



апрель 2021

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Использование **ВИЭ** на районном уровне

Тепловые насосы
в Гродненской области

Стр. 3

«Энергомарафон»
подвел итоги

Стр. 6–15

Гелиоколлекторы
в Витебской области

Стр. 18

Как использовать ВЭР
металлургического
предприятия

Стр. 28



Рисунок «Запуск Островецкой АЭС – экономия в масштабах страны, планеты» – 1-е место в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (подноминация «Рисунок»)» XIV республиканского конкурса «Энергомарафон». Автор – Анна Даронько, ГУО «Средняя школа №72 г. Гомеля»



Плакат «Открытое письмо-призыв к энергоэффективному образу жизни» – победитель областного этапа в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (подноминация «Плакат»)» XIV республиканского конкурса «Энергомарафон». Автор – Максим Киселев, УО «Поречская государственная санаторная школа-интернат Гродненского района»



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

№4 (282) апрель 2021 г.

Учредители:

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

Редакция:

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

Редакционный совет:

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

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

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: uvc2003@mail.ru
Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

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

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 22.04.2021. Заказ 1423. Тираж 863 экз.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Энергосмесь

1, 22, 26 Электроэнергия для отопления и горячего водоснабжения: 24 тысячи запросов за год и другие новости

Вести из регионов

2 На уроке-практикуме в Костюковичском районе говорили о возобновляемой энергетике
С.М. Заграбанец

2 Состоялись дебаты «Развитие ядерной энергетики в Республике Беларусь»
Е.В. Скоромный

3 Все более широкое применение находят тепловые насосы
Т.Ю. Белова

Энергосбережение и экология

4 Пришла весна, что делать с навозом?
Ольга Павлюкович, ООО «Межрегиональная энергетическая компания»

Энергомарафон

6 «Они горят этими идеями, реализуют их в своих работах...»
Д. Станюта

8 Гомельская область: что для нас «Энергомарафон»?
Т.Ф. Атрохова

9 «В нашем конкурсе все – победители»
Д. Станюта

Энергоэффективное оборудование

16 Внедрение тепловых насосов в различные отрасли промышленности. Часть 2
СЗАО «Филтер»

Выставки. Семинары. Конференции

18 Перспективы использования солнечной энергии (гелиоколлекторов) на районном уровне
В.В. Селезнев

23 Технические сложности и решения для интеграции низкотемпературных источников тепла в существующие сети и здания
Сузана Паардекоопер, Ольборгский университет

Электротранспорт

27 Специалисты Malanka: «К концу года в Беларуси будет около 6000 электромобилей»
А.В. Никитенко, ПО «Белоруснефть»

Научные публикации

28 Системы регенерации и утилизации тепловых отходов металлургического предприятия
В.А. Седнин, Е.О. Иванчиков

Энергосмесь

Принципы энергосбережения заложены в новую госпрограмму «Комфортное жилье и благоприятная среда»

Благодаря реализации госпрограммы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы удалось достичь положительных результатов. Чтобы не сбавлять темп и продолжать совершенствовать ЖКХ, постановлением Совета Министров была утверждена новая программа на ближайшую пятилетку. О ней рассказал в интервью корреспонденту БЕЛТА начальник управления жилищного хозяйства Министерства жилищно-коммунального хозяйства Андрей Ромашко.

Он отметил, что затраты на оказание жилищно-коммунальных услуг в будущей пятилетке будут снижаться все так же — путем сокращения расходов на топливно-

энергетические ресурсы, выполнения энергосберегающих мероприятий, уменьшения потерь тепловой энергии, потерь и неучтенных расходов воды, оптимизации числа работников, а также других организационных и технических мер. Экономическим механизмом стимулирования по-прежнему будет планирование и финансирование деятельности организаций ЖКХ по планово-расчетным ценам.

В программу включены семь подпрограмм: «Доступность услуг», «Благоустройство», «Эффективное теплоснабжение», «Ремонт жилья», «Чистая вода», «Цель 99» и «Развитие электроэнергетики и газификации населенных пунктов». ■

БЕЛТА

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

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

T./ф.: (017) 350-56-91. E-mail: uvc2003@mail.ru

УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

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

На уроке-практикуме в Костюковичском районе говорили о возобновляемой энергетике

Время и обстоятельства диктуют новые форматы определения потенциала энергосбережения. А талантливые и креативные люди находят новые форматы общения и проведения мероприятий. Март оказался богат на события, отмеченные словом «первый». Первому финалу республиканского конкурса «Энергомарафон» в онлайн-формате предшествовал первый урок-практикум, проведенный в Костюковичском районе в смешанном формате.

22 марта при активном участии общественного объединения устойчивого развития «Гармония» на базе Костюковичской районной гимназии в гибридном формате (онлайн и офлайн) состоялся урок-практикум по определению потенциала становления энергоэффективного образа жизни и повышения осведомленности жителей Костюковичского района о климатических изменениях для защиты окружающей среды.

Напомню, что педагоги Костюковичской районной гимназии были отмечены специальным призом жюри XIV республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования». Их работа «Энергосбережение – действуем вместе!» призывает не оставаться в стороне, объединяться и двигаться к поставленной цели.



Организаторами и координаторами единого районного урока «Парниковый эффект – причина изменения климата» стали общественное объединение устойчивого развития «Гармония» и Костюковичский райисполком при участии Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР, предприятий и организаций района, координационного центра «Образование в интересах устойчивого развития», представителей работающей молодежи и зарубежных партнеров – общественного благотворительного объединения «Круг друзей Костюковичи-Дитценбах».

Проведение такого мероприятия – лишь часть реализации проекта ПГМ ГЭФ/ПРООН «Использование экологически безопасных альтернативных технологий на территории Костюковичского района (установка уличных светильников на солнечных батареях) как способ снижения выбросов углекислого газа», реализуемого в 2020–2022 гг. Цель проекта – снижение

энергозависимости Костюковичского района и смягчение негативных последствий изменения климата за счет внедрения возобновляемых источников энергии.

Во взаимодействии учащихся и работающей молодежи в рамках проектных мастерских «Сотрудничество в действии» рождались и озвучивались направления и способы достижения целей устойчивого развития (ЦУР), замыслы по повышению качества жизни района, предложения подрастающего поколения к предприятиям района и исполнительной власти по внедрению энергоэффективных мероприятий, видение улучшения экологической обстановки в Костюковичском районе.

Опыт проведения таких мероприятий бесценен для популяризации развития возобновляемых источников энергии как способа повышения энергетической самостоятельности, практического осознания и интеграции в систему образования опыта не только Костюковичской районной гимназии, но и других учрежде-

ний образования района, подключившихся к мероприятию онлайн.

Яркой демонстрацией сотрудничества в действии стал мастер-класс от зарубежных партнеров по использованию в учебном процессе программного обеспечения построенной в сотрудничестве городов-побратимов Костюковичи и Дитценбах фотоэлектрической системы Костюковичской районной гимназии, в частности на уроках физики. (О строительстве фотоэлектрической системы мы писали в декабрьском номере журнала «Энергоэффективность» за 2020 год.)

Доступ к программе «Fusion-Solar», дающей возможность осуществлять автоматическое снятие информации, хранение, обработку и визуальную демонстрацию данных о выработке фотоэлектрической станцией электрической энергии, имеют все школы района, что в свое время являлось одним из условий реализации проекта.

По итогам проведения мероприятия представителями предприятий были отмечены активность и нестандартность мышления молодежи, а учащимися с энтузиазмом поддержан призыв не оставаться в стороне, повышать свою осведомленность и двигаться в устойчивое будущее вместе. ■

С.М. Заграбенец, заместитель начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Состоялись дебаты «Развитие ядерной энергетики в Республике Беларусь»

19 марта на базе ГУО «Гимназия №1 г. Витебска имени Ж.И. Алфарева», на счету которого – второе место в одной из номинаций последнего конкурса «Энергомарафон», прошли дебаты, посвященные перспективам развития ядерной энергетики в Республике Беларусь. Мероприятие поддержало Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов. Оно направлено на мероприятие главного специали-

ста инспекционно-энергетического отдела управления Евгения Скоромного.

