по каблотируванию сетей электроснабжения РУ «Гомельэнерго» на участке Жлобин – Подольский – Светлогорск-на-Березине. В 2020 году на этом участке было открыто регулярное движение поездов на электротяге, был введен в эксплуатацию дежурный пункт контактной сети на станции Светлогорск-на-Березине.

В настоящее время в соответствии с графиком ведутся работы по строительству дежурного пункта контактной сети на станции Калинковичи, тяговых подстанций Жердь и Барбаров, линий 110 кВ для данных подстанций, работы по установке поддерживающих конструкций контактной сети на участке Калинковичи – Барбаров, по реконструкции сетей электроснабжения на данном участке и пусковому переустройству станции Барбаров.

В 2021 году в соответствии с графиком производства работ будут завершены строительство контактной сети напряжением 27,5 кВ на участке Светлогорск-на-Березине – Калинковичи – Барбаров; строительство ДПКС на станциях Калинковичи, Козенки; монтаж оборудования и ввод в эксплуатацию тяговых подстанций Жердь и Барбаров; реконструкция сетей электроснабжения до станции Барбаров, монтаж поддерживающих конструкций контактной сети на участке Калинковичи – Барбаров; работы по сетям внешнего электроснабжения к тяговым подстанциям.



Фото rw.by

Финансирование строительства объекта осуществляется за счет собственных средств, средств республиканского централизованного инновационного фонда и кредитных ресурсов.

Перевод движения поездов на данном участке с тепловозной на электротягу позволит снизить расход дизельного топлива и увеличить потребление электрической энергии не менее чем на 4 млн 500 тыс. кВт·ч в год. ■

В.В. Новик, заместитель начальника управления, начальник инспекционно-энергетического отдела Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Пароводяные струйные теплообменники в ОАО «Витебскдрев» заменили на современный кожухотрубчатый

ОАО «Витебскдрев» – современное деревообрабатывающее предприятие, являющееся одним из крупнейших в Республике Беларусь.

В январе 2021 года в рамках реализации плана мероприятий по энергосбережению на предприятии с целью снижения потребления топливно-энергетических ресурсов проведена замена четырех пароводяных струйных теплообменников на один энергоэффективный кожухотрубчатый теплообменник современного типа.

Ранее теплоснабжение сушильных камер, предназначенных для сушки пиломатериалов, осуществлялось за счет подачи пара с котельной в пароводяные струйные аппараты, где пар смешивался с сетевой водой в потоке струи. Данное техническое решение позволяло более просто регулировать температуру подачи теплоносителя, однако при-



◆ Энергоэффективный кожухотрубчатый теплообменник современного типа

водило к повышению потерь тепловой энергии. Кроме потерь с протечкой пара, которые можно было свести к минимальной постоянной, также присутство-

вал сброс избытка сетевой воды из системы. Избыток образовывался ввиду постоянного добавления в закрытую тепловую сеть объема пара.

В результате работы современного кожухотрубчатого теплообменника образуется конденсат, который поступает по существующим трубопроводам обратно в деаэратор котельной на вторичное использование.

Можно выделить следующие положительные стороны данного теплообменника: повышенная эффективность; безопасность использования; устойчивость к гидроударам; прочность, повышенная надежность и непроницаемость стыков; незначительные требования к чистоте применяемых сред; возможность работать с теплоносителями высоких температур. К тому же он не разрушается, выдерживая множество циклов нагревания и охлаждения.

Фактическая экономия ТЭР от реализации данного мероприятия за 3 квартала 2021 года составила 13,4 т у.т., годовая экономия ТЭР ожидается в размере около 20 т у.т. Финансирование мероприятия осуществлялось за счет собственных средств и составило порядка 10102 рублей.

В планах руководства ОАО «Витебскдрев» – продолжать усовершенствование технологических процессов и внедрение энергоэффективного оборудования, что открывает широкие возможности для экономии финансовых средств предприятия. ■

Д.А. Петровский, заведующий сектором инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Применение технологического процесса бестранспортных вскрышных работ в ОАО «Доломит»

ОАО «Доломит» – единственное в Республике Беларусь и крупнейшее в Европе предприятие по добыче и переработке доломитового сырья. Сырьевой базой предприятия является карьер «Гралево», разведанные запасы которого составляют 686,4 млн тонн. Продукция предприятия востребована в строительстве, нефтеперерабатывающей промышленности, сельском хозяйстве, стекольном производстве.

Вскрышные работы в карьере «Гралево» ОАО «Доломит» на протяжении всего времени существования карьера велись по транспортной схеме с применением технологии бульдозерного отвалообразования двумя уступами: разработка верхнего вскрышного уступа высотой 8–20,5 м экскаваторами типа «драглайн» с перемещением вскрышной массы на нижележащий горизонт высотой 15,0–21,2 м, а затем погрузка вскрышной массы экскаваторами типа «прямая мехлопата» в автосамосвалы с последующей транспортировкой на разгрузочные площадки отвального фронта и формированием отвала бульдозером.

В течение 2020 года специалистами предприятия проделана значительная организационно-техническая работа по приведению горно-геологических условий в карьере «Гралево» в состояние, пригодное для ведения вскрышных работ по бестранспортной схеме и подго-



товке фронта работ для экскаватора ЭШ 10/70 типа «драглайн». Горно-подготовительные и вскрышные работы, которые ранее выполнялись по транспортной схеме, были направлены на формирование наиболее благоприятных и безопасных условий для бестранспортной перевалки вскрышных пород.

В 2021 году производство вскрышных работ велось частично по бестранспортной схеме с непосредственной перевалкой вскрыши в выработанное пространство карьера. Технология позволяет исключить из производственного цикла дополнительный электрический карьерный экскаватор ЭКГ-4У, осуществляющий погрузку навала вскрышных пород из навала в транспортные сосуды,

а также затраты на перевозку вскрыши в отвалы и бульдозерные работы, но требует формирования особых горно-геологических условий как природных, так и техногенных.

Технологические параметры подготовленного фронта позволили вести вскрышные работы по бестранспортной схеме в течение I–II кварталов 2021 года в объеме 396,8 тыс. м³. Экономия электроэнергии за данный период составила 526,4 тыс. кВт·ч.

Также специалисты предприятия считают, что одним из наиболее перспективных путей снижения энергетических затрат на производство буровзрывных работ является уменьшение времени работы бурового оборудования, применяемого для подготовки блока к взрыву. Так в карьере «Гралево» ОАО «Доломит» в настоящее время ведется работа, направленная на уменьшение глубины первого ряда скважин в блоке и тем самым позволяющая достичь экономии электроэнергии при бурении. Первые пробные взрывы показали, что данная технология вполне применима в горно-геологических условиях карьера «Гралево».

На сегодняшний день возможно предварительно оценить ожидаемый эффект путем сравнения двух одинаковых блоков на 10 скважин (2 ряда по 5 сква-

жин), единственным различием которых будет глубина скважин в первом ряду (вариант 1 – 10 скважин по 30 м; вариант 2 – 5 скважин по 22 м и 5 скважин по 30 м). При бурении блока в 10 скважин на подводном уступе при варианте 1 буровому станку необходимо пройти в доломитах 300 п. м., а при бурении по варианту 2 – 260 п. м. С учетом средней скорости бурения станка СБШ-250, равной 5,5 п. м./час, сэкономленное время составит 7,3 часа при обурировании одного блока.

В среднем в месяц на обводненном уступе для обеспечения бесперебойной работы перерабатывающих мощностей необходимо отработать четыре таких блока. Таким образом, получаем 29 часов – сэкономленное время работы бурового станка в месяц. Номинальная мощность используемого оборудования составляет 500 кВт, коэффициент использования – 0,5.

Ожидаемая экономия составит 7,3 тыс. кВт·ч/месяц. ■

Е.В. Скоромный,
главный специалист
инспекционно-энергетического отдела
Витебского областного
управления по надзору
за рациональным
использованием ТЭР,
С.А. Василович, главный
маркшейдер ОАО «Доломит»



В ОАО «Красносельскстрой-материалы» реализован крупный инвестпроект по замещению природного газа торфом



ОАО «Красносельскстрой-материалы» является сегодня крупнейшим производителем строительных материалов в Республике Беларусь. За свою вековую историю завод превратился в современное многопрофильное предприятие, выпускающее продукцию в основном из собственного сырья – цемент, строительную известь, мелкогранулированный, блоки из ячеистого бетона, сухие строительные смеси, листы и трубы асбестоцементные, полиэтиленовую пленку. Благодаря современному оборудованию, продукция предприятия конкурентна как по межгосударственным и национальным стандартам, так и по европейским нормам.

26 ноября 2021 года в ОАО «Красносельскстрой-материалы» завершена реализация инвестпроекта «Строительство линии приготовления теплоносителя для теплогазогенератора при производстве клинкера «сухим способом» на филиале №1 «Цементный завод».

Суть проекта заключается в замене газового топлива торфом в системе теплофикации валковой сырьевой мельницы – сушилки цементного сырья.

Теплоснабжение сушильно-помольной установки после реализации проекта складывается из тепловых мощностей отдельных блоков, в частности: отходящих дымовых газов печи (36%), дымовых газов из тракта газотурбинной установки (20%) и теплогенератора горячих газов на торфе (44%). Тепловая мощность генератора горячих газов составляет 75 МВт.

Для восполнения недостатка тепловой энергии во время пиковых нагрузок в схеме сохраняется газовая горелка.

В рамках проекта также реализовано сопутствующее мероприятие по использованию в качестве вторичного энергетического ресурса аспирационного воздуха холодильника печи №5 с температурой порядка 250°C для теплогазогенератора валковой сырьевой мельницы.

Реализация данного проекта позволит предприятию замещать импортное топливо (природный газ) местными видами топлива (торфяная сушенка), а также использовать вторичные энергетические ресурсы с целью экономии топлива. Годовое увеличение использования местных видов топлива составляет 33600 т у.т., экономия топливно-энергетических ресурсов за счет использования ВЭР – 4384 т у.т.

Финансовые затраты на реализацию проекта составили 13 млн 911,7 тыс. руб. Проект окупится в срок до 3 лет. ■

Гродненское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

Энергисточник на местных ТЭР введен в эксплуатацию в Большой Берестовице

19 ноября 2021 года в г.п. Большая Берестовица введена в эксплуатацию после реконструкции котельная по ул. Ленина.

Реализация проекта производилась в период 2020–2021 годов. Стоимость строительства составила 5 млн 428,3 тыс. рублей. Финансирование объекта осуществлялось в том числе в рамках Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы за счет средств республиканского бюджета в объеме 1 млн 230 тыс. рублей.

Все основные строительные и монтажные работы по реконструкции котельной, как и предписывалось договором подрядных работ, были завершены к октябрю уходящего года.

Вместо двух низкоэффективных котлоагрегатов суммарной мощностью 4 МВт здесь были установлены два котлоагрегата на местных видах топлива (щепе) белорусского производства мощностью 4 и 2 МВт с ко-



номайзерами и коэффициентом полезного действия 91%.

Режимно-наладочные испытания подтвердили все заявленные производителем технические характеристики.

Реализация данного проекта со сроком окупаемости 6,8 года позволит ежегодно замещать потребление импортного природного газа в объеме 670 т у.т. и эффективно использовать энергоресурсы за счет применения энергоэффективного котельного оборудования. ■

Гродненское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бядули, 12
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569
e-mail: minsk@ista.by • <http://www.ista.by>
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by



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

УНП 100338436

Евгений Иванчиков,
технический директор

Алина Алейникова,
руководитель инжиниринговой группы

Егор Николаев,
инженер

Алексей Матявин,
инженер

Анна Мартинчук,
инженер

СЗАО «Филтер»

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Экономии тепловой энергии традиционно много внимания уделяется на предприятиях всех отраслей промышленности и форм собственности Республики Беларусь. Это связано со стоимостью энергоресурсов и все большей конкуренцией на внутреннем и внешних рынках, где за счет снижения энергетической составляющей можно добиться лучших финансовых показателей.

Все чаще внедряются нестандартные технические решения на базе конденсаторов дымовых газов, тепловых насосов (абсорбционных и компрессионных), комбинированной выработки тепловой энергии и энергии холода, абсорбционных тепловых насосов второго типа, а также простейших решений для утилизации выпара на базе термокомпрессоров, очистки и использования технологических сред (к примеру, конденсата из вакуум-выпарных установок на молочном производстве).

Конденсаторы дымовых газов (КДГ)

Конденсаторы дымовых газов — это устройства для получения низкопотенциальной энергии за счет конденсации водяных паров, которые содержатся в дымовых газах. Конденсационную технику можно использовать как при сжигании природного газа, так и при использовании твердого топлива (древесной щепы). При этом температура дымовых газов может составлять от 25°C до 45°C. При применении КДГ на котельных установках, использующих природный газ, рекомендовано использовать бесконтактные теплообменные экономайзеры, в которых дымовые газы не контактируют напрямую с нагреваемой водой, а на твердотопливных котлах используются контактные КДГ. На сегодняшний день компания FILTER установила 12 конденсаторов дымовых газов различного исполнения и имеет большой опыт расчетов и технических решений в данном направлении энергосбережения.

Бесконтактные КДГ можно конфигурировать под требуемые задачи, которые стоят на предприятии: на паровом котле можно греть только подпиточную воду или создавать до-

Низшая теплота сгорания топлива Q_H

Высшая теплота сгорания топлива Q_B

33,2 МДж/м³

40 МДж/м³

$$Q_B = Q_H + k(W + 9H)$$

$$КПД = Q_P / (Q_H \cdot \nu) \text{ В}$$

где k — коэффициент, равный 25 кДж/кг (6 ккал/кг);
 W — количество воды в горючем веществе, % (по массе);
 H — количество водорода в горючем веществе, % (по массе).

