



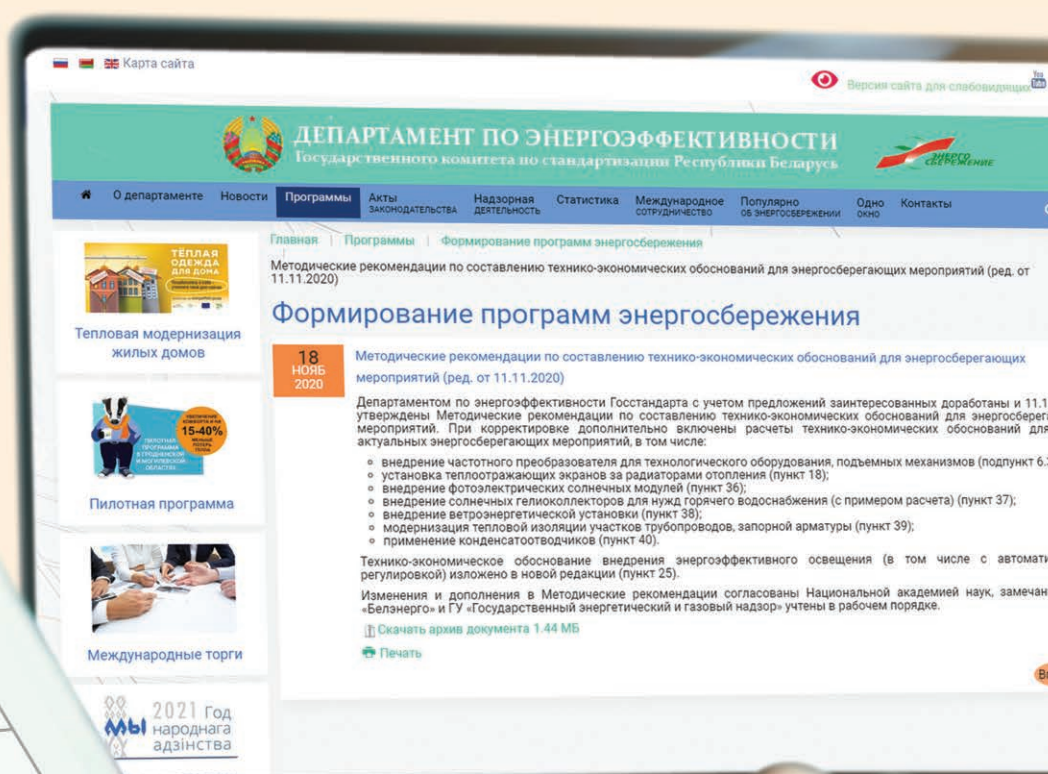
сентябрь 2021

ЭНЕРГО

Э Ф Ф Е К Т И В Н О С Т Ъ

Продолжаем публиковать расчеты-шаблоны ТЭО энергосберегающих мероприятий
Смотрите примеры на с. 10–12

отражающего экрана	92,3 Вт
ка между стеной и	55,0 °C
С	-0,9 °C
ужного воздуха за	0,5 м ²
ельного прибора на стену;	0,9 м
длина	0,5 м
высота	0,27 м ² ·°C/Вт
ние теплопередаче стены	
отдачи от внутреннего воздуха к	8,7 Вт/м ² ·°C
отдачи от ограждения к наружному	23,0 Вт/м ² ·°C
акжающие конструкции	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α _н , Вт/(м ² ·°C)
я, перекрытия над проездами	23
акжающие конструкции	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α _в , Вт/(м ² ·°C)
ие потолки, потолки с выступающими	8,7
ени h / a < 0,3	
иала стены:	0,015 м
на цементно-песчаного раствора:	0,93 Вт/м ² ·°C
рициент теплопроводности материала:	0,20 м
ина железобетонной панели:	2,04 Вт/м ² ·°C
фффициент теплопроводности материала:	
Расчетный коэффициент	



Торфодобывающая отрасль подвела итоги сезона

Стр. 6

Тепломодернизация: «Никто не планирует принуждать»

Стр. 13

Топ-5 моделей электромобилей

Стр. 20

Развитие инфракрасного электрообогрева в Беларуси

Стр. 30

Стартовал XV республиканский конкурс «Энергомарафон»

Мы сортируем мусор!

Мы моемся под душем, а не принимаем ванну.

Мы используем энергосберегающий холодильник!

Мы моемся теплой водой, а не горячей!

Мы используем энергосберегающие лампочки!

Мы ходим пешком или на велосипеде!

Мы используем стиральную машину всегда полностью загрузив ее!

Мы закрываем кран, когда мы моем зубы!

СОВРЕМЕННАЯ БЕЛОРУССКАЯ СЕМЬЯ!

МЫ БЕРЕЖЁМ РЕСУРСЫ СТРАНЫ!

Мы ухаживаем за теплоизоляцией, когда это необходимо!

Мы уходя из дома выключаем свет и все электроприборы!

Энергосбережение – дело для всех – польза для каждого!

Альтернативная энергия -

ШАГ в будущее!

БЫСТРЕЕ ≠ ЛУЧШЕ!

УХОДИШЬ?

ВЫКЛЮЧИ ЗА СОБОЙ СВЕТ!

ВМЕСТЕ

Бережим энергию, сохраняем жизнь человечеству!

Климат лучше беречь!

ЯРЧЕ

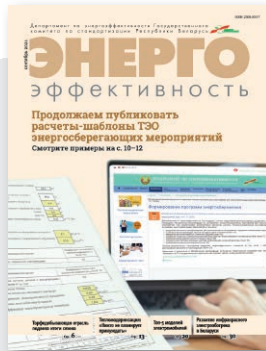
Экономим природу!

Энергосберегай!

Всё зависит от твоего хода!

ЭНЕРГО МАРАФОН

Будущее – в бережливом настоящем!



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

№9 (287) сентябрь 2021 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., главный редактор, председатель редакционного совета

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

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

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

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

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

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

В.М. Полюхович, к.т.н.

В.А. 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) 350-56-91
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

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

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 22.09.2021. Заказ 3577. Тираж 1057 экз.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Энергосмесь

1, 12, 19, 29 Новая котельная в Слуцке использует в качестве топлива фрезерный торф и другие новости

Официально

2 Итоги работы по энергосбережению за первое полугодие 2021 года

Энергоэффективное оборудование

4 Абсорбционный тепловой насос – снижение издержек и углеродного следа
ООО «Межрегиональная энергетическая компания»

Местные виды топлива

6 Продолжается перевод котельных ЖКХ на использование торфа
Д. Станюта

Практика энергосбережения

10 Примеры технико-экономического обоснования энергосберегающих мероприятий. Расчеты-шаблоны ТЭО в помощь специалистам (Продолжение. Начало в №8)
К.А. Церковная

Энергоэффективный дом

13 «Упускать такой шанс было бы глупо» – «Актуальный микрофон»: М.П. Малашенко о теплодернизации многоквартирных домов

22 Электродома: плюсов больше, но минусы имеются
Вера Артеага, «Рэспубліка»

Энергомарафон

14 Стартовал юбилейный XV республиканский конкурс «Энергомарафон»
Д. Станюта

Электротранспорт

20 Мнения владельцев о самых популярных моделях электромобилей в Беларуси
А.В. Никитенко, ПО «Белоруснефть»

Вести из регионов

24 Жители еще четырех домов «заказали» теплодернизацию по механизму Указа №327
А. Маслов

Научные публикации

25 Анализ эффективности регенеративно-утилизационной схемы с воздушной газотурбинной установкой на базе нагревательной печи прокатного стана
В.А. Седнин, Е.О. Иванчиков, В.А. Калий, БНТУ

30 Развитие инфракрасного электрообогрева в Республике Беларусь
А.П. Ахрамович, Е.С. Шмельёв, Институт энергетики НАНБ

Энергосмесь

В октябре вступят в действие документы по формированию рынка электроэнергии

С 21 октября вступят в действие основные положения Указа Президента Республики Беларусь от 16 апреля № 153 «О развитии электроэнергетики» и постановления Совета Министров от 2 июля № 381, направленное на реализацию Указа. Документы направлены на формирование в стране конкурентного товарного рынка электроэнергии.

Постановлением № 381 утверждены два важнейших документа – Правила доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и Правила доступа к услугам по передаче и (или) распределению электрической энергии. Кроме того, внесены изменения в Правила электроснабжения, Положение о порядке формирования

цен (тарифов) на природный и сжиженный газ, электрическую и тепловую энергию, а также в единый перечень административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (п. 3.31 «Подключение электроустановок к электрическим сетям»). Республиканским органом государственного управления, в том числе Министерству энергетики, поручено привести свои нормативные правовые акты в соответствие с постановлением правительства.

Ознакомиться с текстом новых НПА, в том числе инструкций, принятых Министерством энергетики, можно в ЭИС «Энергодokument».

minenergo.gov.by

ИТОГИ РАБОТЫ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ЗА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2021 ГОДА

Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» (далее – Директива № 3) установлена необходимость принятия мер по сдерживанию роста валового потребления топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР) и сближению энергоемкости валового внутреннего продукта (далее – ВВП) Республики Беларусь по паритету покупательной способности со среднемировым значением этого показателя; максимально возможному вовлечению в топливный баланс страны собственных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) с учетом экономической и экологической составляющих.

В целях обеспечения выполнения задач Директивы № 3 реализуется Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

По данным Белстата по итогам первого полугодия 2021 года достигнуты следующие результаты в сфере энергосбережения:

показатель по снижению энергоемкости ВВП составил плюс 7,4 процента к уровню

Итоги в области энергосбережения за январь–июнь 2021 года

Наименование показателя	Задание на 2021 год	Факт за январь–июнь 2021 года
Снижение энергоемкости ВВП, %	+6,8	+7,4
Экономия ТЭР за счет реализации мероприятий по энергосбережению, тыс. т у.т.	550,0	357,1
Доля местных ТЭР (без учета атомной энергии) в валовом потреблении ТЭР, %	16,1	15,4
Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР, %	7,4	7,2

соответствующего периода 2020 года при годовом задании плюс 6,8 процента;

целевой показатель по доле местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР составил 15,4 процента при годовом задании 16,1 процента;

целевой показатель по доле ВИЭ в валовом потреблении ТЭР составил 7,2 процента при годовом задании 7,4 процента;

экономия ТЭР за счет реализации мероприятий по энергосбережению за 2020 год составила 1,15 млн т у.т. при задании 1,18 млн т у.т.

По данным Белстата за январь–июнь 2021 года показатель по снижению энергоемкости ВВП составил плюс 7,4 процента.

За счет реализации мероприятий по энергосбережению достигнута экономия топливно-энергетических ресурсов в объеме 357 тыс. т у.т. при годовом задании 550 тыс. т у.т.

Вышеуказанный объем достигнут в основном в результате реализации заказчиками Госпрограммы следующих основных направлений энергосбережения:

внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве – 112,4 тыс. т у.т.;

оптимизация схем теплоснабжения – 42,3 тыс. т у.т.;

увеличение использования отходов собственного производства, энергии воды, ветра, солнца, геотермальных источников энергии – 35,7 тыс. т у.т.;

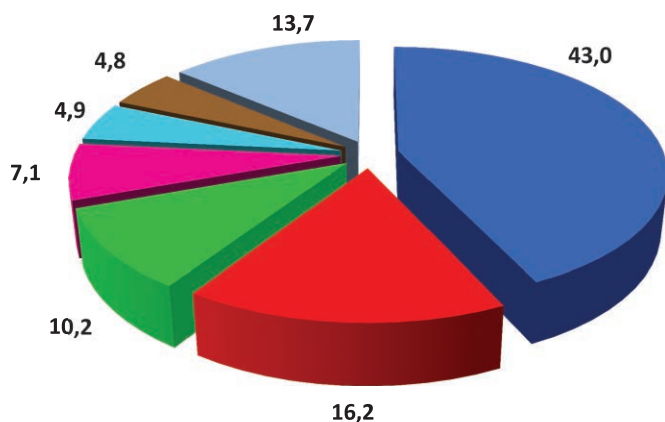
внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения – 26,7 тыс. т у.т.;

повышение эффективности работы котельных и технологических печей – 18,6 тыс. т у.т.;

термореновация ограждающих конструкций зданий, сооружений, жилищного фонда и замена оконных блоков (входных групп) с установкой стеклопакетов – 12,9 тыс. т у.т.;

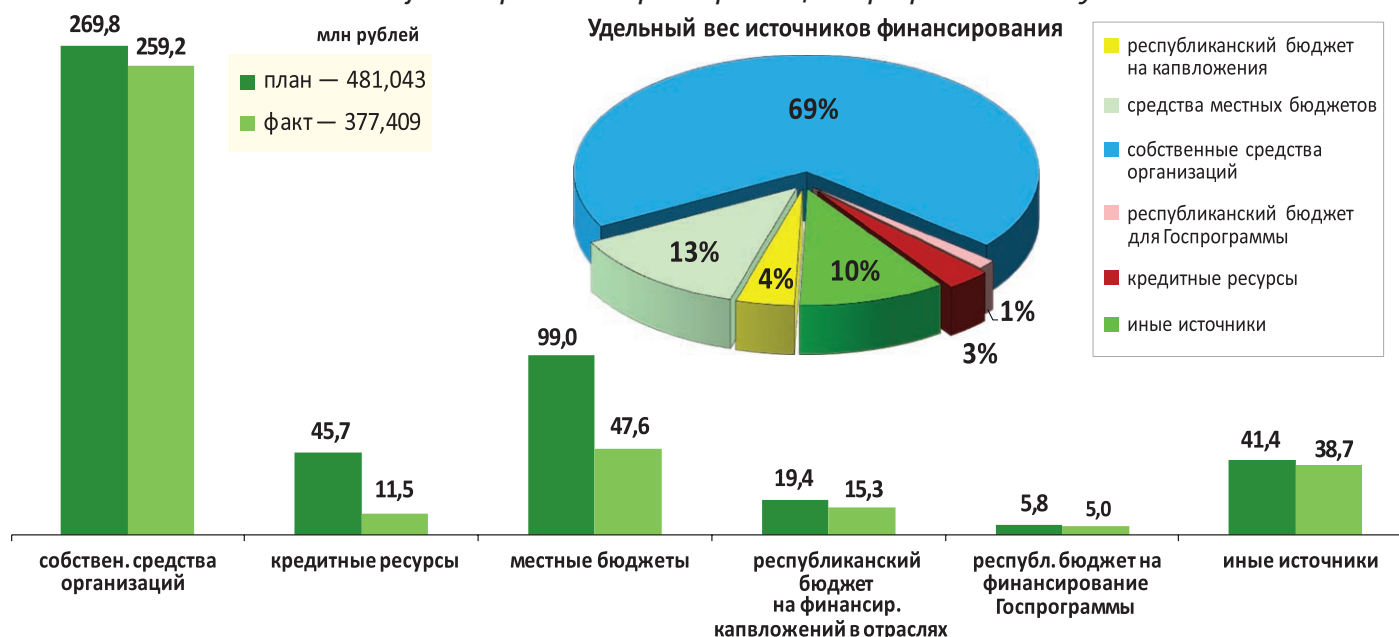
передача тепловых нагрузок от ведомственных котельных на теплоэлектроцентрали – 12,6 тыс. т у.т.;

Экономия ТЭР по основным направлениям энергосбережения за январь–июнь 2021 года, тыс. т у.т.

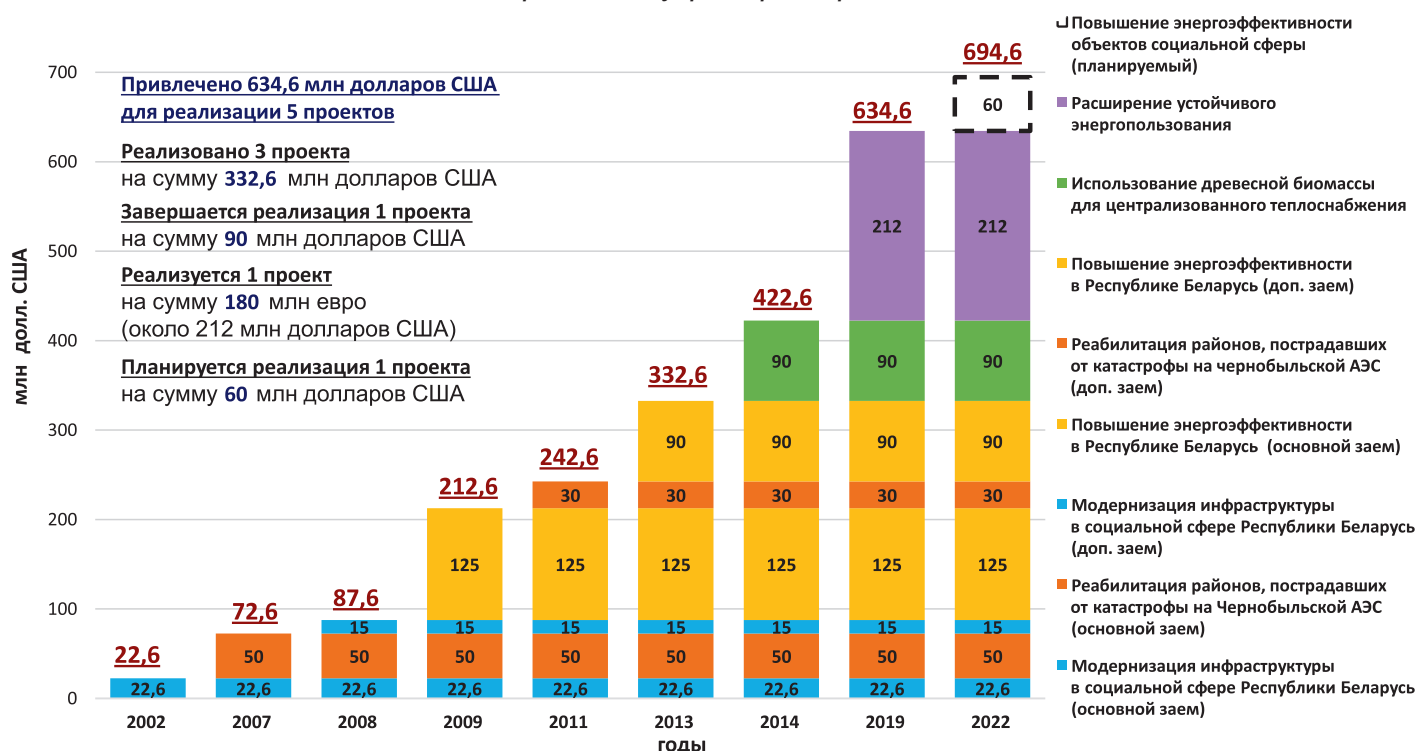


- внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве
- оптимизация схем теплоснабжения
- внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения
- повышение эффективности работы котельных и технологических печей
- термореновация ограждающих конструкций зданий, сооружений, жилищного фонда и замена оконных блоков (входных групп) с установкой стеклопакетов
- передача тепловых нагрузок от ведомственных котельных на теплоэлектроцентрали
- увеличение использования отходов собственного производства, энергии воды, ветра, солнца

Объемы и источники финансирования энергосберегающих мероприятий в 1 полугодии 2021 года



Привлечение кредитных ресурсов международных финансовых организаций для реализации проектов в сфере энергосбережения



За январь–июнь 2021 года на финансирование энергосберегающих мероприятий направлено 377 млн 408,96 тыс. рублей.

В целях обеспечения дополнительного источника финансирования мероприятий по повышению энергоэффективности и развитию использования возобновляемых источников энергии Госстандартом (Департаментом по энергоэффективности) проводится работа по привлечению на приемлемых для Республики Беларусь условиях кредитных

средств международных финансовых организаций для реализации указанных мероприятий.

В 2021 году: завершается реализация проекта «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» на 90 млн долларов США заемных средств МБРР; реализуется проект «Расширение устойчивого энергопользования» на 180 млн евро заемных средств МБРР и Европейского ин-

вестиционного банка (из них в настоящее время доступны только кредитные средства МБРР – 90 млн евро);

дополнительно прорабатывается вопрос о привлечении кредитных ресурсов МБРР в размере около 60 млн долларов США для реализации инвестиционного проекта «Повышение энергоэффективности объектов социальной сферы».