Учащийся 11 класса Половинский Артем отстаивал в ходе дебатов позицию «за». Его оппонентом являлся учащийся 10 класса Нефедов Илья, который выступал «против». Илью и Артема поддерживала команда секунданта из трех человек.

Обмен мнениями прошел ярко, насыщенно и интересно, вызвав бурю эмоций как со стороны участников, так и со сторо-



Оппоненты с классными руководителями. Победитель Илья Нефедов слева

ны зрителей. Был рассмотрен ряд аспектов: влияние АЭС на экономическое развитие региона, экологические особенности, тектоническое строение Гродненской области, выбор площадки для строительства, вклад АЭС в электроэнергетику страны, сырьевая зависимость от России, Чернобыльская катастрофа, перспективы развития атомной энергетики, утилизация отработанного ядерного топлива. В первом туре вопросы задавали участники команд оппонентов, во втором – ведущий.

Ребята выдвинули множество аргументов и контраргументов, отстаивая каждый свою позицию по предложенной тематике. Их риторика была яркой и помогла убедить зрите-

лей. В процессе поиска и озвучивания аргументов участники дебатов открыли для себя новую область знаний, проявили способность логически мыслить, определять стратегию спора, вести дискуссию, выслушивать собеседника, работать в команде. Обмен мнениями происходил эмоционально и содержательно.

Среди зрителей было проведено закрытое голосование, по результатам которого в ходе проведенных прений победу на дебатах одержал Нефедов Илья.

Итоги проведенного мероприятия были подведены представителем Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энер-

гетических ресурсов, который пояснил, что запуск БелАЭС является важным этапом в развитии нашей страны. Это дает возможность произвести более дешево по сравнению с другими видами генерации энергию, сократить импорт энергоносителей, сделать энергетическую отрасль более независимой и безопасной, а национальную экономику – конкурентоспособной, с чем и согласились все присутствовавшие на мероприятии. ■

Е.В. Скоромный, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Все более широкое применение находят тепловые насосы

В соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» обеспечение энергетической безопасности страны должно осуществляться путем развития использования возобновляемых источников энергии. Одним из направлений развития использования возобновляемых источников энергии является внедрение тепловых насосов для теплоснабжения потребителей. Ввод в эксплуатацию первого энергоблока Белорусской АЭС усилил потенциал использования тепловых насосов в Республике Беларусь.

О внедрении теплового насоса в Мостовском РУП ЖКХ задумывались давно, так как на очистные сооружения сбрасывается огромное количество стоков, низкопотенциальную энергию которых можно и нужно использовать.

В рамках проекта «Вовлечение общественности в экологический мониторинг и улучшение управления охраной окружающей среды на местном уровне», финансируемого Европейским союзом и реализуемого Программой развития ООН в Беларуси в партнерстве с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, была осуществлена экологическая инициатива «Сокращение выбросов парниковых газов за счет установки теплового насоса



на очистных сооружениях канализации города Мосты». Теплонасосная установка с выходной тепловой мощностью 39,16 кВт и коэффициентом теплопроизводительности 4,43 введена в эксплуатацию в марте 2021 года.

В рамках реализации экологической инициативы была разработана проектно-сметная документация, закуплено необходимое оборудование, в аэро-тенке-осветителе установлены индивидуально изготовленные теплообменники для утилизации тепла от сточных вод. Мостовским РУП ЖКХ выполнена термореновация двух зданий, произведена замена оконных блоков, системы отопления, ликвидированы два ставших ненужными теплоисточника, от которых отапливались здания.

Теперь административно-бытовой корпус и воздухоудно-насосная станция очистных сооружений канализации отапливаются и получают горячую воду путем трансформации тепла от поступающих канализационных стоков, подвергающихся предварительной очистке.

За счет внедрения теплового насоса и тепловой реабилитации зданий Мостовское РУП ЖКХ экономит 16,7 т у.т. топлива в год. Кроме того, внедрение теплового насоса улучшает качество атмосферного воздуха за счет сокращения выбросов загрязняющих веществ, в том числе парниковых газов в атмосферу. Есть еще одно существенное преимущество теплового насоса – он практически не нуждается в обслуживании.

В рамках инициативы также прошли уроки-диспуты «Бережем энергию – сохраняем мир» в СШ №3 и №5 города Мосты, а также в Лунненской СШ имени Героя Советского Союза Ивана Шеремета. В ходе уроков дети узнали об эффективном использовании энергоресурсов, о достижениях в области энергосбережения и отправились на виртуальную экскурсию по очистным сооружениям канализации своего города.

Следует отметить, что в настоящее время в Гродненской области функционирует 17 тепловых насосов суммарной



мощностью 802 кВт. Еще в 2017 году в рамках реализации проекта «Реконструкция системы канализации КНС-4 в г. Гродно» на ГУКПП «Гродноводоканал» для целей теплоснабжения канализационной станции была применена инновационная технология на основе теплового насоса с использованием температуры сточных вод. Применение теплового насоса позволило отказаться от строительства теплотрассы протяженностью порядка 500 метров и сэкономить более 80 Гкал в год за счет исключения тепловых потерь. ■

Т.Ю. Белова, заместитель начальника производственно-технического отдела Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Ольга Павлюкович,
руководитель направления «Очистные сооружения»
ООО «Межрегиональная энергетическая компания»

ПРИШЛА ВЕСНА, ЧТО ДЕЛАТЬ С НАВОЗОМ?

Современный подход, который поможет решить злободневную проблему

Республика Беларусь всегда славилась крепким сельским хозяйством, особенно животноводством. Все эти годы наши предприятия наращивали поголовье и выпуск высококачественной мясной продукции для жителей всего постсоветского пространства.

На дворе 2021 год, весна, и мы как никто другой можем оценить мощности нашего животноводства по неотъемлемому признаку – запаху навоза, который повсеместно стали вносить в почву многочисленные животноводческие фермы.

С каждым годом количество поголовья скота в нашей стране только увеличивается. Особенно остро стоит проблема вывоза навоза на свиноводческих комплексах. В наши дни на территории Беларуси работает все больше комплексов по разведению высокопродуктивных пород свиней. Комплексы оснащены по последнему слову техники в соответствии с самыми строгими европейскими стандартами. Средняя мощность самых больших комплексов в стране – от 20 до 100 тысяч голов свиней одновременного содержания. С ростом поголовья на свиноводческих комплексах значительно воз-



Рис. 1. Образцы стоков разных этапов очистки

росли и объемы навозных стоков. Их утилизация для любого, тем более крупного свиноводческого предприятия – огромная проблема, связанная с вопросами хранения, короткого ежегодного периода вывоза и необходимости наличия огромного количества сельхозплощадей, пригодных для внесения. При этом многие комплексы сталкиваются с невозможностью хранения отходов в течение долгосрочного периода 3, 6, 9 месяцев. Стоит отметить, что уже несколько лет на территории многих стран мира идет полемика по ужесточению правил внесения навозных стоков или в принципе по пол-



Рис. 2. Сепаратор

ному запрету их внесения в связи с постоянной высокой органической нагрузкой на почвы.

В поисках надежного и эффективного решения наши немецкие партнеры – компания WEHRLE Umwelt – на основании запросов от нескольких российских предприятий в 2011 году приступили к созданию биологических сооружений по очистке навозных стоков.

На базе СПК в Кемеровской области были проведены многочисленные пилотные испытания, отборы проб, сепарационные тесты. Суть данных исследований была разработка выверенного технологического решения с использованием высокопроизводительных декантеров-центрифуг непрерывного действия для отделения взвешенных веществ, за которыми следует биологическая очистка жидкой фазы (фугата) с помощью **высокоэффективного мембранного биореактора (МБР)** для удаления высочайших соединений углерода и азота, находящихся в растворенном виде.