◆ **Рис. 1.** Связь между высшей и низшей теплотой сгорания природного газа

полнительный контур низкопотенциальной энергии для использования в преднагревах ГВС, ЦП, подпиточной воды и т.д. Особое внимание в данных расчетах стоит обратить на расчетный КПД котельного агрегата при использовании КДГ, т.к. встречаются публикации, в которых говорится о КПД свыше 100%. В обычных расчетах для природного газа используется низшая теплота сгорания природного газа, равная 33,2 МДж/м³, которая не учитывает теплоту конденсации водяных паров (рисунок 1).

Водяные пары в дымовых газах имеют несколько другие свойства, чем чистый водяной пар. Они находят-

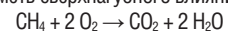
ся в смеси с другими газами, и их параметры отвечают параметрам смеси. Поэтому температура, при которой начинается конденсация, отличается от стандартных 100°C для водяного пара и зависит от вида топлива и коэффициента избытка воздуха. На рисунке 2 показана зависимость точки конденсации от коэффициента избытка воздуха и зависимость выделяемой тепловой энергии от температуры конденсации.

Одной из важнейших задач при внедрении КДГ стоит не только внедрение оборудования, но и эффективное использование низкопотенциального тепла. В таблице 1 показаны

реальные характеристики конденсационного оборудования для различных задач и мощностей котлов.

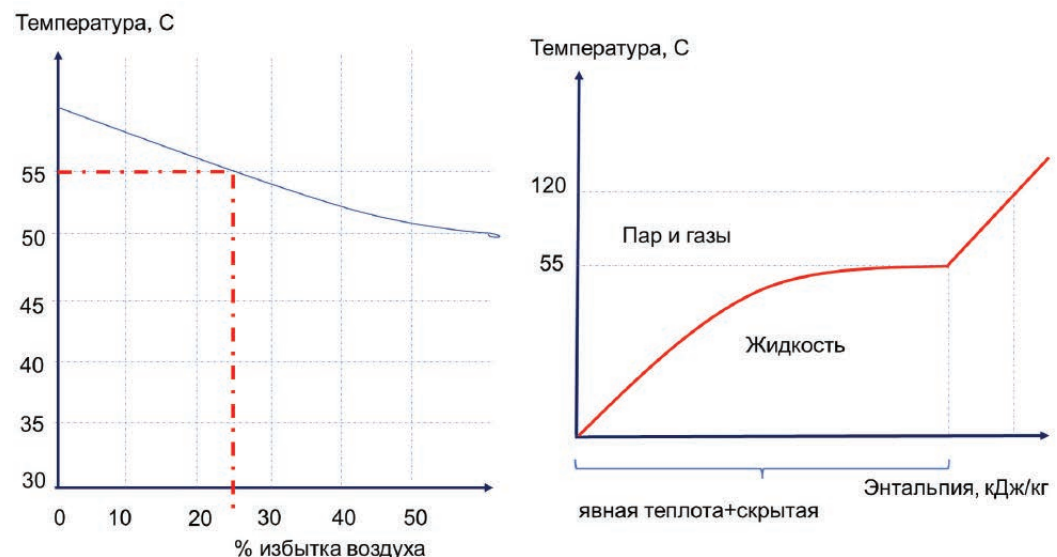
Из таблицы 1 видно, что количество тепловой энергии, снимаемое с различных котлов, зависит от температуры, до которой охлаждаются дымовые газы. Побочным продуктом при использовании конденсаторов ДГ является собственно появление конденсата.

Из реакции горения метана видно, что получаемый конденсат не может иметь сверхпаугубного влияния:



При сгорании 1 м³ газа образуется 2 м³ водяных паров. Этот конденсат имеет небольшую кислотность (порядка $pH=3,5-4,5$), что не превышает допустимый уровень бытовых отходов. Совместно с КДГ компания FILTER поставляет систему нейтрализации с дозированием NaOH для коррекции pH. Содержание других вредных веществ в конденсате также не превышает допустимых пределов. Дымоходы и дымовые трубы должны выполняться из нержавеющей стали.

За 2021 год компания FILTER установила конденсаторы дымовых газов на 3 объектах (4 единицы оборудования) общей тепловой мощностью 2 915 кВт. Все проекты были реали-



◆ **Рис. 2.** Зависимость температуры конденсации от коэффициента избытка воздуха и зависимость выделяемой тепловой энергии от температуры конденсации при сжигании природного газа

Таблица 1. Характеристики КДГ (при 100-процентной нагрузке).

Паропроизводительность котла	Температура ДГ за стандартным экономайзером, °С	Температура ДГ за КДГ, °С	Дополнительно снимаемая тепловая мощность, кВт	Температурный режим нагреваемой среды, °С	Применение
15 т/ч	190–210	40	1745	25/65	Преднагрев ГВС и СІР
18 т/ч	175	49	1300	10/89	Преднагрев подпиточной воды
10 т/ч	130	52,5	396	10/79	Преднагрев подпиточной воды
6 т/ч	120	43,2	390	16/59	Преднагрев подпиточной воды
5 т/ч	130	44	385	10/61	Преднагрев подпиточной воды
16 т/ч	137	35	1450	10/70; 25/55	Преднагрев подпиточной воды, ГВС и СІР



Рис. 3. Котел Danstoker с конденсатором дымовых газов

зованы либо в рамках строительства новых котельных, либо в рамках модернизации на предприятиях молочной отрасли. На рисунке 3 показаны 3 котла Danstoker паропроизводительностью по 5 т/ч каждый с установкой на 2 котлах конденсаторов (каждый по 390 кВт).

Как было отмечено ранее, важной составляющей технической реализации проектов с использованием низкопотенциального тепла является технически верное распределение низкопотенциальных потоков. Для сглаживания возможных рваных нагрузок и для повышения эффективности использования рекуперативного оборудования принято использовать баки-аккумуляторы. Компания FILTER самостоятельно проводит все инже-

нерные расчеты в части выбора всех составляющих технического решения. Крупнейшим баком-аккумулятором, установленным компанией FILTER, является установка бака объемом 8500 м³ в городе Саласпилс (Латвия) совместно со станцией на твердотопливных котлах с КДГ и солнечными коллекторами суммарной тепловой мощностью 3–6 МВт (рисунок 4). В данном проекте в одном баке сводятся все тепловые потоки от котельной для дальнейшего распределения тепловой энергии потребителям. **Все технические расчеты, подбор оборудования, проектирование и поставку оборудования выполнила компания FILTER.**

В настоящий момент компания FILTER использует конденсаторы под

торговой маркой Savery (принадлежит компании FILTER) производства датской компании Danstoker (производитель котельного оборудования). Все инженерные расчеты для данного оборудования выполняют инженеры компании FILTER.

Системные решения

В своей ежедневной работе инженеры компании FILTER предлагают системный анализ всех составляющих производства, собирают данные с потребителей всех видов энергии (в случае, если приборы учета отсутствуют, выполняются технические расчеты, результаты которых согласовываются с представителями предприятия на предмет реальности данных). На основе собранной информации создается

математическая модель, с помощью которой возможно просчитать наиболее технически и экономически верные решения для внедрения. Во всех предлагаемых решениях потенциальные внедрения прорабатываются в конечную систему, состоящую из нескольких этапов внедрения, но учитывающую каждое будущее изменение.

За последние 3 года для различных отраслей промышленности были проработаны, предложены и частично реализованы проекты в части использования **нестандартных технических решений:**

1. конденсаторов дымовых газов – 10 единиц;
2. проекты по централизованному отоплению города на базе комбинированной выработки тепла за счет солнечной энергии и сжигания твердого топлива (вторая по мощности геотермоколлекторная станция на территории Европы);
3. тепловой насос для комбинированной выработки тепловых и холодильных мощностей – ОАО «Спартак», Республика Беларусь;
4. контроль качества и очистка конденсата от вакуум-выпарных установок.

Благодаря почти 30-летнему опыту компании FILTER в части реализации сложных инженеринговых проектов, многие сложные технические решения воплощались в жизнь и на сегодняшний день установлено почти 600 МВт электрических мощностей, 3000 МВт тепловых мощностей (на разных видах топлива), реализованы проекты с ORC-турбинами и сложными системами водоподготовки. Наша компания готова оказать услуги по разработке технических решений как в частном случае, так и с заключением договора для стратегического долгосрочного партнерства в части инженерного консалтинга для предприятий различных отраслей промышленности.

Компания FILTER поздравляет всех наших партнеров с наступающим Рождеством и Новым годом и желает в 2022 году реализации самых амбициозных планов. ■



Рис. 4. Городская котельная с твердотопливным котлом, конденсатором дымовых газов, геотермоколлекторной станцией

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА | **FILTER**
ЭНЕРГИЯ. ВОДА. РЕШЕНИЯ

Компания «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

С.А. Левченко,
заведующий лабораторией
Институт тепло- и массообмена
им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск

А.В. Орлов,
доцент, к.х.н.
Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ),
Нижний Новгород, Россия

ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО СЕКТОРА

УДК 679.18

Аннотация

Строительная промышленность способствует дефициту ресурсов, потребляя огромное количество природных материалов и производя большое количество отходов, которые вносят значительный вклад в воздействие на окружающую среду, вызванное потребностями растущего населения всего мира. Исследование, представленное в данной статье, направлено на определение основных проблем, связанных с внедрением принципов круговой, циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла), а также связанного с этим потенциала развития круговой экономики в строительной отрасли.

Введение

Строительный сектор – один из самых ресурсоемких секторов в Европейском Союзе. За весь их жизненный цикл, от добычи материалов до производства строительных изделий, строительства, использования и обслуживания, на здания в ЕС приходится примерно половина добытых материалов и потребления энергии, а также треть потребления воды и образующихся отходов. С другой стороны, строительный сектор также имеет значительное влияние на социальное и экономическое уровне. Этот сектор оценивается в 10% мирового ВВП, в нем занято 111 миллионов человек [1].

В докладе «Дорожная карта к ресурсно-эффективной Европе» (Roadmap to a Resource Efficient Europe) сектор зданий выделен как один из трех ключевых секторов, требующих внимания. Лучшее строительство и использование зданий может способствовать экономии 42% конечного потребления энергии; предотвратить около 35% от общего объема выбросов парниковых газов; сэкономить 50% добытых материалов и до 30% воды в некоторых регионах [2].

Производство большинства строительных материалов требует больших материальных и энергетических ресурсов. Тем не менее,



эти материалы попадают в отходы. Следовательно, строительной отрасли удастся использовать лишь незначительный процент присущей строительным материалам экономической ценности и долговечности. Однако, потребность в повышении эффективности использования ресурсов будет расти параллельно с обеспечением других растущих человеческих потребностей. Принципы круговой, циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла) могут способствовать минимизации вышеупомянутых проблем за счет рециркуляции строительных материалов. Например, существующие решения для механических соединений могут проектироваться с возможностью разборки, тем самым потенциально продлевая срок службы строительных материалов и компонентов за счет повторного использования в последующих строительных проектах.

Рециркуляция и рекуперация энергии являются наиболее распространенными практиками круговой экономики в строительной

отрасли, хотя считается, что экономические и экологические преимущества повторного использования намного выше. Повторное использование бетонных конструкций, например, позволяет избежать значительной части выбросов CO₂ и обеспечить экономическую выгоду. Кроме того, при замене бетона альтернативными материалами, например, деревом, сталью и стеклом, достигается повышенная экономия при разборке для повторного использования и переработке. Однако, основные проблемы, мешающие отрасли воспользоваться этим потенциалом, можно определить, как: сосредоточение внимания на краткосрочных целях, сложные цепочки поставок, отсутствие сотрудничества между заинтересованными сторонами и отсутствие реализации круговой экономики в отрасли.

Выбор строительных материалов определяет степень влияния здания на окружающую среду. При нынешних темпах только на производство материалов в ЕС будет приходиться 900 млрд тонн CO₂-экв. Наиболь-

шая доля ответственности лежит на секторе строительства зданий: в 2017 году на этот сектор (включая производство материалов, транспорт и т.д.) приходилось 36% глобального конечного энергопотребления и 39% выбросов CO₂, связанных с энергетикой [3]. Согласно нашим расчетам, энергопотребление в секторах, анализируемых в этом документе, должно снизиться с 2250 ТВт·ч в 2015 году до 1434 ТВт·ч в 2050 году, чтобы соответствовать Парижскому соглашению [4].

В этой статье излагаются обязательства, взятые на себя европейской промышленностью на данный момент, и их сравнение с некоторыми потенциальными климатическими преимуществами политики круговой экономики. Далее предлагаются меры экономики замкнутого цикла, которые являются конкурентоспособными с финансовой точки зрения, сокращают количество «зеленой» энергии и материалов, необходимых для обеспечения эффективности, и вносят соответствующий вклад не только в декарбонизацию, но и в другие европейские цели «Зеленой сделки» (European Green Deal).

1. Потенциал круговой экономики в цементной промышленности

В строительном секторе наиболее важным источником выбросов CO₂ являются производство, транспортировка и использование цемента/бетона. На производство цемента приходится 8% глобальных выбросов, и оно также представляет собой значительный источник выбросов в ЕС: 114 млн т CO₂ в год. При обычном сценарии рост спроса на цемент перевесит улучшения производственных процессов, следовательно, выбросы в 2050 году останутся такими же, как сегодня, на уровне 113 млн т CO₂ в год.

Положения экономики замкнутого цикла в некоторой степени уже действуют в цементной промышленности; 46% топлива заменяется альтернативным топливом и сырьем, полученным из различных отходов.