Департамент по энергоэффективности
Госстандарта

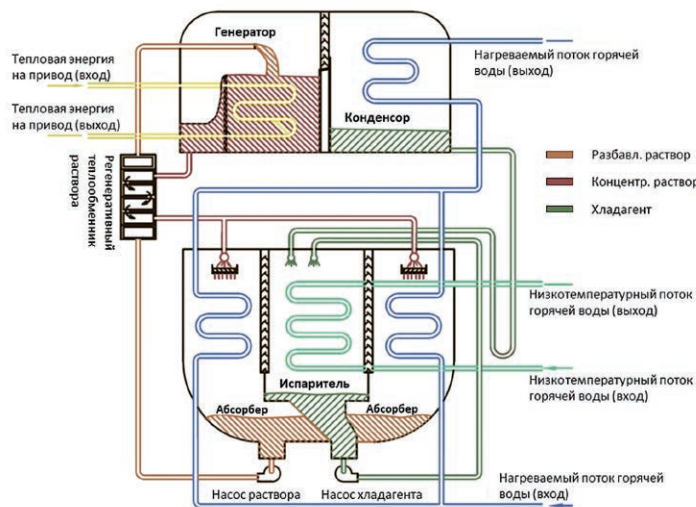
АБСОРБЦИОННЫЙ ТЕПЛОМАСЛО НАСОС – СНИЖЕНИЕ ИЗДЕРЖЕК И УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

В настоящей публикации разбираем технические особенности и конкурентные преимущества абсорбционных тепловых насосов от компании Shuangliang.

Абсорбционный тепловой насос (АБТН) и абсорбционная холодильная машина (АБХМ) нашли широкое применение в различных отраслях промышленности во всем мире. Внедрение данных энергосберегающих установок позволяет полезно использовать вторичные энергетические ресурсы, снизить затраты на обеспечение производственных процессов тепловой энергией. АБТН дает возможность снизить углеродный след при производстве тепловой энергии за счет использования вторичных энергетических ресурсов низкого потенциала. С учетом нового законодательства ЕС в области декарбонизации экономики, это важное преимущество тепловых насосов для предприятий – экспортеров в страны ЕС.

Компания Shuangliang является крупнейшим и признанным в мире производителем АБТН и АБХМ. Каждый год она производит около 3500 единиц продукции. Оборудование компании успешно реализуется в более чем 60 странах мира, включая Европу и США. Shuangliang обладает самой большой сетью сервисных центров и отделов продаж среди всех производителей АБХМ и АБТН. Оборудование, выпускаемое компанией, отличается высоким качеством, надежностью и долгосрочной безостановочной и безаварийной работой. Срок службы оборудования гарантированно составляет более 25 лет. Shuangliang принадлежит 500 патентов, 200 из которых оформлены в области абсорбционных технологий, что дает существенное преимущество перед конкурентами.

ООО «Межрегиональная энергетическая компания» является официальным эксклюзивным дилером и сервисным партнером корпорации Shuangliang Eco-energy Systems Co., Ltd. на территории Республики Беларусь.



◆ Принципиальная схема работы теплового насоса Shuangliang

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА SHUANGLIANG

1. Инновационный тепловой насос с двумя циркуляционными насосами и без распылительных сопел навсегда решает проблему снижения охлаждающей способности.

Shuangliang первым разработал и изготовил абсорбционный тепловой насос (АБТН) с двумя насосами (насос хладагента и насос раствора) и без распылительных сопел, что решает проблему быстрого снижения производительности. Отсутствие распылительных сопел снижает риск их загрязнения, а также не требует нали-

чия дополнительного рециркуляционного насоса раствора, что в целом снижает энергопотребление.

Все АБТН Shuangliang имеют оптимизированное расположение основных элементов – два абсорбера и расположенный между ними испаритель. Такая конструкция позволяет минимизировать тепловые потери испарителя в окружающую среду.

2. Теплообменник раствора с новой конструкцией и рисунком пластин улучшает энергоэффективность теплового насоса и снижает расход топлива.

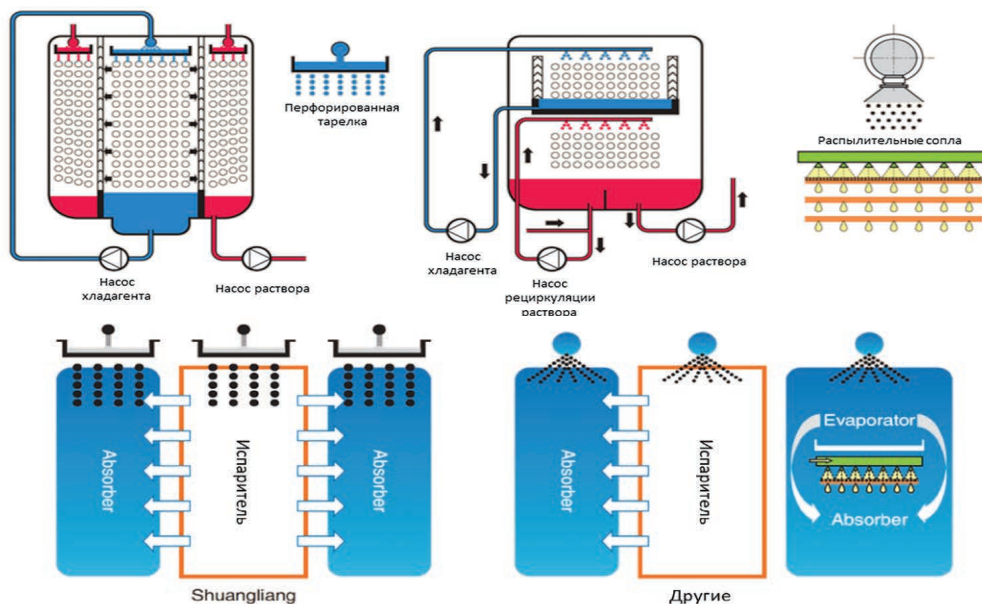
В АБТН используются специально спроектированные кожухо-трубные теплообменники с оптимизированной схемой движения потока, что приводит к улучшению теплопередачи и уменьшению падения давления на теплообменнике. Эти меры повышают эффективность энергопотребления АБТН и позволяют добиться максимальных значений коэффициента эффективности (COP).

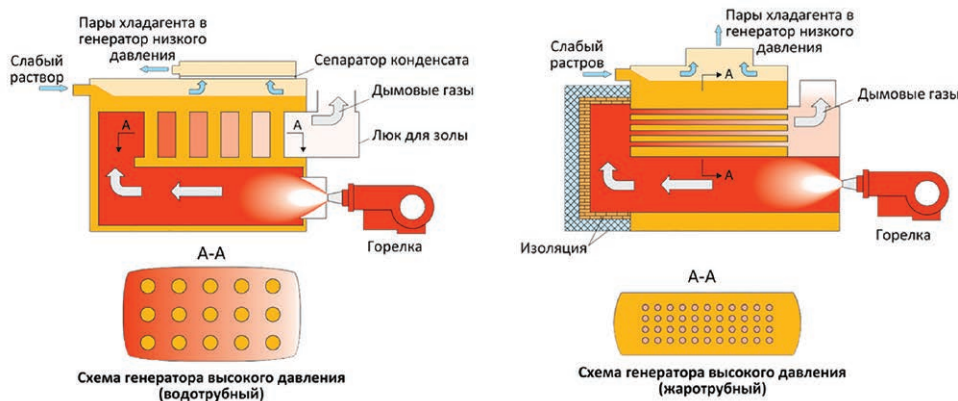
3. Распределение хладагента с помощью перфорированных тарелок повышает эффективность использования теплового насоса.

Специальная форма распределения хладагента перфорированными тарелками улучшает орошение труб хладагентом, полностью использует зону теплообмена, уменьшает толщину пленки хладагента, увеличивает теплопередачу и приводит к повышению эффективности использования теплового насоса и повышению значений холодильного коэффициента (COP).

4. Высококачественные трубки и их расположение в испарителе улучшают энергоэффективность теплового насоса и снижают расход топлива.

Применение труб высокого качества из нержавеющей стали или титана, а также их оптимизированное расположение в испарителе обеспечивают более равномерное распределение потока по всей поверхности





пластин, улучшение теплопередачи и, таким образом, повышение энергоэффективности теплового насоса и его коэффициента эффективности (COP).

5. Специальная конструкция генератора высокого давления улучшает надежность и энергоэффективность теплового насоса и снижает расход топлива.

В АБТН Shuangliang с топливной горелкой применяются генераторы высокого давления водотрубного типа (раствор циркулирует внутри труб) с охлаждаемой задней стенкой камеры сгорания, что повышает безопасность работы теплового насоса и его эффективность, а также снижает расход топлива.

6. Высокая эффективность теплообмена.

Безопасная эксплуатация и длительный срок службы. Тепловой КПД для АБТН с топливной горелкой до 93,5%. Возможность укомплектования конденсационным теплообменником выхлопных газов горелочной секции.

7. Трубки испарителя защищены от замерзания для повышения надежности теплового насоса.

Конструктивно хладагент из конденсатора собирается в нижней части испарителя, и подача хладагента на перфорированные тарелки для распыления осуществляется насосом хладагента, что позволяет мгновенно остановить процесс охлаждения при отключении насоса хладагента.

8. Раствор бромистого лития собственного производства.

Shuangliang имеет собственное производство раствора бромистого лития – рабочего вещества в АБХМ. Весь раствор, поставляемый в АБХМ, имеет высокое качество и уже содержит все необходимые присадки и ингибиторы. Дополнительно добавлять какие-либо реагенты (как у других производителей) не требуется. Это значительно снижает риски проведения некачественных пусконаладочных работ.

9. Последовательный подогрев потока раствора для повышения надежности теплового насоса. Многоуровневая защита от кристаллизации раствора.

Схема последовательного подогрева потока раствора в тепловом насосе позволяет работать далеко от линии кристаллизации, что улучшает надежность теплового насоса и упрощает управление.

Основная причина кристаллизации АБХМ – резкое падение температуры охлаждающей воды, что может быть вызвано, например, неисправностью градирни или ошибками эксплуатирующего персонала. Кристаллизация не является серьезной аварией для АБХМ. Провести раскристаллизацию эксплуатирующий персонал может за несколько часов. Однако, такая ситуация не является штатной.

В АБХМ Shuangliang предусмотрена многоуровневая защита от кристаллизации, включающая в себя: контроль концентрации раствора, контроль температуры раствора в точке, наиболее близкой к кристаллизации, контроль температуры охлаждающей воды и, в отличие от других производителей, регулирование расхода охлаждающей воды (что устраняет основную причину кристаллизации).

Помимо программных решений, в АБХМ Shuangliang предусмотрены такие конструктивные решения защиты от кристаллизации, как применение кожухотрубных теплообменников и система автоматической декристаллизации.

Кристаллизация АБХМ и АБТН Shuangliang случается крайне редко и только по причине грубых ошибок эксплуатации.

10. Автоматическая система отделения и удаления неконденсированных газов.

Воздухозаборники продувочного устройства расположены внутри АБТН для обеспечения оптимальной производительности всасыва-

ния воздуха. Система контролирует открытие/закрытие электромагнитного клапана, управление которым осуществляется по значениям минимального и максимального давления в продувочном цилиндре, и обеспечивает автоматический запуск/остановку вакуумного насоса.

11. Удаленный мониторинг.

Система мониторинга построена на базе внутренних серверов Shuangliang, и каждый пользователь АБТН может посетить веб-сайт с правом зарегистрированного пользователя для просмотра информации о работе АБТН. Веб-сайт обеспечивает такие функции, как: сбор данных, онлайн-мониторинг, хранение и управление данными, анализ данных и экспертная диагностика, раннее предупреждение о неисправности и аварийная сигнализация. Для непрерывного онлайн-мониторинга все АБТН и АБХМ также подключаются к диспетчерской авторизованно центра сервисного центра ООО «Межрегиональная энергетическая компания» в г. Минске.

12. Высокая газоплотность оборудования.

Решающим фактором гарантии качества и ключевым параметром для оценки характеристик тепловых насосов является **максимальная газоплотность** корпуса теплового насоса. АБТН работает под высоким вакуумом, который может быть нарушен проникновением воздуха в тепловой насос и неконденсируемыми газами, образующимися внутри из-за процессов коррозии. Плохой вакуум уменьшает холодопроизводительность испарителя и увеличивает коррозию металлических деталей в тепловом насосе.

В процессе производства Shuangliang приняты две специальные меры для улучшения газоплотности АБТН:

- Каждый тепловой насос и его детали проверяются тестом утечки с помощью масс-спектрометра гелия со скоростью утечки 1×10^{-10} Па·м³/с,

что на 4 порядка ниже, чем скорость $2,03 \times 10^{-6}$ Па·м³/с, предусмотренная стандартом японской промышленности JISB8662-1994. Shuangliang является **единственным в мире производителем абсорбционных тепловых насосов**, применяющим настолько жесткие требования к результатам теста утечки. Во время посещения Shuangliang, известный эксперт по атомной промышленности сказал: «Для испытаний на утечку Shuangliang имеет такие же установки, что и в атомной промышленности».

- На тепловом насосе установлена запатентованная система автоматической продувки для отвода неконденсирующихся газов во время работы, обеспечивающая вакуум внутри установки.

Высокая газоплотность теплового насоса дает следующие преимущества:

- решается проблема снижения охлаждающей способности;
- гарантируется высокая надежность работы с меньшими затратами на техническое обслуживание и ремонт.

13. Интеллектуальная система управления.

- Удобный интерфейс;
- таймер включения/выключения автоматического отключения;
- автоматическое управление внешними устройствами;
- надежный и простой способ организации центрального управления;
- возможность интеграции в системы управления верхнего уровня;
- система удаленного эксплуатационного мониторинга для управления системой в режиме реального времени.

В ноябрьском номере журнала «Энергоэффективность» будет рассмотрен принцип работы абсорбционного теплового насоса первого и второго типа компании Shuangliang. ■

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПЕРЕВОД КОТЕЛЬНЫХ ЖКХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА

◆ Традиционная продукция торфопредприятий – торфобрикеты

Добыча торфа в нашей стране – дело сезонное. Самая страда для торфяников, как себя называют работники этой отрасли, длится с мая по август. Наступление сентября ознаменовано подведением итогов сезона торфодобычи и профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности. В этом году в ходе ставшего традиционным пресс-тура, организуемого ГПО «Белтопгаз», представилась возможность подвести итоги развития отрасли за год. Редакцию нашего журнала более всего интересовало то, в какой мере торф является компонентом комплекса мер по расширению использования в энергетике местных видов топлива.



Генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Кушнаренко

Как рассказал **генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Кушнаренко**, сейчас реализуется отраслевая программа комплексной модернизации торфяных производств на 2021–2025 годы. Организации торфяной промышленности Беларуси за пятилетку планируют добыть около 11 млн т торфа, из которого будет изготовлено 6,5 млн т продукции.

На 1 сентября нынешнего года отрасль свой годовой план выполнила: было добыто 1,5 млн тонн торфа, в том числе около 1,3 млн т (89,2%) фрезерного, который ис-

пользуется для производства торфяного топлива, и 163,6 тыс. т (10,8%) нетопливного.

Перспективные направления использования торфа – котельные ЖКХ и цементные производства. Так, цементная отрасль потребляет 43% от общего объема производства торфяных брикетов и сушенки. Ежегодно на цементные заводы поставляется около 300 тыс. т топливных брикетов, что позволяет замещать использование природного газа и каменного угля.

В будущем этот объем планируется наращивать, в том числе за счет реализации на ОАО «Красносельскстройматериалы» проекта по использованию торфяной сушенки (пылевидного торфа) в теплогенераторе.

Наша справка

В Беларуси ежегодно добывается около 2,5 млн тонн фрезерного торфа. Из него производится более 1 млн тонн продукции топливного (брикеты, сушенка торфяная и кусковой торф) и более 100 тыс. тонн продукции нетопливного назначения (торфяные питательные грунты, верховой кипованный торф и торф для компостирования, используемые в сельском хозяйстве).

Торф занимает около 15% в структуре использования местных видов топлива.

Торфяная отрасль в системе «Белтопгаза» представлена 18 торфопредприятиями, в том числе четырьмя филиалами газоснабжающих организаций, добывающих и перерабатывающих торф, а также машиностроительной организацией и проектным институтом «НИИ Белгипротопгаз».

Основные производственные фонды торфопредприятий системно модернизируются с использованием современного оборудования и технологий, внедряются новые методы разработки торфяных полей.

Торфом нам уже удается замещать порядка 450 млн кубометров импортруемого природного газа, что экономит около 65 млн долларов США.

За период 2017–2019 годов с участием Минэнерго реализовано четыре проекта по строительству и реконструкции котельных системы ЖКХ, использующих в качестве топлива фрезерный торф (д. Рудавка Несвижского района, д. Кривая Береза и п. Зеленый Бор Смолевичского района Минской области, г. Ошмяны Гродненской области). В рамках совместной программы Минжилкомхоза и Минэнерго последнее софинансирует строительство на котельных ЖКХ твердотопливных котлов для сжигания торфа. Объем финансирования из инвестиционного фонда Минэнерго по указанным проектам составил 4,6 млн рублей.

За минувший год в рамках упомянутого проекта министерства жилищно-коммунального хозяйства и министерства энергетики переведены с природного газа на фрезерный торф котельные в Крупках, Слуцке, Столбцах. Также рассматривается техническая возможность перевода на фрезерный торф еще девяти котельных страны, преимущественно в Минской области, до 2025 года.

С 28 октября 2020 года в Столбцах функционирует самая мощная в стране комбинированная производственная котельная, использующая фрезерный торф, на ул. Машиностроителей, 5. Из 12 мегаватт установленных здесь водогрейных твердотопливных котлов для обеспечения потребностей населения райцентра сейчас хватает и 3 мегаватт задействованной мощности. Еще 12 мегаватт на природном газе составляют мощностной резерв на случай экстремально низких температур осенне-зимнего периода. Столбцовская котельная построена с учетом перспективы развития самого райцентра: здесь возводят новый квартал, где появятся школа, еще один детский сад и торговый центр.

Котельная в Столбцах является одним из самых современных высокоавтоматизированных теплоисточников, работающих на торфяном топливе. Все котельное оборудо-



◆ Новая котельная в г. Столбцы

вание здесь отечественного производства. По предварительным оценкам, для обеспечения ГВС и выработки необходимой теплоты исключительно за счет МВТ требуется от 15 до 17 тысяч тонн фрезерного торфа в год. Но при необходимости автоматизированное оборудование может легко перейти и на щепу.

Погрузчик загружает торф в приемное устройство, откуда он автоматически, с помощью механизма перемещения, попадает на два транспортера, которые затем загружают торф в три котла. После сгорания топлива зола с нагревательных элементов в топочной части попадает на транспортер золоудаления. Высокая зольность поставляемого сюда торфа – 10–15% – обусловила особые меры очистки и обращения с золой. Образующаяся зола в объеме одного тракторного прицепа раз в трое суток вывозится на рекультивируемые площади.

Для очистки дымовых газов от примесей используются три ступени очистки, включая фильтры тонкой очистки.

На котельной установлено 4 сетевых насоса. Два производительностью по 900 куб. м/ч – для работы зимой (один – основной, второй – резервный) и два производительностью по 190 куб. м/ч – для работы летом. Система водоподготовки также автоматизирована.

Создано 17 новых рабочих мест; все производственные процессы контролируют всего два оператора.

До ввода новой котельной теплоснабжение города осуществлялось от котельной филиала ОАО «УКХ ММЗ». Стоимость 1 Гкал покупной теплоэнергии составляла 132 рубля (без НДС). Себестоимость теплоэнергии, выработанной новой котельной на торфе, сложилась на уровне 77 рублей за гигакалорию, на газе – 124 рубля. Поскольку 65% теплоэнергии за полугодие было выработано на торфе, общая себестоимость составила 94 рубля за гигакалорию. За первое полугодие текущего года экономия бюджетных средств составила 627 тыс. рублей.

Несмотря на то, что фрезерный торф возят сюда за 20 км, в целом по УП «Столбцовское ОКС» новая котельная должна снизить себестоимость вырабатываемой тепловой энергии до 85 руб./Гкал. К тому же строительство новой котельной позволило ликвидировать 1,97 км магистральных тепловых сетей, а следовательно, снизить потери тепловой энергии и сократить потребление импортируемого газа на 6500 тыс. куб. м в год.

Как рассказали участникам пресс-тура, торфяному делу на территории Беларуси более ста лет. Запасы торфа оцениваются в 2,4 млрд тонн; пригодны для промышленной эксплуатации 302 млн тонн.



◆ Торфобрикетные заводы активно изготавливают древесные топливные брикеты из опилок

– Их достаточно для разработки и использования в экономике на ближайшие 100 лет. Большое внимание будем уделять модернизации, техническому перевооружению и разработке торфяных полей на общей площади 3,5 тысячи гектаров. По уровню добычи торфа мы занимаем четвертое место в мире», – отметил генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Кушнаренко.