Навозные стоки свиноплекса с количеством поголовья от 40 тысяч голов содержат более 20 тонн ХПК (показатель химического потребления кислорода) и около 4 тонн азота, что соответствует загрязнению, получаемым очистными сооружениями города с населением 200 тысяч человек. Количество навоза в сутки также поражает своими объемами. Вдумайтесь, какое количество навоза производит одна свинья в сутки (см. таблицу 1).



Рис. 3. Очистные сооружения свиноплекса – навоз из лагун

Таблица 1. Суточный выход неразбавленного водой жидкого навоза для свиней

Вид животных	Смесь мочи и кала, кг	Влажность, %
Хряки	11,1	89,4
Свиноматки:		
– подсосные	15,3	90,1
– супоросные	10	91,0
– холостые	8,8	90,0
Поросята:		
26–42 дня	0,4	90,0
43–60 дней	0,7	86,0
61–106 дней	2,4	86,1
Свиньи на откорме:		
– до 70 кг	5,0	87,0
– более 70 кг	6,5	87,5



Рис. 4. Модель очистных сооружений для навоза производительностью 300 м³/сут

С 2014 года уже на четырех свиноподкомплексах в России после биологической очистки на **высокоэффективном мембранном биореакторе (МБР)** мутная, вонючая навозная жидкость превращается в прозрачную воду, до 40% которой теперь возвращается в производственный цикл и используется для гидросмыва и наполнения навозных ванн. Более 5 000 000 кубометров навоза успешно очищено на очистных сооружениях МБР.

В ходе предварительной разработки технологического решения мы определили и успешно применили на практике технологию МБР для жидкой фракции навоза.

ЧТО ЖЕ НОВОГО?

После отделения твердых взвешенных веществ в декантирующей центрифуге (сепарация) навоз сначала направляют в резервуар предварительной денитрификации биореакторов, а затем – в азротенки нитрификации, где азотные соединения путем нескольких биологических реакций, проводимых за счет жизнедеятельности высокоцентрированного активного ила 18 г/л и выше преобразуются в элементарный азот. Далее эту смесь из сточной воды и активного ила подают на мембраны выносной ультрафильтрации. Здесь происходит отделение очищенного стока от биомассы активного ила, которая после этого снова поступает для работы в реакторы. А полностью очищенный от растворенной органики и от взвесей сток сливают в биологические пруды, канализацию или направляют на повторное использование, сбрасывают в водный объект.

Для целей расположения такого рода очистных сооружений не требуются гектары площадей, которые должны быть частью севооборота, а не служить лагунами для накопления



Рис. 5. Очистные сооружения

навоза. Можно расположить комплекс в существующем здании. На площади, не превышающей 30х40 м – как на свиноподкомплексах Сахалина. Или, например как в СПК в Кемеровской области, где предприятие реконструировало здание бывших сооружений навозохранилищ 1980-х годов размером 50х150 м. Прежде всего здесь смонтировали станцию сепарации, запустив ее в эксплуатацию еще до того, как начался монтаж установки биологической очистки. Последнюю выполняют на двух параллельных, не зависимых друг от друга линиях, каждая из которых представляет из себя МБР, рассчитанный на подачу до 2 тыс. куб. м стоков в день.

Азротенки снабжены эжекторными системами аэрации, отличающимися высокой надежностью и максимально низкими эксплуатационными расходами. Эжекторные насосы системы аэрации так же, как и мембранные модули, расположены в машинном зале, что обеспечивает простоту и удобство обслуживания, а также отсутствие контаминации. Последовательно выполняемая ультрафильтрация гарантирует полное отделение биомассы вместе с содержащимися в ней микроорганизмами от очищенной сточной воды. Эффективность очистки подтверждена не толь-

ко визуальными впечатлениями, но и аналитическими данными: аммонийный азот и взвешенные вещества удалены из стоков практически полностью, удаление ХПК (>95%) и общего азота (94%).

Примененный опыт наших проектов для свиноподкомплексов может уйти от использования обычных отстойников и лагун для вывоза и хранения свиного навоза. Размеры таких хранилищ огромны и запах от них очень неприятен. Фильтрат навоза попадает в грунтовые воды, отчего сильно страдают животные и растения. Избыток в воде азота, жиров, ХПК и других органических продуктов вызывает негативные, зачастую необратимые воздействия на метаболизм животных и растений. Применение технологии МБР дает возможность достичь уровня очистки жидкой фракции, соответствующего требованиям технической воды, которую в последующем возможно использовать в производстве либо сбрасывать в водный объект. Это позволит создать замкнутый водный цикл и снизить потребление подземных чистых вод, а также минимизировать влияние производства свиней на окружающую среду за счет снижения выбросов в атмосферу и загрязнения почв. ■

Таблица 2. Качественный состав навоза в сравнении со сточными водами

	Вход жидкой фракции	Вход сточных городских очистных сооружений	Сточная вода молочного предприятия
ХПК, мг O ₂ /л	12000–24000	1500–3000	3500–5500
Азот аммонийный, мг/л	1400–2200	15–35	20–55

Таблица 3. Качественный состав очищенного навозного стока

	Вход жидкой фракции	Выход очищенного стока	Эффективность очистки, %
ХПК, мг O ₂ /л	12000–24000	Менее 200	99
Азот аммонийный, мг/л	1400–2200	Менее 2	98
Азот общий, мг/л	1800–2800	Менее 100	94

«ОНИ ГОРЯТ ЭТИМИ ИДЕЯМИ, РЕАЛИЗУЮТ ИХ В СВОИХ РАБОТАХ...»

Итоги XIV республиканского конкурса «Энергомарафон» были подведены 31 марта в ходе онлайн-церемонии, транслировавшейся из Борисова. Накануне финального события в пресс-центре РУП «Дом Прессы» состоялась пресс-конференция «От нового сознания – в энергоэффективное будущее вместе с конкурсом «Энергомарафон».



Председатель жюри конкурса, начальник отдела правовой работы, кадровой политики и коммуникаций Департамента по энергоэффективности Госстандарта Виталий Крецкий напомнил, что республиканский конкурс «Энергомарафон» официально проводится Департаментом по энергоэффективности на протяжении уже 14 лет, а сама идея его 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. Чтобы получить большую аудиторию, Департамент по энергосбережению принял решение проводить конкурс поочередно в разных областных и районных центрах. Его уже принимали все областные центры, а также Барановичи, Слуцк, Дзержинск, а в этом году – Борисов.

Конкурс проходит в два этапа: с сентября по январь – среди учреждений образования областей, затем по победителю из каждой области представляют на респу-

бликанский этап. Поэтому победа в областном этапе – это уже ценный приз «Энергомарафона».

Конкурс проводится среди учреждений образования и обучающихся учреждений образования, осваивающих содержание программы дошкольного, среднего и профессионально-технического образования, по четырем номинациям: «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования»; «Проект практических мероприятий по энергосбережению»; «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов»; «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов», включающая подноминации «Видеоролик», «Листовка», «Плакат», «Рисунок». В этом году конкурсанты также представили на суд компетентного жюри проекты практического характера по эффективному и рациональному использованию энергоресурсов как в учреждениях образования, так и в быту; видеоролики, плакаты, рисунки, листовки, видеоматериалы-визитки и культурно-зрелищные мероприятия,

а также примеры организации образовательного процесса соответствующей тематики в учреждениях образования.

Многие 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.

Виталий Крецкий перечислил некоторые особенно примечательные идеи проектов практических мероприятий, участвовавших в конкурсе в этом году.