Самый высокий углеродный след при производстве цемента связан с производством клинкера. Именно производство клинкера создает 60–65% всех технологических выбросов. Поэтому цементная промышленность фокусирует внимание на заменителях клинкера, таких как «дополнительные вяжущие материалы» (например, доменный шлак может обеспечивать очень высокие показатели замещения клинкера, до 95% в некоторых типах цемента). Уровень выбросов CO₂ доменных шлаков обычно составляет около 67 кг CO₂/т, что позволяет снизить выбросы CO₂ до 30%. В настоящее время в Европе производится около 25 млн т доменного шлака в год, из которых около 87% гранулируется для использования в качестве компонента вяжущих для цемента, бетона или дорожных строительных материалов. Замещение обычно происходит там, где установки находятся в непосред-

ственной близости друг от друга, например, в Бельгии, где 63% клинкера заменяется локально обильным стальным шлаком.

Ассоциация цементной промышленности выпустила дорожную карту углеродной нейтральности, которая направлена на достижение нулевых выбросов в производственной цепочке. Выбросы в значительной степени зависят от биомассы улавливания и связывания углерода. К сожалению, эти показатели, начиная с текущего года и по 2030 год, похоже, не соответствуют климатическим амбициям ЕС.

Массовое использование отходов и биомассы для получения энергии вызывает опасения по поводу ее устойчивости. Европейская цементная ассоциация стремится достичь 60% альтернативных видов топлива (в основном отходов), содержащих 30% биомассы, к 2030 году и 90% альтернативных видов топлива с 50% биомассы к 2050 году.

Содержание клинкера в цементе медленно снижается, но темпы процесса еще слишком медленные для достижения значительных результатов: цель – подняться с 77% до 74% в 2030 году и до 64% в 2050 году.

Двумя другими основными техническими решениями, предусмотренными в отрасли, являются использование выбросов CO₂ для производства водорослей и увеличение карбонизации в процессах, в которых цемент и бетон будут действовать как материалы, поглощающие CO₂.

Меры круговой экономики могут сократить выбросы на протяжении всего производства, использования и до конца срока службы цемента. Улучшения могут быть достигнуты за счет повторного использования 30–40% клинкера, который часто остается неиспользованным (или негидратированным) и в принципе может быть повторно использован для замены первичного материала.

Качественные инновации в клинкерах, отличных от портландцемента, могут привести к сокращению выбросов CO₂ на 20–30% в определенных областях применения, поскольку это снижает как количество известняка в рецептуре, так и потребление энергии. Особенно интересной разработкой является цемент LC3, в котором кальцинированная глина в значительной степени заменяет кальцинированный известняк, тем самым примерно на 40% сокращая выбросы как от генерирования тепловой энергии, так и от процесса в целом.

Подводя итоги, следует сказать, что основные достижения могут быть получены за счет сокращения чрезмерного количества элементов (спецификаций) и изменений конструкции здания: по данным Европейской цементной ассоциации, количество цемента в бетоне мо-

жет быть уменьшено на 5% к 2030 году и 15% в 2050 году. Снижение чрезмерных требований может, в свою очередь, снизить использование бетона в зданиях на 5–10% к 2030 году и на 10–30% к 2050 году. Это будет очень актуально для достижения целей 2050 года.

Фаза утилизации также будет играть ключевую роль: если переработка цемента станет широко распространенной, это снизит сред-

нюю CO₂-интенсивность производства цемента на 23%, с 0,62 до 0,48 тонны выбросов CO₂ на тонну цемента. В целом, восстановленный цемент может заменить до 80% нового цемента в строительстве, сокращая почти половину выбросов CO₂ на уровне здания.

Если переработка цемента станет широко распространенной, это снизит среднюю CO₂-интенсивность производства цемента на 23%, с 0,62 до 0,48 тонны выбросов CO₂ на тонну цемента.

2. Потенциал круговой экономики в сталелитейной промышленности

За исключением электростанций, крупнейшими источниками загрязнения выбросами диоксида углерода в Европе являются сталелитейные заводы. Сталелитейщики выбрасывают в атмосферу почти две метрические тонны CO₂ на каждую тонну произведенной стали.

Спрос на сталь в Европе до COVID-19 составлял примерно 150 млн тонн в год. В основном это сталь для электродуговых печей, тогда как первичная сталь, в пять раз более насыщенная CO₂, в основном предназначена для экспорта. Примечательно, что примерно такое же количество стали теряется ежегодно из-за производственных потерь и недостаточного восстановления лома.

В своем документе о климатической нейтральности в 2018 году промышленность взяла на себя обязательство к 2050 году снизить выбросы на 80%. Этот подход фокусируется на биомассе и пластиковых отходах, применяемых в качестве источника энергии. Если европейская сталелитейная промышленность перейдет на использование такой энергии, в оборот круговой экономики ежегодно будет включено около 200–250 миллионов тонн биомассы и отходов. Тем не менее, эта оценка не решает проблемы конкуренции с другими секторами, не учитывает тот факт, что количество пластиковых отходов должно постепенно сокращаться и что устойчивая биомасса относительно редка и имеет другие, конкурирующие пути применения.

Крупнейший производитель стали в Европе «Arcelor Mittal» пообещал сократить выбросы CO₂ на 30% к 2030 году и достичь углеродной нейтральности к 2050 году за счет внедрения таких технологических инноваций, как прямой впрыск в доменные печи (DRI) и «умный» углерод (Smart Carbon). ▶

Один из крупнейших промышленных концернов Германии «ThyssenKrupp» взял на себя обязательство к 2050 году не допускать изменения климата путем косвенных или прямых выбросов с помощью тех же технологий.

Согласно исследованиям, в 2050 году от 50% до 60% стали в строительстве может быть произведено из повторно используемой стали, а сокращение превышения технических требований на этапе проектирования может снизить выбросы на 36–46%.

Представлен сценарий, согласно которому до 85% производства стали в ЕС в 2050 году может приходиться на вторичное производство стали. Для достижения такой высокой степени требуется, «чтобы был утилизирован почти весь имеющийся лом, было осуществлено производство высококачественной стали из лома и устранено загрязнение медью». На вторичной переработке лома в электродуговых печах (ЭДП) достигается более чем четырехкратное сокращение выбросов CO₂ (<0,2 т CO₂-экв. на тонну произведенной стали), особенно при электропотреблении от возобновляемых источников энергии. Имеется также дополнительное преимущество, заключающееся в значительном снижении загрязнения воздуха (в частности, SO₂, NOx, пыль и тяжелыми металлами) [5].

С 2016 года несколько производителей стали объявили о планах отказаться от доменных печей и перейти на водородные процессы. Эти обязательства в настоящее время увеличивают производственную мощность в 30 млн тонн «зеленой» стали, что более чем достаточно для 22 млн тонн стали, необходимых для полной реализации амбициозной политики круговой экономики.

В долгосрочной перспективе компании «Tata Steel» и «Arcelor Mittal» стали партнерами проекта REDUCE, который успешно продемонстрировал, что использование стали для строительства зданий может быть налажено с учетом стопроцентного многократного использования.

3. Потенциал круговой экономики в промышленности производства пластмасс

Если производство пластика будет расти так, как в настоящее время, выбросы парниковых газов могут достичь 1,34 Гт в год, что к 2030 году будет эквивалентно выбросам более чем 295 новых угольных электростанций мощностью 500 мегаватт [6]. К 2050 году общие выбросы парниковых газов от пластика могут составить более 56 Гт, что составляет от 10% до 13% всего оставшегося углеродного бюджета. Кроме того, серьезные опасения вызывают пластиковые отходы на суше и водных путях, в морях и океанах, а также их воз-

действие на окружающую среду, экономику и здоровье.

Производство пластика требует значительных затрат энергии и связано со значительными выбросами. Крекинг алканов до олефинов, производство хлора (в основном для ПВХ), полимеризация и пластификация олефинов в пластмассовые смолы и другие процессы химической очистки производят значительные выбросы: в среднем на каждую тонну произведенного пластика приходится 2,5 тонны выбрасываемого CO₂.

На сектор зданий приходится почти 20% рынка пластмасс. Различные типы пластмасс, производимые для этого рынка (например, ПВХ, ПС, расширенный ПС, ПП), имеют форму труб, кабелей, покрытий, панелей, пленок, окон и дверей, и их присутствие на рынке растет, поскольку они являются ключевым компонентом изоляционных материалов и интеллектуальных сервисных решений. ПВХ представляет собой особую проблему как из-за воздействия на климат его сильно загрязняющего производственного процесса, так и из-за содержащихся в нем токсичных химикатов (фталаты в покрытиях и кабелях, свинец и другие тяжелые металлы в таких жестких изделиях, как оконные рамы), поскольку они трудно поддаются переработке.

В 2018 году, например, только 29 млн тонн пластика было собрано после использования, из них только 32,5% было переработано. С учетом потерь в секторе вторичной переработки, общее количество вторичного сырья сегодня оценивается примерно в 10% от спроса.

По данным отрасли ПВХ, в 2017 году было переработано около 300 тыс. тонн оконных профилей и связанных с ними строительных материалов. Но ситуация варьируется от страны к стране – из этого общего количества 70% окон, ставен и профилей были переработаны в Германии и Великобритании, а также 30% – в остальных странах ЕС-28. Насколько известно, только одно предприятие в ЕС имеет право перерабатывать ПВХ-покрытие.

Что касается полиолефинов (ПП и ПЭ), в настоящее время 2 млн т вторичных полиолефинов в год размещаются на европейском рынке, замещая новые продукты.

Plastic Europe опубликовала некоторые общие обязательства для отрасли, касающиеся в том числе улучшенных характеристик пластика и эффективности производства. Обязательства включают в себя более широкое использование переработанных материалов, но в них не упоминались проблемы продления срока службы и сокращения спроса. Основной упор делается на использование очень спорных технологий, таких как химическая переработка [7].

С 2000 года VinylPlus, добровольный консорциум европейской индустрии ПВХ, реализует некоторые меры циркулярной экономики. В частности, он обязался перерабатывать не менее 900 тыс. тонн ПВХ в год в новые продукты к 2025 году в рамках общей цели в 10 миллионов тонн, установленной Комиссией для пластмассовой промышленности. Цель на 2030 год – увеличить это количество до 1 млн т, что составило бы примерно 40% от имеющихся отходов. Стоит отметить, что переработка ПВХ осуществляется в основном путем введения доли переработанного ПВХ в более чистый материал, что эффективно выводит на рынок еще больше ПВХ.

Что касается полиолефинов, то отраслевая ассоциация PCER обязалась увеличить использование вторичных полиолефиновых отходов, таких как полипропилен и полиэтилен, в новых продуктах до 3 млн тонн в год в 2025 году, с увеличением на 1 млн тонн в год.

Что касается полистирола и пенополистирола, отраслевая организация SCS обязалась резко увеличить и ускорить коммерческое использование таких революционных технологий, как деполимеризация и растворение, чтобы сделать продукты на основе полистирола полностью и многократно пригодными для вторичной переработки, создавая замкнутые циклы.

Меры круговой экономики в этом секторе применяются на протяжении всей производственно-сбытовой цепочки от этапа проектирования (разработка с целью увеличения срока службы и повторного использования) до фазы окончания срока службы. Большинство пластмасс подлежат вторичной переработке, и вторичная переработка сокращает 90% выбросов CO₂, связанных с новым производством. При детальной оценке типов, потоков и использования пластмасс мы обнаружили, что сочетание повторного использования и рециркуляции может удовлетворить 60% всего спроса на пластики к 2050 году, сократив выбросы CO₂ вдвое.

4. Потенциал круговой экономики в стекольной промышленности

Источниками выбросов CO₂ при производстве стекла являются, прежде всего, высокотемпературное тепло (от 1300 до 1500°C) от сжигания топлива для плавления (что составляет от 75% до 85% общих выбросов CO₂) и технологические выбросы, связанные с разложением карбонатов в шихте (от 15% до 25% от общих выбросов CO₂).

Переход на электрическую плавку с использованием возобновляемой электроэнергии пока не является вариантом для больших печей (с производительностью от 200 до 100 т/сут.), в частности, производящих тарное стекло и листовое стекло, на которые приходится 85% производства и выбросов в Европе.

С учетом потерь в секторе вторичной переработки, общее количество вторичного сырья сегодня оценивается примерно в 10% от спроса.

Использование других современных технологий также ограничено тем фактом, что для отрасли характерны небольшие, рассредоточенные подразделения, расположенные в основном на старых месторождениях, что также затрудняет транспортировку.

Французская компания «Saint-Gobain», один из основных участников этого рынка, объявила о своей стратегии по достижению нулевых выбросов углерода к 2050 году. Она также взяла на себя обязательство сократить к 2030 году 33% своих прямых и косвенных выбросов и 16% выбросов в цепочке создания продукции по сравнению с уровнем 2017 года. Примечательно, что эти обязательства предусматривают увеличение объемов переработки за счет улучшения логистики в краткосрочной перспективе. Инновации на этапе проектирования, такие как более тесная интеграция переработанного содержимого и совершенствование технологий переработки, предусмотрены только в среднесрочной перспективе. Поставлена общая цель снижения на 30% использования сырья к 2030 году.

Более крупная коалиция отраслей, связанная с производством стекла, объявила о европейском плане действий под названием «Close the Glass Loop» (замкнутый цикл производства стекла), чтобы попытаться достичь 90% раздельного сбора и переработки стеклянной тары к 2030 году.

Принимая во внимание технологические инновации и то, что улавливание и хранение углерода (CCS) может не играть важную роль в этом секторе, сокращение выбросов в атмосферу должно быть достигнуто с помощью таких мер круговой экономики, как продление срока службы продуктов за счет повторного использования тарного и оконного стекла. Проекты с возможностью повторного использования окон и повышенной гармонизацией спецификаций продуктов могут способствовать повторному использованию и продлению срока службы продуктов.