Сегодня около 20% белорусской торфяной продукции идет на экспорт. «Если говорить об экспортном потенциале наших предприятий, то свою продукцию мы поставляем в 25 стран мира, – заявил он. – В этом году в географии поставок появилась Колумбия. В целом за первое полугодие 2021 года суммарный экспорт товаров и услуг составил 25 миллионов долларов. Темп роста к аналогичному периоду прошлого года – 122%».

Новые торфяные месторождения разрабатывают в Березинском, Солигорском и Смолевичском районах. Перед предприятиями отрасли стоят важные задачи по увеличению объемов реализации продукции, росту выручки, повышению качества. Рост производительности труда даст возможность повышения заработной платы. «Проделанная беспрецедентная работа по техническому перевооружению отрасли позволяет нам уверенно смотреть в будущее», – отмечает генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Кушнаренко.

Использование местных видов топлива в топливно-энергетическом балансе Беларуси будет расширяться. Об этом рассказала во время пресс-тура **заместитель министра энергетики**

Ольга Прудникова.

«Экономика будет расти, будет расти электропотребление, теплопотребление, соответственно, будет диверсифицироваться топливно-энергетический баланс, и будут вовлекаться в него местные виды топлива. Чем шире линейка используемых

энергоносителей и их поставщиков, тем это больше укрепляет энергобезопасность страны», – считает Ольга Прудникова.

Заместитель министра добавила, что в Беларуси в 2004 и в 2010 годах были приняты комплексные меры, которые содействовали развитию не только торфяной промышленности, но и использованию в качестве топлива биомассы, древесной щепы. Многие сделано для развития гидроэнергетики, реализованы крупные проекты в сфере ветро- и солнечной энергетики. «Сегодня... для нас комплексным вопросом является сбалансированность развития как всех видов энергоисточников, так и сбалансированность самого топливно-энергетического баланса», – подчеркнула О. Прудникова.



◆ Торфобрикетный завод «Дитва»

Руководитель остановилась на основных сферах использования торфа. Это не только большая энергетика, но и жилищно-коммунальное хозяйство, цементная отрасль. Кроме того, она отметила, что в качестве перспективного направления рассматривается использование в качестве топлива твердых коммунальных отходов. «Это тоже вид местных ресурсов, который образуется большими темпами. И мы уже занимаемся возможностью их использования в качестве топлива на наших объектах», – проинформировала журналистов заместитель министра.

Положительным примером всего сказанного является торфобрикетный завод «Дитва», благодаря которому несколько десятилетий тому назад в Лидском районе появился одноименный поселок. Но не только для поселка (теперь это агрогородок Дитва) так важен завод. Он является одним из самых крупных предприятий по добыче торфа и производству топливных брикетов и торфяной сушенки в Беларуси и входит в число флагманов отрасли.

Знакомая с производством, **директор ОАО «Торфобрикетный завод «Дитва» Казимир Банцевич** подробно рассказал о том, как работает и развивается предприятие, на котором сегодня трудятся почти 240 человек. Оно обеспечено торфяными полями на 130%, но добывает ровно столько, сколько необходимо для производства запланированных объемов продукции. В нынешнем сезоне было добыто 160 тысяч тонн торфа. Само же производство не останавливается круглый год. Чем лучше погода – тем качественнее торф и больше возможностей его лучше высушить.

Из добытого торфа предприятием в этом году планируется выпустить 100 тысяч тонн



◆ Склад экспортной продукции



◆ Из-под пресса выходят торфобрикеты



◆ Сушенка торфяная



Заместитель министра энергетики Ольга Прудникова



Директор ОАО «Торфобрикетный завод «Дитва» Казимир Банцевич

топливных брикетов и 50 тысяч тонн торфяной сушенки. Торфяная сушенка, на которую приходится 13% производства, поставляется на цементные заводы; топливные брикеты реализуются в Гродненской и Витебской областях, идут на экспорт.

ЖКХ закупает торфяное топливо в Дитве в небольших количествах. Первой ласточкой этого процесса на Гродненщине считается котельная ЖКХ в Ошмянах, где на фрезерном торфе работают два котла. Но охотнее коммунальщики переводят свои котельные на древесную биомассу.

Торф может использоваться и для выпуска другой полезной продукции. На дитвянском предприятии из торфа производят также универсальный биогумус, питательный грунт. А из листовых пород древесины, получаемых при подготовке новых торфяных полей, производят древесный уголь. И хотя эта продукция реализуется в сравнительно небольших объемах, она тоже нужна потребителям и заняла свое место на рынке. В прошлом году 37% произведенной на торфобрикетном заводе «Дитва» продукции ушло на экспорт.

Как рассказал **Валерий Ковалев, заместитель генерального директора**

ГПО «Белтопгаз», отвечающий за торфяную отрасль, в настоящее время в Беларуси разрабатывается всего 38 участков месторождений торфа, то есть 1,3% от имеющегося в республике запаса. Согласно данным белорусских ученых, ежегодный естественный прирост торфа составляет около 1 млн тонн. Таким образом, торф у нас в стране является частично возобновляемым либо медленно возобновляемым ресурсом.

За период 2016–2019 годов организациями ГПО «Белтопгаз» поставлено на котельные ЖКХ 120,4 тыс. тонн топливного торфа, что эквивалентно 35,6 млн куб. м природного газа. Объем поставок торфа в систему ЖКХ возрос с 28,1 тыс. тонн в 2016 году до 38,7 тыс. тонн в 2019 году. С учетом планируемого ввода новых теплоисточников системы ЖКХ на торфяном топливе, поставки топливного торфа организациям ЖКХ к 2025 году ожидаются в объеме 75,4 тыс. тонн.

Располагая значительными запасами торфяного сырья и развернутой инфраструктурой для его добычи и переработки, торфяная отрасль работает стабильно и имеет хорошие перспективы дальнейшего развития. А это важно и для 4 тыс. человек, работающих на торфопредприятиях, которые, как правило, являются градообразующими.

– Нашими брикетами отапливаются порядка 120 тыс. домовладений, – продолжа-



◆ **Пеллеты**

ет Валерий Ковалев. – Ежегодно население использует все меньше торфяного брикета. Еще пять лет назад им приобреталось порядка 600 тысяч тонн брикета, сегодня – 350 тысяч тонн. Замещение выбытия мы видим в реализации новых проектов, выпуске новых видов продукции.

Практически все торфобрикетные заводы имеют технологию, позволяющую пресовать опилки в древесные брикеты. Например, с прошлого года налажен выпуск древесных брикетов на базе Старобинского торфобрикетного завода.

Ежегодно в стране заготавливается 100 тыс. тонн верховых торфов, которые идут на изготовление удобрений – товаров с высокой добавленной стоимостью. Ведь торф – это также основа создания питательных грунтов, субстратов, используемых агропредприятиями и активно реализуемых населению. Он подходит, например, для выращивания ягод. Нетопливным направлением занимаются три предприятия: «Глинка», «Туршовка» и «Витебскторф». 75% их продукции направляется на экспорт.

* * *

В рамках пресс-тура 2 сентября журналисты также побывали на выставке оборудования для прокладки и обслуживания газотранспортной системы.

В Минэнерго отмечают, что по программе комплексной модернизации производства газовой сферы на 2021–2025 годы в Беларуси будет построено около 1 тыс. км газопроводов.

Как проинформировал генеральный директор ГПО «Белтопгаз» Алексей Кушнеренко, за пятилетку в стране будет заменено 900 газорегуляторных пунктов, 40 тыс. км газопроводов будут обследованы на предмет даль-

нейшей эксплуатации. «Большое внимание в рамках программы мы будем уделять диспетчеризации, автоматизации, системам телеметрии, цифровизации», – подчеркнул он.

Оцифровка газовых сетей дает возможность отслеживать работу оборудования в режиме онлайн. «На данном этапе идет внедрение единого автоматизированного мультипрограммного комплекса, цель которого – обеспечение безопасной эксплуатации систем газоснабжения», – добавил руководитель ГПО «Белтопгаз». – Комплекс будет состоять из трех уровней: 1-й – базовый, для рабочих организаций, 2-й – средний, оперативно-аналитический, для среднего руководящего состава, 3-й – верхний, для руководителей как отдельных предприятий, так и отрасли в целом, обеспечит анализ и контроль за всеми технологическими процессами.

Благодаря масштабной работе по газификации в Беларуси природный газ введен во все 115 городов, 118 районных центров и 3467 сельских населенных пунктов. Общая протяженность газовых сетей составляет около 64 тыс. км.

Потребителями природного газа сегодня являются около 3 тыс. промышленных и порядка 6 тыс. коммунально-бытовых предприятий. ■

Д. Станюта

Мы писали:

Станюта Д. Топливное направление использования торфа по-прежнему актуально // «Энергоэффективность». – 2020. – №9. – С. 13–15.

Станюта Д. Рационально использовать то, что дано природой // «Энергоэффективность». – 2013. – №11. – С. 16–21.



Заместитель гендиректора ГПО «Белтопгаз» Валерий Ковалев

ПРИМЕРЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Расчеты-шаблоны ТЭО в помощь специалистам

Могилевское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности продолжает серию обучающих семинаров по основным вопросам изменения законодательства в сфере энергосбережения для специалистов организаций Могилевской области.

По-прежнему на семинарах актуальны вопросы правильного заполнения отчетности, расчета норм расхода топливно-энергетических ресурсов, формирования программ энергосбережения, расчетов технико-экономических обоснований (ТЭО) реализации энергоэффективных мероприятий. Учитывая популярность вопросов по расчету ТЭО и отклик на предыдущую статью в августовском номере журнала «Энергоэффективность», продолжаем серию публикаций расчетов экономического эффекта от реализации энергоэффективных мероприятий.

Технико-экономическое обоснование замены нагревательного электрооборудования в пищеблоках на энергоэффективное

При замене устаревшего неэффективного нагревательного электрооборудования в пищеблоках (электроплиты, электросковороды, котлы пищеварочные, электромармиты, кипятильники) на современное энергоэффективное экономический эффект достигается путем:

- уменьшения использования электрической энергии на разогрев за счет применения более эффективных трубчатых электронагревателей (ТЭН) или индуцированных вихревых токов (индукционные плиты);

- уменьшения использования электрической энергии за счет более высокого КПД нового оборудования, а также автоматизации и применения энергосберегающих технологий процесса приготовления пищи.

1. Годовой расход электроэнергии на предусмотренном к замене электрооборудовании для приготовления пищи определяется по следующей формуле:

$$E_{\text{суц}} = n * ((N_{\text{суц}} * (T_{\text{разогр}} / 60) * \eta_{\text{разогр}} + N_{\text{суц}} * k_{\text{суц}} * T_{\text{пригот.}}) * Z * 100 / \eta_{\text{внедр}}), \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где n – количество единиц однотипного оборудования, шт.;

$N_{\text{суц}}$ – установленная мощность нагрева используемого оборудования, кВт;

$T_{\text{разогр}}$ – время разогрева до рабочей температуры, мин. (принимается согласно паспортным данным оборудования);

$\eta_{\text{разогр}}$ – количество разогревов в сутки;

$k_{\text{суц}}$ – коэффициент использования установленной мощности при процессе приготовления пищи (принимается по паспортным данным оборудования как отношение паспортной мощности приготовления к максимальной мощности разогрева; в случае отсутствия данных допускается принимать для котлов пищеварочных, сковород – 0,7, электроплит – 0,6, электромармитов – 0,8, оборудования для кипячения и подогрева жидкостей – 0,5);

$T_{\text{пригот}}$ – количество часов в сутки, затрачиваемое на приготовление пищи без учета времени разогрева, час.;

Z – количество суток работы оборудования в год;

$\eta_{\text{суц}}$ – КПД нагрева, учитывающий устройство, материал и размер конфорок, теплопотери и т.п. (принимается согласно паспортным данным, при отсутствии паспортных данных допускается принимать равным 60–70%).

2. Годовой расход электроэнергии на внедряемом электрооборудовании определяется по следующей формуле:

$$E_{\text{внедр}} = n * ((N_{\text{внедр}} * (T_{\text{разогр}} / 60) * \eta_{\text{разогр}} + N_{\text{внедр}} * k_{\text{внедр}} * T_{\text{пригот.}}) * Z * 100 / \eta_{\text{внедр}}), \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где $T_{\text{разогр}}$ – время разогрева до рабочей температуры, мин. (принимается по паспортным данным оборудования, для индукционных электроплит допускается принимать равным 0);

$k_{\text{внедр}}$ – коэффициент использования установленной мощности при процессе приготовления пищи на энергоэффективном оборудовании (принимается по паспортным данным оборудования как отношение паспортной мощности приготовления к максимальной мощности разогрева, в случае

1. Определение годового расхода электроэнергии на i-ом оборудовании:	для	для	
	существующего оборудования	внедряемого оборудования	
$E_i = n * (N_i * (T_{\text{разогр}} / 60) * \eta_{\text{разогр}} + N_i * k_i * T_{\text{пригот.}}) * Z * 100 / \eta_i$	13 800,00	3 080,00	кВт ч
$\Delta E = (E_{\text{сущ}} - E_{\text{внедр}})$	10 720,00		кВт ч
где, n – количество единиц однотипного оборудования, шт	1	1	шт.
N_i – установленная мощность нагрева i-го оборудования, кВт	15,0	7,0	кВт
$T_{\text{разогр}}$ – время разогрева до рабочей температуры, мин. (принимается согласно паспортным данным оборудования) для индукционных электроплит допускается принимать равным 0	15	0	мин.
$\eta_{\text{разогр}}$ – количество разогревов в сутки	2	0	шт.
k_i – коэффициент использования установленной мощности при процессе приготовления пищи (принимается по паспортным данным оборудования как отношение паспортной мощности приготовления к максимальной мощности разогрева, в случае отсутствия данных допускается принимать для котлов пищеварочных, сковород – 0,7, электроплит – 0,6, электромармитов – 0,8, оборудования для кипячения и подогрева жидкостей – 0,5). Для энергоэффективного оборудования (принимается по паспортным данным оборудования как отношение паспортной мощности приготовления к максимальной мощности разогрева, в случае отсутствия данных допустимо снижение по сравнению с существующим k на 5-10%)	0,6	0,55	
$T_{\text{пригот.}}$ – количество часов в сутки, затрачиваемое на приготовление пищи без учета времени разогрева, час	3	3	ч
Z – количество суток работы оборудования в год	240	240	сут.
η_i – КПД нагрева, учитывающий устройство, материал и размер конфорок, теплопотери и т.п. (принимается согласно паспортным данным, при отсутствии паспортных данных допускается принимать равным 60-70%). Для энергоэффективного оборудования допускается принимать 70-80% для ТЭН и 90% для индукционных электроплит	60	90	

отсутствия данных допустимо снижение по сравнению с $k_{сущ}$ на 5–10%;

$\eta_{внедр}$ – КПД нагрева, учитывающий устройство, материал и размер конфорки, теплопотери и т.п. (принимается согласно паспортным данным, при отсутствии паспортных данных допускается принимать равным 70–80% для ТЭН и 90% для индукционных электроплит).

3. Определение экономии топлива в результате реализуемого мероприятия:

$$\Delta B = (\Delta_{сущ} - \Delta_{внедр}) * (1 + k_{пот}^3 / 100) * b_{эз}^{зам} * 10^{-6}, \text{ т. у. т.},$$

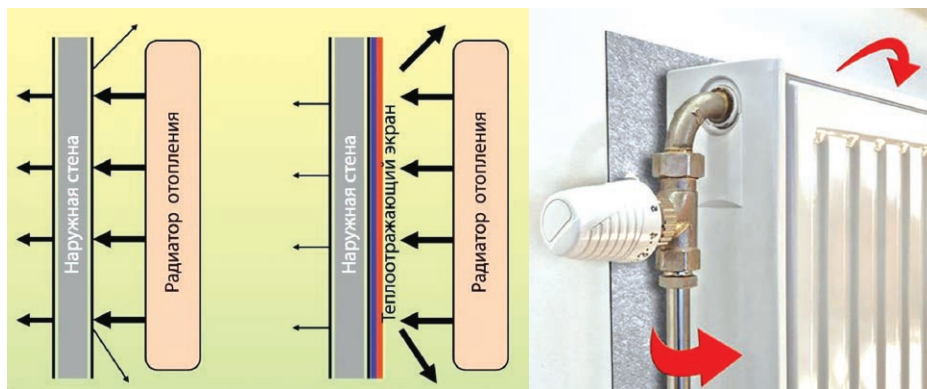
где $b_{эз}^{зам}$ – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии (принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г.у.т./кВт·ч);

$k_{пот}^3$ – коэффициент, учитывающий потери в электрических сетях ГПО «Белэнерго» за год, предшествующий составлению расчета, %.

Технико-экономическое обоснование установки теплоотражающих экранов за радиаторами отопления

Отопительные приборы обычно устанавливаются у внутренних стен помещения. При этом работающий прибор активно нагревает участок стены, расположенный непосредственно за ним. Таким образом, температура этого участка значительно выше, чем остальная область стены, и может достигать 50°C. Вместо того, чтобы использовать все тепло для обогрева воздуха внутри помещения, радиатор расходует значительное тепло на обогрев холодной кирпичной или бетонной плит наружной стены здания. Это является причиной увеличенных тепловых потерь. Если батарея установлена в нише, тепловые потери будут еще больше, поскольку тонкая задняя стенка ниши обладает еще более низким сопротивлением теплопередаче, чем обычная стена.

Существенно снизить тепловые потери в данной ситуации позволяет установка теплоотражающих экранов, изолирующих участки стен, которые расположены непосредственно за отопительными приборами. В качестве таких экранов используются материалы с низким коэффициентом теплопроводности (около 0,05 Вт/м²·°C), например, пенофол – вспененная основа с односторонним фольгированием. Но в принципе, теплоотражающим экраном может служить даже обычная фольга. Рекомендуемая толщина изоляции 3–5 мм. Отражающий слой должен быть обращен в сторону источника тепла, а его площадь – быть больше, чем размеры самого устройства отопления.



1. Определение количества теплоты, уходящей на нагрев участка стены, который расположен непосредственно за отопительным прибором:

$$Q_n = (t_{бат} - t_{нар}) * F_{бат} / R_{ст}, \text{ Вт};$$

где $t_{бат}$ – средняя температура воздуха между стеной и отопительным прибором, принимается равной 55°C;

$t_{нар}$ – температура наружного воздуха, °C;

$F_{бат}$ – площадь проекции отопительного прибора на стену, м²;

1. Потери тепла через наружную стену без теплоотражающего экрана

$$Q_n = (t_{ср.бат} - t_{ср.нар}) \frac{F_{бат}}{R_{ст}} = 92,3 \text{ Вт}$$

где	$t_{ср.бат}$ – средняя температура воздуха между стеной и батареей, принимается равной 55°C	55,0	°C
	$t_{ср.нар}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период	-0,9	°C
	$F_{бат}$ – площадь проекции отопительного прибора на стену;	0,5	м²
	длина	0,9	м
	высота	0,5	м
	$R_{ст}$ – фактическое сопротивление теплопередаче стены	0,27	м²·°C/Вт

$$R_{ст} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_{нар}}$$

где	$\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к ограждению	8,7	Вт/м²·°C
	$\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи от ограждения к наружному воздуху	23,0	Вт/м²·°C

Таблица А.1

Ограждающие конструкции	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_n , Вт/(м²·°C)
Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами	23

Таблица Б.4

Ограждающие конструкции	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности $\alpha_{вн}$, Вт/(м²·°C)
Стены, полы, гладкие потолки, потолки с выступающими ребрами при отношении $h/a < 0,3$	8,7

Состав материала стены:

$\delta_{ст1}$ – толщина цементно-песчаного раствора:	0,015	м
$\lambda_{ст1}$ – коэффициент теплопроводности материала:	0,93	Вт/м·°C
$\delta_{ст2}$ – толщина железобетонной панели:	0,20	м
$\lambda_{ст2}$ – коэффициент теплопроводности материала:	2,04	Вт/м·°C

Таблица Д.1

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетное массовое отношение влаги в материале W, %	Расчетный коэффициент					
	Плотность ρ , кг/м³	Удельная теплоемкость c , кДж/(кг·°C)	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		теплоусвоения μ , при периоде 24 ч		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)	
					А	Б	А	Б	А	Б
I Бетоны и растворы										
А Бетоны на природных плотных заполнителях										
1 Железобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	47,08	50,70	0,03
Г Цементные, известковые и гипсовые растворы										
9 Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	0,60	11,00	0,08

$R_{ст}$ – фактическое сопротивление теплопередачи стены, расположенной непосредственно за отопительным прибором, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$

$$R_{ст} = 1 / \alpha_{вн} + 1 / \alpha_{нар} + \sum (\delta_{ст} / \lambda_{ст}), м^2 \cdot ^\circ C / Вт;$$

где $\alpha_{вн}$, $\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к ограждению и от ограждения к наружному воздуху (принимается согласно таблицам 6.4 и А1 СП 2.04.01-2020, $Вт / м^2 \cdot ^\circ C$);

$\sum (\delta_{ст} / \lambda_{ст})$ – рассчитывается суммарно для всех материалов, входящих в состав участка стены:

$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности материала (принимается по таблице Д1 СП 2.04.01-2020), $Вт / м \cdot ^\circ C$;

$\delta_{ст}$ – толщина слоя стены, выполненного из данного материала, м.

