

Департамент по энергоэффективности Государственного
комитета по стандартизации Республики Беларусь



октябрь 2020

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**Высокотемпературные
тепловые насосы.**

Возможность нагрева до 120 °С



© Oilon

FILTER

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



**«Оршатеплосети»: МВТ,
диспетчеризация, ВИЭ**

Стр. **8**

**Комплексная утилизация
ВЭР с компанией FILTER**

Стр. **16-17**

**Производство
и потребление водорода
в промышленности**

Стр. **26**

**E-Mobility: мировые
тренды и Беларусь**

Стр. **32**

Поздравляем, Александр Константинович!

Коллективы Департамента по энергоэффективности и Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов от всей души поздравляют начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Александра Константиновича Баргатина с 50-летием!

Юбиляр родился 20 октября 1970 года. В 1996 году окончил Могилевский машиностроительный институт по специальности «Оборудование и технология сварочного производства», в 2013 году – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Государственное и местное управление».

Общий стаж работы в структуре Департамента по энергоэффективности составляет 18 лет, из них более



8 лет – в должности начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов.

Его неугасимая энергия, креативность и организаторский талант, высокий профессионализм руководителя, умение создать творческую атмосферу в коллективе, принципиальность и требовательность, прежде всего к себе, снискали глубокое уважение коллег.

Желаем юбиляру, чтобы тепло родных и близких, поддержка друзей и коллег придавали сил и энергии для воплощения в жизнь всех замыслов и начинаний, крепкого здоровья на многие годы, уверенности в настоящем и будущем, душевного спокойствия и благополучия!

Редакция журнала «Энергоэффективность» присоединяется к поздравлениям и этим теплым пожеланиям.

**Продолжается подписка
на журнал «Энергоэффективность»
на 2021 год**



**Мы публикуем только достоверные материалы,
имеющие научную и практическую ценность!**

**Оформить подписку
также Вы можете:**

- в любом отделении РУП «Белпочта» или РУП «Белсоюзпечать» (подписной индекс **750992**)
- в редакции по e-mail: **uvic2003@mail.ru**
- на сайте <http://energoeffekt.gov.by> (раздел «Популярно об энергосбережении»)

**Обратите внимание!
Если Вам понадобится
оригинал с «синей»
печатью, сообщите
нам, и мы вышлем
его по почте.**



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

№10 (276) октябрь 2020 г.

Учредители:

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

Редакция:

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

Редакционный совет:

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

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

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

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

С.П. Кундас, д.т.н., профессор кафедры теплоснабжения и вентиляции 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. Полохович, к.т.н., директор Департамента по ядерной энергетике Минэнерго

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

Издатель:

РУП «Белинвестэнергоэффективность»

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

Тел./факс: (017) 348-82-61

E-mail: uvic2003@mail.ru

Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лиц. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 23.10.2020. Заказ 4420. Тираж 1027 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

Энергосмесь

- 1** В Беларуси строится ветряк-чемпион
30 Скорректирован комплексный план развития электроэнергетической сферы и другие новости

Юбилей

Поздравляем, Александр Константинович!

Интервью

- 2** Бобруйская ТЭЦ-2: результатом двухлетнего проекта будет экономия 1750 т у.т. в год – Интервью с В.В. Веревкиным
Д. Станюта

- 4** IEC Energy: создание энергетических активов на базе возобновляемых источников энергии – Интервью с А.Г. Филиповичем

- 6** Новый энергокомплекс «Пинскдрев» на древесных отходах создал запас мощности для расширения производства – Интервью с А.В. Гетманчуком
Д. Станюта

- 8** Петр Гишкелюк: «Экономику считают по каждой котельной» – Интервью с директором КУП «Оршатеплосети»
Д. Станюта

Вести из регионов

- 11** Дети, школа, энергосбережение
Николай Гиро, Анастасия Шелег
- 11** Состоялся семинар по энергосбережению
- 15** Новая котельная на МВТ в Краснополье
А.Н. Маслов
- 15** Набирает популярность онлайн-обучение по нормированию ТЭР
Маргарита Митюшева

- 15** На Витебском МЭЗ начато использование отходов в энергетических целях
Е.В. Скоромный, А.А. Бурский

Энергоэффективный дом

- 12** Решения о финансовом участии жильцов в теплодернизации домов приняты в Минске, Сморгони и Дрибине
Департамент по энергоэффективности

Мировой опыт

- 14** Стартовала программа теплодернизации зданий в Румынии

Энергоэффективное оборудование

- 16** Комплексная утилизация ВЭР на предприятиях пищевой промышленности
Евгений Иванчиков, Алина Алейникова, Кристина Шалободова, Анна Мартинчук, Виктория Калий, СЗАО «Филтер»

Научные публикации

- 18** Вентилируемые фасадные системы в энергосберегающих конструкциях наружных стен зданий
А.Б. Крутилин, РУП «Институт БелНИИС»

- 26** Место водорода в современных энерготехнологических метасистемах. Часть 1: Производство и потребление водорода в промышленном секторе
А.В. Седнин, БНТУ, А.А. Абрамовский, ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Электротранспорт

- 32** Количество электромобилей в Беларуси удвоилось за полгода
- 32** В Беларуси рассчитывают выпустить первую партию электромобилей в 2021 году
Е-Mobility – один из основных мировых трендов
Д. Станюта

Энергосмесь

В Беларуси строится ветряк-чемпион

Начато строительство самой мощной и высокой ветроэнергетической установки в стране. Ее высота составит 142 метра, а мощность – 3,4 МВт.

До сих пор самым высоким и мощным ветряком в Беларуси считался электрогенератор, возведенный в 2017 году в Новогрудском районе возле деревни Большие Лезневичи. Его мощность – 3,3 МВт, верхняя точка лопастей около 180 метров, а их размах – 112 метров.

Новый ветряк-чемпион строится возле деревни Копачи Мстиславского района Мо-

гилевской области. Как сообщили в одной из белорусско-швейцарских энергетических компаний, высота точка лопастей нового белорусского «чемпиона» достигнет 210 метров, а их размах – 136 метров.

Как пояснили специалисты, высота свыше 120 метров является оптимальной для работы ветрогенераторов, так как на ней постоянно дуют сильные ветра.

Планируется, что строительство самого высокого и мощного ветряка в Беларуси будет завершено уже в конце декабря. ■



БОБРУЙСКАЯ ТЭЦ-2: РЕЗУЛЬТАТОМ ДВУХЛЕТНЕГО ПРОЕКТА БУДЕТ ЭКОНОМИЯ 1750 т у.т. В ГОД

Филиал РУП «Могилевэнерго» Бобруйская ТЭЦ-2 – крупный теплоисточник 200-тысячного города. Одним из реализованных в нынешнем году энергосберегающих мероприятий стала «Установка газового подогревателя сетевой воды на котлоагрегате БКЗ-210-140 ст. №2». По этому поводу мы беседуем с главным инженером БТЭЦ-2 В.В. Веревкиным.

Валентин Витальевич, для начала расскажите, пожалуйста, про вашу ТЭЦ.

– В настоящее время Бобруйская ТЭЦ-2 обеспечивает тепловой и электрической энергией промышленные предприятия и жилищно-коммунальный сектор города. Установленная электрическая мощность станции – 182,6 МВт; тепловая – 1151 Гкал.

На станции установлено шесть котлоагрегатов общей производительностью более полутора тысяч тонн пара в час. Давление пара, подаваемого от котлов на турбины, составляет 14,0 МПа, температура пара – 550 градусов. На ТЭЦ также работают четыре турбоагрегата суммарной электрической мощностью 182,6 МВт. Кроме того, для обеспечения максимальных зимних нагрузок на ТЭЦ установлены три пиковых водогрей-

ных котла суммарной производительностью 460 Гкал/ч.

Как устроен газовый подогреватель сетевой воды на котлоагрегате БКЗ-210-140 ст. №2?

– По уходящим газам этот подогреватель мы включили в газоходы перед дымоходами. Уходящие газы заходят в подогреватель, охлаждаются сетевой водой, далее попадают на дымососы и в дымовую трубу. Обратная сетевая вода приходит на нашу станцию, часть ее отбирается на этот подогреватель, где подогревается уходящими газами, и далее идет по нашей прежней технологической схеме на основные бойлеры, пиковые бойлеры турбины, где догревается уже до необходимой температуры, и далее в тепловую сеть.



В Департаменте по энергоэффективности отметили, что выполненное мероприятие – не типичное для энергетиков, впервые предложено именно ими.

– До сих пор в Республике Беларусь на котлах высокого давления такие подогреватели не применялись. Для нас все было впервые, начиная с разработки концепции такого подогревателя до конкретного устройства его и схемы обвязки. Аналоги, конечно, были реализованы ранее, но на более мелких котлах. У нас совершенно другое исполнение этого же принципа.

Из-за довольно сложной схемы сетевой воды, чтобы включить в нее этот подогреватель, пришлось разрабатывать сложные решения по обвязке и трубопроводам сетевой воды.

Предпроектная проработка была сделана силами нашей станции; проект выполнило ОАО «Белэнергогормналадка». Если проектанты в процессе предлагали свои решения, которые были лучше наших, мы их естественно принимали.

В процессе выполнения проекта были реализованы следующие проектные решения:

- установка двухсекционного газового подогревателя сетевой воды под каждой веткой газохода котла (ветка А и Б), обеспечивающего снижение температуры уходящих дымовых газов до уровня 110–115 °С;
- обвязка секций газового подогревателя трубопроводами подвода и отвода сетевой воды;
- установка четырех насосов подачи сетевой воды на секции газового подогревателя;
- модернизация газохода уходящих газов с установкой отключающих шиберов на входе и выходе дымовых газов из подогревателя.

Также была налажена автоматизация технологического процесса.

Какова ожидаемая экономия от мероприятия?

– Основной задачей мероприятия является полезное использование тепла уходящих после котла дымовых газов, которое ранее выбрасывалось в окружающую среду. Установка газового подогревателя сетевой воды

на котлоагрегате БКЗ-210-140 ст. №2 позволяет снизить температуру уходящих газов за котлом со 145 °С до 115 °С и увеличивает КПД брутто к/а БКЗ-210-140 ст. №2 более чем на 1,5%, что позволяет экономить порядка 1750 т у.т., или 525 тыс. руб. в год.

Какие еще крупные энергосберегающие мероприятия и проекты реализованы на БТЭЦ-2 за последние годы?

– В 2014 году впервые в стране на турбоагрегатах такого типа был выполнен перевод турбины ПТ-60-130/13 ст. №2 Бобруйской ТЭЦ-2 в режим «ухудшенного вакуума».

В 2019 году был закончен перевод всех котлов в режим работы со сниженным техническим минимумом нагрузки.

Также упомяну следующие мероприятия: реконструкция схемы подачи подогретой циркуляционной воды на химводоочистку (2016); установка подогревателей высокого давления (у нас есть отдельная группа ПВД, она резервная); установка менее мощного насоса на мазутном хозяйстве (2017), которое приносит экономию в размере 345 т у.т., когда мазутное хозяйство находится в резерве; установка частотно регулируемых приводов на тягодутьевых механизмах к/а БКЗ-210 ст. №2 (2018); замена насосов баков производственного конденсата на менее мощные (2019); сброс техводы был заведен на баки для ее повторного использования (2018); увеличение допустимого давления в регулирующей ступени ЧСД турбин №№ 1–3 (2019); установка утилизационной турбины мощностью 2,6 МВт;

внедрение системы частотного регулирования на сетевых насосах СЭ-2500 ст. №6, 8.

Как вам доводятся показатели по энергосбережению и какие они?

– Показатели доводятся через «Могилевэнерго» ежегодно с разбивкой по месяцам. На 2020 доведенное задание составило 976 т у.т., и могу с уверенностью сказать, что оно выполняется. На 2021 год запланирована экономия 926 т у.т.

Бобруйская ТЭЦ 2 – крупный поставщик тепловой и электрической энергии. Каковы сейчас тенденции в теплоснабжении, что меняется, в т.ч. в плане требований?

– Если сейчас, с включением отопления жилищно-коммунальный сектор становится доминирующим потребителем (около 80%), то в летнее время на 46% станция обеспечивает ЖКХ-сектор и на 54% – промышленных потребителей. Наши промышленные потребители также занимаются сокращением энергопотребления, экономят каждый рубль и каждую копейку. Это обуславливает снижение нагрузок на БТЭЦ-2, оборудование выходит в нерасчетные режимы, летом приходится работать на технических минимумах нагрузки. Чем ниже разгружается наше оборудование, тем оно неэкономичнее. Все это требует от нас повышения эффективности энергетического производства за счет модернизации действующего и ввода в эксплуатацию нового высокоэффективного оборудования.

Беседовал Дмитрий Станюта



IEC ENERGY: СОЗДАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ АКТИВОВ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

IEC Energy – высокотехнологичная инжиниринговая компания, реализующая проекты распределенной энергогенерации и возобновляемой энергетики по всему миру и в том числе в Беларуси. Об уникальных технологиях, нашедших применение в нашей стране, о помогающих компании развиваться постулатах 4D, об экологии и утилизации ВЭР, о практических примерах тригенерации и квадрогенерации редакция журнала «Энергоэффективность» беседует с минчанином Алексеем Филиновичем, входящим в совет директоров российско-белорусско-германской группы компаний TES DKM и возглавляющим инвестиционный дивизион IEC Energy.

Алексей Григорьевич, в чем заключаются задачи офисов группы компаний в трех странах?

– Офис во Франкфурте занимается вопросами привлечения внешнего финансирования, в том числе от обслуживающего группу Commerzbank AG, координирует взаимодействие с немецкими производителями оборудования, ассоциациями, государственными органами Германии, генерирует наши инвестиционные инициативы, мониторит технологические инновации.

В Минске у нас располагаются центр технологических разработок, группа управления проектами, сервисный центр, в том числе программисты. В Беларуси реализуется также ряд инвестиционных проектов группы, которые находятся под нашим эксплуатационным управлением.

В Москве и в представительстве на Дальнем Востоке сосредоточены строительно-монтажная, генподрядная структура, производственная база, а также группа по продажам и маркетингу. Ряд проектов в России находится в нашем доверительном управлении. В РФ есть также наши собственные генерирующие активы в управлении. Кроме того, сейчас активно развиваем сервисную инфраструктуру.

Какова роль инвестиционного дивизиона IEC Energy?

– Дивизион объединяет компании, которые осуществляют инвестиции в создание энергетических активов на базе возобновляемых источников энергии, а также технологий распределенной генерации. В качестве примеров можно привести такие проекты, как три солнечных фотоэлектрических станции в Костюковичах Могилевской области, ветропарк на базе четырех ветроэнергетических установок в Сморгони Гродненской области, мини-ТЭЦ для снабжения тепловой и электрической энергией молочного завода в Калинковичах Гомельской области на условиях ЭСКО-аутсорсинга, энергоцентры на биомассе для молочных предприятий в Гродненской и Витебской областях.

Кроме того, будучи авторизованным торговым и сервисным провайдером, IEC Energy представляет интересы транснациональной корпорации Rolls Royce и ее подразделения MTU, которое производит в Германии высокотехнологичные газовые и дизельные двигатели, когенерационные системы, литий-ионные накопители электрической энергии, кинетические динамические стабилизаторы, оборудование для дата-центров и создания умных микросетей. На базе очень качественного оборудования MTU и Rolls Royce мы создаем действительно инновационные проекты в области энергосбережения и децентрализованной генерации.

Иновации, децентрализация, автоматизация, которые вы упомянули, – все это можно назвать принципами вашей работы?

– Мы руководствуемся слоганом четырех постулатов, так называемых 4D:

D1: Декарбонизация – уменьшение выбросов парниковых газов и снижение воздействия на окружающую среду посредством перехода на возобновляемые источники энергии и активное внедрение энергосберегающих технологий.

D2: Децентрализация – создание распределенных энергоисточников непосредственно у потребителей энергии, в отличие от централизованного подхода крупных системных станций.

D3: Диверсификация – применение широкого спектра технологий, бизнес-моделей, инструментов финансирования и управления в энергетике.

Ну и конечно, D4: Диджитализация, или цифровизация как наших объектов и технологий, так и в разрезе автоматизации и оцифровки собственного бизнеса, т.е. всех внутренних бизнес-процессов.

Четыре перечисленных постулата отражают видение и миссию IEC Energy и в целом группы компаний TES DKM.



Приведите, пожалуйста, пример какого-либо вашего проекта, который совмещает в себе все четыре D.

– Практически любой наш проект коррелирует с этими базовыми постулатами. Возьмем, например, наш новый инвестиционный проект в Беларуси для ОАО «Молоко» в городе Витебске. К слову, аналогичный проект мы только что приняли к реализации в интересах молокоперерабатывающего ОАО «Беллакт» в Волковыске Гродненской области.

Проект в Витебске предполагает производство тепловой энергии и холода для нужд молочного предприятия за счет отходов лесозаготовки и деревообработки: коры, щепы, опилок, обрезков, веток. Эти местные ТЭР будут замещать использование органического топлива, природного газа, т.е. обеспечивать декарбонизацию экономики D1.

В составе проекта предусматривается когенерационная установка MTU на генераторном газе, получаемом из древесной биомассы в двух газификаторах другой немецкой компании Spanner. Эта установка, а также солнечные панели, дополнительно устанавливаемые на крыше главного корпуса объекта, будут обеспечивать данный проект собственной возобновляемой электрической энергией в децентрализованном формате D2.

Проект с точки зрения финансовой модели реализуется

ФЭС в Костюковичах IEC Solar Energy



как ЭСКО – энергосервисный контракт, когда энергосберегающий и экономический эффект разделяют между собой частная энерго-снабжающая компания, инвестор, и акционерное общество (абонент, приобретающий энергоносители от частного инвестора на условиях аутсорсинга по специальным сниженным тарифам). Это инновационные технологии и инновационная диверсифицированная бизнес-модель в действии. Это и есть D3.

Проект предполагает полную автоматизацию и подключается для целей мониторинга через интернет к единой диспетчерской IEC Energy, расположенной в составе инженерингового и сервисного центра в Минске. Оптимизация режимов работы, выбор вида и поставщиков топлива, расчет технико-экономических и финансово-экономических показателей и многое другое ведется в онлайн-режиме с выгрузкой данных в ERP предприятия. Что же это, если не D4 – цифровизация?

Расскажите о вашем особом опыте проектов на Крайнем Севере Российской Федерации и Дальнем Востоке?

– Да, у нас крупное представительство на Дальнем Востоке, в частности в Чукотском автономном округе. Мы работаем в этом регионе уже 20 лет, в том числе сотрудничаем с крупными заказчиками, корпорациями «Росатом» и ПАО «РусГидро».

Среди знаковых для нас проектов – строительство под ключ крупной газомоторной станции для энергоснабжения и теплоснабжения города Анадырь, которую мы эксплуатируем уже около 15 лет в формате доверительного управления; перевод двух угольных котлов Анадырской ТЭЦ на сжигание природного газа; инновационный самый северный в Российской Федерации ветропарк, в который мы инвестировали на условиях 20-летней концессии с российским государством, став первым резидентом TOP «Беринговский». Это и строительство ультракомпактных очистных сооружений по технологии мембранной ультрафильтрации в самом северном городе РФ Певеке, это и внедрение и эксплуатация на условиях водного аутсорсинга опреснительной станции на базе технологий ультрафильтрации и обратного осмоса для питьевого и технического водоснабжения города Певек

водой из Северного Ледовитого океана; это и строительство сетевой инфраструктуры по интеграции единственной в мире, уникальной плавучей атомной станции ПАТЭС «Академик Ломоносов» мощностью 70 МВт и ряд других проектов.

Иными словами, IEC Energy занимается не только энергетикой, но и водоснабжением, водо-подготовкой и экологией?

– Да, вы верно уловили. В нашем портфеле – технологии водоснабжения, водоподготовки, а также, в сотрудничестве с нашим немецким партнером, компанией Wehrle, технологии водоотведения и очистки сточных вод с целью уменьшения воздействия на окружающую среду, ее водные объекты.

Мы также внедряем технологии по глубокой очистке дымовых газов от котлов и генерирующих установок для уменьшения отрицательного воздействия на атмосферный воздух.

Фабрики и заводы зачастую выбрасывают потоки тепла в окружающую среду ввиду нерационального использования первичной энергии. Как насчет тепловых воздействий в ваших проектах?