Так, Бакович Александр из Новоельнянской средней школы Гродненской области подготовил проект самодействующего энергонезависимого водяного насоса «Водяное сердце». Насос представляет собой механическое устройство для подъема воды выше своего уровня. Энергию для работы насос получает из потока воды, перетекающего под действием силы тяжести из питающего резервуара (например, из запруды на реке, ручья или дамбы озера). Пропуская через себя большую часть воды с небольшой высоты, насос поднимает меньшую часть воды на большую высоту. Схема работы насоса уникальна и проста. Активатором и поршнем выступает сама вода. Конструкция примечательна тем, что в ней нет механических подвижных частей, кроме двух клапанов. Не используют горюче-смазочные материалы, электроэнергия и физическая энергия человека. Благодаря этому насос можно применять в местности, где нет электроснабжения или других источников энергии. Проект уже реализован в учреждении образования и опубликован в №3 журнала «Энергоэффективность». Ребята сделали действующий макет, который в настоящее время эксплуатируется.

Учащийся Полесского государственного аграрного колледжа им. В.Ф. Мицкевича Гомельской области Соловей Максим

реализовал проект по освещению входа в помещение за счет использования механической энергии открытия двери. Энергия открытия двери посредством динамомашинки от фонарика питает светодиодный светильник, освещающий детям вход в темное время суток. Над дверями в мастерских повесили также небольшой аккумулятор, к которому подвели светодиодную лампочку. Теперь, заработавшись допоздна в мастерских, учащиеся могут заходить в учебные помещения и выходить из них, не используя при этом сетевые источники освещения.

А Даниил Пятница из Полоцкого государственного экономического колледжа задумался вопросом регулирования движения транспорта на дорогах своего города. Им была разработана компьютерная модель управления режимом работы светофоров города Полоцка, ставшая целью снижения топливопотребления автомобильного транспорта. В результате компьютерного моделирования были получены оптимальные режимы работы светофорных объектов, которые обеспечивают более быстрый проезд участка дороги, сокращают время нахождения машин на нем. Использование оптимальных режимов работы светофоров позволяет сэкономить за два часа не менее 25% топлива.

И это только свежие проекты-номинанты. В числе ярких вспоминается проект прошлых лет из Гомеля, в рамках которого ребята 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.

Реализуя такие проекты, ребята не только сами учатся эффективно использовать ресурсы у себя дома, в школе, но также убеждаются в необходимости личного участия других людей в решении проблем энергосбере-

жения в повседневной жизни. Это помогает им проникнуться необходимостью учиться экономному использованию энергии, что позволит сберечь природу и климат.

Конечно, дети из детских садов, которые также участвуют в конкурсе, такие проекты представить не могут, но, тем не менее, участие дошкольных учреждений в «Энергомарафоне» не формальное, отметил В.Т. Крецкий. Для них организаторы предусмотрели номинацию «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов». Детсадовцы, младшие школьники через различные постановки, спектакли, сценки сами постигают способы беречь энергию и рассказывают об этом другим. Это оказывает определенный эффект на родителей: в магазине ребенок может указать маме на энергоэффективную лампу и сказать, что лампу накаливания «мы не берем». В этом году в самой зрелищной номинации было представлено три команды из детских садиков (Гродно, Витебск, Житковичи).

Каждый республиканский этап сопровождается выставкой, на которой участники демонстрируют свои проекты, выставлены методические рекомендации для учителей, наглядные модели. Сегодня вопросы энергосбережения интегрированы в такие предметы, как физика, химия, но есть примеры, когда они раскрываются и в рамках белорусского языка и литературы: переводы, диктанты с тематическими текстами.

Цели конкурса – формирование у детей активной социальной позиции по отношению к рациональному использованию энергоресурсов и бережному отношению к окружающей среде посредством использования возобновляемых источников энергии, повышения культуры обращения с энергоресурсами, выявления и распространения эффективного опыта учреждений образования по организации энергосбережения.

Дети, кстати, очень хорошо ориентируются в целях, задачах и приоритетных направлениях социально-экономического развития страны и, в частности, в сфере энергосбережения всег-

да раскрывают актуальные темы, отметил В.Т. Крецкий. Например, в этом году активно демонстрируется тема интеграции белорусской атомной электростанции в энергосистему республики, использования появляющейся дополнительной электроэнергии. Школьники продвигают использование электромобилей, общественного электрического транспорта в своих плакатах, рисунках и листовках.

По мнению жюри, работы – победители в подноминации «Видеоролик» можно и нужно предлагать на телевидение в качестве социальной рекламы. В видеоролике, занявшем первое место, 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».

Ежегодно в конкурсе участвуют более 3,5 тыс. учащихся из более чем 500 учреждений образования.

В качестве поощрения наиболее активных в конкурсе детей Департамент по энергоэффективности вместе со своими партнерами из стран ЕАЭС отправляет в детские летние лагеря. Начиная 2017 года, каждое лето, кроме прошлого, когда поездкам помешала пандемия, группа из 20 белорусских детей – победителей «Энергомарафона» ездила на Черное море, где ребята участвовали во Всероссийском фестивале «Вместе ярче», демонстрировали свои идеи и достижения Беларуси в области энергосбережения.

«Есть идея провести общий фестиваль для всех стран ЕАЭС на базе Беларуси. Ведь она – первая страна на постсоветском пространстве, которая провела такой конкурс, и в определенной степени идеи «Энергомарафона» уже переняли соседи из России и Казахстана. Суть задумки – объединить всех заинтересованных ребят, чтобы они, а также учителя могли поделиться своими на-

работками в летнее время. Из-за непростой эпидемиологической обстановки эту концепцию пришлось отложить, вероятно, на следующий год. Планируется, что около 10–15 детей из разных стран приедут в Беларусь примерно на три недели – это время будет наполнено еще и познавательными-развлекательными мероприятиями, экскурсиями по Беларуси», – поделился с журналистами председатель жюри.

Ежегодно в конкурсе участвуют более 3,5 тыс. учащихся из более чем 500 учреждений образования.

В нынешнем году принять заключительный этап «Энергомарафона» выпало г. Борисову Минской области. Первый заместитель начальника главного управления по образованию Минского областного исполнительного комитета Софья Филистович отметила, что в районном этапе конкурса участвовало более 500 работ, на областной этап было представлено около 200 работ, а в финале оказались 7 самых лучших. Особенно активно проявляет себя СШ №4 г. Дзержинска. Из года в год интерес к конкурсу растет. «Энергомарафон» помогает современной молодежи открывать для себя новые источники энергии и тем самым определять развитие общества. Номинации и порядок конкурса дают возможность развивать у учащихся навыки исследовательской деятельности. Все, что связано с темой энергосбережения, стимулирует детское творчество. Важно, что учащиеся не только получают знания, но и прорабатывают практические меры по экономии энергоресурсов. А это – одна из возможностей привлечь внимание общественности к вопросам экологии и энергосбережения.

Миссия «Энергомарафона» – заложить с детства понимание важности энергосбережения, энергоэффективности и использования экологически чистых источников энергии, сформировать новое сознание и новые привычки бережного отношения к окружающей среде, научить грамотно,

экономно использовать энергоресурсы нашей страны.

Заместитель директора Департамента по энергоэффективности Госстандарта Леонид Полещук отметил, что работы участников конкурса из года в год становятся креативнее, интереснее. «Они перерастают в масштабные направления и проекты в рамках государственных программ. Можно сказать, что «Энергомарафон», который был проведен в последний год, стал частью госпрограммы «Энергосбережение». Она была успешно реализована, все показатели выполнены», – сказал он.

«Многие дети, участвовавшие ранее в конкурсе, стали учеными, конструкторами, инженерами по энергосбережению, в дальнейшем продолжают свою работу в рамках новых проектов и инициатив. И благодаря им, в том числе удается улучшать показатели Госпрограммы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, будут достигнуты Цели устойчивого развития, а Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» будет выполнена целиком и полностью», – считает заместитель директора Департамента по энергоэффективности. По мнению Л.Л. Полещука, в будущем «Энергомарафон» станет своего рода фестивалем, который будет объединять ребят не только из Беларуси, но и России, Украины и других стран. «Они у себя на родине будут продолжать такую успешную инициативу, которая родилась в Республике Беларусь».