2. Определение количества теплоты, уходящей на нагрев участка стены, расположенного непосредственно за отопительным прибором, после установки теплоотражающего экрана:

$$Q_3 = k * (t_{вн} - t_{нар}) * F_3, Вт;$$

где k – коэффициент теплопроводности материала, из которого выполнен теплоотражающий экран, $0,05 Вт / м \cdot ^\circ C$;

$t_{вн}$, $t_{нар}$ – температура воздуха внутри помещения и наружного воздуха соответственно, $^\circ C$;

F_3 – площадь поверхности теплоотражающего экрана, которая должна соответствовать площади проекции отопительного прибора на стену, $м^2$.

3.1. Определение годовой экономии тепловой энергии от снижения количества теплоты, уходящей на нагрев участка стены,

который расположен непосредственно за отопительным прибором:

$$\Delta Q = (Q_n - Q_3) * T_{от} * 0,86 * 10^{-6}, Гкал;$$

где $T_{от}$ – продолжительность отопительного периода, суток;

$0,86 * 10^{-6}$ – переводной коэффициент $Вт$ в $Гкал / ч$.

3.2. Определение экономии топлива от снижения потребления тепловой энергии:

$$\Delta B = \Delta Q * b_{т3} * (1 + k_{пот} / 100) * 10^{-3}, т у.т.,$$

где ΔQ – годовая экономии тепловой энергии от снижения количества теплоты, уходящей на нагрев участка стены, который расположен непосредственно за отопительным прибором (экономии тепловой энергии), $Гкал$;

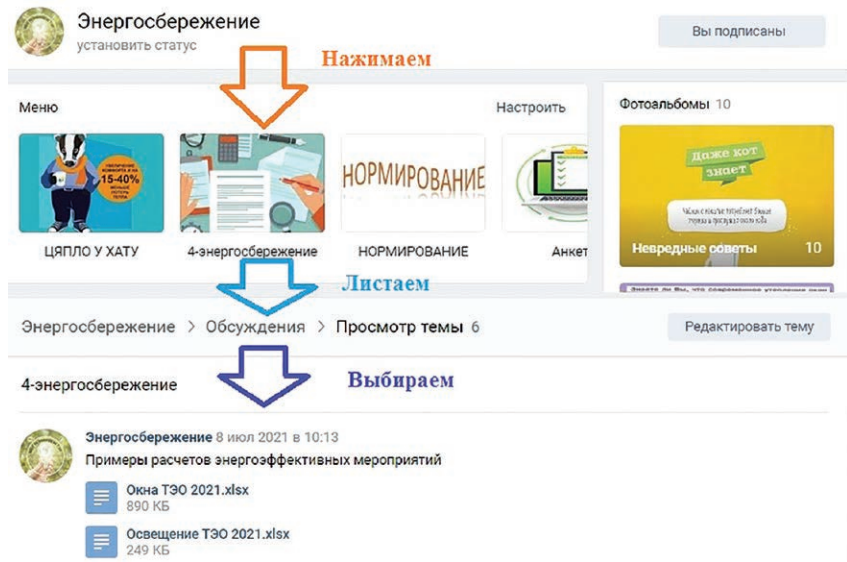
$b_{т3}$ – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике, $кг у.т. / Гкал$;

$k_{пот}$ – коэффициент потерь в существующих тепловых сетях.

Напоминаем, что ознакомиться и скачать вышеописанные шаблоны расчетов в формате Excel можно в группе Вконтакте Могилевского облуправления по надзору за рациональным использованием ТЭР:

<https://vk.com/mogenergoeffekt> ■

К.А. Церковная, главный специалист производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



■ Энергосмесь

В Брестской области готовят котельные к осенне-зимнему сезону

Как сообщил начальник отдела котельного хозяйства и энергетики Брестского областного управления жилищно-коммунального хозяйства Сергей Ананьев, в Брестской области за счет кредита Международного банка реконструкции и развития реализуют проекты по реконструкции котельных. Одну из них – в Каменце – перевели на местные виды топлива и уже ввели в эксплуатацию. В Барановичах в микрорайоне Тексер продолжается реконструкция котельной, а в Бресте и Ляховичах начаты работы по установке котлов.

Кроме того, за счет средств областной инвестиционной программы блочно-модульные автоматизированные газовые котельные делают в Микашевичах Лунинецкого района и Логишине Пинского района. Их мощности небольшие – 1,5–2 МВт, но этого достаточно для отопления домов и социальных объектов. В Логишине котельная скоро заработает в пусконаладочном режиме, а в Микашевичах работы планируют завершить к 10 октября. ■

БЕЛТА

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



- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Допримо III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Пеггинароли»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 $м^3 / ч$ 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

«УПУСКАТЬ ТАКОЙ ШАНС БЫЛО БЫ ГЛУПО»

«Актуальный микрофон»: М.П. Малашенко о теплодернизации многоквартирных домов

В Беларуси набирает силу и ощутимо поддерживается государством инициатива по повышению энергоэффективности многоквартирных жилых домов. Какие возможности дает собственникам помещений Указ № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов»? Кто и каким образом уже воспользовался заложённым в указе механизмом и как действовать тем, кто заинтересовался возможностью государственной помощи и хочет ею воспользоваться? На эти и другие вопросы в программе «Актуальный микрофон» Первого национального канала белорусского радио ответил заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко.

Вопросы в радиостудии задавали ведущие Дмитрий Рубашный и Елена Давидович.

– Какие возможности дает принятый два года назад Указ № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов»?

– Данный указ дает беспрецедентные возможности внедрять энергоэффективные мероприятия в жилом фонде. Прежде всего, это утепление фасада, чердачного и цокольного перекрытий, установка индивидуальных приборов учета и регулирования, пофасадное регулирование, наладка автоматизированных систем теплоснабжения. Поскольку в настоящее время примерная себестоимость тепловой энергии по системе жилищно-коммунального хозяйства находится на уровне 107 рублей за гигакалорию, а население оплачивает на уровне 21 рубля, государству и собственникам выгоден такой подход по софинансированию энергоэффективных мероприятий. Государство взяло на себя обязательства внедрить все те мероприятия, которые хочет потребитель. И только лишь после улучшения качества прожигания

вания в квартирах данного дома, после проверки качества выполненных работ население начинает частично возмещать затраченные ресурсы, распределив этот процесс на 10 лет. Это очень выгодное предложение, аналоги которого в других постсоветских странах отсутствуют.

– Какая часть жилого фонда сегодня не соответствует современным стандартам энергоэффективности?

– У нас более 80% жилых помещений, построенных до 1996 года, по старым проектам, где нормировалось потребление ими тепловой энергии, потребляет свыше 200 кВт·ч на 1 кв. м. Около 20% жилых домов потребляют более 260 кВт·ч на 1 кв. м, остальные 60% – более 120 кВт·ч на 1 кв. м. При этом современные нормы строительства и требования к новым многоквартирным зданиям – 60–90 кВт·ч на 1 кв. м. То есть старый жилищный фонд потребляет в два раза больше тепловой энергии на отопление одного квадратного метра, значит, и собственник квартиры платит вдвое больше. Чтобы этого избежать, следует, повторюсь, установить индивидуальные приборы учета и регулирования, которые предусмотрены в новых домах. Второе – экономия, которую дадут утепление фасадов, утепление чердачных перекрытий, установка приборов группового учета тепла, пофасадное регулирование в зависимости от температур наружного воздуха. Полный набор мероприятий, который предусматривается финансированием в рамках Указа №327, позволяет сэкономить 40–50% тепловой энергии.

– Сколько уже домов воспользовались преимуществами механизма теплодернизации, заложенного Указом №327?

– По финансовой части государство не ограничивает число домов, где можно внедрить эти мероприятия. Сдерживается этот процесс сейчас отношением на-



селения. Мы ограничены неактивностью.

За два года, прошедших с момента принятия указа, его механизмом теплодернизации воспользовались 2 дома в Кличеве и Дрибине. По одному из них подписан договор на внедрение энергоэффективных мероприятий. И еще в 11 домах большинством голосов собственников получено согласие на заключение договоров на внедрение мероприятий по теплодернизации. С жильцами еще одного дома в Сморгони Гродненской области заключили договоры. В настоящее время утверждается техническое задание на проектирование, думаю, что уже в этом году мы приступим и к проектированию. Первые, пилотные дома находятся под пристальным вниманием.

Процесс сдерживается прежде всего внутренним, личным отношением каждого собственника жилья, поскольку у нас еще, увы, бытует мнение, что государство обязано провести ремонт за счет средств бюджета. С 2016 года термореновация многоквартирного дома, установка и замена оконных блоков и проемов при проведении капитального ремонта уже не предусматриваются. Это должны для себя уяснить все. Качество проживания – это зона ответственности самих жильцов.

– Решение о реализации энергоэффективных мероприятий принимается на общем собрании дома, при этом решение считается принятым, если за него проголосовали собственники жилых и нежилых помещений, обладающие более чем двумя третями

голосов от их общего количества. Но люди и о более простых вещах не могут договориться...

– Это самый демократичный механизм, поскольку здесь имеет право голоса только собственник жилья и никто никого не планирует принуждать.

– Но платить за теплодернизацию в рассрочку на 10 лет придется и тем, кто голосовал за теплодернизацию, и тем, кто был против, но оказался в меньшинстве. А сколько стоят мероприятия по повышению энергоэффективности?

– Вы имеете в виду, каков будет ежемесячный платеж, то есть насколько «потяжелеет» жировка. Если будут устанавливаться индивидуальные приборы учета, индивидуальная система регулирования, усовершенствоваться система отопления, то ежемесячный платеж будет составлять от 1,5 до 4 рублей. Выгода же будет в экономии, как я уже сказал, в отопительный период на уровне 40–50%.

Население сейчас возмещает не более 20% стоимости тепловой энергии, но так будет не вечно. Мы движемся к полной, стопроцентной оплате населением всех коммунальных услуг. Проводя теплодернизацию с финансовым участием жильцов, мы тем самым исключаем образование глени на стенах и потолках, необходимость кутать детей; пожилые люди получают достаточно теплое и экономно отапливаемое жилье, за которое они рассчитываются постепенно, в течение 10 лет. Таким образом, мы получаем комфортные условия проживания сегодня. ■

Записал Д. Станюта

СТАРТОВАЛ ЮБИЛЕЙНЫЙ XV РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС «ЭНЕРГОМАРАФОН»



Департамент по энергоэффективности совместно с Министерством образования Республики Беларусь, областными и Минским городским исполнительными комитетами объявили старт в 2021/2022 учебном году XV республиканского конкурса «Энергомарафон». В канун юбилея конкурса мы решили еще раз полистать страницы его истории, вспомнить яркие моменты и собрали осенний букет отзывов и немеркнущих впечатлений о конкурсе.

Как искали пути продвижения энергосбережения

Идея конкурса зародилась в 2004 году. Все началось с небольшого, но оригинального мероприятия, состоявшегося в Витебске. Тогда детям было предложено отразить в виде рисунков и творческих работ то, как они видят способы более эффективного использования энергоресурсов. Идея конкурса была подхвачена другими учреждениями образования, и с 2007 года конкурс охватил всю республику.

Перенесемся в 2004 год. Вспоминает главный редактор журнала «Энергоэффективность» Л.В. Шенец, человек, десятки лет отдавший работе в энергетике и Департаменте по энергоэффективности:



◆ Л.В. Шенец

– Беларуси всегда приходилось импортировать топливно-энергетические ресурсы. Чтобы снизить плату за них, необходимо было развернуть выполнение множества крупных энергосберегающих мероприятий в промышленности, в организациях бюджетной сферы. Но надо было также искать новые подходы. Как гласит пословица, богат не тот, у кого есть ресурсы, а тот, кто научился их рационально использовать. Нужно было найти пути продвижения идей энергосбережения. Мы обратились в управления образования, в школы и детские сады. Инициативы управлений образования Гомельской и Витебской областей поддержали педагоги и преподаватели.

Помню первые рисунки на тему энергосбережения, первую поста-

новку на эту тему в одной из школ Гомеля. Был апрель, в классе было тепло и светло, потому что за окном светило солнце, но отопительный период еще не закончился. Я получил реплику от ученика второго класса: «Посмотрите, мы говорим про экономию, а батареи греют!» И я понял, что этим нужно заниматься все больше и больше.

От конкурса рисунков до конкурса-«тысячника»

В статусе республиканского конкурса проектов по экономии и бережливости «Энергомарафон» впервые был организован и проведен в 2007–2008 годах в рамках выполнения плана мероприятий по реализации Директивы Президента Республики Беларусь № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства». С тех пор его цель неизменна: воспитание у учащихся культуры энергопотребления, формирование навыков рационального потребления энергоресурсов, пропаганда бережного отношения к окружающей среде, а также выявление и распространение передового опыта учреждений образования по организации энергосбережения.

Чтобы получить большую аудиторию, Департамент по энергосбережению принял решение проводить конкурс поочередно в разных городах страны. После Витебска финалистов республиканских «Энергомарафонов» принимали Могилев, Минск, Гомель, Гродно, Дзержинск, Слуцк, Барановичи, снова Витебск, Могилев, Минск и Гродно... В ходе «Энергомарафона-2012» было рассмотрено около 1000 проектов из разных городов. Постепенно к таким цифрам и масштабам привыкли, они как бы задавали планку, ниже которой метить не хотелось. Ежегодно в конкурсе участвуют более 3,5 тыс. учащихся из более чем 500 учреждений образования.

Участвуют и самые маленькие

С первых лет проведения «Энергомарафона» детсадовцы и младшие школьники нашли себя в номинации «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов». На протяжении первого десятка лет выступавшие в этой номинации коллективы малышей назывались просто – агитбригадами. Ребята пели, разыгрывали сценки на тему энергосбережения, демонстрировали свои вокальные, танцевальные, художественные таланты – все было яркими, креативными, творческими. И сейчас каждый год детса-



◆ «Астронавты» с планеты Энергиус

довцы, младшие школьники через различные постановки, спектакли сами постигают способы эффективно использовать энергию и рассказывают об этом другим. Это оказывает определенный эффект на родителей: например, в магазине ребенок может указать маме на энергоэффективную лампу и сказать, что лампу накаливания «мы не берем». В финале последнего «Энергомарафона», например, в самой зрелищной номинации были представлены три команды из детских садиков (Гродно, Витебск, Житковичи).

«Очень важно сегодня заниматься воспитанием детей, прививать им знания и умения, развивать их творчество в этой сфере, отмечал в 2013 году заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Сергей Семашко. – Если мы заложим в наших детях желание и умение рационально использовать ресурсы, то оно сохранится в них на всю жизнь. Дети будут учить этому своих детей. Они должны понимать, что энергосбережение – не повинность, а необходимость. В будущем они могут стать не только энергомнежджерами, но и руководителями, которые смогут проводить государственную политику в этой сфере. И сами дети отвечают на усилия взрослых своей заинтересованностью. Ведь дети должны быть умнее родителей. Но важнее, чтобы дети думали, и чтобы у них было свое видение. Хотя есть серьезные работы, которые легко и эффективно будет реализовать на практике».

Сеть практических центров по энергосбережению

Благодаря «Энергомарафону» по всей стране на базе учреждений образования стали формироваться практические центры по энергосбережению. Лет десять назад на конкурсе появилась номинация «Лучший практический центр (музей) по энергосбережению». Она дала возможность блеснуть и центрам, которые работают всего пару месяцев, и тем, которые существовали многие годы. Постепенно и взрослые и дети сформировали о них свое представление: практический центр – это место, где каждый может получить практические навыки и знания в области ресурсо- и энергосбережения.

В дни проведения финала конкурса каждый раз проводится семинар либо конференция, посвященные вопросам энергосбережения в школе; всегда работает уникальная республиканская выставка учебно-методических и дидактических материалов по энергосбережению. На этих выставках участники демонстрируют свои проекты, методические рекомендации для учителей, наглядные модели. Сегодня вопросы энергосбережения интегрированы в такие предметы, как физи-



◆ Гомельчане в Абу-Даби

ка, химия, но есть примеры, когда они раскрываются и в рамках белорусского языка и литературы: переводы, диктанты с тематическими текстами.

В 2013 году на выставке «Энергомарафона» были показаны обучающие интерактивные стенды, ставшие частью Гомельского областного музея энергосбережения и его лаборатории. Стенды учили, как правильно подобрать утеплитель для стен дома, учитывая коэффициент сопротивления теплопередаче и экономический эффект. А если попробовать жать на педали велоэргометра, то можно физически ощутить, насколько нелегко выработать киловатт-час электроэнергии. Стенд «Много света за небольшие деньги» позволял сравнить различные типы ламп, померить люксметром их световой поток. Еще одно приспособление показывало, сколько энергии потребляет тот или иной бытовой прибор, оставленный в пассивном режиме. В тот год на выставке были также представлены и две уже известные региональные программы «Тестирование энергосбережения» и «Энергокалькулятор», которые были «поставлены на вооружение» всех школ области.

Единственный в Республике Беларусь, Гомельский областной музей энергосбережения, а также экспериментальная технологическая лаборатория, оснащенная инновационным оборудованием, работают в Гомельском государственном областном лицее. Лицей является центром управления образовательной деятельностью учреждений Гомельской области по вопросам энергосбережения. В 2017 году в управлении образования Гомельского облисполкома родился проект «Энергорандеву в Беларуси – 2», предусматривавший замену шиферной кровли здания лицея на черепицу со встроенными фотоэлектрическими панелями. Гомельчане подали проект на международный конкурс «Энергия будущего» имени шейха Зайеда – основателя Арабских Эмиратов – и были награждены в далеком Абу-Даби в качестве финалистов, достойно конкурировавших с остальными 2296 проектами из 112 стран мира. ▶

От «Умных жалюзи» до мини-ГЭС

«За многие годы видно, как изменились подходы к теме, – размышляет Леонид Шеңец. – Начинали с мелочей. Сегодня это уже семь номинаций. Сегодня дети проводят энергетический аудит зданий и сооружений. У нас есть чему поучиться и чем гордиться».

Многие представленные на конкурс проекты практических мероприятий по экономии и бережливости, разработанные школьниками и учащимися колледжей под руководством опытных наставников, стали настоящим руководством к действию, а лучшие из них ребята реализовали в своих учебных заведениях. Здесь стоит вспомнить проект самодействующего энергонезависимого водяного насоса «Водяное сердце», созданный Александром Баковичем из Новоельянской средней школы Гродненской области; освещение входа в помещение за счет использования механической энергии открытия двери (учащийся Полесского государственного аграрного колледжа им. В.Ф. Мицкевича Гомельской области Максим Соловей); компьютерную модель управления режимом работы светофоров города Полоцка, позволяющую сэкономить за два часа не менее 25% топлива (Даниил Пятница из Полоцкого государственного экономического колледжа)...

Ребята из Гомеля установили на лестнице, по которой школьники бегают на переменах, пьезоэлемент. При нажатии на него ногой вырабатывается электроэнергия, которая аккумулируется и используется для подсветки установленного в фойе школы аквариума.

В Брестской области дети на территории учреждения образования построили мини-гидроэлектростанцию: вырабатываемая электроэнергия позволила осветить пристань возле пруда.

Реализуя такие проекты, ребята не только сами учатся эффективно использовать ресурсы у себя дома, в школе, но также убеж-



◆ Проект самодействующего энергонезависимого водяного насоса «Водяное сердце»



даются в необходимости личного участия других людей в решении проблем энергосбережения в повседневной жизни. Это помогает им проникнуться необходимостью учиться энергосбережению, что позволит сберечь природу и климат.