– Вы действительно указали на важный момент. Мы профессионально занимаемся полезным использованием низкопотенциальных сбросных потоков. Для этого применяем абсорбционные и компрессионные тепловые насосы, системы рекуперации тепла, конденсационные теплообменники для глубокого охлаждения продуктов сгорания. В этой части мы тесно сотрудничаем с очень крупной китайской частной корпорацией Shuangliang Eco Energy. В частности, в настоящий момент мы реализуем проект для крупнейшего в мире молокоперерабатывающего холдинга, а в Беларуси – для ОАО «Савушкин продукт», их производственного предприятия по производству сыров в Березе.

Котельная на базе котлов нашего немецкого партнера Viessmann будет оснащаться не только нашей собственной системой управления и мониторинга, но и оборудованием для глубокого охлаждения и конденсации продуктов сгорания котлов с целью полезного использования низкопотенциальной тепловой энергии и повышения КПД котлов.



КГУ MTU в составе проекта тригенерации для ООО «Праймилк»

Складывается впечатление, что IEC Energy обладает большим портфелем технологий для сектора молокопереработки. Это так?

– Все верно, это один из наших фокусов. Мы реализовали ряд инновационных проектов тригенерации для предприятий этого сектора, среди которых – высокотехнологичное предприятие по глубокой переработке сыровотки ООО «Праймилк» в городе Щучине Гродненской области, а также производственный филиал ОАО «Савушкин продукт» в Пинске.

Проекты тригенерации основаны на технологиях когенерационных установок нашего немецкого партнера MTU и позволяют производить в едином технологическом цикле сразу три вида энергии: тепловую в виде пара и горячей воды, электрическую и холод. Это чрезвычайно эффективная технология, которая позволяет предприятиям снижать платежи за энергию и, соответственно, уменьшать себестоимость производства продукции, повышать конкурентоспособность на внутреннем и экспортных рынках, повышать надежность энергоснабжения, снижать зависимость от внешних централизованных поставщиков энергии.

Аналогичный проект мы в настоящий момент реализуем для крупнейшего агрохолдинга «ЭкоНива» в Российской Федерации, для их крупнейшего молокоперерабатывающего завода в Маслянино Новосибирской области.

Три вида энергии из природного газа подводят вас к квартету будущего – квадроэнергии... У вас уже есть такие проекты?

– На самом деле, тригенерация – действительно не предел. У нас есть опыт энергетических проектов для тепличной отрасли.

В частности, мы вводим в настоящий момент когенерационную электростанцию электрической мощностью 5 МВт для тепличного комбината в Трубичино, около Великого Новгорода.

Так вот, в тепличных проектах можно внедрять технологию квадроэнергии, т.е. полезного получения четырех энергопотоков из природного газа: тепловой энергии для целей отопления, электрической энергии для целей искусственной досветки, холода для целей центрального кондиционирования теплицы, поддержания влажностного режима, а также управления климатом складских помещений и зон упаковки, ну и четвертого продукта – углекислого газа для целей интенсификации фотосинтеза и увеличения урожайности.

В другом нашем проекте децентрализованной генерации, в Нижнем Новгороде, заказчик производит из продуктов сгорания жидкий углекислый газ пищевого качества и поставляет его на заводы безалкогольных напитков, в частности для компании Coca Cola.

Так что четыре энергопотока из природного газа на основе технологии квадроэнергии – это уже наступившее будущее. ■



ООО «Межрегиональная энергетическая компания»
220114, г. Минск,
пр-т Независимости, 117А,
этаж 15
тел.: +37517 3965113
факс: +37517 3965112
E-mail: office@iec-energy.by
Сайт: www.iec-energy.by

НОВЫЙ ЭНЕРГОКОМПЛЕКС «ПИНСКДРЕВ» НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ СОЗДАЛ ЗАПАС МОЩНОСТИ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

8 октября ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев» ввело в эксплуатацию энергетический комплекс, работающий на древесных отходах от собственных производств. Торжественное открытие стало поводом для нашей беседы с главным инженером акционерного общества А.В. Гетманчуком.

Анатолий Васильевич, чем диктовалась необходимость реализации проекта?

– Здесь сыграли свою роль и необходимость снизить себестоимость продукции за счет уменьшения энергетической составляющей, и потребность создать предпосылки для модернизации производств с высоким удельным весом энергопотребления, в частности производства клееной фанеры и гнuto-клееных деталей (ГКД).

Заменена паровая котельная на базе котлов KE-10-14 МТО, отработавших назначенный заводом-изготовителем срок эксплуатации, выведена в резерв технологическая газовая котельная фанерного производства.

Преимущества и целесообразность строительства энергетического комплекса на местных видах топлива очевидны: это экономическая эффективность, и импортозамещение, и энергетическая и экологическая безопасность, и дополнительные рабочие места, и налоги в бюджет страны, а также бесперебойная работа оборудования и комплексное использование вторичных ресурсов.

Как вы прокомментируете полный отказ от природного газа в новом энергоцикле?

– В ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев» уход от газовой котельной назревал давно, так как мы обладаем ключевым фактором в этих инвестициях – это доступность топливно-энергетических ресурсов, включая их подготовленность к использованию в сфере теплоснабжения и наличие сопутствующей инфраструктуры.

Экономический эффект от реализации проекта выражен в сокращении затрат на технологи-

ческие нужды. Годовой объем потребляемого природного газа котельной составлял около 9 млн м³. Отказ от использования природного газа для работы котельной принесет экономию более 2,3 млн долларов в год. Это и есть основа энергетической и экономической безопасности, что обеспечивает надежный, бесперебойный доступ к энергии одновременно со стабильными и разумными ценами на нее (в то время как тариф за 1 м³ газа только в 2020 году вырос на 20,7%).





Основа нового энергетического комплекса – два термомаляных котла на древесном топливе большой установленной мощности. Легко ли было выбрать поставщика?

– Прорабатывались предложения различных фирм-поставщиков оборудования. На конкурсной основе был определен победитель – одна из турецких компаний. Немаловажным фактом при выборе данной фирмы в качестве поставщика оборудования явился тот факт, что на тот момент фирма уже реализовала свой проект в ОАО «Борисовдрев», на стадии реализации находился проект в «Кроноспан», г. Сморгонь.

Комплект поставляемого фирмой оборудования включал в себя: склад топлива с системой топливоподдачи; два термомаляных котла мощностью по 17,5 МВт с системой сжигания/нагрева высокотемпературного органического теплоносителя (ВОТ), два комплекта оборудования для эффективного использования тепла дымовых газов (подогреватели воздуха, подогреватели воды, экономайзеры); вентиляторы, дымососы, дымо- и воздухопроводы для обеспечения функционирования системы сжигания/нагрева; системы очистки дымовых газов, внутренних частей



нагревательного оборудования и сбора/удаления сажи; система водоподготовки; система производства пара (два парогенератора по 16 тонн); насосные группы для ВОТ, воды; система автоматики работы энергокомплекса; материалы для выполнения монтажных работ; несущие и ограждающие конструкции. По контракту монтаж оборудования выполнялся силами поставщика оборудования.

Строительная площадка под будущую котельную разместилась на земельном участке площадью около 1 гектара. Строительные работы начались в августе 2018 года. Основной объем строительных работ выполнялся

силами одного из пинских предприятий. Возникающие вопросы с финансированием контрактов, с таможенным оформлением оборудования решались максимально оперативно, что позволяло производить начавшийся в марте 2019 года монтаж оборудования буквально с колес, сокращая временные и финансовые затраты. В феврале нынешнего года монтаж оборудования был завершен и началось опробование его работы. С марта текущего года работа котельной в пусконаладочном режиме позволила обеспечить производство теплоносителями: ВОТ, паром, горячей водой в полном объеме, и, следовательно, потребность в то-

пливно-энергетических ресурсах в виде газа для котельной на газовом топливе фанерного производства полностью отпала.

Участвовали ли в этих процессах технические специалисты вашей компании?

– Сметная стоимость возведенного энергетического комплекса составляла около 20 млн долларов США. Однако, за счет выполнения большого объема работ силами технических служб холдинга затраты по данному строительству значительно сократились.

Какова роль нового энергокомплекса в инвестиционном проекте модернизации холдинга?

– Затраты на топливо для выработки тепловой энергии на новом энергокомплексе при реализации инвестиционного проекта оценивались в объеме 155 тыс. пл. м³ щепы. В результате значительного уменьшения этих затрат в сопоставимых условиях сохранения объемов производства ожидаем годовое снижение себестоимости продукции не менее чем на 1,6 млн рублей.

Помимо явного экономического эффекта, новая котельная позволила создать потенциал в расширении фанерного производства, мощности которого были ограничены количеством необходимого для технологических нужд ВОТ, пара, а «Инвестиционный проект модернизации холдинга «Холдинговая компания «Пинскдрев» задает увеличение объема выпуска фанеры и ГКД до 120 тыс. м³/год. На перспективу данный энергокомплекс имеет запас мощности для увеличения производства экспортноориентированной продукции до 150 тыс. м³ – шлифованной фанеры высоких марок и гнуто-клееных деталей.

Полный экономический эффект будет виден при выходе на проектную мощность энергокомплекса, однако уже сейчас, на основании нескольких месяцев работы, можно оценить эффективность данного инвестиционного проекта как высокую. ■

Беседовал Дмитрий Станюта, фото ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев»

ПЕТР ГИШКЕЛЮК: «ЭКОНОМИКУ СЧИТАЕМ ПО КАЖДОЙ КОТЕЛЬНОЙ»

На протяжении трех последних лет твердотопливные котлы в КУП «Оршателосети» работали на дровах и щепе, и только с начала нынешнего года топливом для них служит льнокостра. С выводом на проектную мощность уникальной пеллетной линии стало возможным не только удовлетворять потребность в пеллетах отечественных теплоисточников, но и экспортировать топливные гранулы. В начале октября оршанцы отправили первую партию – 40 тонн – на экспорт в Германию. Первый внешнеэкономический контракт стал поводом для нашей беседы с директором КУП «Оршателосети» Петром Гишкелюком.

Почему КУП «Оршателосети» называют одним из лучших жилищно-коммунальных предприятий Витебской области?

– Предприятие модернизирует котельные, тепловые сети, внедряет энергоэффективное оборудование, автоматизацию и повсеместный учет энергоресурсов, использует ВИЭ. За счет этого повышается эффективность теплоснабжения потребителей, обеспечивается снижение потерь тепловой энергии в тепловых сетях (например, еще в 2012 году потери составляли 22,8%, а в 2020 году – менее 7%). Поэтапно реконструируются котельные. Каждый год в них монтируется по десятку дополнительных котлов на местных видах топлива: если в 2015 году заменили 1 котел мощностью – 1 МВт, то в 2016 году – 10 котлов мощностью 6,3 МВт, в 2017 году – 12 котлов мощностью 8,6 МВт, в 2018 году – 11 котлов мощностью 12 МВт, в 2019 году – 10 котлов мощностью 1,3 МВт, в 2020 году – 7 котлов мощностью 6,7 МВт. За счет этого доля местных топливно-энергетических ресурсов в топливном балансе предприятия увеличилась с 17,9% в 2012 году до более чем 90% в нынешнем. Весь комплекс традиционных для системы ЖКХ мероприятий находит отражение в планах по энергосбережению.

Работы по модернизации котельных и перекладке тепловых сетей КУП «Оршателосети» преимущественно выполняет своими силами, что значительно, примерно на 30% удешевляет стоимость работ. При помощи собственной дробилки ежемесячно выпускаем 5–6 тыс. кубометров щепы, частично сами заготавливаем дрова. Кроме этого, мы развиваем использование гелиоколлекторных установок для нужд горячего водоснабжения.

Как следствие всего этого с прошлого года стал уменьшаться удельный расход топлива, по итогам текущего года ожидаем,

что это будет 175 кг у.т. на 1 Гкал.

В этом году мы заменили на энергосберегающие 6 насосов и 6 частотных приводов, что меньше, чем предыдущие годы, потому что в 2016–2019 годах мы уже установили 47 энергосберегающих насосов и 35 единиц частотников.

Как начиналась эта работа?

– В октябре 2015 года, когда я принял предприятие, потери тепловой энергии в сетях достигали 20%, сверхнормативные потери за 2016 год составили 384 000 рублей. На энергоносители предприятие тратило вдвое больше, чем фонд заработной платы: каждый месяц в ОЗП нужно было найти 400 000–800 000 рублей на газ и 150 000–180 000 рублей на электроэнергию.

В 2015 году только 27% наших трубопроводов были выполнены из предварительно изолированных труб, что было ниже среднего по стране. Сделали ставку на перекладку сетей, модернизацию котельного оборудования, энергосберегающие мероприятия. Каждый год перекладываем 10–13 км труб, что составляет 6,5–7,5% при норме 4%; уже 65% сетей выполнены ПИ-трубами. Такими темпами 1 декабря 2023 года планируем завершить модернизацию всех наших теплосетей, требующих замены.

Котлы советского производства вырабатывали свой ресурс, они имели низкий КПД и завышенную установленную мощность: например, работал котел 1 МВт при нагрузке до 300 кВт. Замена котлов позволила снизить удельный расход топлива на выработку тепловой энергии на 15–30%, оптимизиро-

Наша справка

Гишкелюк Петр Александрович

Окончил Белорусский политехнический институт, Академию народного хозяйства при Правительстве РФ, Академию управления при Президенте Республики Беларусь.

С 1978 года работал на различных должностях на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, в т.ч. десять лет отработал председателем колхоза, около четырех лет руководил промышленными предприятиями, четырнадцать лет на государственной службе, в т.ч. около пяти лет – председателем райисполкома. КУП «Оршателосети» руководит с октября 2015 года.

Общий стаж руководящей работы около 25 лет.



вать численность обслуживающего персонала за счет перевода котельных в автоматический режим.

Есть сегодня комбинированные котельные, где можно встретить один котел, работающий на дровах, один – на газе и один – на щепе. В таких ситуациях включаем тот котел, где ниже себестоимость тепла. Перевод котельных на твердое топливо – это еще и надежный теплоснабжения: если отключили газ – можно работать на щепе, не подвезли щепу – можем работать на дровах.

Как сочетается использование в качестве местных видов топлива щепы и льнокостры?

– Самая высокая удельная себестоимость гигакалории у нас – при выработке тепла на газе, на втором месте дрова, самая низкая – на щепе. Крупные котельные переводим с газа на щепу, а небольшие, мощностью до 500 киловатт – на пеллеты из льнокостры. Из 52 котельных в районе переоборудовали под пеллетные котлы 18, а к концу года их будет 20.

Сначала закупали дрова и щепу у Оршанского лесхоза, а затем задумались: в радиусе 50 км от нас – четыре льнозавода, льнокостра с которых имеет сезонный характер потребления, в частности, летом она никому не нужна. В итоге за собственные средства предприятия и взяв кредит 54 тыс. евро, закупили литовское оборудование для изго-



Пеллетная линия

товления топливных гранул с заявленной производительностью 1,5 т/ч. Число аналогичных линий в стране растет, в ближайшие годы только Минлесхоз планирует запустить около двух десятков, а значит, растет и конкуренция на рынке топливных гранул: их можно делать из опилок, соломы, торфа и т.д. Мы, например, уже провели эксперимент с выпуском пеллет из лузги подсолнечника с Витебского маслоэкстракционного завода.

Общие инвестиционные затраты и источники финансирования уникальной пеллетной линии составили 330 тыс. рублей. Плановая потребность котельных КУП «Оршатеплосети» в пеллетах в настоящее время составляет около 1000 тонн в год и в перспективе увеличится до 1200–1300 тонн в год. В 2021–2022 гг. также планируется установить пеллетные котлы еще на трех котельных.

Производительность линии при двухсменном режиме работы составляет 210 тонн пеллет в месяц. Излишек производимых пеллет планируется продавать другим организациям страны, также возможна реализация на экспорт. На сегодняшний день произведено более 700 тонн пеллет, реализовано сторонним организациям 65 тонн, в том числе 40 тонн на экспорт.

Поскольку себестоимость пеллет собственного производства на 30% ниже закупочной цены, излишек продукции реализуется с рентабельностью 20–25%. Мы подсчитали: среднегодовой суммарный годовой экономический эффект проекта составит 120 тыс. рублей, простой срок окупаемости инвестиций равен трем годам, динамический – 5 годам.

Реализация проекта позволила обеспечить наши котельные топливом, снизить себестоимость вырабатываемой теплоты, расширить перечень производимой продукции, увеличить выручку предприятия, прибыль и рентабельность, создать пять высокопроизводительных рабочих мест.

Как диспетчеризация улучшает показатели эксплуатации сетей?

– За собственные средства на предприятии была внедрена автоматизированная система диспетчеризации, контроля и управления на котельных и центральных тепловых пунктах, которая позволяет получать информацию о работе объектов на автоматизированное рабочее место «Диспетчер» в реальном масштабе времени. В настоящее время в данную систему диспетчеризации входят все 11 центральных тепловых пунктов, 10 газовых котельных, 5 котельных, работающих на МВТ и природном газе, и 17 котельных, работающих на пеллетах, – всего 43 объекта. Специалисты нашего предприятия могут практически постоянно наблюдать за действующими объектами в режиме онлайн, анализировать ситуацию и оперативно реагировать на любые внештатные изменения и ситуации в технологическом процессе производства и передачи тепловой энергии. Планшеты есть у директора, мастеров, информацию видит оператор аварийно-диспетчерской службы.

На базе интернет-модулей на предприятии реализована диспетчеризация 17 котельных, работающих на пеллетах. Используемый интернет-модуль взаимодействует с внешним сервером, что делает возможным управление котлами через обычный



Пеллетный котел 200 кВт, д. Яковлевичи

Интернет. Данное мероприятие позволило оптимизировать численность дежурного персонала на вышеуказанных котельных до минимума.

На базе г.п. Болбасово в Оршанском районе и микрорайона Андреевщина в Орше выполнена комплексная диспетчеризация, охватывающая такие звенья, как теплоисточник (котельная) – центральный тепловой пункт – тепловые узлы жилых домов. Такая конфигурация позволяет персоналу предприятия оперативно отследить температуру и давление подаваемого теплоносителя от котельной до самого жилого дома и в случае отклонения быстро принять меры к его восстановлению. Если раньше о какой-то внешней ситуации узнавали лишь после обращения потребителя, то сейчас потребители часто даже не успевают заметить дискомфорта. Наличие систем диспетчеризации в тепловых пунктах жилых домов позволило четко поделить нашу ответственность с ЖЭУ КУП «Оршакомхоз» и участком «Оршаводоканал». О причине неисправности можно судить по отражающимся на мониторе оператора аварийно-диспетчерской службы данным.

Как и почему появились в вашем ведении солнечные тепловые коллекторы?

– В 2018 году предприятие реализовало проект «Внедрение гелиоколлектора в населенном пункте Яковлевичи Оршанского района» для обеспечения в межотопительный период горячей водой Яковлевичского дома-интерната. Около 100 обитателей интерната проживают в сельской местности. Чтобы они смогли помыться, приходилось включать котельную. Себестоимость гигакалории в летний период доходила до 2100 рублей. Гелиоколлектор снизил эту сумму более чем раз в пять. За 2019 год выработка тепловой энергии гелиоводонагревателем составила 6,5 Гкал, за 9 месяцев 2020 года – 5 Гкал.

В межотопительный период это позволяет полностью отказаться от использования тепловой энергии от традиционных тепло-



Баки-аккумуляторы работают в системе с гелиоколлекторами в н.п. Яковлевичи



Котельная Бабиничи, дымовая труба котла 3 МВт



Гелиоколлекторы на крыше дома в н.п.Обухово

источников, что в свою очередь ведет к снижению потерь тепловой и электрической энергии при ее транспортировке.

В прошлом году мы модернизировали систему ГВС с установкой гелиоводонагревателя на крыше пятиэтажного жилого дома в н.п. Обухово. Выработка тепловой энергии в этом году летом уже составила 26,2 Гкал.

Солнечные гелиоколлекторы были установлены для приготовления горячей воды в двух жилых домах в деревне Звездная. Кроме этого, было предусмотрено устройство аккумулирующих емкостных баков, которые при недостаточной температуре подаваемой потребителю горячей воды можно догреть от котельной или при помощи

электричества. Система ГВС с помощью гелиоколлекторов полностью автоматизирована.

Срок окупаемости таких мероприятий от 2 до 9,5 лет. Сетей никаких не задействуем. К преимуществам вакуумных гелиоколлекторов также относятся удобный монтаж, простое обслуживание, низкие теплопотери, длительный период работы. А главное – горячая вода для сельских жителей каждый день.

Учитывая все это, до конца этого года запланировали установить гелиоколлекторы в двух детских садах и в еще одном пятиэтажном жилом доме Орши, где используется природный газ.