«Это направление дало толчок в развитии энергосбережения в учебных заведениях, организациях социальной сферы. Можно говорить, что мы на процентов 6 снизили энергопотребление в учебных заведениях по стране за пять лет. Это и замена ламп на энергоэффективные, и тепловая модернизация, замена окон и другие проекты», – пояснил Леонид Полещук.

Начальник отдела правовой работы, кадровой политики и коммуникаций Департамента по энергоэффективности Госстандарта Виталий Крец-

кий добавил, что участвующие в «Энергомарафоне» школьники и учителя получают финансирование из бюджета на реализацию в своих учреждениях энергосберегающих мероприятий. «В этом году призовой фонд по номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» составляет 350 тыс. рублей и распределяется среди всех участников с учетом занятых мест, – отметил он. – Эти суммы позволяют учреждениям образования в том числе заменить освещение, окна, модернизировать теплослосло пункт. А если денег не хватает, департамент ищет другие источники финансирования, чтобы помочь реализовать намеченные задумки».

В Департаменте по энергоэффективности подметили, что при общей картине гендер-

ного равенства участников «Энергомарафона» в проектах практических мероприятий по энергосбережению больше участвуют парни, учащиеся средних профессионально-технических учреждений. Девушки же представляют более качественные и глубокие работы в творческих номинациях. У них более красочно получается отобразить тематику «Энергомарафона» в подноминациях «Плакат» и «Видеоролик».

Кроме первого, второго и третьего места республиканского конкурса «Энергомарафон» в этом году вручались и специальные призы. Победителей по строгим критериям определяет компетентное жюри, в состав которого входят представители системы образования каждой из областей и столицы. Оценка идет до сотых долей балла, и бывает, когда несколько сотых балла отодвигают ребенка от призового места.

В подобных случаях председательствующий в жюри, пользуясь своим правом, отдает специальный приз жюри именно таким незначительно отставшим от третьего места работам и авторам. Эти работы всегда достаточно интересны.

Виталий Крецкий подчеркнул, что по итогам конкурса формируется сборник работ, они отправляются по учреждениям образования, министерствам, другим республиканским органам управления, работы-победители публикуются в журнале «Энергоэффективность», любое учреждение может ознакомиться с ними и попробовать внедрить их у себя. Проекты практических мероприятий содержат техническое и технико-экономическое описание, что позволяет понять затраты на их внедрение и срок их окупаемости. «Уверен, что многие проекты, которые были реализованы в рамках «Энерго-

марафона», тиражированы по всей стране», – сказал председатель жюри конкурса. Он также привел пример интересного проекта прошлых лет из Брестской области, который по уровню можно назвать значимым и в рамках республики. Дети построили мини-гидроэлектростанцию на территории учреждения образования: вырабатываемая электроэнергия позволила осветить пристань возле пруда.

Подводя итог, Л.Л. Полещук отметил само настроение детей беречь энергию. «Они продолжают работу у себя дома: выключают неиспользуемые лампы, следят за экономией электроэнергии, понимают, что это – деньги. Мы наблюдаем это и, общаясь с детьми, например в рамках проекта «ШАГ», видим, что они горят этими идеями, реализуют их в своих работах в рамках семьи и школы».

Дмитрий Станюта

Т.Ф. Атрохова, заведующий учебно-практическим центром по энергосбережению ГУО «Гомельский областной центр технического творчества детей и молодежи»



ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ: ЧТО ДЛЯ НАС «ЭНЕРГОМАРАФОН»?

Когда-то, более двадцати лет тому назад, для меня, инженера-строителя, энергосбережение было просто хобби. Затем стало частью функционала, сейчас – полное погружение в эту тему.

Энергомарафону уже 14. За это время он заметно повзрослел, набрался опыта, превратился в источник энергосберегающих идей. Самые амбициозные и креативные идеи перешли в проекты. Они не скопились на полках, а осуществились. В итоге они приносят двойную пользу: экономический эффект и образовательный.

«Энергомарафон» – это способ жить лучше. В школе – за счет энергосберегающих мероприятий. Приоритет финансирования – победителям. Кстати, лидеры нашей области за последние три года получили более миллиона рублей призовых на осуществ-



вление в учебных учреждениях мероприятий по энергосбережению.

Вкладом в домашнюю экономию являются дневники бережливости и полученные в школе знания по экономии в быту.

И еще: на «Энергомарафон» пришли родители, они были руководителями проектов. Наши ви-

деоролик, листовка, плакат оказались лучшими за прошлый год. Согласитесь, это хороший знак!

Важно, что конкурс нашел поддержку у предприятий «Гомельэнерго», КПУП «Гомельоблтеплосеть», КПУП «Гомельводоканал», ОАО «Рогачевский МКК», ОАО «Красный Мозырянин» и у других.

Главное: конкурс закладывает основы поведения молодежи. Ведь, согласитесь, никакие супертехнологии сами по себе не решат проблему изменения климата. Можно не сомневаться: положение к лучшему изменится. Но только тогда, когда у человека появится привычка беречь природные ресурсы.

Разрешите обратиться к истории. С принятием закона «Об энергосбережении» стало понятно, что пришла пора не только считать Гкал и кВт, но и учиться энергосбережению. Но, как и на чем?

Зарядил нас, в хорошем смысле этого слова, Леонид Васильевич Шенец – в то время руководитель областного управления по энергосбережению.

Начинали с простого – конкурса рисунков. С того, что любят дети. Нельзя было обойтись без методической литературы.

Первая работа педагогов Светлогорской школы №3 «Суд над бесхозяйственностью» была распространена в республике в 2001 году.

Президентская Директива №3 явилась импульсом развития энергосберегающей деятельности. Стала формироваться система обучения детей азам экономии и бережливости.

По «Летописи энергомарафона» 2004 год – знаковый. Это год рождения гимна энергосбережению. Обратите внимание:

его исполнила хоровая капелла педагогов. Уникальные слова на белорусской мове радуют и вдохновляют, поэтому гимн сопровождает наш марафон на всех его этапах.

2008 год – исторический:

- открытие в Гомеле музея энергосбережения. Позднее он стал областным центром управления «Энергомарафоном»;
- затем поездка в Могилев на первый Республиканский энергомарафон. Домой возвращались с тремя дипломами и почетной

грамотой Департамента энергоэффективности. И с уверенностью, что с дистанции «Энергомарафона» мы не свернем.

Что же изменилось за это время?

Прежде всего, мировоззрение молодежи. Отсюда и глубокое содержание конкурсных работ:

- рисунки отличаются сюжетом, техникой исполнения;
- ученический проект стал практикоориентированным;
- агитбригады превратились в театральные коллективы;

– система работы предусматривает интеграцию энергосбережения в образовательный процесс.

«Энергомарафон» расширил свои границы. Дошел до глубинки. К нему, как было сказано выше, подключились взрослые. Интерес к конкурсу возрастает. Положительный результат очевиден.

Поэтому дистанция у «Энергомарафона» длинная. Ему долго быть, долго жить и развиваться в ногу со временем. ■

«В НАШЕМ КОНКУРСЕ ВСЕ – ПОБЕДИТЕЛИ»

Заметки с торжественной церемонии по подведению итогов XIV республиканского конкурса «Энергомарафон»

Республиканский конкурс «Энергомарафон» проводится на протяжении уже 14 лет Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в рамках реализации мероприятий Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» с целью воспитания у учащихся школ и колледжей культуры энергопотребления, формирования навыков рационального потребления энергоресурсов, пропаганды бережного отношения к окружающей среде, а также выявлению и распространению передового опыта учреждений образования по организации энергосбережения.