Под руководством учителей школьники исследуют возможности использования зеленой массы растений в качестве сырья для производства биоэтанола (гимназия г. Клецка) и микроводорослей для получения биотоплива третьего поколения, анализируют эффективность пиролиза древесины, монтируют роботизированные системы слежения за положением солнца на фотоэлектрических станциях. На конкурсе становится все больше работ, основанных на принципах возобновляемой энергетики. В числе последних, например, были представлены довольно оригинальные идеи: бесплатный экологичный кондиционер, умные жалюзи, в которые вмонтированы солнечные батареи, термоэлектрический преобразователь, использующий бросовое тепло кухонного холодильника.

Проект «Умные жалюзи» занял второе место в своей номинации. Его автор Даниил Радченко из средней школы №27 г. Гомеля рассказывает: «Сзади умных жалюзи раз-

мещен датчик освещенности. Если на него попадают солнечные лучи, он отправляет сигнал на микроконтроллер, который поворачивает ламели жалюзи с расположенными на них солнечными элементами. Элементы заряжают аккумулятор, от которого через USB-разъем можно подзаряжать мобильные устройства». К тому же жалюзи реагируют на появление солнца и закрываются, представляя собой элемент «умного» дома.

Еще один «серебряный» призер номинации 2018 года – проект «Преобразование солнечной энергии посредством фотоэлементов на красителях». «Нашей целью было доказать возможность создания альтернативы классической кремниевой фотоэлектрической ячейке, которая достигла максимума в своем развитии, – рассказывают Данила Шиман и Григорий Алимов из УО «Минский государственный областной лицей». – В школьной лаборатории мы создали образец. Если его модернизировать, то он будет давать около 4,5 вольт электроэнергии, что вполне сопоставимо с кремниевыми ячейками, но наши ячейки будут более экологичны и просты в производстве».

Интерес вызвал и проект «Дуотермоген» Могилевского государственного областного лицея №3 и СШ №21, демонстрирующий, как с использованием элементов Пельтье разницу температур воды в трубах можно преобразовывать в электроэнергию. В лицее, например, таким образом обеспечено освещение санузла.

Лучшим проектом практических мероприятий по энергосбережению была признана работа 11-классника минской СШ №48 им. Ф.А. Малышева Валерия Пристрона «Природный рекуператор – экологичный бесплатный кондиционер». Идея поражает своей простотой: из обрезанных пластиковых бутылок составляется панель,

которая встраивается в оконный проем горловинами бутылей внутрь помещения. Воздух, проходя через такие трубки, за счет изменения давления охлаждается. Испытания опытной модели показали: за час температура комнаты площадью 64 кв. м снизилась на 4 градуса. При этом не возникает ощущения сквозняка, чувства сухости, нет шума, как от традиционных кондиционеров, и нет никакого энергопотребления.

Самая зрелищная номинация

Дети очень хорошо ориентируются в целях, задачах и приоритетных направлениях социально-экономического развития страны и, в частности, в сфере энергосбережения всегда раскрывают актуальные темы. Например, с прошлого года на «Энергомарафоне» активно демонстрируется тема интеграции Белорусской атомной электростанции в энергосистему республики, использования появляющейся дополнительной электроэнергии. В своих плакатах, рисунках и листовках школьники продвигают использование электромобилей, общественного электрического транспорта.

В Департаменте по энергоэффективности подметили, что при общей картине гендерного равенства участников «Энергомарафона» парни, учащиеся средних профессионально-технических учреждений больше участвуют в проектах практических мероприятий по энергосбережению. Девушки же представляют более качественные и глубокие работы в творческих номинациях. У них более красочно получается выразить себя в подноминациях «Плакат» и «Видеоролик» номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов».

Постоянные читатели журнала «Энергоэффективность» имеют возможность познакомиться с лучшими плакатами «Энергомарафона», которые мы регулярно публикуем. Плакат – не только проявление художественного мышления и графических навыков автора. Это крупная изобразительная форма, которая обязана отличаться яркостью образа и лаконичностью заложено-



◆ **Илья Вилкс со своим плакатом «Беларусь – движение к лучшему!»**

го в нем смысла, что привлекает внимание зрителя и легко прочитывается.

Как показывает подноминация «Листовка», дети правильно понимают цели, задачи, приоритеты социально-экономического развития Беларуси. Поэтому многие работы посвящены развитию электротранспорта в стране, экологической зарядке электрокаров. Таким образом, ребята не только участвуют в соревнованиях, занимаются самообразованием, но и осознают, что каждый из нас должен вносить свой вклад в деятельность по повышению энергоэффективности.

По мнению жюри, работы – победители в подноминации «Видеоролик» можно и нужно предлагать на телевидение в качестве социальной рекламы. В видеоролике, занявшем первое место в финале нынешнего года, авторы раскрыли Цели устойчивого развития, провозглашенные ООН. Не случайно конкурс «Энергомарафон» является одним из мероприятий, включенных в План Совета по устойчивому развитию, по популяризации среди детей и молодежи Целей устойчивого развития, в частности Цели №7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех».

Весь спектр наград и поощрений

В ходе многочасовой финальной церемонии победителям конкурса в каждой номинации вручаются дипломы, медали, кубки, ценные подарки и призы, включая денежные сертификаты на реализацию в их учреждении энергосберегающих мероприятий.

Например, на областном и республиканском этапах конкурса «Энергомарафон-2019» был успешно представлен опыт работы в сфере энергосбережения, накопленный в яслях-саду №7 г. Новогрудка. В качестве приза учреждению образования было выделено 40 тыс. рублей из республиканского бюджета на дальнейшую реализацию энергоэффективных мероприятий.

В истекшем учебном году призовой фонд по номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» составил 350 тыс. рублей и был распределен среди всех участников с учетом занятых мест. Эти суммы позволяют школам, яслям-садам, гимназиям, колледжам в том числе заменить освещение, окна, модернизировать тепловой пункт. А если денег не хватает, Департамент по энергоэффективности изыскивает другие источники финансирования, чтобы помочь учреждениям образования реализовать намеченные задумки.

Но и это – еще не весь спектр наград и поощрений для победителей «Энергомарафона».

Ежегодно, начиная с 2015 года, Департамент по энергоэффективности направляет



◆ **«#ВместеЯрче» с участием белорусских школьников**

лучшие детские коллективы и учащихся из Беларуси – победителей и призеров республиканского конкурса «Энергомарафон» в Российскую Федерацию для участия в тематической специализированной образовательной смене «Школа молодого энергетика» на базе Всероссийского детского центра «Смена» в Анапе.

«Школа молодого энергетика» – специализированная смена, направленная на привлечение внимания молодого поколения к вопросам охраны окружающей среды, стимулирование творческих способностей молодежи и профессиональную ориентацию школьников по направлениям энергетики. В рамках мероприятий школы подробно рассматриваются вопросы энергоэффективности, инженерной экологии, а также развития энергетики и новых технологий. В 2019 году видеоролик «Я берегу энергию», который создала наша школьница, учащаяся 8 класса средней школы №4 г. Дзержинска Анастасия Пекарчик, стал победителем конкурса «Школы молодого энергетика». В ролике «Береги воду» школьница показала роль воды в сохранении жизни на Земле и получила ценный приз от Фонда содействия реформированию ЖКХ Российской Федерации.

В 2017 году активные участники и неоднократные победители «Энергомарафона» из Гомельской области, а в 2019 году – из Могилева и области провели лето во Всероссийском детском центре «Орленок» на Черном море. Там они приняли участие в тематической образовательной смене ▶

«#ВместеЯрче» на базе лагеря «Звездный». Подростки познакомились с современными экологичными энергосберегающими технологиями, которые позволяют экономить энергию дома и в школе; приняли участие в лекциях, квестах и мастер-классах по дизайн-мышлению, других творческих и игровых событиях, познакомились с солнечной и атомной энергетикой, попробовали создать 3D-макет энергетических объектов, провели опыты по получению энергии с помощью привычных предметов.

Конкурс помог поступить

Финал XIV республиканского конкурса «Энергомарафон» впервые за четырнадцатилетнюю историю проходил в онлайн-формате: финалисты ожидали результатов в режиме стрима. Во многих учреждениях, областных институтах развития образования были организованы студии, из которых участники конкурса и гости мероприятия следили за онлайн-трансляцией. Главная студия была построена в г. Борисове на базе УО «Борисовский государственный колледж». На протяжении трехчасовой трансляции к ней подключались областные студии и отдельные учреждения образования.

Заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко подчеркнул, что за четырнадцать лет совместной работы Департамента по энергоэффективности с системой образования сделано многое: «Развитие этой идеи – заслуга прежде всего педагогов-преподавателей, которые загорелись ею в далеком 2004 году и зажгли своих учащихся. В нашем конкурсе нет просто участников – в нашем конкурсе все победители. Они уже первые, потому что не боялись дать новую идею, пойти за преподавателем, выйти на сцену школьного, районного, областного, республиканского уровня. Многие из участников сейчас учатся в самых престижных учебных заведениях и не жалеют о том, что будучи маленькими и зелеными, принимали участие в этом конкурсе и добивались побед».



И действительно, семь лет назад участие в «Энергомарафоне» с самым масштабным своим проектом принимал школьник Евгений Богинов. Сейчас парню 21 год, он закончил Минский радиотехнический колледж и проходит отработку по профессии. «После подготовки к тому конкурсу подготовка ко всем другим конкурсам в моей жизни кажется очень легкой», – с улыбкой вспоминает Евгений.

В ходе финальной церемонии последнего «Энергомарафона» на связь с аудиторией вышли выпускники Могилевского областного лицея №3, призеры XIII республиканского конкурса «Энергомарафон» Роман Коробейников и Никита Дудко. Один из них поступил в Московский ФТИ, другой – в минский БГУИР. Это было непростой задачей, но, как признались ребята, огромную роль сыграло участие в «Энергомарафоне»: помогли дипломы конкурса.

Легко ли быть постоянными победителями?

На последнем «Энергомарафоне» кубок, диплом за первое место и сертификат на выделение средств из республиканского бюджета в рамках финансирования Государственной программы «Энергосбережение» для реализации мероприятий по повышению энергоэффективности в сумме 100 тыс. рублей получили педагоги ГУО «Средняя школа №4 г. Дзержинска». Пропагандой идей энергоэффективности там занимаются уже не один десяток лет. С 2015 года школа №4 стала пилотным объектом проекта ПРООН/ГЭФ «Энергоэффективность в школах».

СШ №4 г. Дзержинска является демонстрационной площадкой комплексного под-



хода в реализации энергоэффективных мероприятий. Там внедрены современные технологии, позволяющие сократить энергопотребление в два раза. В частности, на крыше установлены солнечные коллекторы, утилизаторы теплоты для подогрева приточного воздуха, утеплены стены и кровля. Вместо обычных окон там установлены двухкамерные стеклопакеты, вместо ламп накаливания – энергосберегающие, за отопительными приборами находятся теплоотражающие экраны. И это не полный список энергосберегающих мер.

Кроме технической составляющей, важным является образовательный аспект. Педагоги школы прошли специальное обучение по разным аспектам энергосбережения и теперь делятся своими знаниями и опытом с другими учителями, а также интегрируют занятия по энергоэффективности в учебный процесс. У них много идей, которые в скором времени будут воплощены в жизнь.

Как энергосбережение связано с системой образования?

Судить такой конкурс, как «Энергомарафон» непросто. Председатель жюри конкурса, начальник отдела правовой работы, кадровой политики и коммуникаций Департамента по энергоэффективности Госстандарта Виталий Крецкий рассказывает, что когда жюри работало в очном режиме, у того или иного члена жюри всегда был соблазн отстоять интересы своей области и продвинуть проекты ее представителей. Но года три-четыре назад Департамент по энергоэффективности Госстандарта создал интернет-портал по «Энергомарафону», где каждый из членов жюри оценивает работы онлайн, независимо от мнения других членов. Он не может голосовать за работы своего региона, что полностью исключает недобросовестную конкуренцию.

А конкуренция среди детей велика, что говорит о высоком качестве представляемых на конкурс работ.

«В самом названии конкурса присутствует «марафон» – а это значит «долго», – размышляет начальник главного управления по образованию Минского облисполкома Николай Башко. – Поэтому его актуальность будет сохраняться еще на протяжении многих лет. Эффективность расходования энергетических ресурсов здесь настолько увя-

зана с образованием, что помогает глубже погрузиться в проблематику. Все чаще ребенок оказывается более образованным в вопросах энергосбережения, чем его родители. Думаю, в этом отношении родители будут благодарны системе образования.

Как энергосбережение связано с системой образования? Образование – сфера бюджетная, следовательно, стоит задача бюджетные средства беречь. И значимой частью бюджета сферы образования являются траты на тепло- и электроэнергию. Поэтому в глобальном смысле наша задача – научить ребенка беречь тепло и электрическую энергию в учреждении, где он учится. А потом – и на домашнем, бытовом уровне, где он уже считает и деньги, которые тратит семья. Каждый год «Энергомарафон» формирует у все большего количества ребят понимание бережного отношения к энергоресурсам и к природе. Ведь Земля у нас одна и даже ее возобновляемые ресурсы рано или поздно могут закончиться. Бережное отношение ко всему должно стать глубинным осознанием каждого ребенка».



◆ Н.Н. Башко

Конкурс проходит в два этапа: с сентября по январь – среди учреждений образования областей и г. Минска, затем победителей в каждой номинации из каждой области



◆ Переходящий вымпел «Энергомарафона» принимают брестчане

представляют на финальный республиканский этап.

В марте нынешнего года в торжественной обстановке переходящий вымпел «Энергомарафона» был вручен начальнику управления по образованию Брестского облисполкома Ю.Н. Просмыцкому и начальнику Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР А.П. Квасову. Это означает, что в марте следующего года финал юбилейного XV республиканского конкурса «Энергомарафон» пройдет на базе одного из учреждений образования Брестской области. ■

Дмитрий Станюта

Энергосмесь

Новая котельная в Слуцке использует в качестве топлива фрезерный торф

9 сентября 2021 года состоялась торжественная церемония открытия котельной №3 КУПП «Слуцкое ЖКХ» в г. Слуцке.

В церемонии открытия приняли участие заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко; заместитель председателя Минского облисполкома Александр Кручанов; заместитель министра энергетики Ольга Прудникова.

Строительство энергоисточника осуществлялось в рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 февраля 2021 г. № 103. Суммарная тепловая мощность котельной составля-

ет 14,0 МВт. Заказчиком выступило КУПП «Слуцкое ЖКХ».

Стоимость объекта строительства составила 12 млн 686,36 тыс. рублей, из которых 260 тыс. рублей республиканского бюджета было направлено на приобретение оборудования.

В качестве топлива на котельной используется фрезерный торф, доставка которого осуществляется из ОАО «Старобинский ТБЗ».

В здании котельной установлены четыре водогрейных котла агрегата белорусского производства с механизированной подачей топлива: три котла КВ-Рм-4Т единичной мощностью 4 МВт и один котел КВ-Рм-2Т мощностью 2 МВт.

Ввод новой котельной позволил вывести из эксплуатации старую котельную, рабо-



тавшую на природном газе, снизить себестоимость 1 Гкал тепловой энергии за счет годового замещения около 3,6 млн куб. м импортируемо-



го природного газа и увеличить долю местных ТЭР в балансе котельно-печного топлива. ■

Пресс-служба Департамента по энергоэффективности Госстандарта



МНЕНИЯ ВЛАДЕЛЬЦЕВ О САМЫХ ПОПУЛЯРНЫХ МОДЕЛЯХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В БЕЛАРУСИ

Количество электрокаров на дорогах Беларуси растет. Подобрали самые часто встречающиеся модели электромобилей и узнали у их владельцев, почему выбор пал именно на этот электромобиль, насколько он экономичен с финансовой точки зрения, с какими сталкиваются неудобствами.



2021-й год можно считать годом бума на электромобили. Только за текущий год их количество выросло в два раза. По состоянию на сентябрь чистых электромобилей насчитывается в стране порядка 1800 единиц, а вместе с подключаемыми гибридами – более 3000! Обусловлено это тем, что до конца текущего года не нужно платить таможенную пошлину на ввозимые электромобили. Также немаловажным фактором является активно развивающаяся инфраструктура, позволяющая заряжать аккумуляторные батареи не только в крупных городах, но и во многих районных центрах, а также на трассах. Электрокары просты и экономичны в обслуживании, удобны в управлении, современны и модны!

Как выглядит топ-5 самых распространенных моделей электромобилей, которые можно встретить на дорогах Беларуси?

1 Начнем с самой популярной модели электрокара не только у нас в стране, но и в целом в Европе и мире – Nissan Leaf. Серийно выпускается данный электромобиль с весны 2010 года. Эта модель электрокара считается бюджетной ввиду невысокого запаса хода, однако в моделях начиная с 2019 года и этот недостаток сведен на нет.



«Год назад по рекомендации супруга я пересела на электромобиль, – рассказывает Марина, жительница Минска, – выбор пал на бюджетный Nissan Leaf 2014 года. Поскольку ранее водила обычный автомобиль с ДВС с объемом двигателя 2,5 литра, теперь экономность зарядки электричеством очень ошутима и приятна.

Однако есть и минус у нашего Nissan'a – небольшой запас хода. Если по городу я перемещаюсь с абсолютным комфортом: полного заряда батареи хватает для активных поездок в течение нескольких дней, а в случае чего – всегда можно дозарядиться, благо зарядных станций по Минску достаточно, – то для поездок за город на дачу приходится выбирать не самый удобный маршрут с зарядной станцией по пути. Поэтому всерьез раздумываю над покупкой другой машины с большим запасом хода, однако несомненно это также будет электромобиль!»

2 Следующим представляем электрокар Chevrolet Bolt. Запаса хода в 400 км хватит даже для далеких путешествий. Из недостатков стоит отметить необходимость покупки и использования переходника для зарядки, поскольку изначально у этого электромобиля американский разъем. Также многие владельцы этого электрокара обращаются к услуге переоборудования разъема под европейский стандарт.

«Уже полгода работаю в службе такси за рулем Chevrolet Bolt, – говорит Дмитрий, водитель из Минска, – ранее не доводилось управлять электромобилями. Автомобиль служебный, однако я по-настоящему влюбился в него, да настолько, что сейчас всерьез прорабатываю покупку аналогичной модели, но уже в личное пользование.

Управлять им сплошное удовольствие: маневренный, быстрый, бесшумный, вместительный. За полгода работы не перестаю отвечать на многочисленные вопросы пассажиров, когда они осознают, что их везут на электрическом транспорте. Использование переходника для зарядки не смущает, наоборот, нашел в этом свой плюс – порой, когда припарковаться непосредственно около зарядной станции не удастся, с помощью переходника можно удлинить зарядный кабель. Летом на полной зарядке могу проехать до 400 км, однако зимой в лютые морозы запас хода снижается до двух раз – это можно назвать минусом, однако, как по мне, это не столь существенно – зарядных станций для пополнения заряда батареи более чем достаточно!»



3

BMW i3 – комфортный современный электромобиль с небольшим запасом хода – до 200 км.

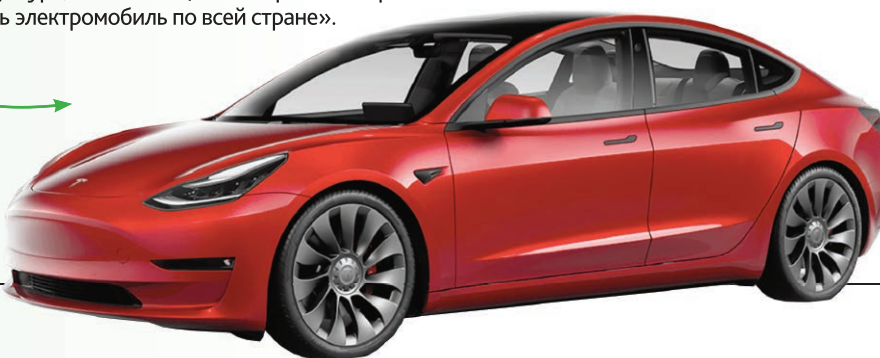
«Идеальный автомобиль для езды по городу, получаю огромное удовольствие от управления им, – рассказывает Геннадий, 59 лет, бывший спортсмен, – три года уже являюсь счастливым владельцем BMW i3, считаю, что это лучший выбор по соотношению «цена-качество» среди всех автомобилей.

Живу за городом, имею возможность заряжать свой электромобиль от бытовой розетки, что выходит очень экономично, однако и выбравшись в город, не стесняюсь заряжаться от общественных зарядных станций. Несомненным плюсом у этой модели электромобиля является возможность заправляться и бензином – это дает своего рода свободу передвижения. Важным плюсом для меня является официальное обслуживание BMW на территории нашей страны, чем может похвастаться далеко не каждый электромобиль, а любой автомобиль по моему мнению нужно приобретать только с официальным сервисом. Несмотря на свои внушительные габариты, мой электромобиль очень быстр – за 6 секунд разгоняется до 100 км/ч, отлично вписывается в повороты и крайне приятен в управлении».