Примерно 3 млн т CO₂-экв. может быть получено путем вторичной переработки 26% тарного стекла, которое занимает первое место в стекольном секторе по тоннажу и сегодня все еще остается в отходах.

К сожалению, как и в фотоэлектрическом секторе, стекольная промышленность заявляет об экономии выбросов в цепочках создания стоимости в зданиях из-за изоляционных свойств своей продукции – мы считаем, что это недопустимый двойной учет экономии в строительном секторе.

Заключение

Для полного достижения целей «Зеленой сделки» (European Green Deal) по обеспечению климатической нейтральности и нулевого загрязнения окружающей среды необходимо ввести в действие следующие стратегии высокотехнологичной экономики замкнутого цикла:

- Повышение эффективности использования ресурсов в промышленном производстве путем систематической установки уровней экологической эффективности, связанных с наилучшими доступными технологиями, для потребления ресурсов и предотвращения образования отходов, в зависимости от результатов производства. Внести изменения в рамки политики ЕС10, чтобы эти стандарты стали обязательными.

- Увеличение коэффициента использования материалов замкнутого цикла в следующем десятилетии как минимум на 100%.

- Введение минимальной доли переработанного возобновляемого сырья в соответствии с климатическими целями ЕС в ключевых продуктах строительного рынка, таких как цемент и пластмассы.

- Улучшение производственных систем с замкнутым циклом за счет улучшения раздельного сбора отходов и установления целевых показателей качества вторичного сырья.

- Обеспечение прозрачности информации о химических компонентах всех продуктов для облегчения повторного их использования, восстановления, ремонта и переработки.

Цель углеродной нейтральности должна идти рука об руку с целью нулевого загрязнения, поскольку инвестиции в промышленность, как правило, имеют долгий срок. Для этого необходимо:

- Обеспечить поддержку производства низкоуглеродных продуктов с помощью таких мер управления со стороны спроса, как «зеленые» государственные закупки и международные процедуры «зеленых» торгов.

- Установить требования к информации об углеродном следе и экологичности для материалов, размещаемых на рынке ЕС, включая переработанное содержимое.

- Содействовать обязательной гармонизации экологических стандартов и стандартов безопасности в ЕС.

- Основать подход к определению наилучших доступных технологий на достижении наилучшего соотношения воздействия на окружающую среду по сравнению с предоставленными общественными благами или услугами в рамках цепочки создания стоимости и на основе технически возможных уровней производительности, а не на экономически приемлемых уровнях эксплуатации для промышленности. Ключевая цель снижения расхода материалов и выбросов вредных веществ может быть достигнута с помощью набора беспроигрышных вариантов, ориентированных на современные технологии и требования рынка. Снижение потребления материалов значительно снизит давление, которое экономика оказывает на окружающую среду, особенно на такие нетронутые уголки природы, как морское дно.

- Обеспечить эффективность использования ресурсов (энергии и материалов), в первую очередь, для всех инновационных и восстановительных проектов в промышленности.

- Продлить срок службы строительных материалов за счет введения требований экологического дизайна. Это должно привести к тому, что строительные материалы станут долговечными и пригодными для повторного использования, и, как только они будут выброшены или достигнут конца срока службы, они будут собраны через системы замкнутого цикла, обеззаражены и переработаны с эквивалентными функциями, как у первичных материалов.

- Отдавать приоритет экономике замкнутого цикла в НИОКР, особенно инновациям, которые заменяют материалы, выделяющие парниковые газы, обеспечивают более длительный срок службы продуктов и более широкое их использование за счет цифровизации.

Литература

1. European Union. European Commission – Environment – Sustainable buildings, 2016 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm/>. – Date of access: 29.06.2021.

2. Herczeg M., McKinnon D., Milios L., Bakas I., Klaassens E., Svatikova K., et al. Resource efficiency in the building sector. // ECORYS Final Report. – Rotterdam, the Netherlands: Copenhagen Resource Institute; 23 May 2014.

3. International Energy Agency and the United Nations Environment Programme. (2018). 2018 Global Status Report: towards a zero emission, efficient and resilient buildings and construction sector [Electronic resource]. – Mode of access: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27140/Global_Status_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y/. – Date of access: 29.06.2021.

4. Building a Paris Agreement Compatible (PAC) Energy Scenario. CAN Europe / EEB technical summary of key elements. June 2020 [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.pac-scenarios.eu/fileadmin/user_upload/PAC_scenario_technical_summary_29jun20.pdf. – Date of access: 29.06.2021.

5. The Net-Zero Steel Pathway Methodology Project, Stakeholder Reference, Group update, 27th November 2020 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://netzerosteelproject.com/stakeholder-reference-group/>. – Date of access: 29.06.2021.

6. Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet. May 2019. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>. – Date of access: 29.06.2021.

7. Rollinson, A., Oladejo, J. Chemical Recycling: Status, Sustainability, and Environmental Impacts. Global Alliance for Incinerator Alternatives. (2020). doi:10.46556/ONLS4535. [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/CR-Technical-Assessment_June-2020.pdf. – Date of access: 29.06.2021. ■

ИЗМЕРИТЬ, ЧТОБЫ КОНТРОЛИРОВАТЬ: ЗАЧЕМ ПРЕДПРИЯТИЯМ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА

Ежегодно в декабре Беларусь отмечает День энергетика. При этом сама данная сфера играет все более заметную роль в жизни белорусского общества – начиная с бытового уровня и заканчивая ключевыми вопросами государственной политики. Важное значение вопросы энергопотребления и энергосбережения имеют и для белорусских предприятий вне зависимости от масштабов их деятельности и форм собственности: ведь грамотное распоряжение энергоресурсами (в частности, электроэнергией) напрямую влияет на эффективность их функционирования.

Под рациональным использованием энергоресурсов в первую очередь имеется в виду определение возможностей для их экономии, внедрение соответствующих программ, а также различных инструментов для аудита и мониторинга энергетических расходов. Энергоаудит позволяет замерить их существующий уровень, определить участки и сектора, где происходят наибольшие потери энергии, и разработать меры сокращения этих потерь. Оценить энергозатраты в целом, спрогнозировать их на будущее и проанализировать эффективность и результативность внедрения энергосберегающих мероприятий и технологий помогает осуществляемый на постоянной основе мониторинг энергопотребления.



УНП 190919521

Самым удобным, надежным и экономически выгодным способом проведения такого мониторинга является использование инструментов, основанных на современных цифровых технологиях и IoT-решениях. Особенно это актуально для отраслей и предприятий с большим расходом электроэнергии. Для них белорусские провайдеры информационно-телекоммуникационных услуг разрабатывают и предлагают соответствующие сервисы.

Так, компания A1 запустила новую услугу для предприятий «Интеллектуальный энергомониторинг». Она представляет собой систему беспроводного контроля за оборудованием и производственной дисциплиной на предприятиях. Это решение способно с точностью до минуты следить за соблюдением регламентов и расходом электроэнергии, а также сокращать затраты на нее и выявлять поломки элек-

тросети в режиме реального времени.

Энергомониторинг осуществляется онлайн с использованием модема для передачи данных, а также современных беспроводных датчиков. Они устанавливаются на кабелях электропитания в распределительных шкафах без нарушения изоляции электропроводки и каждые 10 секунд передают данные о потреблении электроэнергии на модем, откуда они по зашифрованному каналу поступают в «облако» для анализа и обработки. Доступ к этим данным осуществляется через web-интерфейс для онлайн-мониторинга. Просмотреть всю интересующую информацию можно с любого устройства с выходом в интернет. Для того чтобы обеспечить гарантированное подключение к мобильному или фиксированному интернету, в предложение включены услуги связи A1 на тарифах линейки «Бизнес Анлим». При этом абонентская плата за пользование

оборудованием и доступ к аналитике составляет от 31,2 рубля в месяц.

Предложение актуально для предприятий самых разных отраслей – от сетей АЗС, ресторанов и заведений быстрого обслуживания до предприятий легкой и тяжелой промышленности, машиностроения и металлообработки, жилищно-коммунального хозяйства и других отраслей с высоким энергопотреблением.

Выдача оборудования осуществляется на абонента с тарифным планом линейки «Бизнес Анлим». На одного абонента можно получить в пользование до 50 единиц оборудования.

Услуга «Интеллектуальный энергомониторинг» доступна для подключения всем юридическим лицам. Для получения подробной информации можно обратиться по телефону 150 или воспользоваться электронной почтой: DTG@a1.by. ■



О.А. Кучинский,
соискатель кафедры международных отношений
Института управленческих кадров
Академия управления при Президенте Республики Беларусь

РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ И ЕГО ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

УДК 327:620.9

Аннотация

В статье рассматриваются роль и место Китая в мировой энергетике, современное состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики в КНР. Приводятся сведения об основных китайских производителях оборудования солнечной и ветровой энергетики. Рассматриваются геополитические аспекты развития возобновляемой энергетики в Китае, в том числе проблема потенциального дефицита редкоземельных металлов. Обсуждаются перспективы сотрудничества Беларуси и Китая в области возобновляемой энергетики.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетика, геополитика, редкоземельные металлы, энергетический переход, Китай

Annotation

Kuchinsky O.A.
RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA AND ITS GEOPOLITICAL ASPECTS

The article examines the role and place of China in the world energy, current state and prospects for the development of renewable energy in the PRC. Information on the main Chinese manufacturers of solar and wind energy equipment is provided. The geopolitical aspects of the development of renewable energy in China are considered, including the problem of a potential shortage of rare earth metals. Prospects for cooperation between Belarus and China in the field of renewable energy are being discussed.

Key words: renewable energy sources, energetics, geopolitics, rare earth metals, energy transition, China

Введение

Одним из внешнеполитических приоритетов Республики Беларусь является развитие отношений всестороннего стратегического партнерства с Китаем. Новый импульс белорусско-китайским отношениям призвана придать Директива Президента Республики Беларусь от 03.12.2021 № 9 «О развитии двусторонних отношений Республики Беларусь с Китайской Народной Республикой». В число указанных в Директиве приоритетных задач по развитию отношений с Китаем входит, в том числе, наращивание торгово-экономического, финансового, инвестиционного взаимодействия, а также реализация инициативы «Пояс и путь» [1]. Несмотря на то, что в данном документе сотрудничество в энергетической сфере в явном виде не упоминается, опыт Китая по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для Республики Беларусь представляет несомненный интерес.

В связи с этим целью данной работы является анализ современного состояния и перспектив развития ВИЭ в Китайской Народной Республике, а также потенциальных геополитических последствий энергетического перехода для этой страны.

Основная часть

Политика реформ и открытости, начавшаяся в КНР в конце 1970-х гг., и последующий беспрецедентный экономический рост привели к значительному увеличению энергопотребления

и сопутствующему усилению экологических проблем. Так, только с 1978 по 2016 г. валовое потребление энергоресурсов в Китае выросло в более чем в 7 раз (с 570 до 4360 млн т у.т.). В настоящее время доля ископаемого топлива в энергобалансе составляет более 85%, в том числе, каменного угля – 60–70% [2]. Китай является крупнейшим в мире потребителем топливно-энергетических ресурсов (24,3% от общемирового показателя, 2019 г.). На долю КНР приходится 4,3% мировой добычи нефти (потребление – 14,3% от мирового показателя), 4,3% природного газа (потребление – 7,8%), 47,6% угля (потребление – 51,7%) [3].

Ценой прогресса стало загрязнение атмосферного воздуха в большинстве крупных городов Китая, а также водных ресурсов и деградация земель. Энергетический баланс Китая продолжает оставаться одним из наиболее «грязных» с экологической точки зрения. Так, доля каменного угля в производстве электроэнергии в 2020 г. составляла 57%, к 2025 г. она должна снизиться до 50% [4]. Несмотря на успехи, достигнутые Китаем в области возобновляемой энергетики, производство энергии угольными электростанциями в этой стране в 2019–2021 гг. увеличилось на 7%, или на 330 ТВт·ч [5].

Китай продолжает строить угольные электростанции и пока не собирается от них отказываться. Так, в 2020 г. было введено в эксплуатацию 38,4 ГВт новых мощностей, что составляет 76% от общемирового значения [5].

В 2019 г. на долю Китая приходилось 28,8% общемировых выбросов парниковых газов (в CO₂-эквиваленте), при этом по сравнению с 2010 г. данный показатель вырос на 2,6%. В абсолютных величинах за период 2010–2019 гг. выбросы парниковых газов в Китае выросли на 9,9% (общемировой показатель – 20,7%) [3].

Имеющиеся экологические проблемы вызывают серьезную обеспокоенность на уровне высшего руководства этой страны. Как отметил председатель КНР Си Цзиньпин на открытии Всемирного экономического форума в Давосе в январе 2017 г., «важно защищать окружающую среду, добиваясь экономического и социального прогресса, чтобы достичь гармонии между человеком и природой и человеком и обществом» [2]. Выступая в ходе 75-й сессии генеральной Ассамблеи ООН 22 сентября 2020 года, Си Цзиньпин заявил «Мы стремимся достичь пика выбросов CO₂ к 2030 году и достичь углеродной нейтральности к 2060 году. Мы призываем все страны стремиться к инновационному, скоординированному, экологичному и открытому развитию для всех» [6]. Таким образом, китайский лидер поддержал инициативы об углеродной нейтральности, ранее высказанные европейскими и американскими лидерами, вместе с тем, достижение этой цели Китаем предполагается на 10 лет позже.