Где и как находите финансирование для упомянутых довольно затратных направлений?

– В первую очередь это собственные средства, плюс с 2018 года регулярно используем средства из оборотного фонда по биоэнергетике, администрируемого РУП «Белинвестэнергосбережение», для замены котлов на твердотопливные и установки гелиоколлекторов. Особенно актуальны такие ссуды из фонда в летнее время, когда у нас нехватка оборотных средств. Так как срок окупаемости по проектам замены котлов – от 1,8 до трех лет, за время, отведенное для возврата займа, проект окупается.

В этом году нам также выделены средства республиканского бюджета на финансирование программ энергосбережения. За 9 месяцев нынешнего года перечислено 800 тыс. рублей в рамках Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы (подпрограмма «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии») на реконструкцию котельной с заменой газовых котлов на котел мощностью 3 МВт, работающий на МВТ,

с механизированной загрузкой топлива в н.п. Бабиничи Оршанского района. В настоящее время проводятся пусконаладочные работы. Мероприятие позволит увеличить долю МВТ и снизить себестоимость теплоэнергии.

Что вы можете сказать о людях, которые работают на предприятии?

– Основная масса занятых на предприятии работает много лет: около 70% – более 5 лет, средний возраст работающих – 46 лет. Раньше более 100 человек работали сезонно, сейчас около 60 из них заняты круглогодично. Высвобождающихся занимаем на других работах. Думаю, что модернизация в дальнейшем позволит нам полностью отказаться от сезонников, потому что временный человек не заинтересован в общем успехе предприятия и на следующий год может вообще к нам не вернуться.

Остро стоит необходимость транспортировать сезонных работников на котельные в отдаленные населенные пункты, т.к. на месте некому работать.

Каждый год создаем по 10–12 новых рабочих мест, по большей части – в строительстве и на транспорте.



Наземное поле гелиоколлекторов в д.Звездная

По какому принципу вы строите работу предприятия?

– Движение только вперед – не останавливаться на достигнутом. В каких бы усло-

виях вы не находились в данный момент, следует просчитывать будущее и двигаться вперед. ■

Беседовал Дмитрий Станюта

Вести из регионов. Минская область. Брест

Дети, школа, энергосбережение

В средней школе №3 г. Вилейки воспитание рачительного отношения к энергетическим ресурсам осуществляется на всех ступенях образования. Родители, педагоги и учащиеся вовлечены в одно общее дело – учиться экономить самим и учить экономить других.

В нынешнем году школа стала победителем XII республиканского конкурса проектов «Энергомарафон» в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования». За победу школа получила сертификат на выделение средств республиканского бюджета в рамках финансирования Государственной програм-



мы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы для реализации мероприятий по повышению энергоэффективности в сумме 40 000 рублей. Летом 2020 года за счет данных средств выполнены работы по замене оконных блоков на энергоэффективные стеклопакеты (152,47 кв. м) и замене осветительных устройств (258 шт.). Реализация энергосбере-

гающих мероприятий позволит сэкономить 12,5 т у.т., что составляет 6,99 тыс. рублей. ■

Николай Гиро, директор ГУО «Средняя школа №3 г. Вилейки», Анастасия Шелег, главный специалист производственно-технического отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Состоялся семинар по энергосбережению

1 октября нынешнего года специалистами Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР проведен обучающий семинар с сотрудниками вновь созданного государственного учреждения «Центр по обеспечению деятельности бюджетных организаций», горрайисполкомов и администраций Ленинского и Московского районов Бреста, ответственными за работу в сфере энергосбережения. Семинар состоялся в Брестском облисполкоме с участием более 40 человек.

В ходе проведения семинара рассматривались актуальные вопросы энергосбережения, в числе которых – новое в требованиях законодательства в сфере энергосбережения, осуществление административной процедуры по установлению норм расхода топливно-энергетических ресурсов, проведение государственного надзора за рациональным использованием ТЭР и административной ответственности за нерациональное использование ТЭР, а также порядок заполнения государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) и ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)». ■

РЕШЕНИЯ О ФИНАНСОВОМ УЧАСТИИ ЖИЛЬЦОВ В ТЕПЛОМОДЕРНИЗАЦИИ ДОМОВ ПРИНЯТЫ В МИНСКЕ, СМОРГОНИ И ДРИБИНЕ



Сморгонь

В Сморгони решение о финансовом участии жильцов в тепломодернизации домов стало результатом собрания собственников жилого дома №113, корпус 2 по ул. Я. Коласа. Мероприятие состоялось 15 сентября 2020 г. В нем приняли участие заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко, директор РУП «Белинвестэнерго» Виктор Кныш, начальник Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Андрей Минько, директор КУП «ЖРЭС Сморгонского района» Иван Старовойтов, начальник отдела архитектуры и строительства Сморгонского райисполкома Денис Криштопенко.

Михаил Малашенко рассказал участникам собрания о проводимой в Республике Беларусь работе по повышению энергетической эффективности жилого сектора, привел наглядные примеры модернизации многоквартирных жилых домов и достигнутые результаты.

Руководитель Департамента по энергоэффективности проинформировал о том, что с целью повышения эффективности пла-

нируемых к реализации мероприятий на данном жилом доме будет установлен солнечный водонагреватель, который позволит в межотопительный период большую часть потребляемой на цели горячего водоснабжения тепловой энергии вырабатывать за счет возобновляемой энергии солнца. В ходе конструктивного диалога в формате «вопрос-ответ» согласившиеся собственники квартир заключили договоры с КУП «ЖРЭС Сморгонского района» на реализацию таких энергоэффективных мероприятий, как утепление наружных стен, установка индивидуальных приборов учета и регулирования тепловой энергии.

По предварительным расчетам, с учетом 50-процентной скидки и рассрочки на 10 лет ежемесячные платежи составят от 17 до 29 рублей с каждой квартиры. После разработки проектно-сметной документации стоимость работ будет уточнена. Ожидаемый срок реализации мероприятий (с учетом разработки документации) – не позже 2021 г.

Дополнительно следует отметить, что возможность для жильцов провести тепловую модернизацию жилого дома, получив рассрочку оплаты до 10 лет и до 50% безвозмездной субсидии от государства,

предусмотрена Указом Президента Республики Беларусь от 4 сентября 2019 г. № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов».

Согласно Указу, тепловую модернизацию дома можно будет провести, если решение об этом на добровольной основе примут собственники жилья на общем собрании. Решение станет обязательным для всех собственников, если «за» проголосуют собственники, обладающие более чем двумя третями голосов от их общего количества.

Под данный Указ в первую очередь будут подпадать дома, которые стоят в очереди на проведение капитального ремонта. Ставится цель повысить эффективность программы капитального ремонта за счет доведения зданий до состояния «практически новых», а также обеспечить синергетический эффект и экономию средств за счет одновременного проведения капитального ремонта и тепловой модернизации.

Дрибин

Примером реализации такого подхода может служить жилой дом №40А по ул. Ленина в г. Дрибине. Здесь на общем собрании жильцы практически стопроцентным количеством голосов приняли решение увеличить эффективность потребления тепловой энергии своего дома. Восмиквартирный дом 1998 года постройки мог еще несколько лет стоять без капремонта, и собственники решили не ждать эпохального события, а воспользоваться предоставленной государством возможностью. Чтобы удешевить работы как минимум в части проектирования, было решено проводить их одновременно с капитальным ремонтом дома, для чего были внесены дополнения в техзадание на проектирование.

На основании пункта 7 Положения о порядке проведения энергоэффективных мероприятий, утвержденного постановлением Совмина от 5 декабря 2019 г. №839, решением Дрибинского районного исполнительного комитета было поручено Дрибинскому УКП «Жилкомхоз» в рамках проведения работ по капремонту жилого дома выполнить



Многоквартирный жилой дом по ул. Ленина, г. Дрибин

энергоэффективные мероприятия по утеплению фасадов дома, цоколя и доутепление чердачного перекрытия, не предусмотренные ранее проектом капремонта.

В рамках же капремонта, кроме стандартных работ по модернизации конструктивных элементов и инженерных систем, окна на лестничных клетках и в подвальном помещении были заменены на оконные блоки из ПВХ, а также была проведена модернизация теплового пункта с установкой теплосчетчика и регулятора тепловой энергии.

Расчетная подключенная нагрузка системы отопления после проведенных работ снизилась на 22%, то есть с 0,045 Гкал/час до проведения модернизации до 0,035 Гкал/час. Теплопотери дома после проведения термомодернизации снижены на 22,8 Гкал в год. Количество теплоносителя, подаваемого в здание, и расход теплоты с поддержанием необходимой температуры теплоносителя в системе отопления будут оптимизироваться с помощью регулятора тепловой энергии, установленного в ИТП. Коммерческий учет потребленной тепловой энергии позволит наглядно увидеть и оценить эффективность проведенных мероприятий на конкретных цифрах.

Собственниками квартир были заключены договора о реализации энергоэффективных мероприятий. Возмещение 50% затрат за выполненные работы началось жильцами только с месяца, следующего за месяцем подписания последнего акта приемки выполненных строительных и иных монтажных

работ. Возмещение будет осуществляться путем внесения средств ежемесячно в течение 10 лет равными долями. Сумма платежа составляет ориентировочно 15–25% от суммы жировки.

По факту выполненных энергоэффективных мероприятий сопротивление теплопередаче конструкции наружных стен дома увеличено в 2,2 раза, чердачных перекрытий – в 1,8 раза. Планируется снижение энергозатрат на отопление на 3,9 тонны условного топлива в год.

В результате будет повышен комфорт проживания, уже улучшился внешний вид дома, ожидается уменьшение в два раза платы за теплоснабжение. И это только первый дом на Могилевщине, а есть возможность в 2020–2021 гг. включить в программу еще как минимум 68 домов области.

Минск

Решение об утеплении своих домов приняли и жители двух многоквартирных жилых зданий в Первомайском районе г. Минска.

В целях реализации Указа № 327 на официальных сайтах ГО «Минское городское жилищное хозяйство», районных коммунальных хозяйств г. Минска размещена нормативно-правовая информация, презентационные материалы, видеоролики по популяризации преимуществ эффективного использования энергоресурсов, организован онлайн-опрос. По районам г. Минска разработаны и утверждены графики проведения собраний собственников жилых помещений, отчеты о проведении собраний публикуются.

В первом полугодии текущего года в г. Минске районными жилищно-коммунальными хозяйствами проведено 337 опросов и собраний с собственниками жилых и нежилых помещений с целью привлечения их к участию в софинансировании энергоэффективных мероприятий. Получено согласие на проведение энергоэффективных мероприятий двух многоквартирных жилых домов по ул. Калиновского, 26 и ул. К. Чорного, 4. В настоящее время по жилому дому по ул. Калиновского, 26 проводится тендер на разработку ПСД; по жилому дому по ул. К. Чорного, 4 документация находится на рассмотрении в администрации Первомайского района г. Минска. Планируемый срок выполнения работ – ноябрь–декабрь 2020 года.

На этих пилотных проектах планируется отработать все подходы к реализации мероприятий по повышению энергоэффективности многоквартирных жилых домов для дальнейшего масштабного вовлечения населения к участию в финансировании работ.

Подробная информация о проведении энергоэффективных мероприятий раз-

мещена на официальных сайтах Минского городского исполнительного комитета, ГО «Минское городское жилищное хозяйство», КУП ЖКХ районов г. Минска. Также на сайтах можно пройти онлайн-голосование «Энергоэффективные мероприятия в многоквартирном жилом доме».

– Население не нужно уговаривать, достаточно аргументированно и доходливо проинформировать о преимуществах и выгодах планируемых мероприятий, – отмечает



заместителя председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко. – На этом этапе очень важно правильно подготовиться к собраниям с собственниками, знать, чем их заинтересовать и какой перечень мероприятий предложить. А для этого нужно зайти в каждую квартиру, услышать мнение каждого жильца. Ведь даже в домах, где уже проведен капитальный ремонт, люди могут быть не полностью удовлетворены его результатами.

Можно им предложить устроить индивидуальный тепловой пункт, установить индивидуальные системы регулирования, внедрить индивидуальный учет расхода тепла, утеплить крышу и др. Не нужно забывать еще об одном важном аспекте: государство не только субсидирует половину затрат на тепловую модернизацию, но и своим участием фактически гарантирует качество планируемых работ.

На сайте Департамента по энергоэффективности создан раздел «Тепловая модернизация жилых домов» <http://teplovdomby.tilda.ws/>, где можно кратко ознакомиться с Программой повышения энергоэффективности многоквартирных жилых домов и найти ответы на часто задаваемые вопросы. ■

Департамент по энергоэффективности

Мы писали:

Винчевская М. «Эффект хозяина» для тепловой модернизации // Энергоэффективность. – 2020. – №9. – С. 16–19.

Указом Президента Республики Беларусь «Об утверждении международных договоров и их реализации» от 3 августа 2020 г. № 296 утверждены международные договоры о реализации инвестиционного проекта «Расширение устойчивого энергопользования» // Энергоэффективность. – 2020. – №8. – С. 7–9.

СТАРТОВАЛА ПРОГРАММА ТЕПЛОМОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ В РУМЫНИИ

15 сентября 2020 г. в Румынии под эгидой министерства окружающей среды стартовала государственная программа «Энергоэффективный дом».

Программа предусматривает возможность подачи румынскими домовладельцами заявок на получение государственного безвозмездного финансирования на сумму до 15 тыс. евро для выполнения работ по повышению энергоэффективности зданий.

Предполагается, что благодаря программе около 9 тыс. частных домовладельцев смогут провести мероприятия по энергоэффективности и использованию энергии из возобновляемых источников в домах максимальной высотой три уровня.

Министр окружающей среды Румынии К. Алексе отметил, что в настоящее время в Румынии большинство домов не имеют достаточной теплоизоляции, в результате чего до 30% энергии теряется через внешние стены и до 25% – через окна или крышу. Поэтому новая программа помимо экологического компонента имеет также экономическую и социальную направленность. По оценке министра, соответствующие меры позволят домашним хозяйствам снизить вдвое расходы на электроэнергию, что косвенно будет способствовать сокращению потребления энергии в национальном масштабе.

Бюджет программы на 2020 год составляет 430 млн лей (примерно 86,7 млн евро). Министерство окружающей среды планирует принимать заявки на сумму до 150%



от выделенного финансирования: если бюджет будет превышен, то будут задействованы резервы для его пополнения.

Расходы по программе «Энергоэффективный дом» могут быть направлены на установку энергоэффективных окон, утепление крыши, наружных стен, установку более эффективных котлов отопления, солнечных панелей, систем вентиляции, светодиодных осветительных приборов, датчиков движения, кранов и новых водопроводных труб.

Желающие принять участие в «Энергоэффективном доме» должны подать в администрацию Фонда окружающей среды заявку онлайн с приложением сертификата энергоэффективности и энергоаудита здания, в котором предполагается проведение работ.

После утверждения заявки работы могут продолжаться не более полутора лет, по завершении которых администрация Экологического фонда на основании результатов нового энергоаудита дома возмещает 60% расходов.

По мнению румынских экспертов, программа весьма актуальна для Румынии, особенно в контексте общеевропейских усилий, предпринимаемых для повышения энергоэффективности зданий.

Румыния является одной из самых энергоемких стран Европы с точки зрения потребления энергии в жилых зданиях оно здесь выше среднего в 2,35 раза. В январе-июле 2020 года населением потреблено 7 млрд 492,1 млн кВт·ч электроэнергии (103,1% к соответствующему периоду 2019 года), что составляет 24,7% от общего объема потребления. ■

Информация подготовлена
Посольством Республики Беларусь
в Румынии



Новая котельная на МВТ в Краснополье

28 сентября в г.п. Краснополье введена в эксплуатацию первая из трех котельных с заменой неэффективного котла с низким КПД на более эффективный.



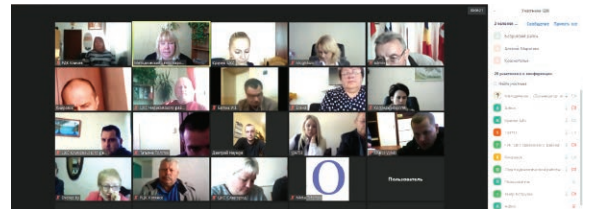
Новый котел КВТС-0,8 позволит полностью исключить использование природного газа для теплоснабжения при температуре наружного воздуха до минус 24 °С.

В Могилевской области в 2016–2019 гг. введено в эксплуатацию 22 энергоисточника с котлами на местных видах топлива суммарной мощностью 46,5 МВт. До конца года планируется ввести в эксплуатацию еще два энергои-

сточника общей тепловой мощностью 5,0 МВт. За три квартала нынешнего года доля МВТ в общем потреблении котельно-печного топлива источниками ЖКХ области составила 54,2% при задании на год 53%. ■

А.Н. Маслов, заместитель начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Набирает популярность онлайн-обучение по нормированию ТЭР



Формат онлайн-обучения в условиях сложившейся эпидемиологической ситуации набирает все большую популярность. Удобен он для обучающихся еще и возможностью, находясь на рабочем месте, готовить обсуждаемые документы, задавать вопросы по ходу семинара и вносить изменения в рабочие документы. Сосредоточиться на излагаемой информации позволяют привычная обстановка рабочего места, отсутствие посторонних и новизна формата.

В рамках обучения рассматриваются основные вопросы формирования пакета документов, представляемых при обращении юридических лиц по административной процедуре установления норм расхода ТЭР, изменения в законодательстве, основополагающие НПА, алгоритм осуществления процедуры, график рассмотрения норм на 2021, контакты и другие.

С сентября 2020 года на страницах Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР в социальных сетях, а именно – ВКонтакте, Instagram и Telegram-канале, ежедневно размещается памятка в виде 15 онлайн-занятий по нормированию расходов ТЭР. ■

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

На Витебском МЭЗ начато использование отходов в энергетических целях

На предпроектном этапе большое время заняло прохождение экологической экспертизы, т.к. при сжигании лузги подсолнечника нуждались в тщательном изучении вопросы экологической безопасности. ОАО «Витебский МЭЗ» стал первопроходцем, работая на данном виде топлива.

Работа котельной предусмотрена в каскадном режиме, котел на лузге регулирует нагрузку, один из газовых котлов работает в номинал, второй – в холодном резерве.

Ожидаемая годовая экономия природного газа составляет 895 тыс. куб. м.

За утилизацию лузги подсолнечника как отхода производства предприятию пришлось бы платить около 342 тыс. руб. в год.

Ввод в эксплуатацию данного объекта позволит предприятию существенно снизить затраты на производство продукции, тем самым увеличить свое влияние на рынке. ■

Е.В. Скоромный, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР, А.А. Бурский, главный энергетик ОАО «Витебский МЭЗ»

«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», «Петтинарولي»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос».

УНП 100338436

Евгений Иванчиков,
руководитель отдела
энерготехнологических
проектов СЗАО «Филтер»

**Алина
Алейникова,**
ведущий инженер
СЗАО «Филтер»

**Кристина
Шалабодова,**
инженер
СЗАО «Филтер»

Анна Мартинчук,
технический
специалист
СЗАО «Филтер»

Виктория Калий,
технический
специалист
СЗАО «Филтер»

КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ВЭР НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ввиду постоянной необходимости снижать себестоимость продукции для успешной конкуренции на внешних рынках предприятия Республики Беларусь продолжают модернизировать свои энерготехнологические системы для максимального повышения коэффициента использования топлива и снижения себестоимости продукции. Особенно важна данная работа в пищевой отрасли, которая в большей массе своей экспортирует продукцию в Россию, где стоимость энергоресурсов значительно ниже.

Рассматривая возможные пути по повышению энергоэффективности предприятий пищевой промышленности, стоит обратить внимание на возможную оптимизацию систем генерации и распределения пара, выработку холода и оптимизацию системы тепло- и хладоснабжения в целом.