4

Tesla model 3 – стильный компактный электромобиль с большим запасом хода и высокой динамикой разгона. Эффектный, но без излишеств.

«Это уже моя вторая Tesla, – рассказывает Сергей из Минска, – иду в ногу со временем и поэтому выбираю электрический вид транспорта, а именно Tesla – поскольку считаю эту марку автомобилей лидером на рынке. Мир семимильными шагами переходит на электротранспорт, и Беларусь – не исключение. Активно развивается зарядная инфраструктура, позволяющая без проблем зарядить электромобиль по всей стране».



5

Tesla model S – электромобиль премиум-класса, самый дорогой из представленных. Данная модель обладает наивысшими запасом хода и скоростью разгона, оставаясь при этом вполне семейным автомобилем, вмещающим до семи человек.

Тимур, владелец Tesla из Гомеля, рассказывает: «Приобрел себе этот электромобиль в декабре прошлого года. Ранее пользовался исключительно автомобилями с ДВС. К покупке пришел сам, понял, что будущее уже наступило и оно – за электромобилями. Комфортабельный салон, отличный запас хода и управляемость, множество высокоинтеллектуальных опций. Регулярно езжу из Гомеля в Минск и с каждым разом осознаю, насколько это недорого и удобно – зарядных станций на пути предостаточно! Понимаю, что если бы не столь высокая цена на Tesla, то уже как минимум треть автомобилей на дорогах были бы именно этой модели. Стоимость – главный минус этой модели автомобиля, если не единственный».

Отдельно, вне рейтинга, хотел бы представить Fiat e500. Первая ассоциация, которая возникает, когда встречаешься с данным электромобилем – какой же он милый! Действительно, первое, что подкупает, это внешний облик электрокара. Стильный, яркий, компактный – идеальный городской автомобиль с экологически чистым характером и неплохим запасом хода. Однако есть



существенный минус – отсутствие быстрой зарядки.

Владелец Fiat e500 из Минска Павел делится своими впечатлениями о данном электромобиле: «Хорошее решение для поездок по городу – быстрый, юркий, запаса хода достаточно. Отличное решение по соотношению «цена-качество». Обычно заряжаю дома или на даче от бытовой розетки, поэтому отсутствие в автомобиле порта для быстрой зарядки не смущает. В городе же на станциях зарядки переменным током до 100% аккумуляторная батарея обычно заряжается в течение двух часов, что не так уж и долго».



Очевиден тот факт, что рост числа электромобилей в Беларуси будет продолжаться. До конца года не нужно будет платить таможенную пошлину на ввозимые электромобили, а НДС в размере 0% на ввозимые электрокары продержится как минимум до конца 2025 года, что позволит существенно сэкономить на покупке, поэтому если давно присматривались, то сейчас – самое время! Активно развивающаяся зарядная инфраструктура позволит комфортно эксплуатировать электромобиль даже в самых отдаленных уголках страны. Остается только подобрать модель по душе. ■

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

ЭЛЕКТРОДОМА: ПЛЮСОВ БОЛЬШЕ, НО МИНУСЫ ИМЕЮТСЯ

Многokвартирное жилье в стране возводится постоянно. Строительство домов, где отопление и горячее водоснабжение осуществляются посредством электричества, ведется лишь четвертый год. Причем если в 2018-м речь шла о 5,7 тысячи квадратных метров на всю страну, то в этом году планируется построить 135 тысяч «квадратов». Планы на пятилетку еще амбициознее – около 2 млн квадратных метров электродомов. Но как выглядит новое жилье изнутри? Насколько комфортно в нем проживать? О плюсах и минусах жилья на электричестве узнавала журналист «Р».



◆ Дома на электроотоплении

Автономность – это важно

Барановичи встречают нас ярким солнцем и заметным орнаментом на домах нового электрического квартала по улице Профессиональной. Слева еще частный сектор, а уже через дорогу справа от него – новенькое жилье, сданное в эксплуатацию в конце прошлого года. Три дома на 231 квартиру. Говорят, на их месте когда-то были воинская часть, склады. Военные отсюда давно ушли, и оставалась невооруженная территория. Тут и появились три дома на электри-

честве. Начальник управления архитектуры и градостроительства Барановичского горисполкома Виталий Полуянчик поделился, что в перспективе электрозастройка квартала расширится. Уже сейчас такие планы есть.

Около одного из подъездов встречаем Павла. По счастливому стечению обстоятельств он с семьей живет в новом доме практически с первых дней ввода. А значит, некоторое представление о том, вытянули они лотерейный билетик или нет, у него имеется. Комфортно ли молодому семейству в двухкомнатной квартире?

– Новое жилье построили по льготному кредиту как молодая семья. До этого жили в общежитии, снимали квартиру. Конечно, здесь комфортнее. Нам нравится автономность – тепло можно получить в любой се-

зон, даже неотапливаемый. Деткам тепло. По оплате тоже нареканий нет. В отопительный сезон выходило примерно 100 рублей, а сейчас – около 60.

Греть воду часами

Возможность регулировки под себя, как показал дальнейший опрос жильцов других электродомов города, привлекает практически всех. Как и отсутствие месяцев отключения, когда нужно приспосабливаться к жизни без горячей воды. Оплата, а это тоже показатель немаловажный, вопросов у жильцов не вызывает.

– Негативных отзывов не встречал, – подытоживает заместитель начальника КУРЭП «ЖРЭУ г. Барановичи» Сергей Пятигоров. – Привлекает автономность. Что касается оплаты, мы даже проводили сравнительный анализ. Брали несколько квартир в старой застройке и электрической. Вышло, что в электродомах в отопительный сезон общий «вес» жировки на 10–15 рублей был дешевле, чем в других. Да, сама электроэнергия обходится дороже, но абонент отдельно не платит за тепло и газ.

Но так, чтобы совсем без изъянов, наверное, не бывает. Одно замечание повторили все опрошенные нами жильцы барановичских электродомов. Большим местом оказался небольшого объема бойлер, воды в котором даже на двух взрослых членов семьи хватает не всегда, рассказала жительница дома по улице Орджоникидзе Юлия:

– Нас пока здесь двое взрослых, ждем ребеночка. Но теплой воды на двоих за один раз не хватает. А между нагревами часы ожиданий. Это очень неудобно. В остальном все нравится.



◆ Возможность регулировки под себя, как показал дальнейший опрос жильцов других электродомов города, привлекает практически всех



◆ Заместитель начальника КУРЭП «ЖРЭУ г. Барановичи» Сергей Пятигоров

К своеобразной системе подогрева воды не может привыкнуть и живущая в соседнем доме Зухра:

– Казалось бы, все хорошо. И дом мне нравится, за жилье не переплачиваю. Центр города, садик через дорогу, магазины в шаговой доступности. Но бойлер – головная боль. Если нужен большой расход воды, готовься долго ждать.

Перевод здешнего жилья «на электро-тягу» продолжится, акцентировал Виталий Полуянчик. Уже в следующем году начнется строительство нового электрического квартала по улице Волошина. Пока по будущим четырем электродомам активно оформляется документация.

– Надо сказать, что в этой части города уже подготовлена некоторая социальная инфраструктура к электрозастройке – имеются два детских садика, в 2021-м вводится новая школа, есть аптеки, магазины, дома быта. В итоге мы получим застройку еще на 572 квартиры.

Виталий Полуянчик подчеркнул, что здесь дома на электричестве были жизненно необходимы, поскольку появились на месте старой индивидуальной застройки:

– Район примечателен тем, что он не способен принять отопление от теплотрассы – та, которая имеется, уже на пределе. Это тот случай, когда электричество провести проще и дешевле.

Ситуация может измениться

Но помимо того что, как говорят специалисты, электрическое направление удешевляет жилье почти на 10 процентов, на повестке дня остается еще множество вопросов. В частности, нормативная база для строительства жилья, где для целей отопления и горячего водоснабжения используется электричество, обращает внимание

главный научный сотрудник ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.» Владимир Пилипенко:

– Немаловажно дать ответ на вопрос: должны ли быть электрокотлы централизованными – на дом или индивидуальными – на квартиру? Скандинавские страны и Китай пришли к выводу, что наиболее рационально применять общедомовые котлы. Наши специалисты солидарны с этим, но необходимо проведение соответствующих исследований и экономической оценки вариантов с учетом среднесрочной и более длительной перспективы. Но насколько мне известно, такое исследование никому не поручено.

Еще один важный аспект проблемы, отмечает Владимир Пилипенко, – это совершенствование тарифной политики:

Несмотря на мелкие неудобства, электрожилье пользуется популярностью. – Пока мы наблюдаем ведомственное столкновение интересов, когда структуры ЖКХ предлагают понизить тарифы, а Минэнерго объясняет, что на данном этапе это сделать невозможно. Здесь нужно принимать волевое решение на более высоком уровне, тем более что негативный отклик от граждан имеет место. Около трети опрошенных жителей электродомов все же сетуют на высокую стоимость жировок.

Немаловажно, по словам ученого, определить регионы и районы в планировочной структуре крупных городов страны, где экономически обосновано применение электрической энергии в системах отопления и горячего водоснабжения. К слову, там, где есть ТЭЦ, наверняка изменения не нужны.

– Для каждого региона необходимы перспективные планы развития жилищного строительства, где должен быть раздел, предусматривающий использование электрической энергии для отопления и горячего водоснабжения. Но надо понимать, что ситуация может поменяться уже в ближайшей перспективе. Сегодня электричества много. А завтра могут возобновиться экономические связи с границащими с нашей страной государствами – и часть электроэнергии уйдет на экспорт. Как будут чувствовать себя электрозависимые отрасли тогда? ■

Вера Артеага, газета «Рэспубліка»



◆ Новые кварталы Барановичей будут современными и комфортными

Жители еще четырех домов «заказали» тепломодернизацию по механизму Указа №327

За 8 месяцев текущего года специалисты Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР приняли участие в 37 общих собраниях собственников помещений в жилых многоквартирных домах по вопросам реализации Указа Президента Республики Беларусь от 04.09.2019 №327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов» при проведении капитального ремонта здания.

В ходе собраний участникам разъяснялись технические аспекты планируемых работ, озвучивалась ориентировочная стоимость работ на квадратный метр утепляемой поверхности и на квартиру в зависимости от ее общей площади.

По результатам состоявшихся собраний жители четырех домов Могилевской области приняли решение о проведении работ по тепловой модернизации ограждающих конструкций.

Одним из первых домов, участвующих в программе, стал дом в городе Климовичи по переулку имени 50 Лет СССР, 12. Этот дом расположен рядом с домом, прошедшим тепловую модернизацию в 2020 году (переулок имени 50 Лет СССР, 14).

Такое соседство, конечно, стало решающим фактором, побудившим жителей дома №12 к финансовому участию в тепло-модернизации. Снижение теплопотерь после утепления дома №14 представлено на термограммах, фотографии 1–3.

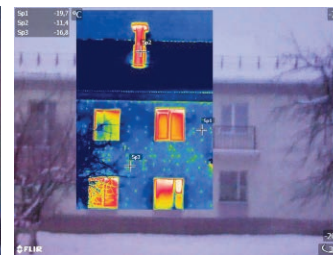
Как результат проведенных работ собственники получили самое главное – уменьшилась оплата за тепло, повысился комфорт



Фотография 1



Фотография 2



Фотография 3



Фотография 4



Фотография 5



Фотография 6

проживания, улучшилась эстетика внешнего вида дома.

В противоположность утепленному дому – яркая демонстрация теплопотерь жилого дома №12 и его внешний вид до проведения модернизации представлены на фото 4–6 с термограммами.

В настоящее время работы по капитальному ремонту с одновременным проведением утепления дома завершаются (фото 7–8).

В стадии реализации находится и тепло-модернизация остальных трех домов, жильцы которых проголосовали за проведение работ. В Глусске по улице Швалякова, 8 и Славгороде по улице Дзержинского, 5 заканчиваются работы по разработке проектно-сметной документации. В Кировске по 1-му переулку Орловского, 3 приступили к проведению работ по капитальному ремонту и тепловой модернизации.

В планах Глусского, Кировского и Славгородского УКП «Жилкомхоз» – завершить все работы по указанным домам до начала отопительного сезона 2021–2022 годов.

Еще раз хотим напомнить, что финансирование работ по тепловой модернизации жилого фонда в соответствии с положениями Указа №327 осуществляется следующим образом:

50% стоимости оплачивает государство;

50% – жильцы с ежемесячной оплатой равными долями в течение 10 лет.

Стоимость работ, выполненных в 2020 году по утеплению фасада жилого дома по пер. им. 50 Лет СССР, 14 в г. Климовичи составила 67 499,82 рубля. Ежемесячная плата собственников жилых помещений была зафиксирована договорами и составляет (сейчас и неизменно на протяжении 10 лет):

Наша справка

Все собственники жилого дома, участвующие в тепловой модернизации, в соответствии с Указом №327, имеют право на 50-процентную безвозмездную государственную субсидию и 10-летнюю рассрочку для оплаты оставшейся части суммы без процентов, без изменения суммы (перерасчета) в течение всех 10 лет.

для двухкомнатной квартиры – 16,62 рубля; для трехкомнатной квартиры – 19,37 рубля.

Как же выглядит такое начисление? Пример реальной жиро-вки после модернизации представлен на сайте Департамента по энергоэффективности в разделе <http://teplovdomeby.tilda.ws> «Примеры выполненных работ по реализации энергоэффективных мероприятий».

А мы предлагаем жильцам самим решить, хотят ли они участвовать в программе по тепловой модернизации жилого фонда Республики Беларусь и тем самым сделать свой дом более комфортным с использованием государственного субсидирования. ■

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



Фотография 7



Фотография 8

В.А. Седнин,
заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор

Е.О. Иванчиков,
соискатель кафедры, м.т.н.

В.А. Калий,
магистрант

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАТИВНО-УТИЛИЗАЦИОННОЙ СХЕМЫ С ВОЗДУШНОЙ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКОЙ НА БАЗЕ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРОКАТНОГО СТАНА

Аннотация

В статье представлены результаты исследования эффективности энерготехнологической схемы на базе нагревательной печи прокатного стана, отличительной особенностью которой является применение в регенеративном контуре подогрева воздуха-окислителя установки воздушной газовой турбины. Получены зависимости для электрического КПД и коэффициента использования топлива регенеративно-утилизационной схемы от температуры нагрева воздуха-окислителя, подаваемого на горение в печь, и степени сжатия воздуха в газотурбинной установке. Показано, что применение инновационного решения в части модернизации регенеративного контура подогрева воздуха-окислителя позволяет получить дополнительно выработку электроэнергии в размере 7...9% от первичного потока энергии топлива, потребляемого нагревательной печью, без нарушения технологического процесса нагрева металла при коэффициенте использования топлива около 65%.

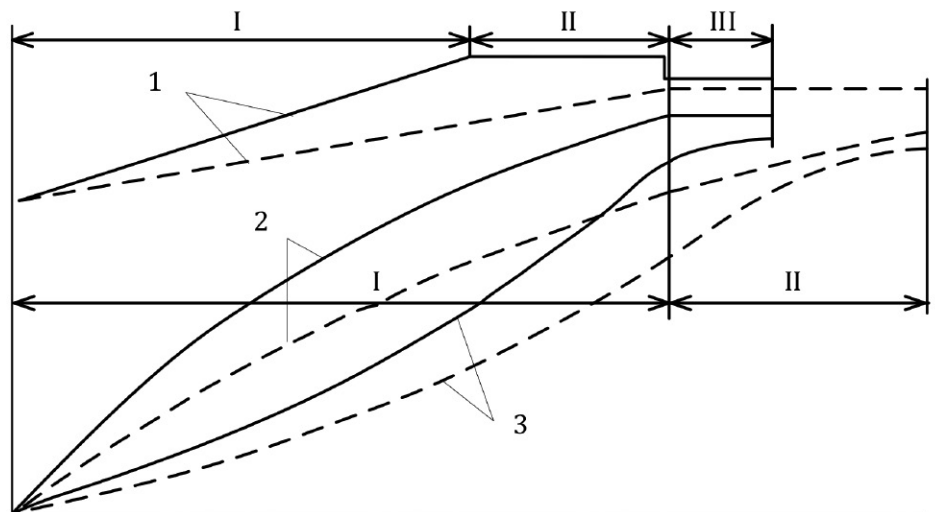
Annotation

The article presents the results of a research of the efficiency of energotechnological scheme based on the heating furnace of rolling mill which has such a feature as use of an air gas turbine in a regenerative heating circuit of an oxidizer air. Relations of electrical and general efficiency of regenerative-utilization scheme on the thermodynamic parameters are derived. It is indicated that use of innovative solution in part of modernization of regenerative heating circuit of an oxidizer air allows to obtain additional power generation in the rate of 7...9% of the primary fuel energy flow consumed by the heating furnace and fuel utilization factor of about 65% without disturbing the technological process of metal heating.

Введение

Основными цехами современного металлургического мини-завода являются сталеплавильный и прокатный [1]. Схема их расположения предусматривает движение потока металла только в одном направлении, начиная от сталеплавильного цеха и кончая складами готовой продукции прокатных цехов. Для нагрева металла перед горячей обработкой давлением применяются нагревательные печи непрерывного действия, основными типами которых в прокатном производстве являются толкательные печи, печи с шагающим подом и шагающими балками, кольцевые печи. Ввиду того, что металл и греющая среда (продукты сгорания) движутся навстречу друг другу, такие печи получили название методических [2].

Тепловой и температурный режимы этих печей носят квазистационарный характер в пространственных точках рабочего пространства печи и нестационарный характер изменения температурного поля самих заготовок, перемещающихся по печи от места садки к их выдаче (рис. 1). Характер изме-



Теплотехнические зоны: I – методическая; II – сварочная; III – томильная; температуры: 1 – продуктов сгорания; 2 и 3 – поверхности и центра металла; температурный график нагрева: ---- двузонный; — — — — трехзонный.

Рис. 1. Профили распределения температур продуктов сгорания и металла в методических печах

нения температуры как греющей среды, так и заготовок по длине печи определяется количеством и назначением зон печи.

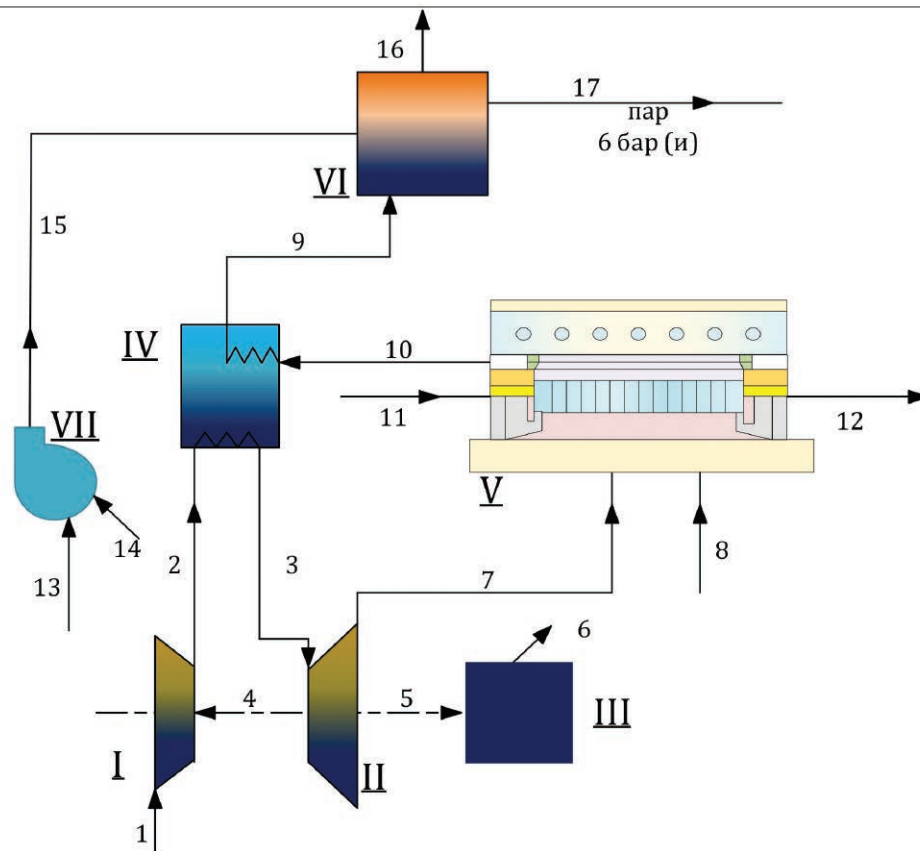
Металл поступает в методическую зону (зону наиболее низких температур греющей среды) и, продвигаясь навстречу продуктам сгорания, постепенно нагревается в щадящем режиме, чтобы не возникли предельные температурные напряжения внутри заготовок. Во второй по ходу металла зоне (сварочной) стремятся достичь максимальной интенсивности нагрева. Интенсификация нагрева приводит к быстрому повышению температуры поверхности заготовок, и общее время нагрева сокращается, но при этом одновременно повышается интенсивность процессов окисления и обезуглероживания металла (на лицо компромиссная задача оптимизации режимов нагрева).