По оценкам Wood Mackenzie, чтобы достичь углеродной нейтральности к 2060 году, Китаю потребуются инвестиции в размере бо- ▶

лее 5 трлн долл. США. Компания BloombergNEF опубликовала доклад «Ускоренная декарбонизация Китая», в котором представлены два сценария перехода КНР к климатической нейтральности: сценарий «экономичной трансформации» (Economic Transition Scenario) и сценарий ускоренного перехода (Accelerated Transition Scenario). Последний сценарий предполагает достижение к 2050 году доли ветровой и солнечной энергетики в установленной мощности китайской энергосистемы до 74%, при этом мощности ветровых электростанций составят более 3,6 ТВт, а солнечных – 4,2 ТВт. По оценкам Bloomberg, реализация более экономичного сценария потребует инвестиций на сумму 3,3 трлн долл. США, ускоренного перехода – 7,9 трлн долл. США в течение следующих 30 лет [7].

В структуре установленной мощности ВИЭ в 2020 г. преобладали гидроэлектростанции – 339 840 МВт, или 38%, ветроэлектростанции – 281 993 МВт, или 31,5% и солнечные электростанции – 254 355 МВт, или 28,4%.

Современное состояние и перспективы развития ВИЭ в КНР

В настоящее время Китай является мировым лидером по развитию ВИЭ, заметно опережая в этом процессе другие страны. Так, если в 2011 г. в стране суммарная установленная мощность энергоустановок по использованию ВИЭ составляла 267 898 МВт (20,1% от общемировых), то в 2020 г. этот показатель достиг 894 879 (31,9% от общемировых) [8]. Таким образом, за последнее десятилетие по показателю установленной мощности отмечается рост в 3,34 раза.

В структуре установленной мощности ВИЭ в 2020 г. преобладали гидроэлектростанции – 339 840 МВт, или 38%, ветроэлектростанции – 281 993 МВт, или 31,5% и солнечные электростанции – 254 355 МВт, или 28,4%. Сравнительно небольшую долю занимают биоэнергетические установки – 18 687 МВт, или 2,1% [8]. Удельный вес использования других технологий ВИЭ в Китае – энергии океана и геотермальной энергетики – незначителен. Задавая тон развитию ВИЭ во всем мире, Китай демонстрирует исключительно высокие темпы развития ветровой и солнечной энергетики: рост мощностей первой из них за 10 лет составил 6,1 раза, рост второй – 81,8 раза.

Реальные темпы развития возобновляемой энергетики в Китае опережают те, что были установлены целевыми показателями в области энергетики на 13-ю пятилетку (2016–2020 гг.). К 2020 г. суммарная мощность энергоустановок по использованию ВИЭ должна была достигнуть 814 ГВт, а доля ВИЭ в валовом потреблении энергии – 19%, при доле угля в энергобалансе 58% при запланированных в пятилетнем плане значениях 676 ГВт, и 15% и 55% соответственно [2].

КНР является крупнейшим инвестором в возобновляемую энергетику. Так, в 2019 г. из

301,7 млрд долл. США глобальных инвестиций в ВИЭ на долю Китая приходилось 90,1 млрд долл. США, или 29,9%. Для сравнения, США инвестировали в 2019 г. 59 млрд долл. США, страны Европы – 58,4 млрд долл. США. По данным Bloomberg, с 2004 г. Китай инвестировал в развитие сектора ВИЭ 959,6 млрд долл. США. По объемам инвестиций в ВИЭ Китай обошел США только в 2012 году (56,6 против 40,7 млрд долл. США). Наибольшие инвестиции Китая в ВИЭ приходились на период 2015–2017 гг., в котором на эти цели ежегодно инвестировалось более 100 млрд долл. США, а в рекордном 2017 г. – 148,4 млрд долл. США.

Из 83,4 млрд долл. США, инвестированных Китаем в новые генерирующие мощности ВИЭ в 2019 г., 55 млрд долл. США направлены на развитие ветроэнергетики (41 млрд на суше и 14 млрд на морском шельфе), 25,7 млрд долл. США – на развитие солнечной энергетики (фотовольтаика), 1,2 млрд долл. США инвестировано в малые гидроэлектростанции, 1,5 млрд долл. США – в проекты, связанные с энергетическим использованием биомассы и отходов. Вместе с тем в настоящее время отмечается некоторое снижение инвестиций в сектор солнечной энергетики, связанное с продолжающимся сокращением государственной поддержки [9].

Важная роль отводится также развитию водородных технологий, в том числе с использованием энергии солнца и ветра. Так, 21 апреля 2021 г. Китайский Альянс водородной энергетики провел Форум по развитию водородной энергетики в период 14-ой пятилетки. На Форуме была представлена «Белая книга Китая по водородной энергетике и топливным элементам 2020», главной стратегической целью которой является доведение доли водородного топлива в энергобалансе КНР до 20% к 2060 г. [4]. В августе 2021 г. компания Bloomberg сообщила об одобрении властями китайского региона Внутренняя Монголия проекта строительства масштабного энергетического объекта поблизости от городов Ордос и Баотоу, на котором для производства «зеленого» водорода будет использоваться энергия солнца и ветра. Проект рассчитан на производство 66900 тонн «зеленого» водорода в год и будет обеспечиваться солнечными и ветровыми электростанциями установленной мощностью 1,85 ГВт и 370 МВт соответственно. Предполагается, что объект будет введен в эксплуатацию в середине 2023 года [10].

Государственная политика Китая в области ВИЭ

Анализируя причины успехов, достигнутых Китаем в развитии возобновляемой энергетики, следует отметить, что в отличие от мно-

гих стран, где быстрое развитие ВИЭ было обусловлено главным образом осознанием угроз энергетической безопасности и изменения климата, истинные причины развития ВИЭ в Китае лежат скорее в области промышленной политики. Как отмечает Д. Фриман, «китайское правительство признает, что возобновляемые источники энергии могут оказывать влияние на энергетическую безопасность и даже на национальную безопасность, но политика напрямую не затрагивает стратегические геополитические соображения по развитию возобновляемой энергии. Китай фокусируется на развитии ВИЭ внутри страны, при этом экономическому развитию и приоритетам развития промышленности уделяется большее внимание» [11].

Нельзя также не признать, что проводимая в Китае политика в сфере ВИЭ, во многом способствовала тому, что китайские производители оборудования ВИЭ в настоящее время заняли доминирующие позиции на мировых рынках. Например, доля китайских компаний на мировом рынке оборудования солнечной энергетики в 2017 г. составила 60% [12]. На долю 4 крупнейших китайских производителей ветроэнергетического оборудования в 2016 г. приходилось 24% рынка (Goldwin – 12%, United Power, Envision, Mingyang – по 4%) [13]. По итогам 2020 г. семь из десяти позиций в списке ведущих производителей солнечных модулей заняли китайские компании (LONGi Solar, Jinko Solar, JA Solar, Trina Solar, Risen Energy, Chint (Astronergy), Suntech) [14].

LONGi, крупнейший китайский производитель оборудования солнечной индустрии, по итогам первого полугодия 2021 года отчитался о рекордных продажах 17,01 ГВт монокристаллических солнечных модулей и выручке более 35 млрд юаней (5,4 млрд долларов США), продемонстрировав рост по сравнению с первым полугодием прошлого года на 74,26% [15].

В аналогичном списке производителей ветровых турбин по итогам 2020 г. семь из десяти первых мест заняли китайские компании (Goldwin, Envision, Mingyang, Shanghai Electric, Windey, CRRC и Sany), которые только за один год произвели оборудования в общей сложности на 45,66 ГВт и пропустили в указанную десятку только американскую GE (13,53 ГВт, 1-е место), датскую Vestas (12,4 ГВт, 3-е место) и испанскую Siemens Gamesa (7,65 ГВт, 5-е место) [16].

Если обратиться к вопросам, непосредственно касающимся государственной политики в области энергетики и ВИЭ, следует отметить, что, несмотря на обилие публикаций по отдельным аспектам развития возобновляемой энергетики в КНР, критические обзоры законодательства и государственной политики немногочисленны (работы Дж. Лю [17], Т.А. Ланьшиной и А.В. Кулакова [18]). Для понимания особенностей энергетической политики

Китая в целом представляет интерес докторская диссертация И.Р. Томберга [19].

В КНР действует закон «О возобновляемой энергии» (вступил в силу в январе 2006 г., пересмотрен 26 декабря 2009 г.). В соответствии с законом единое управление развитием и использованием ВИЭ на территории Китая осуществляет соответствующее подразделение Государственного совета КНР, которое разрабатывает Национальный план по развитию и использованию возобновляемых источников энергии. Закон предусматривает создание фонда развития и использования ВИЭ, за счет средств которого может оказываться поддержка производителям электрической энергии из ВИЭ, могут финансироваться экологически «чистые» проекты в сфере электроэнергетики, в том числе в сельской местности, создаваться независимые энергетические системы в отдаленных районах и на островах.

Как и во многих странах мира, в Китае отмечается тенденция постепенного сокращения государственных субсидий производителям энергии из ВИЭ. Так, согласно документу, опубликованному Национальным энергетическим управлением Китая (NEA), начиная с 2019 года все новые крупные (промышленные) проекты в ветровой и солнечной энергетике будут отбираться на конкурентных тендерах [20]. В соответствии с программным документом, касающимся тарифов на солнечную и ветровую энергию на 2021 год и опубликованным Национальной комиссией по развитию и реформам КНР (NDRC), с 1 августа 2021 года центральное правительство прекращает выдачу субсидий для новых крупномасштабных, промышленных и коммерческих распределенных солнечных электростанций, а также наземных ветровых электростанций [21].

5 марта 2021 года правительство КНР представило основные положения 14-го пятилетнего плана (2021–2025 гг.) на утверждение Всекитайского собрания народных представителей. Хотя развитию энергетического сектора в данном документе уделено много внимания, конкретных целевых показателей в нем не очень много. Так, хотя в нем установлены показатели снижения выбросов углерода на единицу ВВП на 18% и энергоёмкости на единицу ВВП на 13,5% в 2020–2025 гг., сам целевой показатель по росту ВВП не обозначен [4]. На практике это может означать продолжение тенденции роста выбросов парниковых газов, так как меры, принятые в предыдущих пятилетних планах, к значительным результатам не привели. План не включает в себя целевых показателей по установленной мощности ВИЭ к 2025 г., а также ранее озвученных Си Цзиньпином на климатическом саммите ООН целей по доведению суммарной установленной мощности ветровых и солнечных электростанций в Китае до 1,2 ТВт [22].

Еще одним фактором, призванным способствовать развитию ВИЭ в Китае, является создание национальной системы торговли выбро-

сами парниковых газов (ETS). Так, еще в 2011 г. правительство Китая объявило о планах разработки рынка торговли квотами на выбросы CO₂, с 2013 г. заработали первые пилотные системы в регионах [23]. В январе 2021 г. Министерство экологии и окружающей среды Китая опубликовало регламент указанной системы, которая должна была начать работу с 1 февраля текущего года. Предполагалось, что системой будут охвачены все предприятия, выбрасывающие более 26 тыс. тонн CO₂ за год. Первым, пилотным сектором станет электроэнергетика, квоты на выбросы будут распределены в общей сложности на 2225 угольных и газовых электростанций, а также производственных предприятий со своей собственной генерацией [24].

Таким образом, основными движущими силами дальнейшей трансформации энергетического сектора в Китае являются снижение стоимости технологий ВИЭ, установление сборов за выбросы CO₂, а также развитие рынков мощности.

(Продолжение следует.)

Литература

1. О развитии двусторонних отношений Республики Беларусь с Китайской Народной Республикой [Электронный ресурс]: Директива Президента Респ. Беларусь, 3 дек. 2021 г., № 9 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. China Renewable Energy Outlook 2017. Executive Summary [Electronic resource] / China National Renewable Energy Centre (CNREC). – Mode of access: <http://boostre.cnrec.org.cn/wp-content/uploads/2017/10/CREO-2017-booklet-EN-20171222.pdf>. – Date of access: 20.02.2018.
3. BP Statistical Review of World Energy 2020 [Electronic resource] / BP, 2020. – 69th edition. – Mode of access: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>. – Date of access: 01.04.20.
4. Развитие энергетики КНР в период 14-ой пятилетки: аналитическая записка К7/06/2021 [Электронный ресурс] / В.Б. Кашин [и др.]; ЦКЕМИ НИУ ВШЭ, 2021. – Режим доступа: https://cecis.hse.ru/data/2021/07/08/1433658257/Китайская_энергетика_14_пятилетка.pdf. – Дата доступа: 01.09.2021.
5. Global Energy Review 2021 [Electronic resource] / IEA, 2021. – Mode of access: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>. – Date of access: 01.09.2021.
6. 'Enhance solidarity' to fight COVID-19, Chinese President urges, also pledges carbon neutrality by 2060 [Electronic resource] / United Nations, 2020. – Mode of access: <https://news.un.org/en/story/2020/09/1073052>. – Date of access: 01.09.2021.
7. China's Accelerated Decarbonization [Electronic resource] / Bloomberg New Energy Finance, 2020. – Mode of access: https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Chinas-Accelerated-Decarbonization-Pathways_12012020_FINAL.pdf. – Date of access: 01.09.2021.
8. Renewable Energy Statistics 2021 [Electronic resource] / International Renewable Energy Agency, 2021. – Mode of access: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Aug/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2021.pdf. – Date of access: 21.09.2020.
9. Global trends in renewable energy investment 2020 / Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF, 2020. – Mode of access: https://www.fs-unesp-centre.org/wp-content/uploads/2020/06/GTR_2020.pdf. – Date of access: 01.02.2021.
10. China Approves Renewable Mega-Project for Green Hydrogen [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-18/china-approves-renewable-mega-project-focused-on-green-hydrogen>. – Date of access: 01.09.2021.