Основными проблемными точками на предприятиях по производству мясомолочных продуктов и напитков являются:

- отсутствие возврата конденсата (что ведет к повышению расходов на предподогрев подпиточной воды);
- высокий уровень продувок (из-за качества воды);
- рваные режимы потребления пара (из-за чего часто приходится одновременно использовать два котла и держать их на нагрузке около 40%);
- большие потери энергии с низкопотенциальным теплом на градирнях при выработке холода;

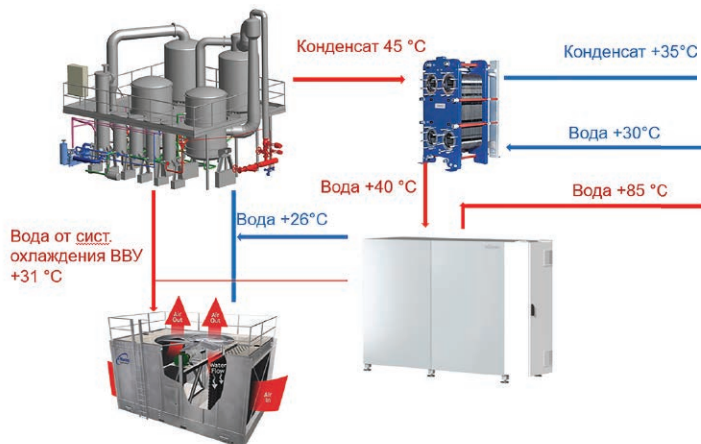
- постоянные гидравлические удары в системах пастеризации и CIP-моек.

Анализируя технологии различных предприятий молочной промышленности, можно прийти к выводу, что основными потребителями пара являются технологические процессы, сезонное отопление, CIP-мойки и собственные нужды котельных.

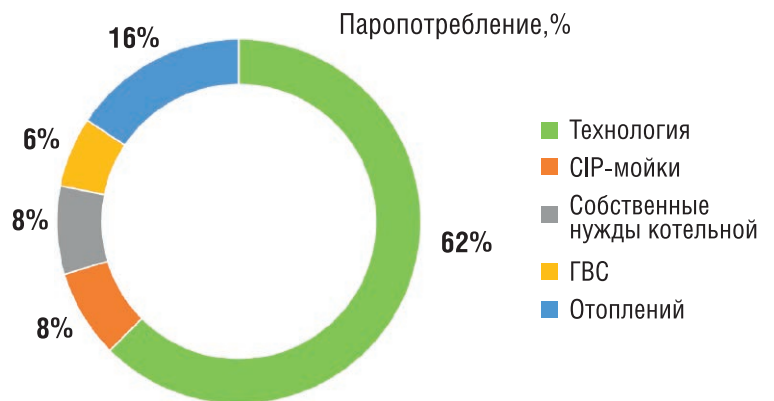
Одним из наиболее важных шагов оптимизации тепловых потоков является анализ существующих выбросов вторичных энергоресурсов.

Как показано выше, основными источниками ВЭР являются холодильные компрессорные станции, технологические процессы, сточные воды и котельные. Ниже будут рассмотрены несколько вариантов оптимизации производственных процессов, которые уже хорошо зарекомендовали себя не только за рубежом, но и в Республике Беларусь.

Схема утилизации тепла от вакуум-выпарных установок на молочном предприятии с охлаждением конденсата



Распределение паровых нагрузок на молочном предприятии



Использование тепловых насосов

Принципы работы объединяют тепловой насос с чиллером, а потому они понятны и просты на любом предприятии пищевой отрасли.

Партнером компании FILTER в части компрессорных тепловых насосов является финская компания Oilon, которая за последние шесть лет произвела и поставила более чем 800 промышленных (тепловой мощностью свыше 100 кВт) тепловых насосов.

Основными местами установки тепловых насосов в пищевой отрасли могут быть:

1. Аммиачные и фреоновые холодильные станции (утилизация тепла, сбрасываемого на градирню).

Один из первых проектов компании Oilon на мясокомбинатах был реализован на предприятии Shellman. Нагрев воды осуществляется в режиме 40/95°C, а последовательная установка тепловых насосов позволила достичь COP нагрева, равный 4,22. Срок окупаемости всего комплекта оборудования составил не более двух лет.

2. Утилизация тепла сточных вод.
3. Утилизация тепла от воздушных компрессорных.
4. Утилизация тепла от вакуум-выпарных установок.

Совместная выработка холода и тепла: современные тепловые насосы могут нагревать воду до 120°C, а также охлаждать потоки до -20°C. Одновременная выработка тепловым насосом холодильных и тепловых мощностей позволяет полностью или частично отказаться от градирен, а также повысить общий COP станций до 7-9 (в зависимости от температур).

Интересным реализованным проектом в данном направлении является финский производитель котлет для сетей быстрого питания Ole's. Как и на любом мясокомбинате, на данном предприятии требуются одновременно и холодильные, и тепловые мощности. Для данного технического решения были установлены два тепловых насоса P200 с одновременной выработкой «холода» 0,6/2,2 и «тепла» 20/70 и тремя баками-аккумуляторами с различными тепловыми мощностями (нагрев воды до 45°C, 55°C и 65°C соответственно). Общий COP системы равен 5,9. Срок окупаемости всего комплекта оборудования составил около 1,5 лет.

В 2019 году компания FILTER установила тепловой насос на конденсаторной фабрике ОАО «Спартак» в г. Гомеле.

Первоначальная задача, которая стояла перед предприятием, заключалась в охлаждении потока воды с 40°C до 10–15°C. Так как градирня с этой задачей не могла справиться, рассматривался вопрос установки чиллера. Одновременно с охлаждением технологического процесса в данном цеху есть необходимость нагрева воды от 10°C до 65°C (ранее нагрев производился паром).

Эффективным техническим решением по оптимизации данных процессов стала установка теплового насоса P100 производства компании Oilop, который позволяет существенно сократить затраты предприятия на энергоносители.

Тепловые насосы позволяют существенно снизить затраты на энергоносители и не только использовать низкопотенциальную тепловую энергию, но и значительно повысить ее потенциал. Тепловые насосы могут устанавливаться не только на предприятиях пищевой отрасли, но и на коммунальных предприятиях (очистные сооружения), тепловых сетях (выработка энергии для центрального теплоснабжения) и т.д. Используя дифференцированные тарифы на электроснабжение, при помощи тепловых насосов решаются основные задачи энергосбережения нашей страны: повышение электропотребления субъектами экономики, повышение энергоэффективности и снижение себестоимости выпускаемой продукции.

Использование конденсаторов дымовых газов

При сжигании природного газа конденсация дымовых газов наступает при достижении температуры 55–56°C. При снижении температуры дымовых газов до 30–40°C возможно получить существенный прирост в тепловом балансе и повысить коэффициент использования топлива на 5–10%. К примеру, с котла с паропроизводительностью 15 т/ч возможно дополнительно снять 1,5 МВт тепловой мощности. Конденсатор дымовых газов можно использовать как горизонтального, так и вертикального исполнения. Для пищевой отрасли возможно применение данного оборудования для нагрева подпиточной воды от 10 до 80°C, а также полного покрытия ГВС. Таким образом затраты на собственные нужды котельной и выработку тепла существенно снижаются.

Баки-аккумуляторы

В любом направлении рекуперации для максимальной загрузки рекуперационного оборудования, а также для выравнивания потребления равных нагрузок требуется использование баков-аккумуляторов:

1. Баки-аккумуляторы пара применяются для утилизации тепла дымовых газов или для покрытия пиковых нагрузок на предприятиях пищевой отрасли, когда происходит мгновенный разбор пара.

Пиковая нагрузка и последующее падение давления серьезно влияют на стабильность производства. В худшем случае происходит остановка котла из-за того, что уровень воды



Котельная на возобновляемых видах топлива с установленным баком-аккумулятором

в результате интенсивного кипения поднимется, а затем резко падает.

Для сглаживания нагрузок и оптимизации состава оборудования применяется паровой аккумулятор, который увеличивает располагаемый запас пара в системе путем хранения большого объема воды при высоком давлении и температуре. Для того чтобы аккумулятор мог выдавать необходимое количество пара в моменты пиковых нагрузок, необходимо правильно рассчитать и выбрать размер бака, в котором будет храниться вода. Размеры парового аккумулятора теоретически не ограничены, однако они ограничиваются практическими соображениями. На практике объем парового аккумулятора выбирают исходя из необходимого количества пара в момент пиковой нагрузки с учетом падения давления, при этом с поверхности воды с соответствующей скоростью должен выделяться чистый сухой пар.

Данное техническое решение используется на многих предприятиях

Европы и все чаще – в целях оптимизации систем на предприятиях Республики Беларусь.

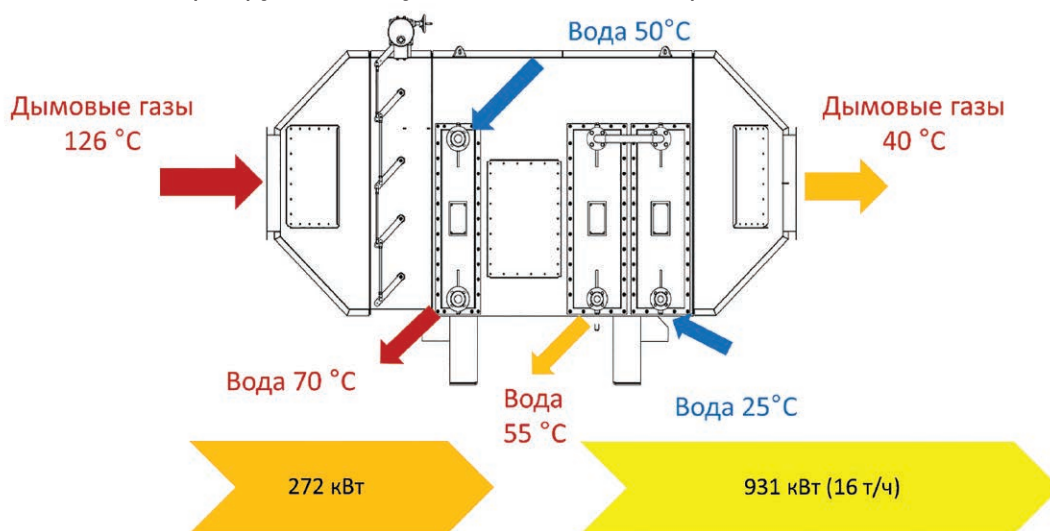
2. Баки-аккумуляторы горячей воды

При использовании различных устройств для утилизации низкопотенциального тепла (тепловые насосы, конденсаторы дымовых газов, солнечные коллекторы) всегда рекомендовано использовать баки-аккумуляторы для наиболее эффективного накопления, распределения и использования тепловой энергии.

Компания FILTER имеет многолетний опыт реализации крупных проектов с использованием баков-аккумуляторов. Одним из них является установка бака-аккумулятора на 8 500 м³ в г. Саласпилс, где нами была построена комбинированная тепловая станция (солнечные коллекторы на мощность 6–8 МВт, твердотопливный котел мощностью 3 МВт, резервные газовые котлы).

Компания FILTER может бесплатно провести базовый сбор данных на Вашем предприятии и предложить максимально эффективное техническое и решение с наиболее экономически обоснованными решениями. ■

Пример установки двухсекционного конденсатора дымовых газов



FILTER ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА
ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ

Компания «Филтер»,
Минский район,
пересечение Логойского тракта
и МКАД, административное
здание «Аквабел»,
офис 501, 502
Тел.: +375 17 237-93-63
Факс: +375 17 237-93-64
Моб.: +375 29 677-17-62

www.filter.by
e-mail: filter@filter.by



А.Б. Крутилин,
ведущий инженер
РУП «Институт БелНИИС»

ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Аннотация

Выполнены исследования влажностного режима наиболее распространенных современных конструкций наружных стен жилых зданий с вентилируемыми фасадными системами (ВФС) утепления. Получены распределения влажности по массе по сечениям стен. Установлено, что накопления влаги в их толще за многолетний период не наблюдается, влажностный режим стен с ВФС утепления – удовлетворительный. Полученные средние влажности материалов главным образом зависят от их показателей сорбционной влажности.

Выполнены исследования по повышению уровня теплозащиты наружных стен с ВФС утепления. Установлено, что основное влияние на уровень теплозащиты оказывают кронштейны. С целью повышения уровня теплозащиты наиболее рациональным решением является замена оцинкованной стали кронштейнов на сталь аустенитной нержавеющей независимо от конструктивного решения ВФС утепления. Устройство тонких паронитовых прокладок обеспечивает прирост уровня теплозащиты фрагментов не более чем на 5%.

Определены коэффициенты теплотехнической однородности наиболее распространенных стен с ВФС утепления с использованием энергосберегающих конструктивных решений.

По результатам исследований аэродинамического режима вентилируемых воздушных прослоек (ВВП) ВФС утепления установлено, что допустимая относительная влажность воздуха на выходе из ВВП, независимо от конструкции стены и типа ВФС утепления, получена ниже 90%. Значительное влияние на возможность конденсации водяного пара на внутренней поверхности защитных экранов оказывает сопротивление паропроницанию в пределах от внутренней поверхности стены до поверхности утеплителя, обращенной в ВВП.

Abstract

The studies of the humidity regime of the most common modern structures of the outer walls of residential buildings with ventilated facade systems (VFS) have been carried out. The distribution of moisture content by weight along the wall sections is obtained. It was found that the accumulation of moisture in their thickness over a long-term period is not observed, the humidity regime of walls with VFS insulation is satisfactory. The obtained average moisture content of materials mainly depends on their indicators of sorption moisture content.

Research has been carried out to increase the level of thermal protection of external walls with VFS insulation. It has been established that the brackets have the main influence on the level of heat shield. In order to increase the level of thermal protection, the most rational solution is to replace the galvanized steel of the brackets with austenitic stainless steel, regardless of the design solution of the VFS insulation. The device of thin paronite gaskets provides an increase in the level of thermal protection of fragments by no more than 5%.

The coefficients of thermal engineering uniformity of the most widespread walls with VFS insulation using energy-saving design solutions have been determined.

According to the results of studies of the aerodynamic regime of ventilated air layers (VAL) of the VFS insulation, it was found that the permissible relative humidity of the air at the outlet of the VFS, regardless of the wall design and the type of VFS insulation, is below 90%. A significant effect on the possibility of condensation of water vapor on the inner surface of the protective screens has a resistance to vapor permeation in the range from the inner surface of the wall to the surface of the insulation facing the VAL.

Введение

Современное строительство в Республике Беларусь диктует совершенные иные подходы к конструктивному решению наружных стен зданий и сооружений в сравнении с подходами, массово использовавшимися еще 10 лет назад. Если раньше одной из основных целей было снижение расхода теплоты на поддержание микроклимата в помещениях, в том числе и путем уменьшения потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции за счет увеличения толщины слоя теплоизоляции, то на сегодняшний день это направление считается практически исчерпанным.

Существующий нормированный уровень теплозащиты наружных стен в многоэтажном строительстве диктует использование эффективных теплоизоляционных материалов. Конструкции наружных стен в подавляющем большинстве – многослойные. Первочередными требованиями к ним являются:

долговечность, удовлетворительный влажностный режим, обеспечение нормируемого уровня теплозащиты в совокупности с уменьшением толщины с целью увеличения полезной площади помещений. Также одними из основных требований являются требования к архитектурному облику зданий, в котором конструкция наружных стен играет не последнюю роль.

Использование вентилируемых фасадных систем (ВФС) утепления в конструкциях наружных стен позволяет обеспечить удаление влаги в начальный период эксплуатации (в течение 1...3 лет, в зависимости от конструкции). Вентилируемая воздушная прослойка (ВВП) обеспечивает лучший влажностный режим наружных стен с ВФС в сравнении с легкими штукатурными системами утепления и др. конструкциями.

Результаты многочисленных обследований показали, что легкие штукатурные системы теплоизоляции во многих зданиях на территории Беларуси после десяти и более лет эксплуатации требуют ремонта и последующей окраски фасадов. По данным немецких исследователей [2] и [3], основанных на натуральных обследованиях, межремонтный срок эксплуатации легких штукатурных систем теплоизоляции составляет примерно 20 лет. При обследовании состояния зданий с ВФС утепления, эксплуатирующихся в аналогичных условиях, по истечению десяти и более лет эксплуатации значительных повреждений не выявлено. В тоже время в у ВФС утепления есть свои минусы – это, как правило, низкие коэффициенты теплотехнической однородности вследствие значительного влияния кронштейнов крепления защитного экрана на величину

приведенного сопротивления теплопередаче [4].

В связи с вышеизложенным, на сегодняшний день актуальной задачей исследований является усовершенствование конструкции ВФС утепления с целью снижения материалоемкости, увеличения уровня теплозащиты с целью массового внедрения при новом строительстве, а также ремонте, реконструкции и модернизации зданий. Повышение теплозащиты наружных стен с ВФС утепления является одной из целей настоящей работы. Настоящая работа также является продолжением ранее выполненных исследований, приведенных в [5].

1. Тепловлажностное состояние наружных стен (новое строительство) с ВФС теплоизоляции

Тепловлажностное состояние наружных стен с ВФС рассчитываем с использованием численного алгоритма математической модели, приведенной в [5, 6]. Наружные стены зданий принимаем трех типов (как наиболее распространенных в настоящее время в жилищном строительстве):

- кладкой из ячеистобетонных блоков ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) на клеевом тонкослойном растворе толщиной 300 мм с внутренней штукатуркой цементным раствором и слоем теплоизоляции минераловатными плитами на основе базальтового волокна ($\rho = 130 \text{ кг/м}^3$) толщиной 100 мм;

- кладкой из керамических поризованных блоков ($\rho = 930 \text{ кг/м}^3$) на легком растворе толщиной 250 мм с внутренней штукатуркой цементным раствором и слоем теплоизоляции минераловатными плитами на основе базальтового волокна толщиной 150 мм;

- из монолитного железобетона толщиной 200 мм с внутренней штукатуркой цементным раствором и слоем теплоизоляции минераловатными плитами на основе базальтового волокна толщиной 200 мм.

Приятые показатели сорбционной влажности материалов приведены в таблице 1. Начальные влажности материалов приняты по данным [1] как для условий эксплуатации «Б» (жилые здания).

Район строительства – г. Минск. Температуру внутреннего воздуха принимаем постоянной ($t_{в} = +18 \text{ }^\circ\text{C}$), относительную влажность – $\Phi_{в} = 55\%$. Параметры наружного воздуха приняты в соответствии с [7], ежемесячно, для многолетнего цикла эксплуатации. Шаг по времени принят равным 3 часа, шаг разбиения конструкции на «элементарные» слои – 10 мм.

Наружные стены из ячеистобетонных блоков с ВФС утепления выходят на квазистационарный тепловлажностный режим на второй год эксплуатации. Наибольшие влажности материалов стены получены в конце января (см. рис. 1).