Говорит и показывает Борисов

Впервые за четырнадцатилетнюю историю финал республиканского конкурса «Энергомарафон» проходил в онлайн-формате: финалисты ожидали результатов в режиме стрима. 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.

В мероприятии приняли участие около 100 учащихся и более 30 педагогов со всей страны. Церемонию подведения итогов и награждения организовали Департамент по энергоэффективности Госстандарта, главное управление по образованию Минского облисполкома, Минское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов, Борисовский государственный

колледж, Минский областной институт развития образования.

Директор Борисовского государственного колледжа Лилия Чеча рассказала гостям о специфике работы учреждения образования, о представленных специальностях, поделилась разработками учащихся. Также была организована небольшая экскурсия по БГК, после которой все направились в актовый зал. Здесь посредством прямой интернет-трансляции была налажена связь центральной студии в г. Борисове со всеми участниками в областях и г. Минске.

– Прошла очередная пятилетка, завершилась реализация государственной программы энергосбережения. Все показатели выполнены, но то, что было вчера, – это наше прошлое. Нужно смотреть вперед и двигаться дальше, – охарактеризовал специфику момента заместитель председате-

Хронология проведения «Энергомарафона»



ля Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко. – Сейчас это огромная ответственность – эффективно и бережно расходовать энергию и ресурсы, которые мы имеем. Энергосбережение – важная часть государственной политики по ресурсосбережению. Очередная задача – прежде всего, увеличить использование местных топливно-энергетических ресурсов, которыми мы располагаем. ▶

«В нашем конкурсе нет просто участников – в нашем конкурсе все победители».



Справа от ведущей церемонии – Михаил Малащенко

Руководитель отметил, что на ближайшую пятилетку ставятся глобальные задачи в части увеличения использования местных топливно-энергетических ресурсов, интеграции Белорусской АЭС в нашу энергосистему, чтобы максимально отказаться от импорта углеводорода и, конечно, как можно меньше потреблять импортируемые энергоресурсы.

Михаил Малащенко акцентировал внимание на том, что каждый обязан бережно относиться не только к внутренним энергоресурсам, но и к тем, которые приобретаются за пределами Беларуси.

Обратившись к теме конкурса, руководитель подчеркнул, что за четырнадцать лет совместной работы Департамента по энергоэффективности с системой образования сделано многое и главная заслуга здесь педагогов и учащихся, которые горят идеями и успешно их реализуют: «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 побоялись 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».

Кто получил сертификат на 100 тысяч рублей

Вслед за этим аудитория трансляции узнала имена первых призёров. В номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» награждались четыре учреждения образования Беларуси.

Специальный приз и сертификат на выделение средств из республиканского бюджета в рамках финансирования Государственной программы «Энергосбережение» для реализации мероприятий по повышению энергоэффективности в сумме 40 тыс. белорусских рублей получили педагоги УО «Костюковичская районная государственная гимназия» (руководитель Максимова А.И.).

Третье место было отдано «Системе деятельности в сфере энергосбережения ГУО «Средняя школа №14 г. Мозыря» Гомельской области вместе с сертификатом на 50 тыс. рублей.

Второе место заняла гимназия №1 г. Витебска имени Ж.И. Алферова с проектом «ПРО100 идей энергосбережения в системе работы государственного учреждения образования «Гимназия №1 г. Витебска имени Ж.И. Алферова», приз – сертификат на 70 тыс. рублей.

Первое место в номинации завоевала работа Кандратович Елены Петровны, заместителя директора по учебной работе, и Пузиновской Светланы Григорьевны, педагога ГУО «Средняя школа №4 г. Дзержинска». Команда представила работу «Энергосбережение: на пути к устойчивому развитию». Вместе с дипломом и кубком победителя им достался сертификат на сумму 100 тыс. рублей.

– Пропагандой идей энергоэффективности мы занимаемся уже не один десяток лет. Однако с 2015 года эта работа активизировалась – мы стали пилотным объектом проекта ПРООН/ГЭФ «Энергоэффективность в школах». Прошло шесть лет интен-



Включение из СШ №4 г. Дзержинска

сивной, напряженной работы, и вот он, волнительный момент – мы получили первое место, – поделилась радостью заместитель директора по учебной работе школы №4 Дзержинска Елена Кандратович.

Елена Петровна рассказала, что СШ №4 г. Дзержинска является демонстрационной площадкой комплексного подхода 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 поставлены двухкамерные стеклопакеты, вместо ламп накаливания – энергосберегающие, за отопительными приборами находятся теплоотражающие экраны. И это не полный список энергоберегающих 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. Поэтому победа в «Энергомарафоне» и денежный приз в 100 тысяч рублей пришлось очень кстати.

Дипломы «Энергомарафона» помогли поступить

Поздравил победителей и поделился своими впечатлениями заместитель Министра образования Республики Беларусь Сергей Рудый. Его, в первую очередь, поразили масштабы конкурса и то, что совместная деятельность педагогов и детей имеет не только научную, но и воспитательную ценность. По словам замминистра образования, немаловажно и то, что эта работа способствует и обучению, возможности передачи знаний подрастающему поколению, вовлечению ребят в творческую деятельность.

«Сегодня творческий подход в работе с детьми и молодежью формирует их активную социальную позицию по отношению к рациональному использованию энергоресурсов, бережному отношению к окружающей среде. Это не может не радовать. Ведь благодаря этому конкурсу мы все вместе оберегаем окружающий нас мир, делая его чище, ярче и краше», – подчеркнул заместитель Министра образования Республики Беларусь Сергей Рудый.

– Здорово, что мы имеем системный подход к решению вопросов энергосбережения.

«После подготовки к тому конкурсу подготовка ко всем другим конкурсам в моей жизни кажется очень легкой».



Гость студии Сергей Рудый

Горжусь тем, что в этой работе большую роль играют педагоги, учащиеся и их родители. Уверен, что молодое поколение будет развивать нашу страну, – заключил Сергей Валентинович.

В мир ярких графических символов погрузило зрителей подведение итогов конкурса в подноминации «Листовка». Учащаяся средней школы №200 г. Минска Буйвид Полина показала, как беспечно и вольготно «Жили в доме три кота», и заняла третье место.

Диплом II степени завоевал Кондратьев Евгений, учащийся ГУО «Средняя школа № 40 г. Могилева», выполнивший листовку «Время менять коней» (руководитель Дамаград Н.В.).

Первое место в подноминации «Листовка» заняла Попченко Валерия, учащаяся ГУО «Средняя школа №18 г. Барани» с работой «Чек-лист «7 дней для достижения 7 Цели устойчивого развития».

На связь с организаторами церемонии вышел недавний школьник Евгений Богин. Семь лет назад он принимал участие в «Энергомарафоне» с самым масштабным своим проектом. «После подготовки к тому конкурсу подготовка ко всем другим конкурсам в моей жизни кажется очень легкой», – улыбается Евгений. Сейчас парню 21 год, он закончил Минский радиотехнический колледж и проходит отработку по профессии.

Председатель жюри конкурса, начальник отдела правовой работы, кадровой политики и коммуникаций Департамента по энергоэффективности Госстандарта Виталий Крецкий напомнил, что с 2018 года конкурс «Энергомарафон» включен в План Совета по устойчивому развитию как республиканское мероприятие по популяризации среди детей и молодежи Целей устойчивого развития. И наша страна довольно успешна на пути выполнения Цели №7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным ис-

точникам энергии для всех». Например, по выработке энергии из возобновляемых источников в общем объеме валового потребления топливно-энергетических ресурсов по итогам 2020 года показатель составил 7,1% (по плану 6,2%). По энергоёмкости ВВП стояла задача достичь 370 кг условного топлива на 1 млн рублей; фактический показатель составил 371,8 кг условного топлива на 1 млн рублей. Снижение энергоёмкости ВВП с 2010 года составило более 12%.