11. Freeman, D. China and Renewables: The Priority of Economics over Geopolitics / D. Freeman // The Geopolitics of Renewables; ed. D. Scholten. – Springer, 2018. – Ch. 7. – P. 187–201.

12. China 2017 Review World's Second-Biggest Economy Continues to Drive Global Trends in Energy Investment [Electronic resource] / Institute for Energy Economics and Financial Analysis. – Mode of access: <http://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/01/China-Review-2017.pdf>. – Date of access: 20.02.2018.

13. Renewables 2017. Global Status Report [Electronic resource] // Ren21. – Mode of access: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf. – Date of access: 21.01.2018.

14. Top 10 PV Module Manufacturers in 2020, Based-on Their Module Shipment [Electronic resource] / Solar Edition. A Solar Energy Influencer, 2021. – Mode of access: <https://solaredition.com/top-10-pv-module-manufacturers-in-2020-based-on-their-module-shipment/>. – Date of access: 01.09.2021.

15. LONGi продала 17 ГВт солнечных панелей в первом полугодии 2021 г. [Электронный ресурс] / RenEn, 2021. – Режим доступа: <https://renen.ru/longi-prodala-17-gvt-solnechnyh-panelej-v-pervom-polugodii-2021-g/>. – Дата доступа: 01.09.2021.

16. Global Wind Industry Had a Record, Near 100GW, Year as GE, Goldwind Took Lead From Vestas / BloombergNEF, 2021. – Mode of access: <https://about.bnef.com/blog/global-wind-industry-had-a-record-near-100gw-year-as-ge-goldwind-took-lead-from-vestas/#:~:text=Innovation%20Forum-,Global%20Wind%20Industry%20Had%20a%20Record%2C%20Near%20100GW%2C%20Year%20as,Goldwind%20Took%20Lead%20From%20Vestas&text=London%20and%20New%20York%2C%20March,%25%20Year%20Don%20Year>. – Date of access: 04.12.2021.

17. Liu, J. China's renewable energy law and policy: A critical review / J. Liu // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Vol. 99. – P. 212–219.

18. Ланьшина, Т.А. Развитие возобновляемой энергетики в Китае: изучение опыта и выработка рекомендаций для России / Т.А. Ланьшина, А.В. Кулаков // Теплоэнергетика. – 2017. – № 7. – С. 73–82.

19. Томберг, И.Р. Формирование энергетической политики КНР в начале XXI века: внутренние ресурсы и мировоззренческие перспективы: автореф. дис. ...д-ра экон. наук : 08.00.14 / И.Р. Томберг; Центр энергетических и транспортных исследований ФГБУН Институт востоковедения РАН. – Москва, 2017. – 47 с.

20. Китай объявил конкурсные отборы в ветроэнергетике [Электронный ресурс] / RenEn, 2018. – Режим доступа: <https://renen.ru/china-set-competitive-bidding-in-wind-energy/>. – Дата доступа: 01.09.2021.

21. Китай отменил государственные субсидии солнечной и ветровой энергетике [Электронный ресурс] / RenEn, 2021. – Режим доступа: <https://renen.ru/kitaj-otmenil-gosudarstvennye-subsidii-solnechnoj-i-etrovoj-energetike/>. – Дата доступа: 01.09.2021.

22. President Xi's speech at Climate Ambition Summit 2020 [Electronic resource] / China Daily, 2020. – Mode of access: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202012/13/WS5fd575a2a31024ad0ba9b7ac.html>. – Date of access: 01.09.2021.

23. Системы торговли квотами на выбросы парниковых газов в Азиатско-Тихоокеанском регионе / Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России, 2021. – Режим доступа: https://economy.gov.ru/material/file/d8d7071b90d7af3818ec3a836355244f/ETS_%D0%90%D0%A2%D0%A0.pdf. – Дата доступа: 01.12.2021.

24. Китай вводит национальную систему торговли выбросами с 01 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / RenEn, 2021. – Режим доступа: <https://renen.ru/kitaj-vvodit-natsionalnuyu-sistemu-torgovli-vybrosami-s-01-fevralya-2021-g/>. – Дата доступа: 01.09.2021. ■

Статья поступила в редакцию 29.11.2021.

В.О. Китиков,
директор, д.т.н.,
профессор



Ю.А. Башко,
заведующий отделом
жилищного хозяйства



ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси»

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА КОНЦЕПЦИИ «ДОМ НУЛЕВОЙ ЭНЕРГИИ» В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УДК 620.92

Аннотация

В статье приведен краткий анализ мировых тенденций повышения энергоэффективности зданий, обоснованы направления реализации концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь, включая комплексные исследования и разработку инновационных процессов и технических средств, обеспечивающих эффективный баланс применяемых традиционных и возобновляемых источников энергии.

Abstract

*V.O. Kitikov, Director, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Yu.A. Bashko, Head of the Department of Housing
State Scientific Institution "Institute of Housing and Communal Services of the National
Academy of Sciences of Belarus", Minsk, Republic of Belarus*

An integrated approach to the implementation of the concept project "house of zero energy" in the conditions of the Republic of Belarus

The article provides a brief analysis of global trends in improving the energy efficiency of buildings, substantiates the directions of implementation of the concept of "zero energy house" in the conditions of the Republic of Belarus, including comprehensive research and development of innovative processes and technical means that ensure an effective balance of traditional and renewable energy sources used.

Введение

В Республике Беларусь эксплуатируется порядка 264,4 млн квадратных метров площадей зданий, из них примерно 178 млн квадратных метров составляет многоквартирный жилищный фонд [1].

В существующей структуре жилищного фонда 11% зданий потребляют более 200 кВт·ч на каждый квадратный метр площади в год, 16% – 161–200 кВт·ч/м² в год, 40% – 121–160 кВт·ч/м² в год, 24% – 91–120 кВт·ч/м² в год, 9% – менее 90 кВт·ч/м² в год [2].

Порядка 28,4 млн квадратных метров (16%) многоквартирных жилых домов с показателем удельного потребления тепловой энергии на отопление 161–200 кВт·ч/м² в год построены до 1996 года, когда нормативные требования теплозащиты оболочки зданий были значительно ниже существующих. Эти здания энергозатратны, с показателем удельного потребления тепловой энергии в 2 и более раза выше, чем у зданий современной постройки, и требуют первоочередной тепловой модернизации.

С учетом этого в 2020 году населению было отпущено 23,1 млн Гкал (39,6%) тепловой энергии из 58,3 млн Гкал, потребленных в стране [3]. При этом следует отметить, что для производства тепловой энергии в ос-

новной массе используются невозобновляемые, ископаемые ресурсы, около 84% общереспубликанского объема потребления которых импортируется в Республику Беларусь [4].

Принимая во внимание постоянное удорожание ископаемых энергоносителей, оказывающее существенное влияние на величину эксплуатационных затрат в жилищном секторе и стоимость коммунальных услуг в отопительный период, в республике растет практический интерес к энергосбережению в жилищной сфере как при новом строительстве, так и в области проведения реконструкции, тепловой модернизации жилых домов прошлых периодов строительства.

В связи с этим установление энергетического баланса, снижение потребления зданиями энергии до уровня, близкого к нулевому, является одним из приоритетных направлений развития строящегося и существующего жилищного фонда республики. Актуальным вопросом остается определение подходов к реализации концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь.

Основная часть

В настоящее время в жилищном секторе различных стран для целей создания благоприятных и комфортных условий проживания

потребляется значительная часть ископаемых топливно-энергетических ресурсов.

Так, здания в США и Европейском союзе, соответствующие типовым нормам микроклимата, потребляют примерно 40% всей энергии ископаемого топлива, преобразование которой сопровождается существенными выбросами парниковых газов [5].

Работы в направлении снижения энергопотребления зданий получили начало более трех десятилетий назад в США и Канаде. Позднее к этому направлению присоединились ученые и инженеры стран ЕС.

Постепенно в мировой практике сложилась теория «здания с нулевым потреблением энергии», основанная на принципе количества энергии как целевого ресурса для комплексной оценки здания на основе баланса тепловой и электрической энергии от использования ископаемых топливно-энергетических ресурсов (уголь, газ, нефть, значительные объемы потребления которых определяют высокий углеродный след здания с учетом его конструктивных особенностей и рост стоимости жилищно-коммунальных услуг) и возобновляемых источников энергии. При этом энергоэффективное здание не обязательно должно быть автономным; предполагается подключение его к интеллектуальной энергетической сети.

Таблица 1. Классификация зданий и сооружений по уровню годового потребления энергии

Классификация зданий	Годовое потребление энергии, кВт·ч/м ²
Старое здание	300
Новое здание	150
Дом низкого энергопотребления	60
Пассивный дом	15
Дом нулевой энергии	0
Дом плюсовой энергии	Вырабатывает больше энергии, чем потребляет

Таким образом, «здание с нулевым потреблением энергии» предполагает, что количество энергии, обеспечиваемой возобновляемыми источниками энергии, равно количеству энергии, используемой зданием.

За пределами США и Канады в основу концепции «здания с нулевым потреблением энергии» положен принцип углеродной нейтральности зданий, который рассматривается как средство сокращения выбросов углерода и уменьшения зависимости от ископаемого топлива, т.е. выбросы углерода, возникающие в результате использования ископаемого топлива на территории или за ее пределами, уравниваются объемом производства возобновляемой энергии на месте.

Вместе с тем, оба подхода направлены на сокращение энергопотребления посредством внедрения мероприятий по повышению энергоэффективности зданий и увеличение объемов генерации энергии из возобновляемых источников и использования ее для собственных потребностей здания.

В настоящее время в США разработана система классификации для «зданий с нулевым потреблением энергии», которая включает полный спектр источников генерации чистой энергии как на месте в здании, так и за его пределами. Эта система классификации определяет следующие основные категории зданий/площадок с нулевым потреблением энергии [5]:

NZEB: A – площадка возобновляемых источников энергии Net Zero Energy Building;

NZEB: B – объект возобновляемых источников энергии Net Zero Energy Building;

NZEB: C – «здание с нулевым потреблением энергии» с импортом энергии из возобновляемых источников;

NZEB: D – «здание с нулевым потреблением энергии» с внешним приобретением энергии из возобновляемых источников Net Zero Energy Building.

В США к 2030 году 100% всех новых федеральных зданий будут иметь нулевое потребление энергии [5].

Согласно классификации энергоэффективности зданий, принятой в Евросоюзе, здания и сооружения можно разделить на несколько типов, представленных в таблице 1 [6].

Следует отметить, что в основу энергоэффективных зданий в ЕС положен архитектурный стандарт «пассивного дома».

«Пассивный дом» – современное здание, основной особенностью которого является малое энергопотребление (около 10% от удельной энергии на единицу объема) благодаря высокой теплоизоляционной способности ограждающих конструкций, оконных рам, энергоэффективных систем остекления, а также вентиляции с высоким уровнем рекуперации тепла.

В настоящее время Европейским союзом реализуется концепция «здание с почти ну-

левым потреблением энергии» (nZEB), цель которой – обеспечить соответствие всех зданий в регионах архитектурному стандарту «пассивный дом» с последующим переходом к «дому с почти нулевым потреблением энергии» (nZEB) [5].

Так, Германия проводит санацию зданий существующего жилого фонда до уровня «пассивного дома» с последующим продвижением к «нулевому потреблению энергии» (здания производят столько энергии, сколько потребляют), а с 2020 года все новые здания ЕС должны соответствовать nZEB и стандартам высокой энергоэффективности, обеспечивать значительную долю своих потребностей в энергии из возобновляемых источников.

При этом необходимо отметить, что уже в 2020 году в Германии свыше половины нового жилья (50,5%) было оборудовано системами отопления, для которых первичным источником энергии являются ВИЭ [7].
Мировой опыт показывает, что на сегодняшний день из-за высокой стоимости инновационных энергоэффективных строительных, инженерных систем и оборудования здания с нулевым потреблением энергии остаются ограниченно распространенными, даже в развитых странах.

Однако, в мире уже существуют хорошо зарекомендовавшие себя средства в виде проведения тепло модернизации путем добавления теплоизоляции ограждающих конструкций стен, установки энергоэффективных окон с тройным или четверным остеклением, использования тепловых насосов, солнечных батарей и коллекторов для значительного сокращения энергопотребления и углеродного следа зданий.

Кроме того, в некоторых странах существуют целевые субсидии и налоговые льготы для установки тепловых насосов, солнечных панелей, окон с тройным или четверным остеклением и теплоизоляции, которые значительно снижают стоимость доступа к зда-

нию с нулевым потреблением энергии для владельца здания.

В Республике Беларусь также уделяется значительное внимание снижению потребления тепловой энергии в жилищно-коммунальном секторе, разработаны и реализованы новые научно-технические и инженерные решения по снижению потребления тепловой энергии при эксплуатации зданий [8]. Строительная отрасль освоила производство энергосберегающего оборудования и материалов для строительства энергоэффективных жилых домов и тепловой модернизации эксплуатируемого жилищного фонда, создана необходимая нормативно-правовая база для перехода к массовому проектированию и строительству энергоэффективного жилья.

Для жилых зданий в республике строительными нормами устанавливаются нормируемые теплотехнические и энергетические показатели энергетической эффективности.

В мире уже существуют хорошо зарекомендовавшие себя средства в виде проведения тепло модернизации путем добавления теплоизоляции ограждающих конструкций стен, установки энергоэффективных окон с тройным или четверным остеклением, использования тепловых насосов, солнечных батарей и коллекторов для значительного сокращения энергопотребления и углеродного следа зданий.

Теплотехнические показатели включают приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций и воздухопроницаемость при стандартном перепаде давления, а энергетические – удельный расход энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, удельный расход энергии на охлаждение и вентиляцию здания за период охлаждения, а также удельный расход энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения.