Средняя влажность ячеистого бетона получена равной $W=1,03\%$ по массе, что бо-

Таблица 1. Сорбционная влажность материалов наружных стен

Наименование материала	Сорбционная влажность материала $W_{\text{сор}}$ (% по массе) при относительной влажности воздуха, %						
	40	50	60	70	80	90	97
Ячеистый бетон ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$)	0,92	0,98	1,13	1,38	2,0	4,5	13,0
Минераловатные плиты ($\rho = 130 \text{ кг/м}^3$)	0,23	0,27	0,30	0,34	0,52	0,83	1,27
Поризованные керамические блоки ($\rho = 130 \text{ кг/м}^3$)	0,07	0,09	0,11	0,19	0,26	0,46	0,75
Железобетон ($\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$)	0,45	0,55	0,70	0,8	0,9	1,0	1,2
Цементный раствор ($\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$)	0,90	1,0	1,1	1,2	1,4	1,8	2,5

Рис. 1. Распределение массовой влажности по сечению наружной стены из ячеистобетонных блоков с ВФС утепления (конец января)

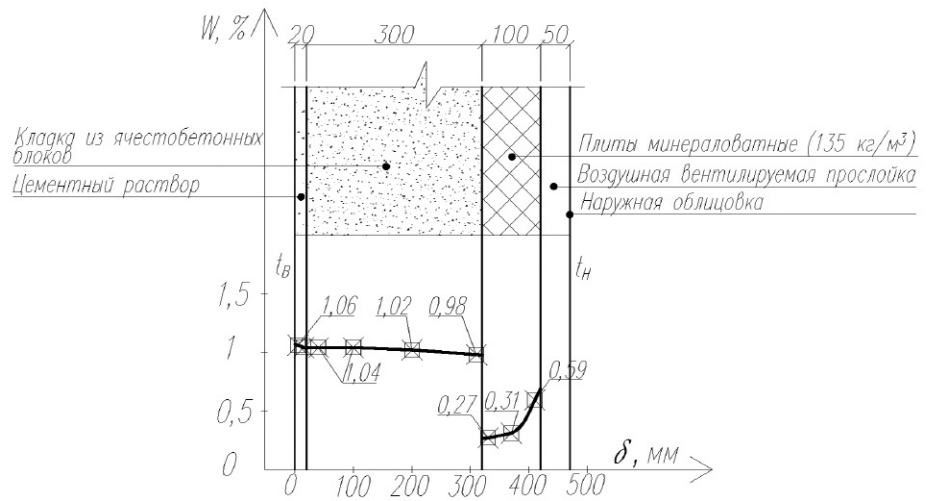
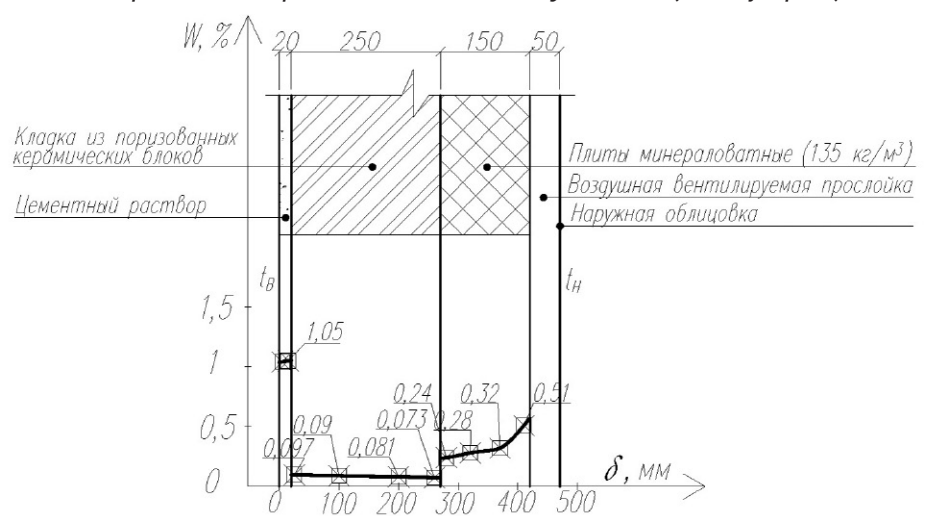


Рис. 2. Распределение массовой влажности по сечению наружной стены из поризованных керамических блоков с ВФС утепления (конец февраля)



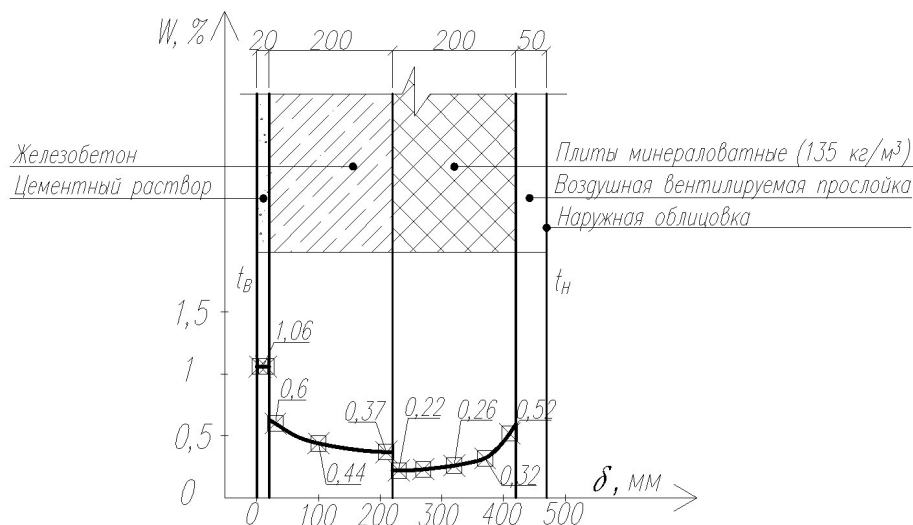
лее чем в 4 раза ниже расчетного массового отношения для условий эксплуатации «Б» по [1].

Наибольшая влажность минеральной ваты зафиксирована у части теплоизоляционного слоя, омываемого воздухом в воздушной вентилируемой прослойке. Средняя влажность минеральной ваты составила $W = 0,36\%$ по массе, что также ниже расчетного значения для условий эксплуатации «Б» по [1].

Наружные стены из керамических поризованных блоков с ВФС утепления выходят на квазистационарный тепловлажностный режим на второй год эксплуатации. Наибольшие влажности материалов стены получены на конец февраля зимнего периода года (см. рис. 2).

Влажность керамических поризованных блоков получена в пределах $W = 0,073\% \dots 0,097\%$ по массе, что значительно ниже расчетной величины ($W = 0,31\%$ ▶

Рис. 3. Распределение массовой влажности по сечению наружной железобетонной стены с ВФС утепления (конец февраля)



по массе) для условий эксплуатации «Б». Средняя влажность минеральной ваты составила $W = 0,33\%$ по массе, что также значительно ниже расчетной величины ($W = 0,8\%$ по массе) для условий эксплуатации «Б» по [1].

Наружные железобетонные стены с ВФС утепления выходят на квазистационарный тепловлажностный режим на второй год эксплуатации. Наибольшие влажности материалов стены получены в конце февраля (см. рис. 3) зимнего периода года.

Средняя влажность железобетона получена равной $W = 0,52\%$, минераловатных плит – $W = 0,28\%$ по массе, что значительно ниже расчетных величин для условий эксплуатации «Б» по [1].

Результаты расчетов трех наиболее распространенных типов стен показали, что накопление влаги в их толще за многолетний период не наблюдается. Влажности материалов колеблются – увеличиваясь в холодный период года и уменьшаясь в теплый. Полученные средние влажности материалов главным образом зависят от их показателей сорбционной влажности (см. таблицу 1); они меньше показателей, приведенных в [1] для условий эксплуатации «Б» и близки к показателям для условий эксплуатации «А». По результатам исследований следует вывод, что влажностный режим стен с ВФС утепления – удовлетворительный.

2. Влияние теплопроводных включений на величину сопротивления теплопередаче наружных ячеистобетонных стен с ВФС теплоизоляции

Металлические элементы крепления являются теплопроводными включениями и значительно снижают величину сопротивления теплопередаче наружных стен с ВФС утепления. Влияние на перенос теплоты ока-

зывают каждая точка крепления как слоя теплоизоляции, так и экрана, материал элементов крепления и другие факторы. Снижение сопротивления теплопередаче стен из-за влияния теплопроводных включений принято учитывать введением коэффициентов теплотехнической однородности:

$$r = \frac{R_{T}^{Bk}}{R_T}, \quad (1)$$

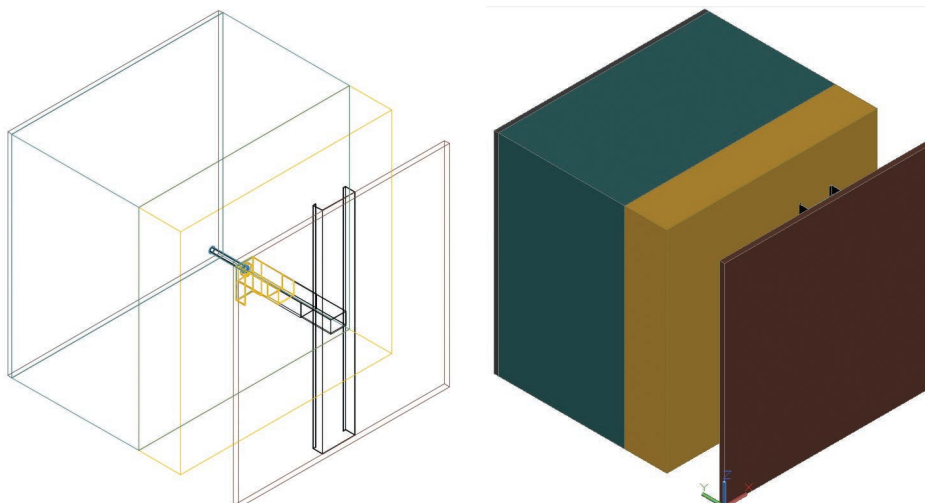
где:

R_T – сопротивление теплопередаче наружной стены (в пределах от внутренней поверхности до воздуха ВВП) без учета влияния теплопроводных включений, $m^2 \cdot C/Вт$;

R_{T}^{Bk} – сопротивление теплопередаче расчетного фрагмента наружной стены с учетом влияния теплопроводных включений, $m^2 \cdot C/Вт$.

Для определения тепловых потоков через фрагменты наружных стен, рассчитывали распределения температур

Рис. 4. Расчетная схема фрагмента стены из ячеистобетонных блоков с ВФС, утеплителем и кронштейном



для трехмерной области численным решением дифференциального уравнения теплопроводности.

Граничные условия на поверхностях расчетных фрагментов конструкций – III-рода. Температура внутреннего воздуха принималась $t_{в} = +18,0^{\circ}C$, наружного воздуха – $t_{н} = -24,0^{\circ}C$. Коэффициенты теплопроводности материалов принимали как для условий эксплуатации «А» по [1].

2.1. Влияние кронштейнов крепления защитного экрана ВФС

Кронштейны в ВФС утепления значительно снижают величину сопротивления теплопередаче наружных стен. Снижение уровня теплозащиты зависит от вида материалов как стены, так и кронштейнов, а также от количества кронштейнов на $1 m^2$ площади стены. Снижение уровня теплозащиты может достигать до 50% ($r_k = 0,500$) от величины сопротивления теплопередаче, рассчитанной без влияния включений [8]. Очевидно, что для современного строительства такие энергозатратные конструкции наружных стен не пригодны для применения.

Для повышения теплотехнической однородности в конструкции ВФС утепления в ряде публикаций рекомендуется установка паронитовых прокладок на стены из конструкционного (конструкционно-теплоизоляционного) материала в местах расположения кронштейнов крепления защитного экрана. Также одним из возможных решений предлагается замена оцинкованной стали кронштейнов на сталь аустенитную нержавеющую (например – на сталь №1.4301 по [9]). Коэффициент теплопроводности данной стали в соответствии с [9] равен $\lambda = 15 Вт/(m \cdot C)$.

Исследования выполнены для одной конкретной ВФС утепления с определенными геометрическими размерами кронштей-

Рис. 5. Распределение температур (°C) по поверхностям фрагмента наружной стены с ВФС, утеплителем $\delta = 50$ мм и кронштейном

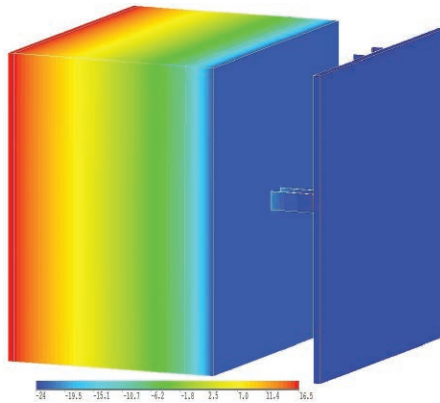
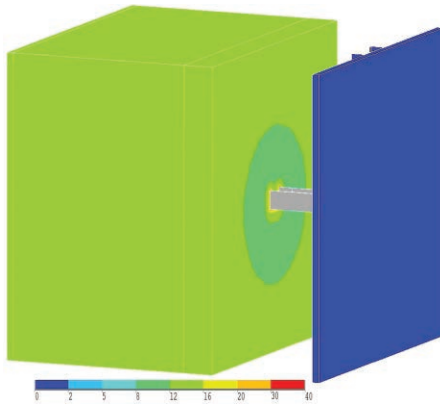


Рис. 6. Распределение плотности теплового потока (Вт/м²) по поверхностям фрагмента наружной стены с ВФС, утеплителем $\delta = 50$ мм и кронштейном



нов. В качестве слоя теплоизоляции использованы плиты минераловатные на основе базальтового волокна с коэффициентом теплопроводности 0,042 Вт/(м·°C).

Наружные стены принимаем в следующих конструкциях: железобетонные, толщиной $\delta = 200$ мм; керамзитобетонные панели толщиной 250 мм; кладкой из полнотелого кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 250 мм; кладкой из ячеистобетонных блоков ($\rho = 500$ кг/м³) на клеевом растворе толщиной 300 мм.

Расчетная схема фрагмента наружной стены на примере наружной стены из ячеистого бетона приведена на рис. 4, распределение температур и плотностей тепловых потоков по поверхностям фрагментов (для толщины слоя теплоизоляции 50 мм) – на рис. 5 и 6.

По результатам расчетов определены сопротивления теплопередаче фрагментов наружных стен с учетом влияния кронштейнов при разной толщине теплоизоляционного слоя, а также коэффициенты теплотехнической однородности. Результаты расчетов приведены в таблицах 2–5. ▶

Таблица 2. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из ячеистобетонных блоков с кронштейнами ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество кронштейнов на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°C/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°C/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности γ_k , д.е.
50	1	3,314	3,283	0,991
	2		3,253	0,982
	3		3,224	0,973
	4		3,195	0,964
100	1	4,504	4,431	0,984
	2		4,360	0,968
	3		4,292	0,952
	4		4,226	0,938
150	1	5,695	5,570	0,978
	2		5,450	0,957
	3		5,335	0,937
	4		5,225	0,917

Таблица 3. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из железобетона с кронштейнами ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество кронштейнов на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°C/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°C/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	1	2,680	2,597	0,969
	2		2,519	0,940
	3		2,445	0,912
	4		2,376	0,886
150	1	3,874	3,732	0,963
	2		3,599	0,929
	3		3,477	0,897
	4		3,362	0,868
200	1	5,064	4,880	0,964
	2		4,709	0,930
	3		4,550	0,898
	4		4,401	0,869

Таблица 4. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из керамзитобетонных панелей с кронштейнами ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество кронштейнов на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°C/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°C/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	1	3,314	3,232	0,975
	2		3,154	0,952
	3		3,080	0,929
	4		3,009	0,908
150	1	4,504	4,365	0,969
	2		4,235	0,940
	3		4,112	0,913
	4		3,996	0,887
200	1	5,695	5,514	0,968
	2		5,345	0,938
	3		5,184	0,910
	4		5,033	0,884

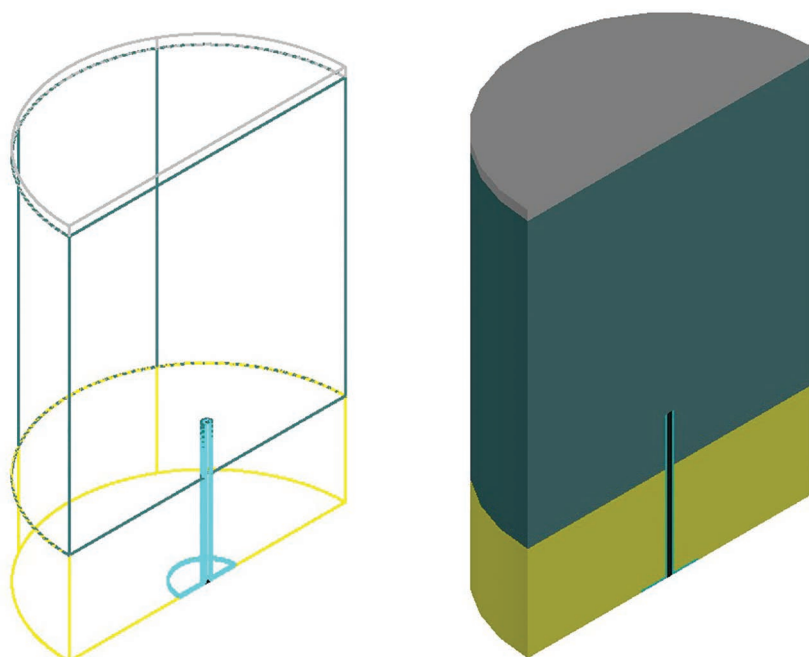
Таблица 5. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной кирпичной стены с кронштейнами ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество кронштейнов на 1 м ² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м ² ·°С/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м ² ·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	1	2,951	2,871	0,973
	2		2,795	0,947
	3		2,723	0,922
	4		2,655	0,899
150	1	4,141	4,004	0,967
	2		3,876	0,936
	3		3,756	0,907
	4		3,643	0,880
200	1	5,332	5,153	0,966
	2		4,985	0,935
	3		4,828	0,905
	4		4,681	0,878

Таблица 6. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из ячеистобетонных блоков с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество дюбелей на 1 м ² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м ² ·°С/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м ² ·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности γ_r , д.е.
50	4	3,314	3,288	0,992
	6		3,276	0,988
	8		3,263	0,985
100	4	4,504	4,425	0,982
	6		4,386	0,974
	8		4,348	0,965
150	4	5,695	5,541	0,973
	6		5,467	0,960
	8		5,395	0,947

Рис. 7. Расчетная схема наружной стены из ячеистобетонных блоков и дюбелем крепления слоя теплоизоляции ВФС утепления



Исследования показали, что наиболее значимым решением по улучшению теплозащитных показателей наружных стен из ячеистого бетона с ВФС утепления является замена оцинкованной стали кронштейнов на сталь аустенитную нержавеющей. Устройство тонких паронитовых прокладок обеспечивает прирост уровня теплозащиты фрагментов не более чем на 5%.

2.2. Влияние дюбелей с металлическими сердечниками крепления слоя теплоизоляции ВФС

Дюбеля со стальными сердечниками являются теплопроводными включениями. Их влияние на величину сопротивления теплопередаче наружных стен с легкими штукатурными системами утепления приведено в [10]. Дюбеля со стальными сердечниками в зависимости от их количества могут снижать сопротивление теплопередаче наружных стен с легкими штукатурными системами утепления на величину до 20% ($\gamma = 0,800$). Влияние дюбелей с металлическими сердечниками на сопротивление теплопередаче наружных стен с ВФС утепления в [10] не приведено, и его необходимо оценить расчетами.

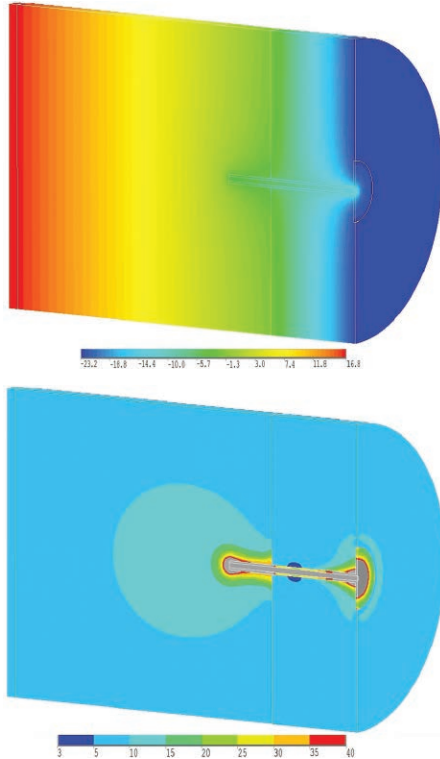
Конструкции наружных стен принимаем такими же, как и для исследований влияния кронштейнов крепления защитного экрана ВФС утепления. Расчетная схема наружной стены (на примере наружной стены из ячеистобетонных блоков) с дюбелем крепления слоя теплоизоляции толщиной 100 мм показана на рис. 7, распределение температур и плотности теплового потока по поверхностям фрагмента конструкции – на рис. 8.

Результаты расчетов коэффициентов теплотехнической однородности наружных стен с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления приведены в таблицах 6–9.

Результаты расчетов показали, что значения коэффициентов теплотехнической однородности с увеличением толщины слоя теплоизоляции уменьшаются. Снижение сопротивления теплопередаче для всех исследованных конструкций составило до 6% в пределах указанных толщин утеплителя. Коэффициенты теплотехнической однородности получены выше, в сравнении с аналогичными коэффициентами [10] для легкой штукатурной системы утепления.

Минимальные коэффициенты теплотехнической однородности получены у наружной стены из ячеистобетонных блоков с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления ($\gamma = 0,947...0,992$), наибольшие – у железобетонных стен ($0,902...0,972$). Аналогичная зависимость наблюдается при анализе влияния кронштейнов крепления защитного экрана на уровень теплозащиты наружных стен с ВФС утепления.

Рис. 8. Распределение температур (°С) и плотности теплового потока (Вт/м²) по поверхностям расчетного фрагмента наружной стены из ячеистобетонных блоков и дюбелем крепления слоя теплоизоляции (100 мм) ВФС



3. Влияние геометрических размеров воздушных вентилируемых прослоек ВФС на возможность конденсации водяного пара на их поверхностях

Оценку принятых размеров ВВП в наружных стенах из ячеистого бетона с ВФС утепления производим по определению наличия или отсутствия конденсации водяного пара на внутренней поверхности защитного экрана по разработанной методике [5, 6]. Для этого рассчитывается скорость движения воздуха в ВВП, на которую в свою очередь влияют как ширина и высота прослойки, так и наличие местных сопротивлений (конструктивное решение ВФС утепления). Зная скорость движения воздуха в ВВП, определяется относительная влажность воздуха на выходе из ВВП. Превышение относительной влажности на выходе из ВВП над максимальной допустимой, рассчитанной из условия недопустимости конденсата на внутренней поверхности экрана, означает, что необходима корректировка геометрических размеров ВВП или другие меры.