Председатель жюри рассказал о том, 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 конкурсу, 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 конкурен-

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

– Как показала подноминация «Листовка», дети очень четко владеют целями, задачами, приоритетами социально-экономического развития Беларуси, – говорит Виталий Крецкий. – Поэтому многие работы посвящены развитию электротранспорта в стране, экологической зарядке электрокаров. Таким образом, молодые люди не только участвуют в соревнованиях, занимаются самообразованием, но и осознают, что каждый из нас должен вносить свой вклад в деятельность по повышению энергоэффективности.

После этого 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.

Были определены победители и в подноминации «Видеоролик» номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов».

Специального приза был удостоен видеоролик «Экономим с детства», созданный Мазаевым Робертом из СШ №73 г. Минска.

Третье место завоевало видео «Симвалы дабрабыту» Петрушко Захара из Центра творчества детей и молодежи «Ювента» г. Светлогорска Гомельской области.

II место жюри отдало Куришко Александру и Лукьянок Арине, учащимся УО «Гродненский государственный колледж техники, технологий и дизайна», за видеоролик «Зарядись энергией солнца!» (руководители Стреха Сергей Станиславович, Лесько Елена Петровна). ▶



Гость студии Виталий Крецкий



Гость студии Николай Башко

Первое место заняли Андреева Виктория, Крупенькова Елизавета и Габбасов Илья, учащиеся ГУО «Средняя школа №11 г. Витебска» с работой «Сила в единстве». В титрах видео – также руководители Стреха Сергей Станиславович и Лесько Елена Петровна; идея Волоткевич Карины Леонидовны.

Зачем платить, если можно экономить?

А в студию тем временем пришел новый гость. «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 увязана 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.

В самом малом возрасте полного осознания значимости «Энергомарафона» у детей нет. В начальной школе они понимают, что горящая лампочка, утекающая вода из крана – это деньги из семейного бюджета. Но зачем платить, если можно экономить? Это знания на всю жизнь.

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. Вопрос очень глубокий. 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».

Пестрой чередой промелькнули перед зрителями художественные работы по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов подмюнации «Рисунок». Первое место здесь было отдано

работе Даронько Анны из СШ №72 г. Гомеля «Запуск Островецкой АЭС – экономия в масштабах страны, планеты».

Диплома II степени был удостоен Силивестров Антон, учащийся ГУДО «Горецкий районный центр творчества детей и молодежи», за рисунок «Бережливое сегодня – надежное завтра!» (руководитель Силивестрова Е.А.).

Третье место завоевала работа «Каким будет завтра?», ее автор Кузьмина Анна, учащаяся ГУО «Средняя школа №21 г. Барановичи».

Минская область как поле для экономии ТЭР

«В результате реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы по Минской области достигнута экономия более 600 тонн условного топлива, – отчитался в эфире «Энергомарафона» заместитель председателя Миноблисполкома Александр Кручанов. – Введено в эксплуатацию 22 энергоисточника суммарной мощностью 100,2 мегаватта. Доля местных топливно-энергетических ресурсов в структуре котельно-печного топлива увеличена с 14,5% в 2015 году до 27,1% к концу 2020 года. Доля возобновляемых источников энергии в 2020 году достигла 22,4%. Наиболее значимыми из введенных в эксплуатацию за эти годы явились энергоисточник в Столбцах мощностью 24 МВт, котельная на древесной биомассе в Старых Дорогах мощностью 17 МВт, проект по оптимизации теплоснабжения в Червене со строительством нового теплоисточника на базе котельной «Групповая» суммарной мощностью 18 МВт. Введенные в эксплуатацию за пятилетку теплоисточники позволили увеличить использование местных ТЭР более чем на 20 тыс. тонн



Гость студии Александр Кручанов

условного топлива и ежегодно замещать около 15,5 млн куб. метров природного газа. В нынешнем году энергоисточники на древесной биомассе начнут работу в Боровлянах (21 МВт), деревне Воронцы Мядельского района (10 МВт), на фрезерном торфе – в Слуцке (14 МВт).

Мы должны экономно потреблять топливно-энергетические ресурсы. Сегодня все вводимое в Минской области и в республике в целом многоквартирное жилье – энергоэффективное. Если проектно-сметная документация не соответствует категориям энергоэффективности, она не пройдет вневедомственную экспертизу и не будет допущена к реализации. Самый высокий класс энергоэффективности А+ требует оснащения нового жилья системами рекуперации воздуха, использования тепла стоков и других. Различные условия по месторасположению, электро- и тепло-снабжению не позволяют строить новое жилье только категории А+, но мы стараемся выдерживать максимальные параметры при его проектировании».

«... Шершавым языком плаката»

Плакат – не только проявление художественного мышления и графических навыков автора. Это крупная изобразительная форма, которая обязана отличаться яркостью образа и лаконичностью заложенного в нем смысла, что привлекает внимание зрителя и легко прочитывается.

В номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (плакат)» на третье место жюри поставило работу «Сохраним климат, сберегая энергию и ресурсы», автор Мироновский Денис, учащийся ГУО «Средняя школа №4 г. Ивацевичи». Эта работа была опубликована в прошлом номере журнала «Энергоэффективность».

Плакат учащихся VI класса ГУО «Средняя школа № 9 г. Жодино» Морозовой Владиславы, Чичиной Нелли и Дидрик Полины был отмечен дипломом II степени (руководитель Петькова Наталья Анатольевна, учитель изобразительного искусства).

Диплом I степени завоевал Вилкс Илья, учащийся ГУО «Телушский учебно-педагогический комплекс детский сад – средняя школа Бобруйского района», автор плаката

Поправка

В подписи к плакату «Сохраним климат, сберегая энергию и ресурсы», опубликованному в №3 журнала «Энергоэффективность» за 2021 год, в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (подноминация «Плакат»)» XVI республиканского конкурса «Энергомарафон»; автор – Денис Мироновский, ГУО «Средняя школа №4 г. Ивацевичи» вместо «1-е место» следует читать «3-е место».



Гость студии Леонид Шенец



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

«Беларусь – движение к лучшему!» (руководитель Лось И.Н.).

Пути продвижения идей энергосбережения

Основателем конкурса по праву считается главный редактор журнала «Энергоэффективность» Л.В. Шенец, человек, десятки лет отдавший работе в энергетике и Департаменте по энергоэффективности. Он поделился своими воспоминаниями с аудиторией мероприятия:

– 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. Необходимо было найти пути продвижения идей энергосбережения. Мы пришли 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 постановку 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.

«За многие годы видно, как изменились подходы к теме, – размышляет Леонид Васильевич. – Начинать с мелочей. Сегодня это уже семь номинаций. Сегодня дети проводят энергетический аудит зданий и сооружений. Особые слова благодарности – коллегам, педагогам, создавшим первый музей энергосбережения в Беларуси, подобного которому нет нигде в мире. У нас есть чему поучиться и чем гордиться».

В номинации «Лучший проект практических мероприятий по энергосбережению» были представлены индивидуальные и коллективные конкурсные работы по разработке практических методов экономии энергоресурсов и повышения эффективности использования энергии в быту. ▶

Победителям конкурса в каждой номинации были вручены дипломы, медали, кубки, ценные подарки и призы, включая денежные сертификаты.



В центре – Александр Бакович с моделью своего насоса «Водяное сердце»

по всей стране, на нашем счету множество объектов в самых разных регионах.

В каждой работе призера республиканского конкурса «Энергомарафон» четко видны приоритеты: экономия ТЭР, повышение энергоэффективности и забота об экологии. Точно также РУП «Белинвестэнергосбережение» задействовано по проектам Всемирного банка, в которых не только ставятся цели экономии ТЭР, но и подсчитано сокращение выбросов парниковых газов, при этом проводится оценка воздействия на окружающую среду, работает наш штатный эколог. Таким образом, администрируя строительство котельных либо тепло модернизацию многоквартирных домов, а также установку гелиоколлекторов и тепловых насосов, мы руководствуемся теми же приоритетами, что и юные участники «Энергомарафона».