С учетом этого, характеристика соответствия энергопотребления здания нормативным значениям, выраженная в классах по нормируемым показателям, определяет энергетическую эффективность здания.

На данный момент в нашей стране классификация многоквартирных жилых зданий может осуществляться как по удельному расходу энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период, так и по общему показателю энергоэффективности (для многоквартирных жилых зданий). ▶

Таблица 2. Классы по общему показателю энергетической эффективности многоквартирных жилых зданий

Обозначение класса	Наименование класса	Диапазон нормативных значений общего показателя энергетической эффективности q_{hw}^{des} , кВт·ч/м ² (МДж/м ²)
Многоквартирные жилые здания этажностью 1–3		
Ah,hw +	Очень высокий	менее 83 (298)
A h,hw		112 (402) – 83 (298)
Bh,hw	Высокий	171 (611) – 112 (402)
Ch,hw	Нормальный	229 (820) – 171 (611)
Dh,hw	Пониженный	229 (820) – 285 (1021)
Eh,hw	Низкий	285 (1021) – 354 (1267)
Fh,hw	Очень низкий	354 (1267) – 416 (1 490)
Gh,hw	Чрезвычайно низкий	свыше 416 (1 490)
Многоквартирные жилые здания этажностью 4–6		
Ah,hw +	Очень высокий	менее 65 (233)
A h,hw		88 (315) – 65 (233)
Bh,hw	Высокий	133 (478) – 88 (315)
Ch,hw	Нормальный	178 (641) – 133 (478)
Dh,hw	Пониженный	178 (641) – 222 (799)
Eh,hw	Низкий	222 (799) – 275 (991)
Fh,hw	Очень низкий	275 (991) – 324 (1166)
Gh,hw	Чрезвычайно низкий	свыше 324 (1166)
Многоквартирные жилые здания этажностью 7 и более		
Ah,hw +	Очень высокий	менее 62 (225)
A h,hw		84 (304) – 62 (225)
Bh,hw	Высокий	128 (461) – 84 (304)
Ch,hw	Нормальный	172 (618) – 128 (461)
Dh,hw	Пониженный	172 (618) – 214 (770)
Eh,hw	Низкий	214 (770) – 265 (955)
Fh,hw	Очень низкий	265 (955) – 312 (1124)
Gh,hw	Чрезвычайно низкий	свыше 312 (1124)

Для многоквартирных жилых зданий с целью оценки поставляемой энергии нетто для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения установлен общий показатель энергетической эффективности согласно таблице 2, разработанный в соответствии со строительными нормами СН 2.04.02-2020 [9]:

При этом следует отметить, что при реализации мероприятий по использованию возобновляемых источников энергии и утилизации теплоты сточных вод для целей горячего водоснабжения согласно СН 2.04.02-2020 удельный расход энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период 1–3-этажного здания класса A_h+ составляет 45 (161) и менее кВт·ч/м² (МДж/м²), класса A_h – 61 (218) – 45 (161) кВт·ч/м² (МДж/м²), 4–6-этажного здания соответственно класса A_h+ – 26 (95) и менее кВт·ч/м² (МДж/м²), класса A_h – 36 (129) – 26 (95) кВт·ч/м² (МДж/м²), а 7-этажной и более – класса A_h+ 24 (86) и менее кВт·ч/м² (МДж/м²), класса A_h – 32 (117) – 24 (86) кВт·ч/м² (МДж/м²), т.е. удельный расход энергии снижается практически в 2 раза и более.

Строительными нормами СН 2.04.02-2020 определено, что здание, соответствующее

по показателю удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период классу A+, A или B, а по показателю удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения – классу A+, A, B или C – это энергоэффективное здание, обладающее высокими теплотехническими показателями ограждающих конструкций, с наличием энергоэффективных систем остекления оконных рам и вентиляции с высоким уровнем теплообмена, отвечающее современным требованиям к системам автоматизации и диспетчеризации зданий, построенное с расчетом потребления минимума ископаемых ТЭР и максимальным использованием естественного температурного нагрева и освещения.

Здания, соответствующие по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию классу A+, A и современным строительным нормам в совокупности с системами генерации энергии из возобновляемых источников, в комплексе с информационно-коммуникационными системами управления и обмена информацией и энергетическими потоками при взаимодействии с интеллектуальной цифровой и энергетической сетью могут получить

дальнейшее развитие в рамках концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь.

Следует отметить, что на сегодняшний день в жилищном секторе Республики Беларусь таких зданий менее 10%, хотя строительство новых зданий предусматривает класс энергоэффективности не ниже V.

Низкая энергоэффективность зданий жилищного фонда республики – это первая проблема, требующая решения при реализации комплексного проекта концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь.

Вторая проблема – невозобновляемый характер топливно-энергетических ресурсов, используемых для теплоснабжения зданий, их импорт и высокий удельный вес в процессе обеспечения в зданиях благоприятных условий для жизни и работы людей [10].

При этом иными общими проблемами в жилищно-коммунальном секторе республики, не позволяющими обеспечить баланс между энергосбережением зданий и их энергообеспечением, сдерживающими перевод жилых зданий на новый технологический уровень, являются:

- высокий уровень износа ограждающих конструкций и тепловых потерь жилых зданий;
- высокий уровень удельных затрат на производство и подачу тепловой энергии;
- недостаточный уровень цифровизации процессов управления системами жизнеобеспечения и взаимодействия зданий.

Решение обозначенных вопросов видится в комплексном подходе к проблеме снижения потребления зданиями тепловой энергии, полученной из ископаемых ТЭР, консолидации задач как в научно-исследовательской, так и так и в практической плоскости, при тесном взаимодействии научно-исследовательских, проектных организаций, производственных предприятий и органов госуправления.

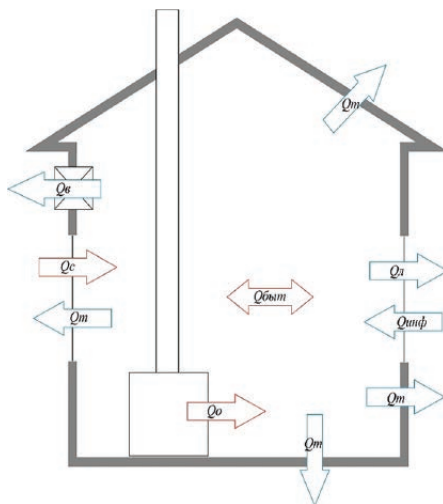
В плане осуществления научно-исследовательских работ просматривается необходимость проведения комплексных исследований с разработкой инновационных процессов энергосбережения и энергообеспечения для «дома нулевой энергии» (рисунок 1).

Одним из важнейших направлений исследований является энергосбережение, повышение энерго- и ресурсоэффективности жилых зданий в условиях Республики Беларусь для «дома нулевой энергии». Исследования должны охватывать вопросы снижения показателя удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию путем термореновации и воздухообмена с использованием внутренних тепловых резервов здания, оптимизации теплоизоляционной способности ограждающих конструкций, сокращения мостов «холода», повышения энергоэффективности систем остекления оконных рам и вентиляции с применением устройств с высоким уровнем рекуперации

Основные проблемы, сдерживающие переход систем обеспечения микроклимата в жилых зданиях на новый технологический уровень, и направления комплексных исследований для «дома нулевой энергии»



◆ **Рис. 1.** Основные составляющие концепции «здания с нулевым потреблением энергии» и направления комплексных исследований для «дома нулевой энергии»



◆ **Рис. 2.** Схема тепловых потоков здания

тепла как для новых зданий, так для зданий действующего жилого фонда.

При этом приоритетными должны быть исследования, направленные на повышение энергосбережения (теплореновация, создание условий благоприятного микроклимата), доведение на этапах ремонтных работ эксплуатируемых зданий до требований энергоэффективного здания.

Все составляющие теплового баланса здания можно разделить на две категории – поступление энергии и тепловые потери (рисунок 2) [11].

Тепловой баланс здания ΣQ (кДж/ч) – количественный показатель реального ис-

пользования тепловой энергии в здании – рассчитывается по формуле:

$$\Sigma Q = Q_m + Q_n + Q_v + Q_{инф} - (Q_{быт} - Q_o - Q_c)n \quad (1)$$

где:

потери теплоты:

Q_m – общие теплотери здания через наружные ограждающие конструкции (стены, пол, крыша, окна);

Q_n – теплотери излучением через окна;

Q_v – теплотери, связанные с воздухообменом (вентиляция);

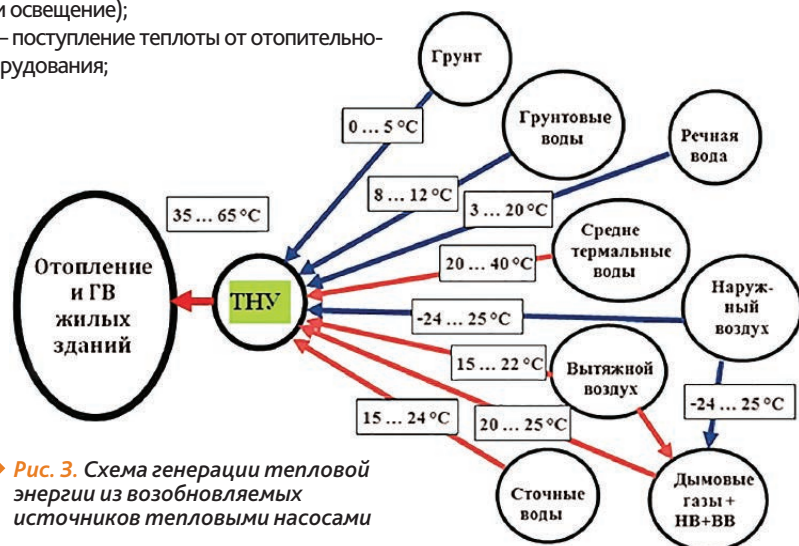
$Q_{инф}$ – потери с проникновением холодного воздуха (инфильтрация);

поступление теплоты:

$Q_{быт}$ – поступление теплоты от внутренних источников в здании (люди, бытовые приборы и освещение);

Q_o – поступление теплоты от отопительного оборудования;

◆ **Рис. 3.** Схема генерации тепловой энергии из возобновляемых источников тепловыми насосами



Q_c – проникающий лучистый поток от солнца;

n – коэффициент, учитывающий способность ограждающих конструкций здания аккумулировать или отдавать тепло.

Из выражения (1) видно, что с увеличением коэффициента происходит снижение затрат теплоты, т.е. повысить энергоэффективность жилых зданий типовой застройки возможно путем тепловой реновации на основе инновационных технологий теплоизоляции, применения современных строительных материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами, многослойного остекления, пассивного использования солнечной энергии.

Поэтому исследование и оптимизация «оболочки» энергоэффективного здания является основополагающим принципом реализации концепции проекта «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь.

Вторым важным направлением исследований можно считать низкоуглеродные гибридные технологии тепло- и электроснабжения с использованием электроэнергии на основе ВИЭ.

На сегодняшний день в системе ЖКХ функционирует 10413 артезианских скважин, 934 станции обезжелезивания, 39,5 тыс. километров водопроводных сетей, 19 тыс. километров канализационных сетей, 1445 очистных сооружений канализации, которые обладают стабильными, постоянными источниками низкотемпературных тепловых потоков, рассеиваемых в окружающей среде [10]. Однако низкая температура упомянутых потоков не позволяет их повторное прямое использование. Это требует широкомасштабного применения в ЖКХ систем генерации энергии из возобновляемых источников (тепловые насосы) и систем рекуперации тепла (для устройств вентиляции, воздухообмена, дымовых газов, сбора серых стоков, рисунок 3).

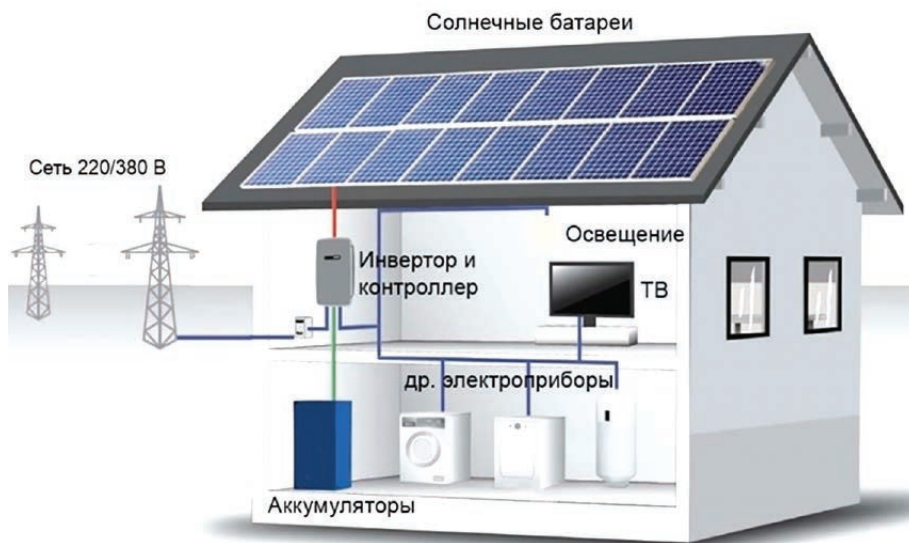


Рис. 4. Схема генерации электрической энергии посредством солнечных батарей

Следует отметить, что тепловой насос является устройством, обеспечивающим наиболее стабильные параметры микроклимата в помещении и генерацию тепловой энергии. Каждый киловатт-час электроэнергии, затраченной на работу тепловых насосов, в условиях Республики Беларусь способен возратить от 4 до 6 кВт-ч тепловой энергии [12].