Исследования выполняем для двух типов наружных стен (как наиболее распространенных в настоящее время в новом строительстве и при тепловой модернизации). Тип 1 – выполнен кладкой из ячеистобетонных блоков ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) на клеевом тонкослойном растворе толщиной 300 мм с внутренней штукатуркой цементным раствором и сло-

Таблица 7. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из железобетона с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество дюбелей на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°С/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	4	2,680	2,606	0,972
	6		2,570	0,959
	8		2,535	0,946
150	4	3,874	3,708	0,957
	6		3,630	0,937
	8		3,555	0,918
200	4	5,064	4,804	0,949
	6		4,684	0,925
	8		4,569	0,902

Таблица 8. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены из керамзитобетонных панелей с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество дюбелей на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°С/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	4	3,314	3,242	0,978
	6		3,207	0,968
	8		3,173	0,957
150	4	4,504	4,352	0,966
	6		4,279	0,950
	8		4,209	0,935
200	4	5,695	5,440	0,955
	6		5,320	0,934
	8		5,206	0,914

Таблица 9. Коэффициенты теплотехнической однородности наружной кирпичной стены с дюбелями крепления теплоизоляции ВФС утепления

Толщина слоя теплоизоляции, мм	Количество дюбелей на 1 м² площади стены	Сопротивление теплопередаче наружной стены без влияния включений, м²·°С/Вт	Сопротивление теплопередаче наружной стены с учетом влияния включений, м²·°С/Вт	Коэффициент теплотехнической однородности
100	4	2,951	2,869	0,972
	6		2,829	0,959
	8		2,791	0,946
150	4	4,141	3,978	0,961
	6		3,902	0,942
	8		3,828	0,924
200	4	5,332	5,078	0,952
	6		4,960	0,930
	8		4,847	0,909

ем теплоизоляции минераловатными плитами (плотность 135 кг/м³) толщиной 100 мм (жилые здания; приведенное сопротивление теплопередаче не менее 3,2 м²·°С/Вт). Тип 2 – из керамзитобетонных стеновых панелей, толщиной 250 мм и слоем теплоизоляции минераловатными плитами (плотность 135 кг/м³) толщиной 100 мм (производственные здания; приведенное сопротивление теплопередаче не менее 2,0 м²·°С/Вт).

Зависимости температуры воздуха в ВВП от расстояния от входного отверстия и толщины ВВП для наружной стены из ячеистого бетона с ВФС утепления (высота ВВП – 15 м, температура наружного воздуха $t_{н} = -5,9^\circ\text{C}$) показаны на рис. 9; фактической и допустимой относительной влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки – на рис. 10.

Для принятой конструкции ВФС утепления с высотой прослойки 15 м фактическая

относительная влажность воздуха получается выше допустимой во всем диапазоне рассмотренных толщин прослоек. Это указывает на возможность конденсации водяного пара на внутренней поверхности защитного экрана во всем диапазоне рассматриваемых толщин ВВП. Одним из решений по устранению конденсата является уменьшение высоты ВВП (разбивка сплошной прослойки на несколько участков с входным и выходным отверстиями на каждом участке). На рис. 11 показаны зависимости фактической и допустимой относительной влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки при ее высоте 6 м. Видно, что при толщине прослойки $\delta_{в.п.} = 50 \text{ мм}$ и более фактическая относительная влажность воздуха меньше допустимой, т.е. для принятой конструкции ВФС утепления с ВВП высотой 6 метров толщина должна быть не менее $\delta_{в.п.} = 50 \text{ мм}$. ▶

Рис. 9. Зависимости температур воздуха в ВВП от расстояния от входного отверстия и толщины прослойки

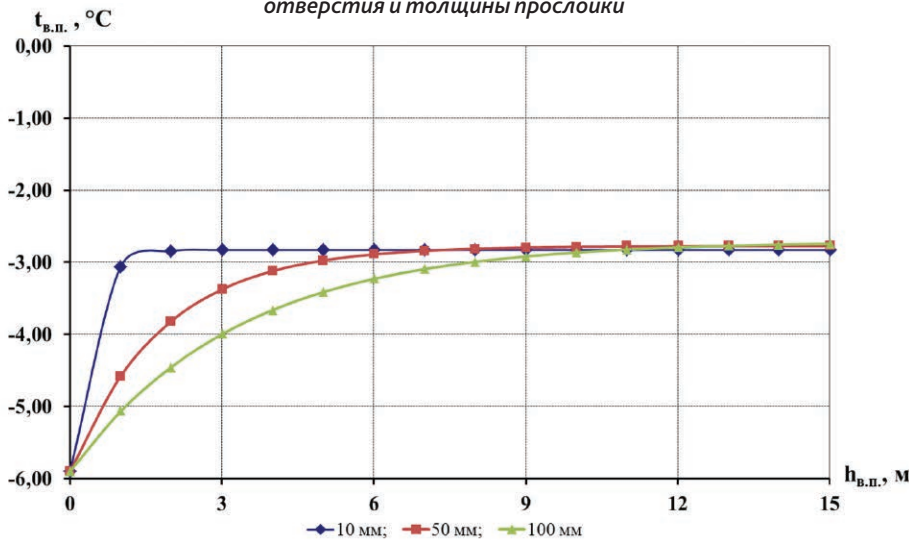


Рис. 10. Зависимости допустимой и фактической относительной влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки высотой 15 м

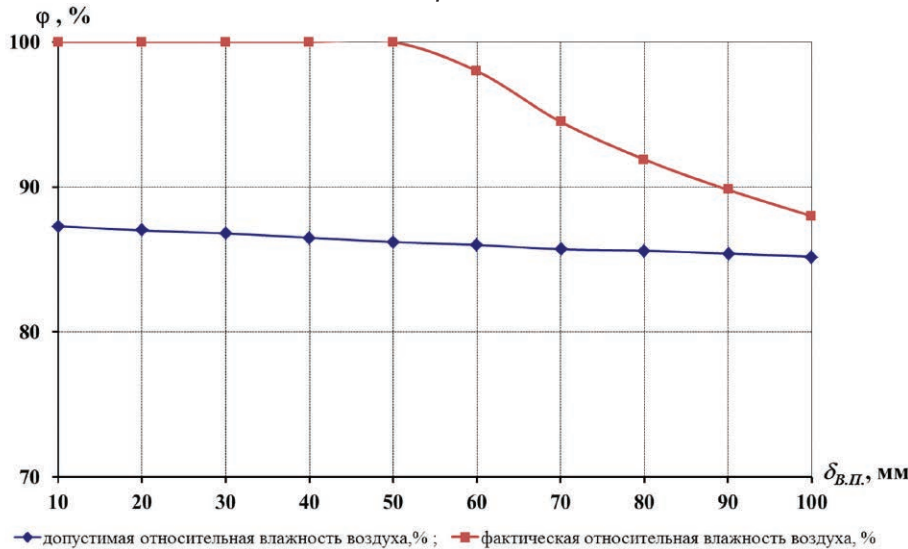
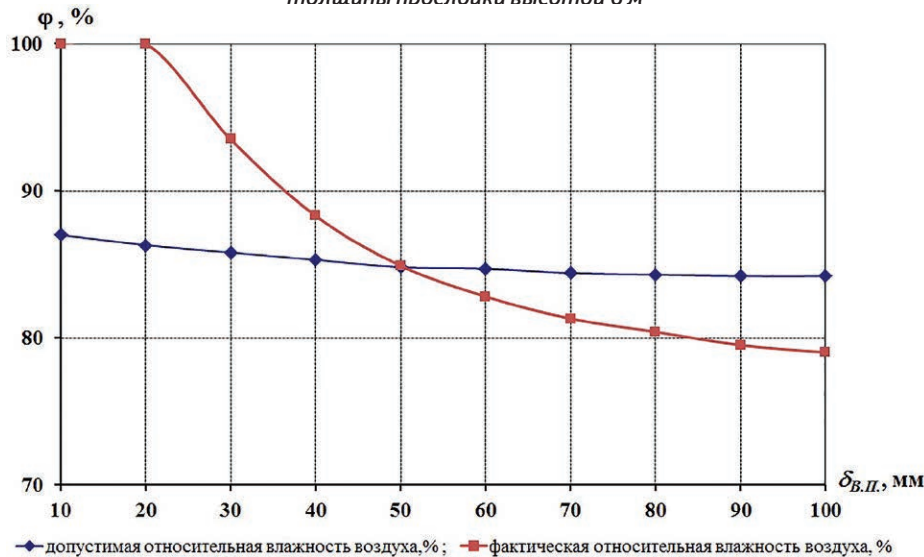


Рис. 11. Зависимости допустимой и фактической влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки высотой 6 м



Зависимости фактической и допустимой относительной влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки и толщины ВВП для наружной стены из керамзитобетонных панелей с ВФС утепления (высота ВВП $h=15$ м, температура наружного воздуха $t_{н} = -5,9$ °C) показаны на рис. 12.

Для принятой конструкции ВФС утепления с высотой прослойки 15 м фактическая относительная влажность воздуха получена ниже допустимой при толщине прослоек 43 мм и выше. Из этого следует, что конструкция наружной стены значительно влияет на возможность конденсации водяного пара на внутренней поверхности защитного экрана на ВФС утепления. Так, у керамзитобетонных стеновых панелей с ВФС утепления сопротивление паропроницанию в пределах от внутренней поверхности до поверхности утеплителя, обращенного в ВВП, выше, в сравнении со стенами из ячеистобетонных блоков и ВФС утепления. Следовательно, удельный поток водяного пара в ВВП при прочих равных условиях будет ниже для наружных стен из керамзитобетонных панелей. Для таких условий по результатам расчетов возможно предусматривать ВВП с меньшей толщиной или более протяженные по высоте здания.

На рис. 13 показана зависимость скорости движения воздуха в ВВП от суммы коэффициентов местных сопротивлений. Толщина прослойки принята равной 50 мм, высота – 15 м. Результаты показали, что сумма коэффициентов местных сопротивлений незначительно влияет на скорость движения воздуха в ВВП. Скорость движения воздуха получена в пределах 0,127...0,128 м/с.

Влияние суммы коэффициентов местных сопротивлений на величину потерь давления при движении воздуха приведено в таблице 10.

Результаты исследований показали, что из общей величины потерь давления при движении воздуха в ВВП потери давления на трение значительно выше в сравнении с потерями на местные сопротивления. Это указывает на то, что потерями на трение при движении воздуха в ВВП пренебрегать нельзя.

Выводы

1. Результаты численных исследований показали, что при устройстве ВФС утепления в конструкции наружных стен при возведении новых зданий накопление влаги в их толще за многолетний период не наблюдается. Влажности материалов колеблются – увеличиваясь в холодный период года и уменьшаясь в теплый. Полученные влажности материалов главным образом зависят от их показателей сорбционной влажности и оказались значительно ниже расчетных величин, приведенных в [1]. Полученные данные позволяют при проектировании наружных стен зданий с ВФС утепления определиться

с выбором материалов с целью максимального использования их теплозащитного потенциала.

2. Результаты исследований по повышению уровня теплозащиты наружных стен с ВФС утепления показали, что наиболее рациональным решением является замена оцинкованной стали кронштейнов на сталь аустенитную нержавеющую независимо от конструктивного решения ВФС утепления. Также целесообразно устройство тонких паронитовых прокладок за пятой кронштейна. Данные решения не зависят от типа вентилируемой фасадной системы утепления и являются универсальными.

3. По результатам исследований аэродинамического режима ВВП ВФС утепления установлено, что допустимая относительная влажность воздуха на выходе из ВВП независимо от конструкции стены и типа ВФС утепления ниже 90%. Т.е. критерий превышения парциального давления на выходе из ВВП над величиной максимального парциального давления, используемый во многих инженерных методиках расчетов, не может быть использован в качестве оценочного для принятия геометрических размеров прослоек.

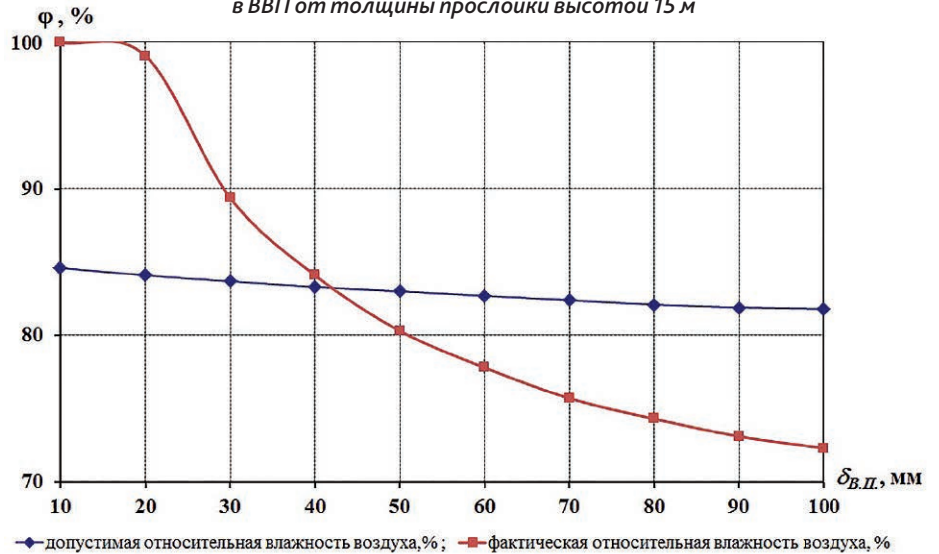
Потери на трение при движении воздуха зависят от скорости движения и по величине составляют значительно больше потерь на местные сопротивления.

4. Сравнение двух типов наружных стен с одинаковыми конструкциями ВФС утепления и одинаковыми расчетными условиями показало, что в одной из них возможна конденсация водяного пара на внутренней поверхности защитного экрана, а в другой – нет. Значительное влияние оказывает сопротивление паропроницанию в пределах от внутренней поверхности стены до поверхности утеплителя, обращенной в ВВП. С использованием математической модели по результатам расчетов возможно подобрать геометрические размеры ВВП, при которых образование конденсата на внутренней поверхности защитного экрана происходить не будет.

Таблица 10. Зависимость потерь давления при движении воздуха в ВВП от суммы коэффициентов местных сопротивлений

Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Скорость движения воздуха в ВВП, м/с	Потери давления при движении воздуха на трение, Па	Потери давления при движении воздуха на местные сопротивления, Па
1,0	0,128	2,437	0,011
1,5	0,128	2,437	0,016
2,0	0,128	2,437	0,021
2,5	0,128	2,437	0,027
3,0	0,127	2,418	0,032

Рис. 12. Зависимости допустимой и фактической относительной влажности воздуха в ВВП от толщины прослойки высотой 15 м



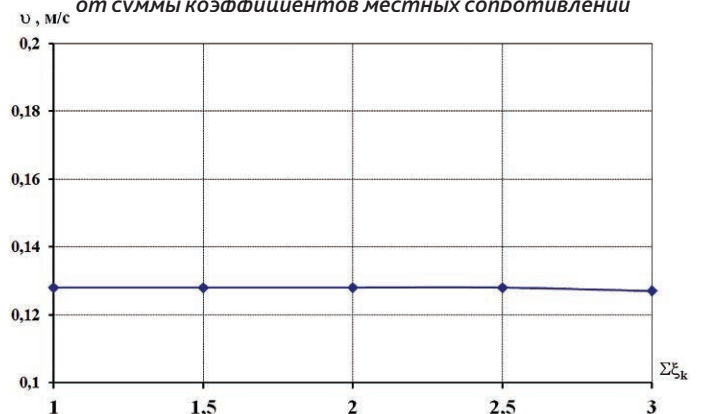
Литература

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования ТКП 45-2.04-43-2006*. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 47 с.
2. Гагарин, В.Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем. Часть 1 / В.Г. Гагарин // АВОК. – 2007. – №6. – С. 82–90.
3. Гагарин, В.Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем. Часть 2 / В.Г. Гагарин // АВОК. – 2007. – №7. – С. 66–74.
4. Протасевич, А.М. Классификация вентилируемых фасадных систем. Влияние теплопроводных включений на их теплозащитные характеристики / А.М. Протасевич, А.Б. Крутилин // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №8. – С. 57–62.
5. Крутилин, А.Б. Тепловлажностный режим наружных стен с вентилируемыми фасадными системами утепления / А.Б. Крутилин // Энергоэффективность. – 2020. – №5. – С. 27–32.
6. Протасевич, А.М. Аэродинамический расчет вентилируемых фасадных систем зда-

- ний со сплошными экранами / А.М. Протасевич, А.Б. Крутилин // Жилищное строительство. – 2011. – №7. – С. 37–40.
7. Строительная климатология. СНБ 2.04.02-2000. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2001. – 37 с.
8. Протасевич, А.М. Классификация вентилируемых фасадных систем. Влияние теплопроводных включений на их теплозащитные характеристики / А.М. Протасевич, А.Б. Крутилин // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №8. – С. 57–62.
9. Стали нержавеющие. Часть 1. Перечень нержавеющих сталей. СТБ EN 10088-1-2009. – Минск: Государственный стандарт Республики Беларусь, 2009. – 69 с.
10. Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-113-2009*. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2017. – 37 с. ■

Статья поступила в редакцию 14.07.2020

Рис. 13. Зависимость скорости движения воздуха в ВВП от суммы коэффициентов местных сопротивлений



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



А.А. Абрамовский,
к.т.н., зав. кафедрой «Газоснабжение
и местные виды топлива»
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»



МЕСТО ВОДОРОДА В СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТАСИСТЕМАХ

Часть 1. Производство и потребление водорода в промышленном секторе

Аннотация

Представлен обзор состояния технологий производства и перспектив развития водородных технологий в энергетике и промышленности. Современное развитие техносферы позволяет рассматривать водород как перспективный энергоноситель для решения различных технологических задач, а также задач энергообеспечения и транспорта. Показана экономическая возможность использования технологий производства водорода в процессе балансирования производства и потребления энергии в рамках объединенной энергосистемы.

Abstract

An overview of the state of production technologies and prospects for the development of hydrogen technologies in the energy sector and industry is presented. The modern development of the technosphere allows us to consider hydrogen as a promising energy carrier for solving various technological problems, as well as problems of energy supply and transport. The economic feasibility of using hydrogen production technologies in the process of balancing energy production and consumption within the united energy system is shown.

Введение

Парижское соглашение по климату закрепило консенсус мирового сообщества относительно перехода к низкоуглеродному развитию [1]. Снижение выбросов парниковых газов тесно переплетено с решением разнообразных задач национальных экономик, среди которых – стремление к энергетической безопасности, технологическое развитие и многое другое. Переход к низкоуглеродному развитию – новая парадигма мировой энергетики, несущая значительные риски тем, кто остается в стороне от этих тенденций [2]. Так как вряд ли стоит ожидать в ближайшие десятилетия значительного роста атомной энергетики и промышленного освоения термоядерной энергии, то в рамках решения проблемы декарбонизации энергетического сектора видится четыре основных направления: снижение потребления углеводородных видов топлива; применение систем поглощения и утилизации парниковых газов; развитие возобновляемых источников энергии;

повышение уровня энергоэффективности.

В настоящее время углеводородное топливо обеспечивает 82% потребляемой первичной энергии, возобновляемые источники – 14%, ядерное топливо – 4%. Прогнозируется, что к 2050 году рост мирового населения и экономики приведет к увеличению энергопотребления на 16%, при этом углеводородное топливо продолжит составлять значительную часть энергетического баланса, несмот-

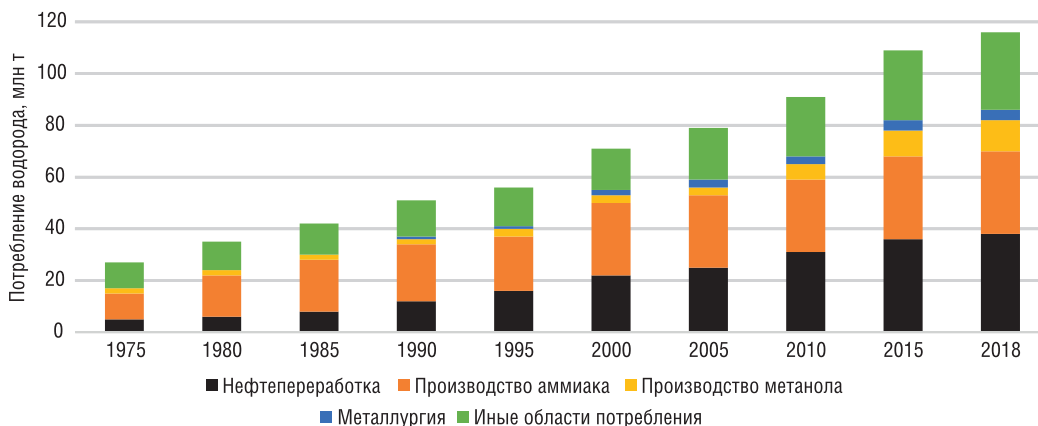
ря на прогнозируемое увеличение доли возобновляемых источников до пяти раз [3].