Основной задачей, которая решается в третьей по ходу металла зоне (томильной), является выравнивание температуры по сечению заготовки (допустимый уровень перепада температур определяется типом механической обработки металла после нагрева). Следовательно, для каждой конкретной печи и каждого вида заготовок существует оптимальный режим нагрева, обеспечивающий минимальное окисление и обезуглероживание металла и требуемый перепад температур по сечению при максимально возможной производительности.

Соблюдение вышеперечисленных требований приводит к высокой температуре продуктов сгорания (уходящих дымовых газов) на выходе из печи и, как следствие, к низкой тепловой эффективности печи из-за высоких тепловых потерь с уходящими газами. Для повышения эффективности использования потенциала топлива применяют мероприятия по регенерации и утилизации тепловых отходов, но при этом на первом месте должно оставаться соблюдение требований оптимизации технологического режима нагрева металла.

Таким образом, нагревательные методические печи с простыми технологическими схемами имеют весьма низким КПД, который в большинстве случаев не превышает 30...35% [2], при этом тепловые потери с уходящими газами могут составлять 40...45%. Диапазон температур уходящих газов в печах колеблется в пределах 850...1150°C. В этом случае коэффициент использования топлива (КИТ) равен КПД. Применение регенерации позволяет повысить КПД печи (технологический КПД), а утилизации – соответственно увеличить КИТ.

Для повышения эффективности печей при разработке технологических схем предусматривают в первую очередь регенерацию теплоты за счет подогрева компонентов горения, при применении природного газа обычно ограничиваются установкой только рекуператоров воздуха. Подогрев воздуха осуществ-



Элементы схемы: I – компрессор; II – газовая турбина; III – электрогенератор газовой турбины; IV – высокотемпературный теплообменник (модифицированный рекуператор); V – нагревательная печь; VI – котел-утилизатор; VII – насос. Энергоносители: 1 – воздух, подаваемый на компрессор; 2 – воздух, подаваемый на высокотемпературный теплообменник; 3 – воздух, подаваемый на газовую турбину; 4 – механическая энергия на валу компрессора; 5 – механическая энергия на валу газовой турбины; 6 – электрическая энергия, вырабатываемая электрогенератором газовой турбины; 7 – воздух, подаваемый на нагревательную печь; 8 – топливо, подаваемое в методическую печь; 9 – дымовые газы, подаваемые на котел-утилизатор; 10 – дымовые газы, подаваемые на воздушный рекуператор; 11 – материал на входе в печь; 12 – материал на выходе из печи; 13 – вода; 14 – электрическая энергия, подаваемая на насос; 15 – питательная вода, подаваемая на котел-утилизатор; 16 – дымовые газы на выходе из котла-утилизатора; 17 – пар давлением 6 бар (и).

Рис. 2. Технологическая схема энерготехнологической установки

ляется до температуры 350...450°C, что позволяет повысить КПД печи до 45...50%. Для облегчения условий работы воздушного рекуператора дымовые газы могут разбавляться воздухом до температуры 600...800°C, что снижает их термодинамический потенциал и увеличивает рабочую поверхность теплообмена рекуператора. Дальнейшая утилизация теплоты дымовых газов осуществляется в котлах-утилизаторах для выработки водяного пара или нагрева сетевой воды либо в энергоблоках, работающих по органическому циклу Ренкина. При этом КИТ может приближаться к 70% [3].

Основная часть

С целью повышения эффективности использования тепловых отходов методических печей нами была синтезирована схема комбинированной энерготехнологической установки [1], отличающейся тем, что регенеративный контур подогрева воздуха совмещается с газотурбинной установкой (ГТУ) с внешним

подогревом рабочего тела. Воздушный рекуператор заменяется или модернизируется под высокотемпературный теплообменник для подогрева сжатого воздуха. После нагрева воздух поступает на вход газовой турбины, которая приводит в действие генератор, вырабатывающий электроэнергию. При этом имеющийся на выходе из турбины воздух затем поступает в печь с температурой, близкой к обычной регенеративной схеме подогрева воздуха. Таким образом, данное техническое решение позволяет нагревать воздух до прежних температур, однако при этом дополнительно генерируется электроэнергия, тем самым повышая термодинамическую эффективность использования потенциала продуктов сгорания, покидающих печное пространство.

В ходе исследования была рассмотрена регенеративно-утилизационная технологическая схема энерготехнологической установки применительно к условиям прокатных производств ОА «Белорусский металлурги-

Таблица 1. Сокращенная система балансовых уравнений технологической схемы энерготехнологической установки

Сокращенная система балансовых уравнений и критерии эффективности	Обозначения
$\left\{ \begin{array}{l} (1): G_8 = \frac{G_1}{\alpha G_B^0} \\ (2): G_{10} = G_1 \left(1 + \frac{1}{\alpha G_B^0}\right) \\ (3): N_4 = \frac{G_1(h_2 - h_1)}{\gamma_1} \\ (4): h_3 = \frac{\gamma_4 G_{10}(h_{10} - h_9) + G_1 h_2}{G_1} \\ (5): N_5 = \gamma_2 G_1 (h_3 - h_7) - N_4 \\ (6): N_6 = \gamma_3 N_5 \\ (7): h_{15} = \frac{G_{17} h_{13} + \gamma_{10} \frac{G_{17} \Delta p}{\eta_{пн\rho}}}{G_{17}} \\ (8): G_{11} = \frac{G_{10} h_{10} - G_1 h_7 - \gamma_5 G_8 h_8}{(1+k)(h_{11} - h_{12})} \\ (9): G_{17} = \frac{\gamma_6 G_{10}(h_{16} - h_9) + k G_{11}(h_{12} - h_{11})}{h_{15} - h_{17}} \end{array} \right.$ $\eta_{ит} = \frac{G_{11}(h_{12} - h_{11}) + G_{15}(h_{17} - h_{15}) + N_5 - N_4 + Q_{н.в.}}{G_8 Q_H^P} 100\%$ $\eta_{эл} = \frac{N_5 - N_4}{G_8 Q_H^P} 100, \%$	<p>$G_1, G_8, G_{10}, G_{11}, G_{17}$ – расходы соответственно: воздуха, топлива, дымовых газов, металла, пара, кг/с, G_B^0 – удельный теоретический расход воздуха на горение, кг/кг; $h_1, h_2, h_3, h_7, h_8, h_9, h_{10}, h_{11}, h_{12}$ – энтальпии соответственно: воздуха на входе в компрессор, воздуха на выходе из компрессора, воздуха на выходе из рекуператора, воздуха на входе в печь, топлива, дымовых газов на выходе из рекуператора, дымовых газов на выходе из печи, металла на входе в печь и на выходе из печи, кДж/кг; N_4, N_5, N_6 – мощности соответственно: механическая на валу компрессора, механическая на валу электрогенератора, электрическая мощность, кВт, k – коэффициент адиабаты; α – коэффициент избытка воздуха; ρ – плотность топлива, кг/м³; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_{10}$ – коэффициент потерь в окружающую среду, связанных соответственно с газовой турбиной, компрессором, электрогенератором, высокотемпературным теплообменником, нагревательной печью и насосом.</p>

ческий завод». Для проведения численного анализа исследуемая технологическая схема была упрощена в теплосиловой ее части (не рассматривались потребители пара, деаэратор, система возврат конденсата и т.д.). Упрощенная схема представлена на рис. 2.

Дымовые газы, покидая рабочее пространство печи V, сначала поступают в высокотемпературный теплообменник IV, где нагревают воздух, сжатый в компрессоре I до температуры 700...850°C, и далее следуют в котел-утилизатор VI, в котором охлаждаются до температуры 120...150°C и покидают установку. Нагретый воздух из рекуператора IV следует в газовую турбину II, которая приводит в действие компрессор и электрогенератор III. С выхода газовой турбины II воздух поступает в печь V на горение с температурой 400...450°C. В котел-утилизатор IV также следует вода после деаэратора. Водяной пар из котла-утилизатора VI поступает в технологическую паровую линию.

Для описанной технологической схемы энерготехнологической установки была разработана математическая модель макроуровня в виде совокупности формализованного описания структуры установки, системы балансовых уравнений элементов установки, системы ограничений на параметры и функции цели [3]. Сокращенная система балансовых уравнений представлена в таблице 1.

Для проведения численного эксперимента были приняты исходные данные ме-

тодических печей прокатных станов печи ОАО «Белорусский металлургический завод», характеристика которых в части использования вторичных энергоресурсов приведена в таблице 2. Легко увидеть, что при внедрении инновационной схемы регенерации теплоты дымовых газов реконструкции подлежит только контур регенеративного подогрева воздуха.

Результаты по характерным точкам исследуемой схемы для всех печей представлены в таблице 3. Как видим, электрические мощности установок для отдельных печей колеблются в диапазоне от 1,1 до 2,7 МВт при сохранении температуры воздуха, требуемой

режимными картами. При использовании исследуемой схемы на всех нагревательных печах прокатных станов возможна установка дополнительной электрической мощности до 7,0 МВт и получение примерно 36 т/ч водяного пара давлением 6 бар. При возникновении профицита пара его можно использовать для выработки электроэнергии на конденсационной паросиловой установке, а в зимний период – для привода абсорбционного теплового насоса (что обеспечит дополнительную экономию топлива).

В ходе численного исследования эффективности рассматриваемой регенеративно-утилизационной схемы в качестве ▶

Таблица 2. Использование ВЭР на основных нагревательных печах ОАО «Белорусский металлургический завод»

Название печи	Существующее техническое решение по использованию ВЭР
Кольцевая печь трубoproкатного цеха	Теплота дымовых газов используется для преднагрева воздуха в рекуператоре, а также в котле-утилизаторе для выработки технологического пара 6 бар (и)
Нагревательная печь стана 320	Теплота дымовых газов используется для преднагрева воздуха в рекуператоре, а также в котле-утилизаторе для выработки технологического пара 6 бар (и)
Нагревательная печь стана 150	Теплота дымовых газов используется для преднагрева воздуха в рекуператоре, а также в экономайзере в отопительный период
Нагревательная печь стана 850	Теплота дымовых газов используется для преднагрева воздуха в рекуператоре, а также в экономайзере в отопительный период

Таблица 3. Результаты тестового численного эксперимента (параметры в характерных точках технологической схемы)

Параметр	Обозначение	Размерность	Печь 1	Печь 2	Печь 3	Печь 4
			Трубный стан кольцевая	Стан 150 нагревательная	Стан 320 нагревательная	Стан 850 нагревательная
Расход воздуха	G_1	кг/с	7,83	8,47	13,87	5,73
Температура воздуха перед компрессором	t_1	°C	20	20	20	20
Степень увеличения давления в компрессоре	β		5	5	5	5
Связь 3 – выход из рекуператора – воздух (вход в газовую турбину)						
Расход	кг/с	G_3	7,83	8,47	13,87	5,73
Температура	°C	t_3	850	850	850	834
Давление	МПа	p_3	0,5	0,5	0,5	0,5
Связь 6 – выход из электрогенератора – электрическая энергия						
Электрическая мощность	кВт	N_6	1532	1657	2714	1076
Связь 7 – вход в методическую печь – воздух (выход из газовой турбины)						
Расход	кг/с	G_7	7,83	8,47	13,87	5,73
Температура	°C	t_7	436,0	436,0	436,0	425,9
Связь 21 – вход в методическую печь — материал						
Расход	кг/с	G_{21}	12,80	21,67	35,83	25,00
Температура	°C	t_{21}	23	27	34	708
Связь 22 – выход из методической печи — материал						
Температура	°C	t_{22}	1230	1200	1175	1225
Связь 17 – водяной пар (выход из котла-утилизатора)						
Расход	кг/с	G_{13}	2,12	2,29	3,75	1,55
Температура	°C	t_{13}	159	159	159	159

управляемых переменных были приняты степень сжатия воздуха в компрессоре (диапазон изменения 4...7), температура выхода дымовых газов из рекуператора (диапазон изменения 300...500°C), в качестве критериев эффективности – коэффициент использования топлива и электрический КПД брутто (см. таблицу 2). Полученные результаты проиллюстрированы на рис. 3–5 на примере кольцевой печи трубчатого стана.

Обработка результатов численных экспериментов позволила получить регрессионные уравнения для определения температуры воздуха на выходе из газовой турбины в зависимости от температуры дымовых газов после рекуператора t_9 и степени сжатия в компрессоре β

$$t_7 = 840 - 26,6\beta - 0,551t_9, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Аналогичные уравнения были получены и для коэффициента использования топлива и электрического КПД исследуемой схемы соответственно

$$\eta_{ИТ} = 66 - 0,60\beta + 0,10t_9, \%$$

$$\eta_{эл} = 18,2 + 0,290\beta - 0,030t_9, \%$$

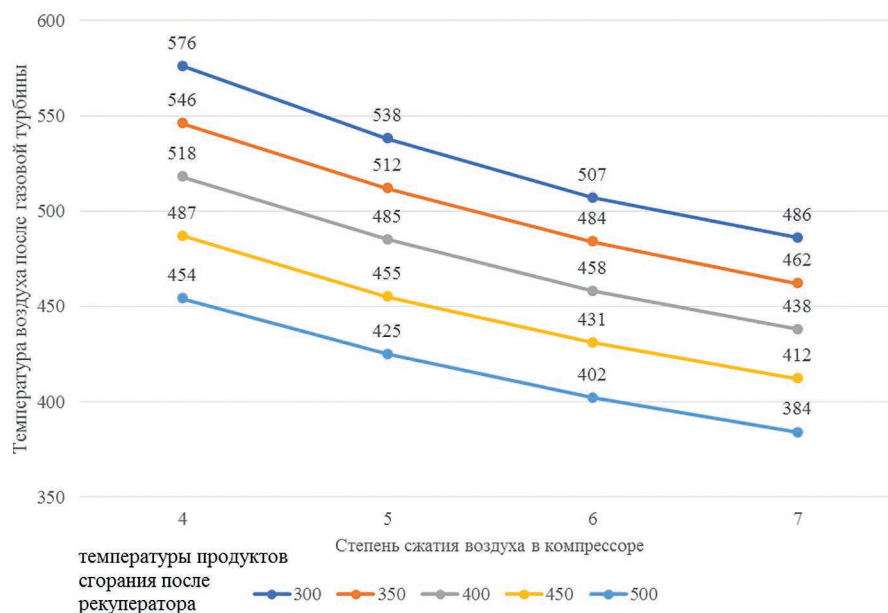


Рис. 3. Влияние на температуру воздуха на выходе из газовой турбины t_7 степени сжатия воздуха в компрессоре β при заданной температуре дымовых газов после рекуператора t_9

Выводы

Анализ полученных данных показывает, что повышение эффективности регенеративной части схемы со встроенной газовой турбиной приводит к незначительному снижению коэффициента использования топлива, но, очевидно, что предпочтение следует отдавать эффекту получения дополнительной выработки электроэнергии в регенерационном контуре установки. В реальных условиях можно получить выработку электроэнергии в размере 7...9% от первичного потока энергии топлива, потребляемого нагревательной печью без нарушения технологического процесса нагрева металла и при коэффициенте использования топлива около 65%.

Предложенная оригинальная регенеративно-утилизационная схема на базе методической печи прокатного сталелитейного производства отличается применением в регенеративной части воздушной газовой турбины с внешним подводом энергии, что позволяет, сохраняя требуемую температуру нагрева воздуха, поступающего на горение, осуществить дополнительную выработку электрической и тепловой энергии.

Численные исследования предложенной схемы показали, что для двумерной области эксперимента (диапазон изменения степени сжатия воздуха в компрессоре 4...7 и диапазон изменения температуры дымовых газов после рекуператора 300...500°C) можно дополнительно получить выработку электрической энергии в размере 7...9% в расчете от исходной энергии топлива, поступающего в печь, с общим коэффициентом использования топлива в районе 65%.

Литература

1. Седнин, В.А Системы регенерации и утилизации тепловых отходов металлургического предприятия / В.А. Седнин, Е.О. Иванчиков // Энергоэффективность. – 2021. – №4. – С. 28–32.
2. Несенчук, А.П. Промышленные тепло-технологии. Машиностроительное и металлургическое производство / А.П. Несенчук, В.И. Тимошпольский, И.А. Трусова, Н.Л. Мандель // Минск: Высшая школа, 1995. – 412 с.
Статья поступила в редакцию 15.09.2021

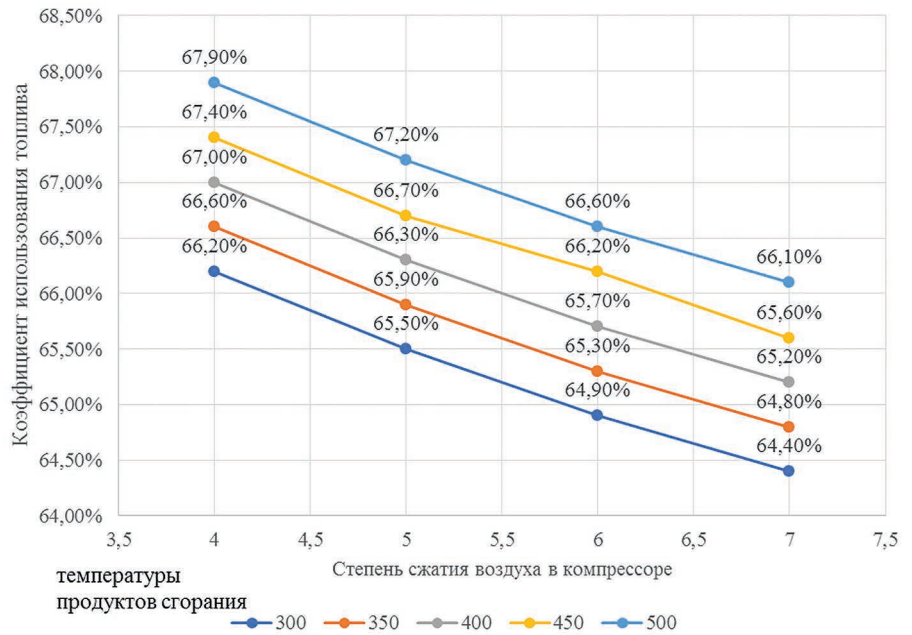


Рис. 4. Влияние на коэффициент использования топлива степени сжатия воздуха в компрессоре β температуры при заданной температуре дымовых газов после рекуператора t_g

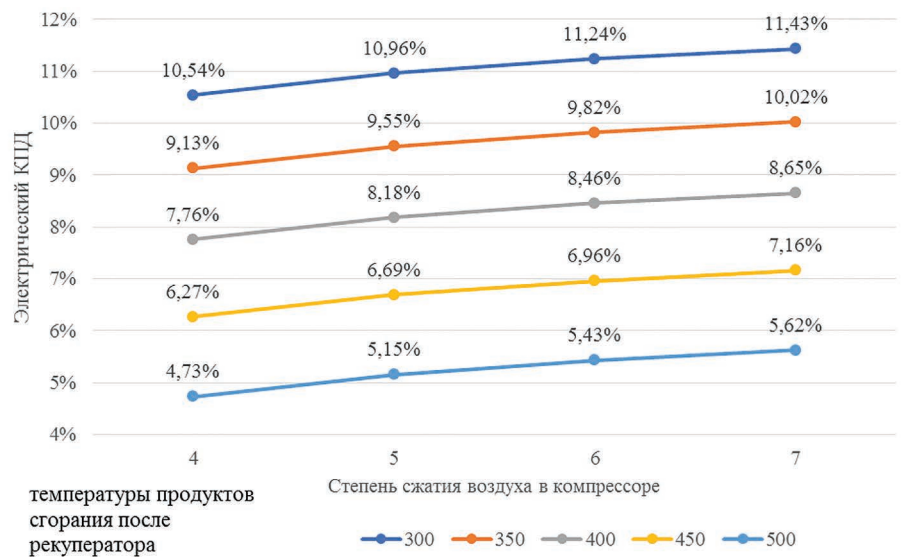


Рис. 5. Влияние на электрический КПД степени сжатия воздуха в компрессоре β температуры при заданной температуре дымовых газов после рекуператора t_g

Энергосмесь

Об установлении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии

В соответствии с Положением о порядке установления, распределения, высвобождения и изъятия квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2015 г. № 662, Министерство энергетики информирует о том, что согласно пункту 2

указанного положения квоты на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии устанавливаются в объемах, необходимых для обеспечения выполнения прогнозных индикаторов энергетической безопасности Республики Беларусь.