Исследования систем солнечной энергетики: солнечных коллекторов и солнечных батарей (рисунок 4) – для энергообеспечения жилых зданий показывают, что в условиях Республики Беларусь среднегодовой потенциал использования солнечной энергии в расчете на 1 квадратный метр составляет 2,8 кВт-ч [10].

Принимая во внимание площади поверхностей застройки и прилегающих территорий, следует отметить, что это значи-

тельный энергетический потенциал для обеспечения здания.

К третьему значимому направлению исследований следует отнести цифровизацию и создание информационно-коммуникационных систем управления инновационными процессами микроклимата и обеспечения электроэнергией для «дома нулевой энергии» (рисунок 5), а также обмена информационными и энергетическими потоками при взаимодействии с интеллектуальной цифровой, энергетической сетью.

В плане практических заделов для реализации концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь прошли апробацию отдельные элементы инновационных технологий повышения энергоэффективности зданий и системы энергосбережения, в том числе:



Рис. 5. Блок-схема информационно-коммуникационной системы управления средствами автоматизации здания

– инновационные технологические решения термомодернизации и модернизации систем теплоснабжения в типовых многоквартирных жилых домах;

– инновационные технологические решения ограждающих конструкций и воздухообмена с использованием внутренних тепловых резервов энергоэффективных зданий второго поколения;

– отдельные элементы инновационных низкоуглеродородных технологий тепло- и энергоснабжения с использованием ВИЭ.

Практика последних лет подтверждает, что типовые многоквартирные дома низкого класса энергоэффективности являются источником значительных потерь энергетических ресурсов. Потери тепловой энергии через элементы ограждающих конструкций в таких зданиях могут колебаться в широких диапазонах (рисунок 6).

Проведение тепловой модернизации (термомодернизации) таких зданий позволяет значительно сократить потери тепловой энергии и повысить их энергоэффективность.

В настоящее время под эгидой Департамента по энергоэффективности осуществляется реализация энергоэффективных мероприятий, направленных на эффективное и рациональное использование тепловой энергии в многоквартирных жилых домах, с целью снижения теплотребления многоквартирных жилых домов и создания условий для участия граждан и юридических лиц в их реализации в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 04.09.2019 № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов».

Опыт реализации энергоэффективных мероприятий на основе применения инновационных технологических решений термомодернизации и модернизации систем теплоснабжения типовых многоквартирных жилых домов в условиях Республики Беларусь показывает, что только утепление фасада, кровли и замена оконных блоков на



Рис. 6. Схема потерь тепловых ресурсов в зданиях низкого класса $E_{h, hw}$ и ниже по энергоэффективности

энергоэффективные дают возможность снижения на 30% и более затрат на теплопотребление (рисунок 7), а при проведении модернизации систем теплоснабжения и отопления, при установке индивидуальных приборов учета экономия тепловой энергии может достигать 60% и более.

Опыт эксплуатации энергоэффективных зданий второго поколения в условиях Республики Беларусь с применением инновационных технологических решений ограждающих конструкций и воздухообмена с использованием внутренних тепловых резервов зданий показывает, что за счет высокого сопротивления теплопередаче у наружных ограждающих конструкций и поквартирных приточно-вытяжных систем вентиляции с рекуперацией тепла можно достичь соответствия по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уровня класса А+ и даже уровня «пассивный дом» по классификации энергоэффективности ЕС.

В качестве примеров можно рассмотреть энергоэффективные дома второго поколения в Минске, Могилеве и Гродно [10], а также четырехэтажный многоквартирный жилой дом в Бресте [11].

Здание в Бресте (рисунок 8) соответствует по показателю удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию классу А+ – потребляет максимум 19,6 кВт·ч на м² в год, т.е. расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию меньше в 2–2,5 раза, чем при соответствии классу В (от 35 до 52 кВт·ч на м² в год).

Отличительная особенность таких зданий – высокое сопротивление теплопередаче у наружных стен:



Рис. 7. Диаграмма экономии тепловой энергии от проводимых в условиях Республики Беларусь мероприятий по энергосбережению [13]



Рис. 8. Вид на энергоэффективный четырехэтажный многоквартирный жилой дом в Бресте

- панельный дом – 3,84°C м²/Вт;
- энергоэффективный дом – 4,61°C м²/Вт.

Это достигается за счет повышения эффективности теплопередачи ограждающих конструкций увеличением толщины утеплителя до 240 мм.

Также в здании внедрены:

- система поквартирной приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла;
- система водяного отопления «теплый пол» для каждой квартиры.

Кроме того, оснащение энергоэффективных многоэтажных жилых домов второго поколения системами, позволяющими использовать для энергоснабжения жилых домов возобновляемые источники энергии, в частности энергию солнца и тепловую энергию грунта, а также оборудованием, позволяющим утилизировать тепловую энергию канализационных серых стоков, дало возможность наработки опыта применения отдельных элементов инновационных низкоуглеродных технологий тепло- и энергоснабжения в условиях Республики Беларусь.

Три таких пилотных здания возведены в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» под эгидой Департамента по энергоэффективности.

В типовом десятиэтажном доме на 180 квартир в Могилеве предусмотрено потребление тепловой энергии на уровне 25 кВт·ч/м кв. в год на отопление и вентиляцию и 20 кВт·ч/м кв. в год на горячее водоснабжение. Это достигается благодаря реализации энергоэффективных мероприятий, в том числе, применению комбинированных систем теплоснабжения на основе использования централизованных систем и энергоэффективного оборудования: солнечных коллекторов и утилизатора бытовых стоков, которые предусматривают использование тепла бытовых стоков из ванн.

Использование в системе горячего водоснабжения утилизатора серых стоков и геотермоколлекторов позволяет до 70% снизить потребление энергии для нужд ГВС, что дает возможность экономии 600 Гкал в год.

Энергоэффективный десятиэтажный дом на 120 квартир в Гродно – типовой с кирпичными несущими стенами и наружными стенами из ячеистого бетона – оснащен системой фотоэлектрических батарей, обеспечивающих установленную мощность 74 кВт, тепловыми насосами, которые используют энергию стоков сборного канализационного коллектора и энергию фундаментных свай здания для отопления и горячего водоснабжения, а также утилизатором бытовых стоков.

Расчетные параметры энергоэффективности этого дома предусматривают потребление 15 кВт·ч/м кв. в год на отопление и вентиляцию и 30 кВт·ч/м кв. в год на горячее водоснабжение, что находится на уровне стандарта «пассивный дом» по классификации энергоэффективности ЕС.

Расчетные показатели энергоэффективности дома предполагают экономию до 55% энергии на ГВС за счет использования в системе горячего водоснабжения утилизатора серых стоков и тепловых насосов.

В типовом крупнопанельном одноподъездном 19-этажном жилом доме на 133 квартиры общей площадью 10 тыс. кв. метров серии 111-90-МАПИД в микрорайоне Лошица-9 в Минске технологии энергосбережения дали возможность достичь показателя потребления 25 и 40 кВт·ч/м кв. соответственно на отопление и горячее водоснабжение в год, а использование в системе горячего водоснабжения утилизатора серых стоков позволило снизить потребление энергии для нужд ГВС на 45%, что дает возможность экономии 240 Гкал в год [10].

Практика апробации отдельных элементов инновационных технологий повышения энергоэффективности зданий и систем автономного тепло- и энергоснабжения зданий с использованием ВИЭ в рамках пилотных инициатив подтвердила эффективность используемых в условиях Республики Беларусь инноваций.

Установлено, что преимуществом применения в условиях Республики Беларусь тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения зданий также является возможность обеспечения комфортного микроклимата в помещениях за счет предоставления «пассивного» холода в летний период.

В настоящее время в нашей стране в организациях используется 126 тепловых насосов суммарной тепловой мощностью 8,914 МВт [10].

Практика реализации пилотных проектов показывает, что будущее за «энергоэффективными домами» и «умными» комбинированными и гибридными системами энерго- и теплоснабжения.

Опыт апробации и подконтрольной эксплуатации оборудования комбинированных систем теплоснабжения, созданных на основе комплексного подхода к использованию традиционных источников и ВИЭ в условиях жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, показывает, что срок окупаемости инвестиций, вложенных в инновационные технологии теплоснабжения с применением возобновляемых источников и тепловых насосов с рассмотренными источниками тепла, не превышает пяти лет. Полученный опыт может быть широко распространен в сфере жилищно-коммунального хозяйства при модернизации автономных систем отопления и горячего водоснабжения одиночно стоящих зданий.

Практика показывает, что при комплексном подходе к использованию систем генерации энергии из ВИЭ реализация проекта концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь становится возможной в ближайшее время.

Заключение

1. Комплексный научно-практический подход к созданию «дома нулевой энергии», основанный на адаптации к энергетическим целям и условиям страны единого комплекса из «энергоэффективного здания» с автономными системами энерго- и ресурсобеспечения, интегрированными посредством информационно-коммуникационных устройств управления в интеллектуальные и энергетические сети, даст возможность реализации проекта концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь.

2. Основополагающий принцип концепции «дом нулевой энергии» в услови-

ях Республики Беларусь – «энергоэффективное здание», позволяющее обеспечить комфортный микроклимат использованием гибридных систем энергообеспечения на основе ВИЭ, при этом замещение 10% тепловой энергии на отопление жилищного сектора путем применения ВИЭ может обеспечить 300 тыс. и более т у.т. в год конечного потребления топливно-энергетических ресурсов для получения тепловой энергии.

3. Для успешного осуществления проекта концепции «дом нулевой энергии» в условиях Республики Беларусь в ближайшей перспективе требуется:

– реализация проектов комплексных исследований по повышению энергоэффективности типового жилого здания до уровня «энергоэффективного здания», по применению гибридных систем на основе возобновляемых источников энергии для энерго- и теплоснабжения зданий, интегрированных посредством информационно-коммуникационных устройств управления в интеллектуальные и энергетические сети;

– создание инфраструктуры управления системами для эффективной реализации схем создания микроклимата в здании и распределительного хранения энергии;

– участие «дома нулевой энергии» в цифровых процессах региона на основе информационно-коммуникационных технологий.

4. Реализация концепции «дом нулевой энергии» в ближайшее время может потребовать дополнительных государственных стимулов для разработки нормативных актов, стандартов в сфере проектирования, строительства и эксплуатации зданий.

5. При реконструкции, проектировании и строительстве новых объектов, группы объектов жилищного фонда наряду с повышением энергоэффективности типовых жилых зданий следует предусматривать использование ВИЭ в составе гибридных систем энерго- и теплоснабжения.

Литература

1. Жилищный фонд. Годовые данные [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/zhilischnye-usloviya/> <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/zhilischnye-usloviya/>. – Дата доступа: 10.11.2021.

2. Комментарии к проекту Указа Президента Республики Беларусь «О повышении энергоэффективности многоквартирного жилищного фонда». Приложение // Энергоэффективность: ежемесячный научно-практический журнал. – 2018. – №10. – С. 1–3.

3. Энергетический баланс Республики Беларусь, 2021 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_39984/ – Дата доступа: 10.11.2021.

4. Энергия будущего. Есть ли перспективы у ВИЭ в Беларуси? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.proektant.by/articles/tehnologii/1112828.html> – Дата доступа: 10.11.2021.

5. Здание с нулевым потреблением энергии [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.abcdef.wiki/wiki/Zero-energy_building. – Дата доступа: 04.11.2021.

6. Комков В.А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. – ИНФРА-М, 2019. – 204 с.

7. Гурков А. Чем немцы обогрывают жилье и как будут топить в будущем. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://kurjer.info/2021/10/21/obogrevayut-zhilyo/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fzen.yandex.com – Дата доступа: 11.04.2021.

8. Энергосбережение и энергоэффективность в жилом секторе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bsc.by/ru/story/energoberezhenie-i-energoeffektivnost-v-zhilom-sektore> – Дата доступа: 14.10.2021.

9. Строительные нормы СН 2.04.02-2020 Здания и сооружения. Энергетическая эффективность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/6295878/sn-2.04.02-2020-zdaniya-i-sooruzheniya-e-nergeticheskaya-e-ffek> – Дата доступа: 4.11.2021.

10. Китиков В.О. Анализ условий для широкомасштабного использования возобновляемых источников энергии в жилищном и коммунальном секторах / Китиков В.О. // Энергоэффективность: научно-практический журнал. – 2021. – №2. – С. 10–15.

11. Самарин О.Д. Энергетический баланс гражданских зданий и возможные направления энергосбережения // Жилищное строительство. – 2012. – №8. – С. 2–4.

12. Китиков В.О. Энергетические и экономические аспекты применения тепловых насосов для жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь / Китиков В.О., Башко Ю.А., Козорез А.С. // Энергоэффективность: научно-практический журнал. – 2020. – №12. – С. 11–15.

13. Тепловая модернизация жилых зданий г. Минска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mgjh.by/ftp> – Дата доступа: 04.11.2021.

14. Пилипенко В.М. Данилевский Л.Н., Терехов С.В., Кацынель Р.Б., Гребеньков А.Ж. Энергоэффективные жилые здания второго поколения в проекте ПРООН-ГЭФ в Республике Беларусь // СОК, Москва. – 2017. – №11. – С. 61–67.

15. Первый энергоэффективный дом появился в Бресте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brestcity.com/blog/pervyj-energoeffektivnyj-dom-poyavilsya-v-breste-posmotrim-chto-tam-video>. – Дата доступа: 12.10.2021. ■

Статья поступила
в редакцию 12.11.2021.



ЭКАЛОГІКА-

гэта выкарыстоўваць сродкі
мікрамабільнасці