Осуществление декарбонизации посредством возобновляемых источников возможно в электроэнергетической сфере (с ограничениями, обусловленными стохастичностью генерации электроэнергии), в то время как энергообеспечение зданий, транспортный сектор, промышленность во многом остаются за пределами процессов декарбонизации. То есть тре-

буется новый энергоноситель для трансфера первичной энергии к конечному потребителю с обеспечением высокого качества энергообеспечения промышленности, жилищного сектора, транспорта [4]. В качестве такого энергоносителя может выступить водород, место которого в существующих и формирующихся энерготехнологических метасистемах должным образом не исследовано.

В настоящее время водород используется преимуществен-

Рис. 1. Тренд потребления водорода



но в промышленном секторе. В 2018 году мировое потребление водорода составило около 115 млн т в год, из них 70 млн т использовано в чистом виде (нефтепереработка, производство аммиака), оставшиеся 45 млн т – в смеси с иными газами [5]. На рисунке 1 приведен тренд потребления водорода по основным областям промышленности.

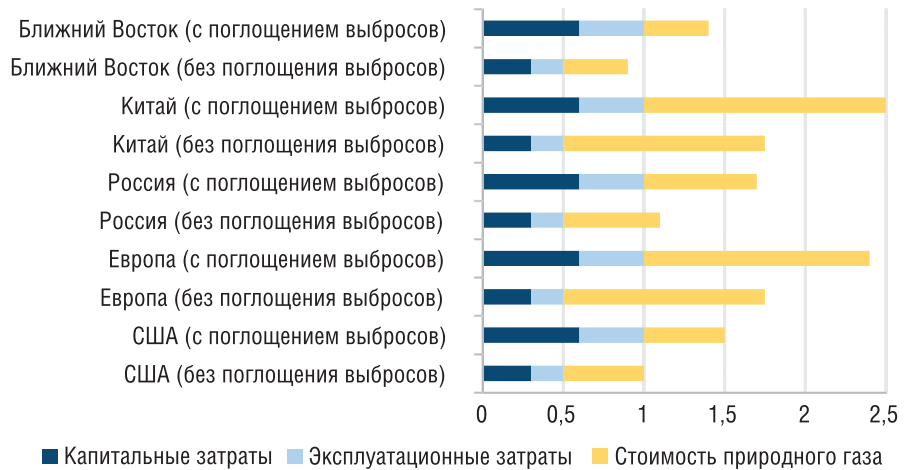
Применение и производство водорода в промышленном секторе

Основным потребителем водорода является химическая промышленность, где водород применяется в основном для производства аммиака и метанола. В нефтепереработке водород используется в процессах гидрокрекинга и гидроочистки, в ходе которых происходит расщепление тяжелых молекул углеводородов на более мелкие, насыщенные водородом непредельных углеводородов и очистка сырья от сера-азотсодержащих соединений [6]. В черной и цветной металлургии водород используется для получения чистых металлов восстановлением их оксидов, добываемых из руды либо извлекаемых из отработанных катализаторов различных технологических процессов. Водород, или азотно-водородная смесь применяется в качестве защитной атмосферы при термической обработке металлов и при пайке драгоценных металлов [6]. В энергетике водород применяется для охлаждения турбогенераторов единичной мощностью более 100 МВт. Высокая теплопроводность и, как следствие, высокий коэффициент теплоотдачи позволяют интенсифицировать процесс охлаждения ротора генератора, а значительно меньшая плотность водорода по сравнению с воздухом позволяет уменьшить вентиляционные потери в 8–10 раз. Также водород применяется в радиотехническом, пищевом, стекольном, фармацевтическом и некоторых других секторах промышленности.

Для производства водорода в настоящее время используется ископаемое топливо, биомасса или вода. Основным источни-



Рис. 3. Структура себестоимости водорода, произведенного из природного газа в различных регионах мира



ком сырья является природный газ (около 76% произведенного водорода), на его производство расходуется до 205 млрд кубических метров природного газа, что составляет 6% мирового потребления газа. На втором месте находится уголь (23% произведенного водорода) с расходом 107 млн т. Оставшийся процент составляет нефть и электричество. Также около 2% водорода производится в качестве побочного продукта при производстве хлора и гидроксида натрия [5].

Производство водорода из природного газа, угля и нефти является источником значительного количества выбросов углекислого газа: 10 т CO₂ на 1 т H₂ при производстве из природного газа, соответственно 12 т – при производстве из нефти и 19 т – при производстве из угля. Годовой объем

углекислого газа, образованного в процессе производства водорода, составляет 830 млн т, из которых лишь 130 млн т поглощаются и утилизируются. На рисунке 2 представлены объемы выбросов углекислого газа при различных технологиях производства водорода при наличии систем поглощения и без таковых.

Как было отмечено выше, основной объем водорода производится из природного газа, для этих целей применяется паровая и парокислородная конверсии метана. Стоимость водорода из природного газа определяется рядом технико-экономических факторов, ключевыми из которых являются стоимость природного газа, капитальные и эксплуатационные затраты. В зависимости от региона мира стоимость природного

газа составляет 45–75% себестоимости водорода (рисунок 3).

Производство водорода из воды осуществляется путем электролиза. Теоретическое потребление электроэнергии на выработку 1 м³ водорода составляет 2,94 кВт·ч при эффективности производства для промышленных электролизеров 48–70%. То есть фактический расход электроэнергии на производство 1 м³ водорода находится на уровне 4,2–5,0 кВт·ч. [7]. В настоящее время промышленное применение находят три типа электролизеров: щелочные электролизеры; электролизеры с протонными мембранами; твердооксидные электролизеры.

Щелочные электролизеры имеют наибольший опыт эксплуатации. В качестве электролита в щелочных электролизерах применяются водные растворы ▶

КОН или NaOH. Достоинством данного типа электролизеров является относительно низкая стоимость материалов для электродов, диафрагм, отработанная технология их производства и эксплуатации. Однако качество водорода без дополнительной очистки достаточно низкое – получаемый водород содержит примеси кислорода, водяного пара со щелочью и т.п.

Протонные мембраны, применяемые в электролизерах, представляют собой перфторированный полимер с функциональными сульфогруппами. Мембрана выполнена в виде эластичной прозрачной пленки толщиной от нескольких десятков до нескольких сотен микрон с ровной поверхностью. Мембрана обладает высокой химической и электрохимической стабильностью, что обеспечивает ресурс в десятки тысяч часов. При контакте с водой мембрана набухает и происходит диссоциация ионогенных групп, в результате чего ионы водорода получают возможность перемещаться в объеме полимера от одного электрода к другому по системе фиксированных сульфогрупп. Гидратированная мембрана по кислотным свойствам эквивалентна 10-процентной серной кислоте [8].

Твердооксидные электролизеры служат для производства водорода и кислорода из водяного пара при температуре 650–1000°C. В качестве электролита, так же как и в твердооксидных топливных элементах, используется диоксид циркония, стабилизированный оксидами иттрия и скандия. Твердооксидные электролизеры пока находятся в демонстрационной фазе, но, по некоторым оценкам они имеют наибольшую перспективу применения в промышленности в ближайшее время [4]. В таблице 1 приведены технико-экономические характеристики электролизеров различных типов.

Стоимость производства водорода посредством электролиза определяется несколькими основными технико-экономическими факторами: капитальные затраты на оборудование, стоимость электроэнергии, эф-

Таблица 1. Техничко-экономические характеристики электролизеров различных типов

	Щелочные электролизеры	Электролизеры с протонными мембранами	Твердооксидные электролизеры
Эффективность, %	63–70	56–60	74–81
Температура операции, °C	60–80	50–80	650–1000
Давление операции, МПа	0,1–3	3–8	0,1
Срок службы, тыс. часов	60–90	30–90	10–30
Капитальные затраты, долл. США/кВт	500–1400	1100–1800	2800–5600

Рис. 4. Снижение стоимости электролизеров при увеличении мощности установки (а – щелочные электролизеры; б – электролизеры с протонными мембранами)

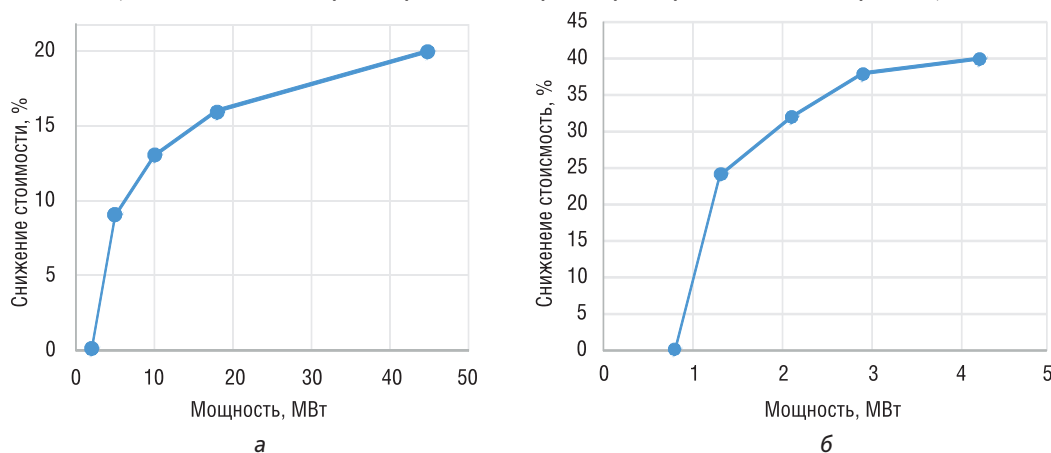
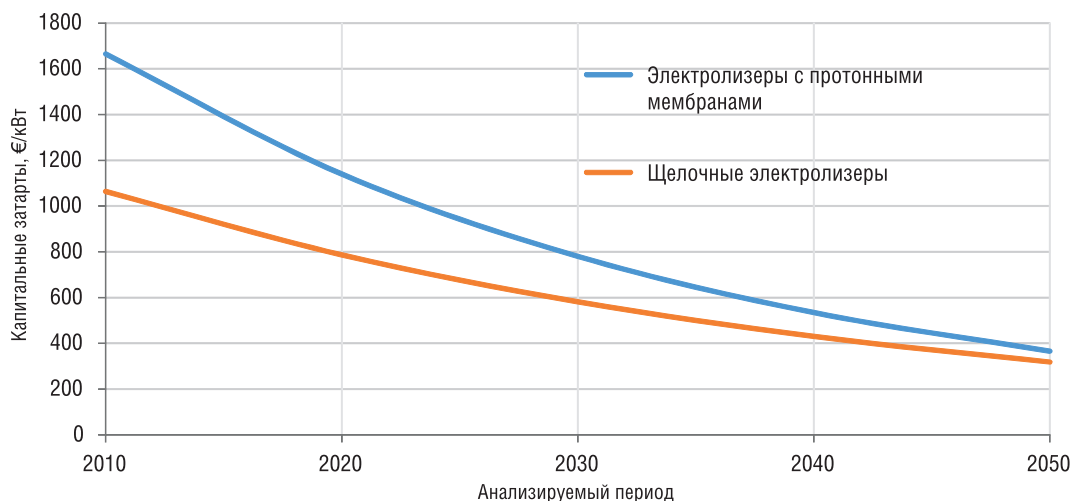


Рис. 5. Прогнозируемое снижение капитальных затрат для щелочных электролизеров и электролизеров с протонными мембранами



фективность преобразования, количество часов работы оборудования. При этом стоимость электролизного модуля составляет 50–60% от капитальных затрат, остальные расходы – вспомогательное оборудование. Снижение капитальных затрат в будущем может быть достигнуто посредством инновационных технических решений (к примеру использование менее дорогостоящих материалов для электродов и мембран) и экономии за счет производства электроли-

зеров большей единичной мощности. В последние годы средняя установленная мощность электролизеров увеличилась с диапазона до 1 МВт в 2010 году до мощностей более чем 25 МВт в 2019 году [9]. На рисунке 4 приведена зависимость прогнозируемого снижения стоимости электролизеров от мощности установки (объединение модулей в блок). В [10] приведен результат анализа капитальных затрат для щелочных электролизе-

ров и электролизеров с протонными мембранами в диапазоне мощности электролизеров от 20 кВт до 50 МВт и спрогнозированы тренды изменения затрат до 2050 года (рисунок 5). Зависимости себестоимости производства водорода от количества часов работы электролизера при капитальных затратах 500 долл. США/кВт и стоимости электроэнергии приведены на рисунке 6 [5]. Важно отметить, что самая нижняя кривая 0 \$/МВт·ч отражает только ка-

питательные затраты на производство водорода и является исходной при анализе эффективности функционирования систем аккумулирования энергии с применением водорода.

Основным потребителем водорода в Республике Беларусь является нефтехимический комплекс (ОАО «Гродно Азот», ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Нафтан»).

На предприятии «Гродно Азот» действует технологическая линия по производству водорода производительностью 25000 м³/ч. Годовое производство при фонде рабочего времени 7860 часов составляет 196500 тыс. м³. В 2018 году принято решение об осуществлении реализации проекта по строительству нового комплекса. Его годовые мощности составят: по производству аммиака – 875 тыс. тонн; карбамида – 1225 тыс. тонн и водорода – 200 млн м³ [11]. В настоящее время производство водорода в республике осуществляется в основном посредством паровой конверсии природного газа.

Интеграция в энергосистему Белорусской атомной электростанции требует скрупулезного анализа энергобаланса республики с последующей реструктуризацией энергопотребления и экономически обоснованным увеличением доли электроэнергии в различных секторах экономики [12]. В соответствии с утвержденным комплексом мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года планируемый объем увеличения использования электроэнергии составит 3,38 млрд кВт·ч, в том числе: 1,78 млрд кВт·ч – в результате мероприятий по установке электрокотлов в организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго»; 1,6 млрд кВт·ч – в результате реализации мероприятий в организациях, входящих в состав иных министерств и ведомств [13]. Так, в частности, планируемое увеличение электропотребления по министерству промышленности составляет 292,7 млн кВт·ч (при увеличении установленной мощности на 239,6 МВт). При этом окончательное решение об эконо-

Рис. 6. Себестоимость производства водорода при различной загрузке электролизеров и тарифах на электроэнергию

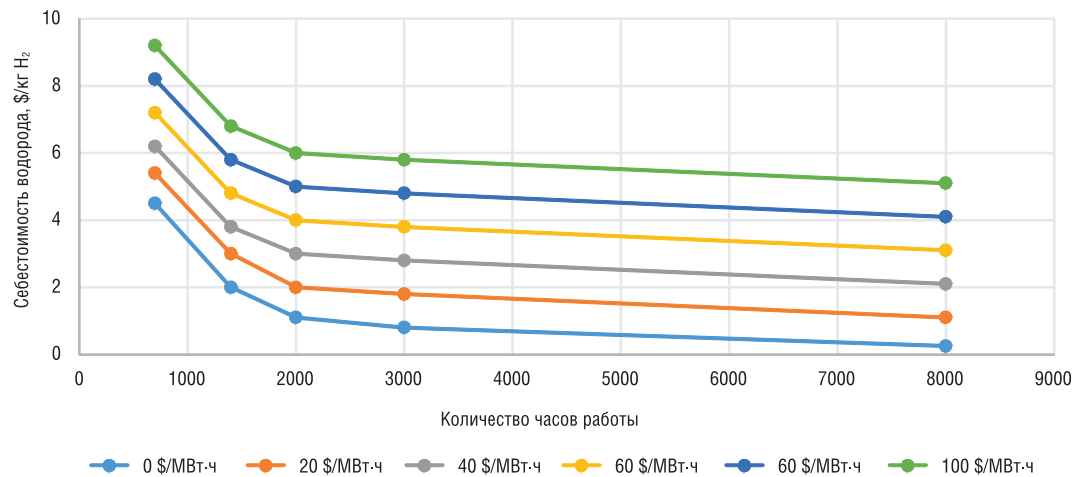
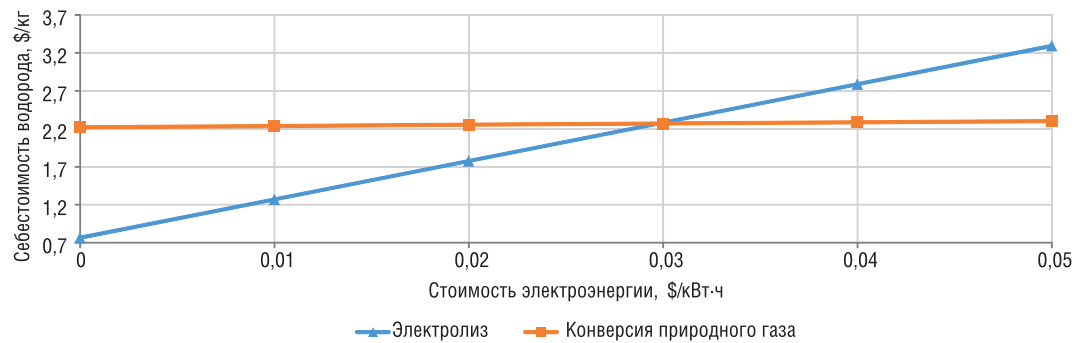


Рис. 7. Себестоимость водорода при различной стоимости электроэнергии



Современное развитие техносферы позволяет рассматривать водород как перспективный энергоноситель для решения различных технологических задач, а также задач энергообеспечения и транспорта.

мической целесообразности реализации запланированных мероприятий должно приниматься по итогам разработки технико-экономического обоснования после определения стоимости работ по строительству и реконструкции электрических сетей и подстанций, необходимых для обеспечения электроснабжения объектов.

Для условий Республики Беларусь проведен расчет себестоимости производства водорода методом электролиза и конверсии природного газа без учета затрат на утилизацию выбросов CO₂ при различных тарифах на энергоресурсы (рисунок 7). При производстве водорода методом конверсии при-

родного газа удельные расходы энергоресурсов на 1 кг водорода приняты: природного газа – 5 м³; электроэнергии – 0,8 кВт·ч [14]. Стоимость природного газа в расчетах принята 222 долл. США/1000 м³ [15], стоимость электроэнергии варьировалась в диапазоне от 0 до 0,05 долл. США/кВт·ч.