Республиканской межведомственной комиссией по установле-

нию, распределению, высвобождению и изъятию квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии с учетом выполнения по итогам 2020 года установленного указанной Концепцией индикатора «отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению

ТЭР» на уровне 7,4 процента при задании 6 процентов и проводимой работы по совершенствованию законодательства в области использования ВИЭ, принято решение не устанавливать квоты на предстоящие три года и вернуться к рассмотрению данного вопроса в январе 2022 года (протокол от 20 апреля 2021 г. № 36).

minenergo.gov.by

А.П. Ахрамович,
к.т.н., вед. научный сотрудник

Е.С. Шмелёв,
к.т.н., зам. директора

РНПУП «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси»

РАЗВИТИЕ ИНФРАКРАСНОГО ЭЛЕКТРООБОГРЕВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

УДК 620.9: 697.273

Аннотация

Сформулированы требования к инфракрасным излучателям, входящим в состав систем АСЛОТУ. Выполнена классификация инфракрасных обогревателей, предлагаемых в Республике Беларусь, и обосновано, что инфракрасные излучатели должны иметь температуру поверхности более 200°C. При выборе аппаратов для конкретного объекта следует учитывать их оптические характеристики (спектр, индикатриса излучения), массогабаритные параметры, материалы, из которых изготовлены элементы излучателей. Для выработки окончательного решения об использовании инфракрасного излучателя в составе АСЛОТУ необходимы данные об их ресурсных испытаниях при частых изменениях мощности, в помещениях с большой влажностью, под воздействием аммиачных газов.

Annotation

«Development of infrared electric heating in the Republic of Belarus»

Requirements for infrared emitters for ASLOTU systems are formulated. The classification of infrared heaters offered in the Republic of Belarus has been carried out, and it has been substantiated that infrared emitters should have a surface temperature of more than 200°C. Choosing devices for a specific object, one should take into account their optical characteristics (spectrum, radiation indicatrix), weight and size parameters, materials of the emitter's elements. For the final decision on the use of an infrared emitter as part of ASLOTU, data on their life tests with frequent power changes, in rooms with high humidity, under the influence of ammonia gases are needed.

Введение

Инфракрасная автоматизированная система лучистого обеспечения технологических условий (АСЛОТУ) разработана в Национальной академии наук Беларуси в конце прошлого столетия при поддержке Департамента по энергоэффективности (в то время – Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь).

Использование инфракрасного (ИК) излучения для обогрева не ново. Цель заключалась в следующем: сделать его максимально энергетически эффективным за счет увеличения лучистой составляющей теплоотдачи излучателей, оптимизации их размещения в помещении и алгоритма работы, автоматизации работы системы [1, 2]. Решению этой задачи потребовало глубоких научных исследований в области газодинамики, радиационного переноса энергии и воздействия инфракрасного излучения на вещество. В результате было создано несколько модификаций инфракрасных систем: для промышленных предприятий, медицинских учреждений, теплиц и оранжерей. Эти системы были установлены в цехах Минского механического завода им. С.И. Вавилова, ЗАО «Атлант», Минского завода вычислительной техники, ОАО «Горизонт», Бобруйского завода тракторных деталей и агрегатов» и др. В больницах инфракрасные системы были смонтированы в операционных, отделениях реанимации, боксах для

новорожденных. В Центральном ботаническом саду НАНБ – в оранжереях для южных растений для поддержания субтропических климатических условий.

Внедрение АСЛОТУ приводит к снижению удельных затрат на производство продукции, уменьшению брака, улучшает условия труда, позволяет поддерживать индивидуальный микроклимат в отдельных помещениях или на локальных рабочих участках. Причем в каждой отрасли экономики (производства) эта система проявляет свои особые положительные качества в силу специфики воздействия инфракрасного излучения. Так, в производственных цехах генерация лучистого потока в определенном диапазоне длин волн интенсифицирует технологические процессы, в медицинских учреждениях оказывает благоприятное влияние на больных, на фермах приводит

к увеличению продуктивности и сохранности животных, в теплицах улучшает рост и развитие овощей и других растений. Необходимые условия достигаются при гармоничном сочетании переноса тепла конвекцией и электромагнитными волнами.

Таким образом, созданная инфракрасная система стала убедительно позиционировать себя как технологическая установка обеспечения микроклимата. За последующий период АСЛОТУ была в значительной мере усовершенствована, в первую очередь, за счет автоматизации. Был пройден путь от ступенчатого изменения мощности до цифрового управления с использованием нечеткой логики и кусочно-непрерывных функций, осовременены элементная база блоков регулирования и компьютерные коды.

Основными сдерживающими факторами широкого развертывания этих инфракрасных систем стали тарифы на энергоносители и практически запрет на использование электричества для отопления. Несмотря на технологическое назначение, на то, что АСЛОТУ позволяет сэкономить в пересчете на условное топливо до 50% энергии, расходуемой на обогрев, а окупаемость с учетом положительного влияния на технологические процессы не превышает 2–3 лет, далеко не все готовы были внедрять ее на своих предприятиях или в учреждениях.

С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС ситуация с энергоносителями коренным образом изменилась. Востребованными оказались

Внедрение АСЛОТУ приводит к снижению удельных затрат на производство продукции, уменьшению брака, улучшает условия труда, позволяет поддерживать индивидуальный микроклимат в отдельных помещениях или на локальных рабочих участках.

современные электротехнологии, эффективное функционирование которых требует соответствующих микроклиматических условий. Исходя из реалий, были скорректированы тарифы на электроэнергию, в нормативных документах было закреплено право использования АСЛОТУ в системах стационарного электротеплоснабжения помещений [3], внедрение АСЛОТУ включено в перечень межотраслевых комплексных мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года. В соответствии с концепцией Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь предложен план внедрения инфракрасных систем обеспечения микроклимата до 2035 года, ориентированный на развитие высокотехнологичных секторов экономики [4]. Возникла необходимость расширить перечень оборудования, входящего в состав АСЛОТУ (в первую очередь, инфракрасных излучателей), который был ограничен санитарной службой Республики Беларусь с целью обеспечения гигиенической, электрической и пожарной безопасности.

Основная часть

Отечественный рынок наполнен множеством электрообогревательных приборов, среди которых – и инфракрасные обогреватели. Они различаются своим устройством, мощностью, назначением, материалами конструктивных элементов, дизайном. С вводом в эксплуатацию атомной станции спрос на них будет только увеличиваться.

Для автоматизированных систем типа АСЛОТУ в первую очередь важны такие их характеристики, как соотношение радиационной и конвективной составляющих теплоотдачи, спектр и индикатриса излучения, возможность гибкого управления лучистым потоком, скорость разогрева (тепловая инерционность).

Производители инфракрасных нагревателей, а большей частью их дилеры, практически не заостряют внимание на технических аспектах, ограничиваясь перечислением достоинств применения ИК-излучателей. Зачастую к инфракрасным излучателям относят обогреватели, которые являются обычными конвекторами.

Тепловое излучение генерируют все нагретые тела, однако доля радиационной составляющей в суммарной теплоотдаче, происходящей в общем случае еще и за счет конвекции, может быть незначительной. Рассмотрим произвольное тело, температура поверхности которого превышает температуру окружающей среды (воздуха). Удельный лучистый поток согласно закону Стефана-Больцмана равен

$$q_r = \sigma \epsilon (T_n^4 - T_a^4), \quad (1)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана; ϵ – степень черноты поверхности; T_n – температура поверхности; T_a – температура окружающего воздуха (в кельвинах).

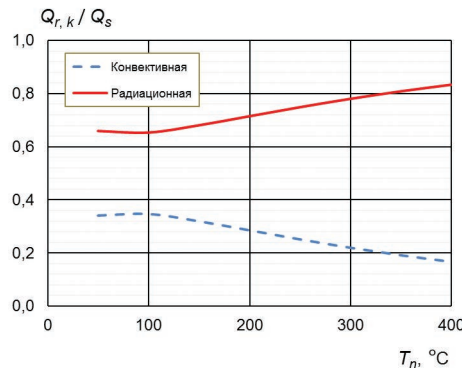


Рис. 1. Зависимость составляющих теплоотдачи нагретой пластины от температуры ее поверхности

Термогравитационная конвекция возникает в поле силы тяжести вследствие разности плотности нагретого и холодного воздуха. Плотность конвективного теплового потока с единицы поверхности по закону Ньютона-Рихмана определяется как

$$q_k = \alpha (T_n - T_a), \quad (2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи при свободной конвекции, зависящий от соотношения температур поверхности и воздуха. В справочной литературе можно найти зависимости для расчета коэффициента теплоотдачи, который характеризует режим конвекции, для всевозможных расположений источника тепла в пространстве и различных значений числа Рэлея [5, 6].

Тепловой расчет выполнен для горизонтальной пластины с нижней излучающей поверхностью в приближении абсолютно черного тела; температура воздуха принималась равной 20°C. Относительные вклады радиационной и конвективной составляющих в теплоотдачу пластины показаны на рисунке 1.

Даже для абсолютно черного тела при температурах поверхности обогревателей менее 100°C относить их к инфракрасным излучателям некорректно. Для реальных условий следует учесть, что степень черноты пластины меньше единицы, а подвижность воздуха отличается от режима свободной конвекции за счет вентилирования помещения. Эти факторы снижают относительный вклад радиационной составляющей.

В инфракрасных излучателях на номинальном режиме доля лучистого потока должна составлять не менее 70% от суммарной мощности. Таким образом, к инфракрасным излучателям следует относить только обогреватели с температурой поверхности не менее 200°C. Это необходимое условие, но не достаточное. Аппараты должны удовлетворять еще ряду требований, которые могут варьироваться в зависимости от объекта внедрения АСЛОТУ: животноводческие помещения, теплицы и оранжереи, медицинские учреждения, производственные цеха, учебные и образовательные центры, школы и т.д.

Одной из главных оптических характеристик является спектр излучения, который должен соответствовать окнам прозрачности атмосферы, интенсифицировать технологические процессы и оказывать благоприятное воздействие на занятый в помещении персонал. Вторая важная характеристика (особенно в случае обогрева локальных участков) – индикатриса излучателя. Она должна быть достаточно узкой, чтобы сконцентрировать лучистый поток в рабочей зоне.

Для крупногабаритных производственных цехов, когда установленная мощность АСЛОТУ может превысить 1 МВт, существенен вес инфракрасных излучателей, которые оказывают нагрузку на строительные конструкции.

Для теплиц и оранжерей с большой влажностью, медицинских и животноводческих объектов, где производится регулярная санобработка, необходимо обращать внимание на коррозионную стойкость материалов, из которых изготовлен излучатель, на их устойчивость к воздействию химических препаратов.

Для специализированных медицинских кабинетов важно отсутствие электромагнитных помех при работе излучателей.

При применении АСЛОТУ в офисах, на социальных и спортивных объектах выдвигается дополнительное условие – эстетика инфракрасных обогревателей, которая должна соответствовать интерьеру помещений.

Для реализации потенциальных возможностей цифрового управления количество ТЭНов в инфракрасном излучателе должно быть не менее двух. Только в этом случае можно организовать кусочно-непрерывное регулирование мощности, поддерживая спектр излучения в номинальном диапазоне.

Анализ рынка инфракрасных излучателей показал, что их можно разделить на группы по характерным температурам излучающих поверхностей, которые, согласно законам теплового излучения, определяют спектр и величину теплового потока. Определим три группы: среднетемпературные (200–350°C), высокотемпературные (свыше 600°C) и промежуточные (350–600°C).

Наиболее востребованы среднетемпературные излучатели (рисунок 2), поскольку они могут применяться как в быту, так и в производственных



Рис. 2. Инфракрасный излучатель среднетемпературный

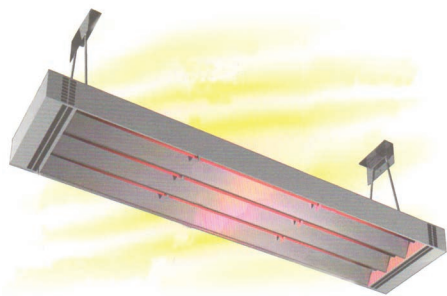


Рис. 3. Высокотемпературный промышленный инфракрасный излучатель

и офисных помещениях. Количество фирм-производителей велико. Это известные шведские компании FRICO и Energotech AB, норвежская Ругох, польский производитель ТеоТерм, турецкая компания NNR, чешская First Heating. В Беларуси основным производителем инфракрасных обогревателей стал Минский механический завод им. С.А. Вавилова, который освоил выпуск целой серии аппаратов на базе отечественных ТЭНов [7], в России – Ижевский электромеханический завод, российский итальянское предприятие Daire, компании ОАО «Мовен», Mister Heat, Aerotek, Almac, «Эколайн», Ballu и др. Их перечень можно найти в интернете, в частности, на сайте [8].

Среднетемпературный излучатель представляет собой металлический короб; на дне его находится слой теплоизоляции, накрытый металлическим полированным листом (отражателем). Излучающие пластины из алюминия вставляются в короб; на их тыльной стороне в направляющих желобах расположены трубчатые электронагревательные элементы (ТЭНы). Сравнение характеристик изделий различных производителей показывает, что и по размерам, и по мощностному ряду они близки. Мощности составляют от 1 до 3 кВт, удельный тепловой поток 4000–4500 Вт/м², длина волны излучения 4–6 мкм.

Высокотемпературный промышленный инфракрасный излучатель (рисунок 3) имеет отражатель из полированного стального листа и трубчатые ТЭНы, прикрепленные к нему. Все эти элементы смонтированы в металлическом коробчатом корпусе. Данный излучатель имеет более узкую область применения; он целесообразен лишь для помещений с высотой потолков не менее 6 м – крупногабаритных производственных цехов, спортивных сооружений, амфитеатров. Поэтому изготовлением высокотемпературных промышленных инфракрасных излучателей занимаются в основном крупные производители, у которых данные изделия не являются основными. Это известные шведские компании Frico, Entrgotech AB,

в России – ОАО «Мовен», в Беларуси – БелОМО. Стандартный мощностной ряд (с небольшими вариациями в зависимости от используемых ТЭНов): 3 кВт, 4,5 кВт и 6 кВт, температура нагрева ТЭНов – выше 700°C, максимум излучения приходится на длины волн 1–2,5 мкм, удельный тепловой поток составляет порядка 10 000 Вт/м².

К промежуточному классу электрических инфракрасных обогревателей относятся керамические устройства нагрева [9]. Они состоят из отдельных излучающих элементов мощностью от 250 до 1000 Вт с температурой поверхности 400–720°C. Керамические излучающие элементы komponуются в один корпус по несколько штук и закрываются сеткой. Эти излучатели имеют максимальную защиту от коррозии и воздействия климатических факторов. Покрытие излучающей поверхности выполнено из керамической глазури на основе оксида циркония, которая абсолютно не чувствительна к пыли и органическим загрязнениям. Они пригодны для эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью и на открытом воздухе.

Следует упомянуть излучатели, конструкция которых аналогична конструкциям среднетемпературных аппаратов, но они имеют повышенную мощность (более 4 кВт) и температуру излучающей пластины около 350°C. Их корпус не покрывается краской, а выполняется из оцинкованной стали. Эти излучатели предназначены для помещений с высотой потолков более 4 м и целесообразны для цехов с сильной задымленностью или пылеобразованием, поскольку не теряют свои лучистые свойства при загрязнении и легко очищаются в отличие от высокотемпературных излучателей.

Заключение

Спектр производимых инфракрасных обогревателей широк и позволяет удовлетворить требованиям производств разнообразных технологий и обогрева помещений различного целевого назначения. При выборе инфракрасных излучателей для конкретного объекта следует учитывать оптические характеристики (спектр, индикатриса излучения), массогабаритные параметры, материалы, из которых изготовлены элементы излучателей. Помимо



Рис. 4. Керамический инфракрасный излучатель

этого, необходимо принимать во внимание:

прочность конструкции, что обеспечит сохранение работоспособности при циклических термонагрузках;

надежность аппарата – способность сохранять работоспособность в течение всего срока эксплуатации;

ремонтпригодность – восстановление работоспособности с минимальными трудозатратами.

Для выработки окончательного решения об использовании аппарата в составе АСЛОТУ необходимы данные об их ресурсных испытаниях при частых изменениях мощности, в помещениях с большой влажностью, под воздействием аммиачных газов, а также стоит проанализировать соотношение «цена – качество». На следующем этапе требуется согласование с санитарными, пожарными и энергетическими службами о возможности их применения в составе АСЛОТУ.

Литература

1. Достоинства и потенциальные возможности система ИК-обогрева / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос, А.А. Михалевич // Энергоэффективность. – 2005. – №7. – С. 10–12.
2. Ахрамович А.П., Дмитриев Г.М., Колос В.П. Об эффективности использования электрических ИК-систем в цехах машиностроительных предприятий // Энергоэффективность. – 2013. – №6. – С. 22–23.
3. Системы электрооборудования жилых и общественных зданий: СН 4.04.01-2019; утв. 29.11.2019 г. – Мн.: Стройтехнорм, 2020. – 37 с.
4. Ахрамович А.П., Войтов И.В., Колос В.П. Интеграция АЭС в экономику Республики Беларусь. Инфракрасная система АСЛОТУ // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2020. – Т. 65, №3. – С. 317–331.
5. Кутателедзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
6. Лыков А.В. Тепломассобмен. Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 479 с.
7. БелОМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belomo.by/catalog/jenergoberegajuwie-izdelija/ik>. – Дата доступа: 08.04.2021.
8. Греем Вас [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greemvas.ru/category/infrakrasnie-obogrevateli-dlyadoma-i-dachi>. – Дата доступа: 08.04.2021.
9. Керамические нагреватели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.promnagrev.ru/infrakrasnyenagrevateli/keramicheskie-infrakrasnyenagrevateli/>. – Дата доступа: 10.04.2021. ■

Статья поступила в редакцию 13.08.2021



ЭКАЛОГІКА-

гэта эканоміць электраэнергію





ВЫБИРАЙТЕ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ НАСОСЫ WILO И УЖЕ СЕГОДНЯ БУДЬТЕ ГОТОВЫ К ТРЕБОВАНИЯМ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ.

8 августа 2019 г. был разработан Технический регламент Евразийского экономического союза 048/2019 «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств», согласно которому индекс энергетической эффективности EEI (Energy Efficiency Index) насосов с мокрым ротором должен быть не более 0,23.

Энергоэффективные насосы Wilo соответствуют данному регламенту и экономят до 90% электроэнергии в сравнении со стандартными циркуляционными насосами.

Высокоэффективные циркуляционные насосы с мокрым ротором Wilo-Yonos MAXO

Энергосберегающее решение для замены стандартных нерегулируемых насосов

КАКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫ ПОЛУЧИТЕ, ВЫБРАВ WILO-YONOS MAXO?

- Экономия энергии благодаря высокоэффективной гидравлической части и синхронному электродвигателю
- Долговечное оборудование, устойчивое к коррозии. Корпус насоса из чугуна с защитным катафорезным покрытием.
- Простота монтажа и комфорт эксплуатации:
 - Удобное электрическое подсоединение со штекером Wilo
 - Легкая настройка при замене нерегулируемого стандартного насоса (выбор ступени)
 - Индикация напора, ступени частоты вращения и возможных ошибок на LED-дисплее.
 - Безопасное и надежное подключение электропитания.
 - Обобщенная сигнализация неисправности (SSM).

ЛЕГКО МЕНЯЕТСЯ, БЫСТРО ОКУПАЕТСЯ

Wilo-Yonos MAXO окупается за период от 1 до 2-х лет за счет экономии электроэнергии.

T +375 17 396-34-63

M +375 29 344-01-62

www.wilo.by

УНП 190523403



**Гарантия
5 лет**

С модулем Wilo-Connect Yonos MAXO еще удобнее и экономичнее!

Универсальный модуль для всей серии: добавляется к новым или уже установленным насосам. Предназначен для внешнего управления и для передачи сообщений о рабочих состояниях насосов Wilo-Yonos MAXO.

С применением модуля отпадает необходимость во внешней защите и дополнительных приборах управления с соответствующими затратами на их установку.