Выводы

Таким образом, следует отметить, что современное развитие техносферы позволяет рассматривать водород как перспективный энергоноситель для решения различных технологических задач, а также задач энергообеспечения и транспорта. При этом существует экономическая подоснова использования технологий производства водорода в процессе балансирования производства и потребления энергии в рамках объединенной энергосистемы. Для дальнейших исследований и перспективных разработок представляет интерес определение места водорода в современных энерготехнологических метасистемах. ▶

Литература

1. Парижское климатическое соглашение. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/ru/paris-ru/>. – Дата доступа: 16.07.2020.
2. Макаров И.А. Парижское климатическое соглашение: влияние на мировую энергетику и вызовы для России / И.А. Макаров, И.А. Степанов // Актуальные проблемы Европы. – 2018. – №1. – С. 77–100.
3. HYDROGEN COUNCIL. How hydrogen empowers the energy transition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2017/01/20170109-HYDROGEN-COUNCIL-Visiondocument-FINAL-HR.pdf>. – Дата доступа: 25.02.2020.
4. Водородная экономика – путь к низкоуглеродному развитию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Hydrogeneconomy_Rus.pdf. – Дата доступа: 03.07.2020.
5. The Future of Hydrogen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webstore.iea.org/download/direct/2803>. – Дата доступа: 25.02.2020.
6. Области применения водорода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://protonsite.ru/ispolzovanie-vodoroda>. – Дата доступа: 29.06.2020.
7. Mamoon, R. Hydrogen production by water electrolysis: a review of alkaline water electrolysis, PEM water electrolysis and high temperature water electrolysis / R. Mamoon, N. Hamid, D. Mohd // International Journal of Engineering and Advance Technology. – 2015. – Vol. 4. – P. 80–93.
8. Григорьев С.А. Получение водорода электролизом воды: современное состояние, проблемы и перспективы / С.А. Григорьев, В.И. Порембский, В.Н. Фатеев, Р.О. Самсонов, С.И. Козлов // Транспорт на альтернативном виде топлива. – 2008. – № 3. – С. 62–69.
9. Hydrogen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/hydrogen>. – Дата доступа: 12.06.2020.
10. Thema, M. Power-to-Gas: Electrolysis and methanation status review / M. Thema, F. Bauer, M. Sterner // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Vol. 11. – P. 775–787.
11. «Гродно Азот»: новый комплекс – новое рождение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belchemoil.by/news/tehnologii-i-trendy/grodno-azot-novyy-kompleks-novoe-rozhdenie>. – Дата доступа: 07.08.2020.
12. Седнин В.А. Структурная оптимизация энерготехнологических систем предприятий мясоперерабатывающей отрасли / В.А. Седнин, А.А. Абрамовский // Энергоэффективность. – 2019. – №7. – С.28–31.
13. О внесении дополнений и изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169 [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 6 августа 2018 г., № 579 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
14. Сияк Ю.В. Прогнозные оценки стоимости водорода в условиях его централизованного производства / Ю.В. Сияк, В.Ю. Петров // Проблемы прогнозирования. – 2008. – № 1. – С.35–47.
15. О ценах на природный газ [Электронный ресурс]: постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь, 28 января 2019 г., №9: сизм.идоп. от 20.02.2019 № 11, 20.03.2019 № 17, 05.04.2019 № 26// КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
16. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://energoeffekt.gov.by/news/news_2019/20190604_news1. – Дата доступа: 03.06.2020. ■

Статья поступила в редакцию 16.09.2020.

Скорректирован комплексный план развития электроэнергетической сферы

Совет министров скорректировал комплексный план развития электроэнергетической сферы с учетом завершения строительства БелАЭС в 2022 году. Это следует из постановления правительства №582 от 6 октября.

В частности, внесены изменения в межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года. Дело в том, что после запуска в Островце атомной электростанции производство электроэнергии в Беларуси резко вырастет. Поэтому власти еще с 2016 года стали искать потенциальных потребителей среди субъектов хозяй-

ствования. На тот момент потребление оценивалось в 1,6 млрд кВт·ч в год.

В соответствии с новым документом за год количество потенциальных проектов выросло со 148 до 178, а прогноз по увеличению потребления электроэнергии увеличен с 2,7 до 2,8 млрд кВт·ч. На эти цели может быть задействовано 1,19 тыс. мегаватт вводимых мощностей БелАЭС.

Наибольший вклад в увеличение потребления электроэнергии должны внести крупные промышленные предприятия, которые реализуют проекты по модернизации производства. Запланирована также электрификация участков дорог и освещение магистралей, комплекс мероприятий в системе ЖКХ. Правительство также надеется на резидентов китайско-белорусского индустриального парка «Великий камень», количество которых за прошедший год возросло.

В комплексном плане развития электроэнергетической сферы также перенесен на один год – с 2021-го на 2022-й – срок завершения строительства и ввод 800 МВт пиково-резервных мощностей на действующих в Беларуси электростанциях. Эти мощности не будут уча-

ствовать в постоянной генерации и строятся с целью поставки электроэнергии в сеть в случае нештатной ситуации на БелАЭС.

Ранее эксперты предполагали, что после ввода в строй БелАЭС может понадобиться консервация некоторых действующих электростанций. В 2017 году был объявлен тендер «по выбору и обоснованию методов длительной консервации оборудования энергоблоков Лукомльской ГРЭС». Сотрудники этой электростанции стали опасаться, что после запуска АЭС и в случае консервации хотя бы половины ГРЭС могут лишиться рабочих мест.

– В данном случае речь идет не о полной консервации энергоблоков Лукомльской ГРЭС, а об их «холодном» резервировании, когда оборудование выключено, но готово к работе и при необходимости может быть запущено в любой момент. Данная методика действительно отрабатывается на ГРЭС. При этом оптимизация численности оперативного персонала не планируется, – сказала пресс-секретарь Минэнерго Ольга Козлович. ■

TUT.BY



Сети постоянного тока – начал европейский проект

В Европейском союзе начал проект TIGON по формированию сетевых архитектур на базе постоянного тока (DC). В его рамках планируется разработать технологию и продемонстрировать, как микросети постоянного тока (DC) смогут помочь энергосистемам Европейского Союза (ЕС) стать более экологичными, эффективными и устойчивыми.

В TIGON участвуют 15 партнеров из восьми европейских государств-членов Союза, в том числе промышленные компании и некоммерческие организации. Партнерство обеспечивает необходимый опыт в таких областях, как силовая электроника, кибербезопасность, стандартизация и т.д. Программа ЕС по исследованиям и инновациям Horizon-2020 частично финансирует проект стоимостью 9,4 миллиона долларов США, который вписывается в более широкие планы ЕС по построению будущего с низким уровнем выбросов углерода и устойчивостью к изменению климата.

Электрические сети в мире работают в основном на переменном токе (AC). В то же время растет доля возобновляемых источников энергии, которые генерируют постоянный ток, что требует дополнительного оборудования для его преобразования. Кроме того, с учетом переменчивости выработки солнечных и ветровых электростанций все большую популярность приобретают аккумуляторы, системы накопления энергии, а это снова постоянный ток. С другой стороны, постоянно растут нагрузки постоянного тока от современного электрического оборудования, такого как ноутбуки, электромобили и светодиодное освещение. Поэтому построение микросетей на постоянном токе прямо-таки напрашивается. Однако существует потребность в демонстрации технологий по-



стоянного тока и топологий сетей, чтобы они могли превратиться из перспективного, многообещающего решения в коммерчески доступный технологический вариант.

На это, собственно, и направлен проект TIGON, который будет продолжаться до 2024 года. В его описании отмечается, что сети постоянного тока отличаются повышенной эффективностью, гибкостью, безопасностью и надежностью и способны повысить устойчивость системы распределения энергии. В этом контексте TIGON стремится обеспечить плавное развертывание и интеграцию интеллектуальных сетевых архитектур на базе постоянного тока в существующую энергетическую систему, обеспечивая при этом вспомогательные услуги для основной сети.

Для этого TIGON предлагает четырехуровневый подход, направленный на повышение 1) надежности, 2) устойчивости 3) производительности и 4) экономической

эффективности гибридных сетей посредством разработки инновационного портфеля решений для силовой электроники, а также программных систем и инструментов, ориентированных на эффективный мониторинг, контроль и управление сетями постоянного тока. Эти решения будут продемонстрированы на двух основных демонстрационных площадках, расположенных во Франции и Испании, а дополнительные варианты использования в жилом фонде и на городском железнодорожном транспорте будут выступать в качестве нишевых рынков для анализа и дальнейшего обоснования тиражирования разработок TIGON после завершения проекта.

Французские и испанские демонстрационные микросети будут объединять солнечную энергию, накопители энергии, зарядные станции для электромобилей и другие нагрузки постоянного тока. ■

Владимир Сидорович, genen.ru

Социально уязвимым категориям граждан увеличат сумму возмещения расходов на электроснабжение

Социально уязвимым категориям граждан увеличат сумму возмещения расходов на электроснабжение. Об этом сообщил журналистам министр энергетики Виктор Каранкевич по итогам совещания у главы государства.

Министр отметил, что за первую половину текущего года для отопления и горячего водоснабжения население потребило 40 млн кВт·ч электроэнергии. Этот показатель в три раза выше, чем за весь

2019 год. Виктор Каранкевич напомнил, что с января 2019 года введены стимулирующие тарифы для населения. «Это тарифы стимулирующего уровня. В дальнейшем они сохраняются. Их изменение будет в таких же пропорциях и темпах, как изменяются тарифы для централизованного теплоснабжения», – пояснил он.

В апреле этого года принято решение о возмещении расходов на электроснабжение

эксплуатируемого жилищного фонда. По указу Президента гражданам возмещается часть расходов на проведение электроснабжения эксплуатируемого жилищного фонда для отопления, горячего водообеспечения и приготовления пищи в размере 20% от стоимости выполненных работ, но не более 40 базовых величин (1 БВ – Вг 27). Расходы будут возмещаться за счет средств местных бюджетов.

«Сейчас прорабатывается принятие дополнительных документов. Это проект указа по увеличению возмещения расходов на электроснабжение жилых домов для целей нагрева в отношении социально уязвимых категорий граждан и возможность использования собственных средств граждан на реконструкцию электрических сетей», – рассказал руководитель министерства. ■

БЕЛТА

КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В БЕЛАРУСИ УДВОИЛОСЬ ЗА ПОЛГОДА

Количество электромобилей в Беларуси за полгода выросло вдвое, сообщили представители госоператора по развитию сети электростанций.

«С начала лета количество электромобилей в Беларуси выросло в два раза. Если в начале весны говорилось о том, что в стране чуть больше 400 электромобилей, то в начале августа, по оценкам «Белоруснефти», электромобилей в стране стало более 800», – сообщили представители сети ЭЭС Malanka.

Соответственно растет и количество электростанций. В настоящее время сеть способна обслуживать до 9 тыс. электромобилей ежедневно, в нее входит 270 ЭЭС по всей стране. До конца текущего года, как планируется, это число превысит 400. В компании отмечают, что упор сделан на развитие быстрых ЭЭС, устанавливаемых на крупных автотрассах.

«Больше всего электростанций в Минске – 171. В 2020 году в столице запланирована установка еще 110 быстрых станций», – рассказали представители сети.

Что касается количества ЭЭС в областных городах, то лидируют Брест и Брестская область. На втором месте – Гродненская область. «Брестское и Гродненское



направление традиционно считаются одними из самых привлекательных в Беларуси, так как имеют туристический потенциал, и именно через эти области проходят самые оживленные международные трассы», – прокомментировал госоператор.

Как сообщалось, 13 марта 2020 года президент Беларуси подписал указ №92 «О стимулировании использования электромобилей». Указ, в частности, определил производственное объединение «Белоруснефть» государственным оператором по созданию и развитию сети электростанций.

В настоящее время тестируется работа мобильного приложения Malanka для опла-

ты зарядки электромобилей в сети. На время тестирования стоимость услуг станций остается бесплатной, изучаются различные варианты сетки тарифов для владельцев электротранспорта.

«Стоимость электроэнергии будет самой низкой в сравнении с соседями и другими европейскими странами. Она составит порядка 0,03–0,04 за 1 кВт·ч. Зависеть конечная цена будет от скорости зарядки – “заправиться” на супербыстрой станции выйдет немного дороже. Но в любом случае это будет почти в два раза дешевле, чем использовать бензин», – заверяют представители «Белоруснефти». ■

Интерфакс

В БЕЛАРУСИ РАССЧИТЫВАЮТ ВЫПУСТИТЬ ПЕРВУЮ ПАРТИЮ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В 2021 ГОДУ

В Беларуси рассчитывают выпустить первую партию электромобилей в 2021 году, сообщил журналистам первый заместитель министра промышленности Сергей Гунько.

«Для организации производства электромобилей, любого производства, необходима достаточно серьезная подготовка, финансовые ресурсы, окупаемость. Мы не видим пока такой экономической эффективности. Однако даже с учетом этого поставили задачу в следующем году организовать производство от 500 до 1000 штук», – сказал Сергей Гунько.

По его словам, есть много технических задач и проблем,

связанных с программным обеспечением, наличием достаточной зарядной инфраструктуры. Проблемой является и падение заряда аккумуляторов при понижении температуры в зимний сезон.

В этом году «БЕЛДЖИ» приобрел пять электромобилей Geely Geometry A. «Цель и задача – полностью выявить и определить плюсы, минусы и нюансы, которые могут возникнуть в эксплуатации, чтобы в будущем их учесть при организации такого производства. Во всяком случае есть предварительные договоренности, и мы говорим о том, что в следующем году мы готовы были бы рассмотреть

такую партию производства машин», – пояснил Сергей Гунько.

По его словам, для производства в 2020 году рассматриваются электромобили нового поколения. Ставится задача, чтобы электромобиль стоил до \$25 тыс. в эквиваленте.

Кроме того, в госорганах обсуждаются финансовые стимулы для приобретения электромобилей. Например, рассматривается вариант скидки при покупке электромобиля. «Чтобы при сдаче на утилизацию своего автомобиля с двигателем внутреннего сгорания была возможность получения сертификата на условную сумму скидки при покупке электро-

мобиля», – уточнил первый замминистра.

«Конечно, самый главный механизм – финансовый, он должен всегда быть при покупке таких инновационных товаров. Соответственно, необходимо обсудить вопрос льготной программы кредитования, обсудить суперльготную программу кредитования, в том числе, может быть, какую-то компенсацию за счет бюджета», – добавил он.

Сергей Гунько уточнил, что стимулирующие механизмы обсуждаются как для физических, так и для юридических лиц. ■

БЕЛТА

E-MOBILITY – ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ МИРОВЫХ ТРЕНДОВ

16 октября 2020 года представители Минэнерго, ПО «Белоруснефть», Минпрома, Минтранса, Минприроды, НАН Беларуси, Госстандарта, Госавтоинспекции, а также предприятий и компаний, деятельность которых связана с электротранспортом, приняли участие в Форуме по развитию электромобильности «E-Mobility 2020», который впервые прошел в Минске.

Переход на электротранспорт – один из основных трендов мирового развития. Глобальный рынок электромобилей динамично расширяется и, по всем прогнозам, будет расти, отметил в своем выступлении Министр энергетики Республики Беларусь Виктор Каранкевич. Так, в 2019 году количество электромобилей в мире увеличилось на 2,3 млн и превысило 7 млн единиц. Прогнозируется, что к 2030 году 20% мирового автопарка будет электрическим. «Развитие электротранспорта открывает качественно новые возможности для городского планирования и значительного улучшения экологической ситуации. И что не менее важно – это мощный импульс для создания новых высокотехнологичных производств в промышленности», – считает министр.

По прогнозам Международного энергетического агентства, к 2030 году число электромобилей увеличится почти до 127 млн, электробусов – до 1,5 млн. Ожидается, что спрос на аккумуляторные батареи увеличится в 15 раз.

«И если лет 10 назад такие прогнозы казались чем-то далеким, то сегодня мы воспринимаем это как объективную реальность. Наша страна рассматривает электромобилизацию как одно из перспективных направлений развития», – подчеркнул В.М. Каранкевич.

Министерство энергетики не стоит в стороне от процессов электромобилизации. «В качестве пилотного проекта РУП «Гомельэнерго» было закуплено семь электромобилей для обслуживания производственных маршрутов. Мы видим, что они дают реальную экономию, нет каких-то особых проблем с обслуживанием таких машин. Поэтому буквально на днях мы обсуждали перспективы продолжения этого проекта и возможность новых закупок электротранспорта уже для РУП «Минскэнерго», – рассказал Виктор Каранкевич.

Главным преимуществом «зеленого» автомобиля является возможность экономить.



Для сравнения, используемые на производственных маршрутах в РУП «Гомельэнерго» электромобили при среднем месячном пробеге в 1650 км потребляют электроэнергию от собственных источников в среднем на 50 рублей, затраты на такой же пробег автомобилей с двигателем внутреннего сгорания составляют около 194 рублей. Кроме того, в электромобиле на 30% меньше компонентов, чем в обычной машине, соответственно, и эксплуатационные расходы значительно ниже.

В рамках реализации Комплексного плана развития электроэнергетической сферы Министерство энергетики выполнило оценку потенциала повышения электропотребления при развитии электромобильного транспорта. Если его количество в Беларуси вырастет до 10 тыс. единиц, объем электропотребления увеличится примерно до 80 млн кВт·ч. В случае, если это число достигнет уровня в 30 тыс. единиц, электропотребление составит порядка 250 млн кВт·ч.

Сегодня автопарк Беларуси насчитывает более чем в 3 млн авто. Подсчитано, что полный переход на электромобили обеспечит потребление электроэнергии на уровне 12 млрд кВт·ч. «Сегодня кажется, что это вряд ли достижимо. Но электромобили постепенно становятся доступнее, их характеристики улучшаются. Если раньше они были в диковинку, сегодня для многих это повседневный транспорт. Ведущие страны мира стремятся к полному переходу на электротранспорт. Думаю, и мы с вами к этому придем», – отметил министр энергетики.

Одна из главных задач для этого – развитие электрозарядной инфраструктуры. Министерство энергетики во взаимодействии с ПО «Белоруснефть» активно участвует в создании зарядной сети для электромо-

билей. Так, за прошлый год было подключено 132 зарядных станции, в этом году будет установлено еще 142.

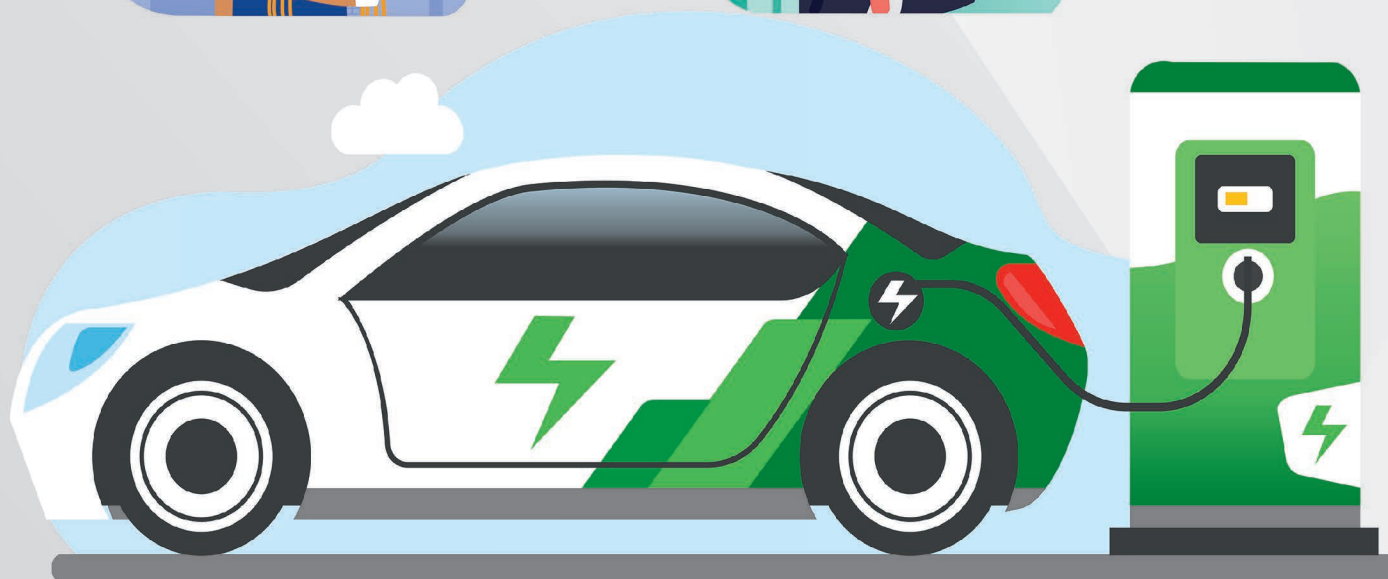
«Совсем скоро Беларусь получит экономически выгодный, экологический чистый источник энергии, преимущества которого будут ощутимы как для экономики, так и для населения, – сказал Виктор Каранкевич, имея в виду БелАЭС. – И электротранспорт – это как раз то направление, которое сможем успешно развивать. Уверен, здесь у нас хорошие перспективы».

Благоприятные условия для этого уже созданы: указом Президента приняты стимулирующие меры для роста спроса на электромобили. Льготы распространяются как при покупке электротранспорта, так и при создании зарядной инфраструктуры. Как результат, число электромобилей с момента действия указанных мер в нашей стране выросло более чем вдвое и сейчас составляет около 1200 единиц.

Главный конструктор и генеральный директор ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ» отметили, что электрификация коммерческого транспорта – закономерное явление, развивающееся по мере совершенствования источников энергии: качественных аккумуляторных батарей, способных накапливать необходимое количество заряда, обеспечивающее автономное движение грузового электротранспорта на большие расстояния. Создание моделей грузовой и пассажирской техники на электропитании – это одно из перспективных направлений в стратегии Минского автозавода. Использование электрического грузового транспорта существенно улучшит условия жизни горожан, ведь он практически бесшумен и лишен атмосферных выбросов. ■

Дмитрий Станюта

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ ДОСТУПНО СЕГОДНЯ



Льготные условия
приобретения и использования