Благодаря РУП «Белинвестэнергосбережение» обзавелись отличными призами победители номинации «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использованию энергоресурсов». Команды-победители повезли в свои учреждения с финальной церемонии интерактивные доски Technoboard, акустические минисистемы и телевизоры с 50-дюймовыми экранами, а каждый участник получил фитнес-трекер.

Специального приза в номинации была удостоена команда ГУО «Дошкольный центр развития ребенка г. Житковичи» Гомельской области, которая представила концептуальную, наполненную смыслами и символами хореографически-пластическую композицию «Энергоресурсы Полесья».

И место жюри присудило Баковичу Александру, учащемуся ГУО «Новоельнянская средняя школа» за проект «Самодельствующий энергозависимый водяной насос «Водяное сердце (Water heart)» (руководитель Сокол Сергей Владимирович), опубликованный в №3 журнала «Энергоэффективность».

Дипломом II степени награждены Драченко Павел и Тимошенко Евгений, учащиеся VIII класса ГУО «Грицкевичский учебно-педагогический комплекс детский сад – средняя школа» Несвижского района за работу «Grafenbat – аккумулятор нового поколения» (руководитель Радоман Андрей Станиславович, учитель биологии и химии).

Третье место досталось Соловью Максиму из УО «Полесский государственный аграрный колледж им. В.Ф. Мицкевича» Гомельской области за проект «Освещение помещения генератором открытия двери».

Специальным призом была отмечена работа «Солнечный трекер», автор Тихонович Давид, учащийся ГУО «Гимназия №5 г. Барановичи».

На планете Энергиус и в магической школе «Огвардс Эверестус»

Подвести итоги в номинации «Культурно-зрелищное мероприятие по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов» был приглашен директор РУП «Белинвестэнергосбережение» Виктор Кныш.

«На протяжении многих лет РУП «Белинвестэнергосбережение» поддерживает республиканский конкурс «Энергомарафон», – отметил В.В. Кныш. – И на это у нас есть несколько причин.

Если мы откроем любую работу призера республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению», то станет ясно: ее авторы занимались проектированием определенной модели, устройства, включая технико-экономическое обоснование экономии энергии или ресурсов в результате ее внедрения. Наше предприятие «Белинвестэнергосбережение» также занимается проектированием объектов энергетики, включая ТЭО.

Конкурс «Энергомарафон» охватывает всю страну; в его рамках идет негласное соревнование регионов и областей; на том или ином этапе конкурса представлены буквально все районы Беларуси. РУП «Белинвестэнергосбережение» также работает



Гость студии Виктор Кныш

«Творите, удивляйте на благо родной страны, ищите ответы на вопросы, исследуйте, побеждайте и изучайте этот замечательный и прекрасный мир!»



«Астронавты» с планеты Энергиус



Маги и профессоры «Огвардс Эверестус»

Команда «Помощь рядом» ГУО «Ясли-сад №92 г. Витебска» заняла третье место и получила приз – акустическую минисистему Panasonic.

Благодаря совместной работе отдела культурно-досуговой деятельности и коллектива ГУО «Ясли-сад №86 г. Гродно» был создан проект «Путешествие на планету Энергиус», удостоенный диплома II степени (руководитель Дерина Лариса Александровна).



Переходящий вымпел «Энергомарафона» принимают брестчане

Диплом I степени завоевал коллектив учащихся ГУДО «Центр творчества «Эверест» г. Могилева» (руководители Зубрицкая Л.Л., Харкевич Н.В.), показавший «Школу экономики и бережливости «Огвардс Эверестус» и тайны энергии».

«Мы ждем от вас новых открытий»

В ходе трехчасовой финальной церемонии победителям конкурса в каждой номинации были вручены дипломы, медали, кубки, ценные подарки и призы, включая денежные сертификаты. Ни один из участников финального этапа конкурса не остался без внимания.

Заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэф-

фективности Михаил Малашенко обратился и к тем, кто участвовал, но в этот раз не занял никакого призового места:

– Оценивать ваш талант очень трудно. Вы все – самые умные, креативные и талантливые люди. Мы очень благодарим вас за то, что набрались смелости и приняли участие в конкурсе. Ведь выйти на сцену и представить на всеобщее обозрение свои мысли, свой труд – для этого нужна определенная смелость. Лучше вас в стране никого нет. Мы знаем, что будущее нашей страны в надежных руках.

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 следующем году финал XV республиканского конкурса «Энергомарафон» пройдет в Брестской области.

Члены жюри и почетные гости церемонии обратились к участникам как нынешнего, так и будущего конкурса «Энергомарафон»: «Фантазируйте! Воплощайте свои проекты в жизнь, приезжайте к нам и получайте призы! Вы – молодые, энергичные и любознательные! Мы ждем от вас новых открытий в области энергосбережения! Творите, удивляйте на благо родной страны, ищите ответы на вопросы, исследуйте, побеждайте и изучайте этот замечательный и прекрасный мир!» ■

Дмитрий Станюта



В Витебском областном институте развития образования была организована студия, из которой участники конкурса и гости мероприятия следили за онлайн-трансляцией

Евгений Иванчиков,
технический директор
СЗАО «Филтер»

Алина Алейникова,
руководитель инженеринговой
группы СЗАО «Филтер»

Кристина Шалабодова,
инженер СЗАО «Филтер»

Анна Мартинчук,
технический специалист
СЗАО «Филтер»

Виктория Калий,
технический специалист
СЗАО «Филтер»

ВНЕДРЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Окончание статьи. Начало см. №3, март 2021 года, стр. 16–17 журнала «Энергоэффективность».

Комбинированная работа теплового насоса в молочной и пивной промышленности

Вариант комбинированного использования теплового насоса для выработки одновременно «холода» и тепловой энергии – один из наиболее эффективных в части внедрения в молочной отрасли. В качестве примера ниже приведен вариант сравнения установки такого теплового насоса для выработки лед-воды (7/1) и горячей воды по графику 10/65 с классическим вариантом использования аммиачной станции и паровой котельной.

Как видно из таблицы, в случае с комбинированным использованием теплового насоса достигается максимальная выгода. Генерируется «холод», при этом тепловая энергия вырабатывается в качестве побочной, что ведет к существенным возможностям в оптимизации расходов на работу энерготехнологического комплекса предприятия. Как видно из таблицы, холодильный COP в данном режиме работы равен 3,1, что аналогично аммиачным холодильным станциям, но при этом не требуется испарительный конденсатор, а значит, снижается потребление электроэнергии. Тепло же, которое в классической схеме

Таблица 1. Результаты расчетов различных режимов работы

Параметр	Компессионный тепловой насос Oilon
Температурный режим лед-воды / температуры нагрева воды	7/1 / 10/65
Загрузка холодильной станции без теплового насоса (лето/зима)	80% / 50%
Загрузка холодильной станции с тепловым насосом (лето/зима)	47% / 17%
Стоимость энергоресурсов для привода ТН	с 23.00 до 6.00 – 0,056 евро/кВт·ч остальное время – 0,076 евро/кВт·ч стоимость ПГ – 229 евро/тыс. м ³
Тепловая/холодильная мощность ТН, кВт	586/444
COPтепловой / COPхолодильный / COPобщий	4,1 / 3,1 / 7,2
Расходы на эксплуатацию системы без ТН, евро/год	342 837
Экономический эффект от комбинированной выработки, евро/год	137 988
Стоимость оборудования, евро	175 000
Простой срок окупаемости, лет	1,27

выбрасывается на градирню, в данном случае используется для нагрева воды до температуры 70–95°C.

В пивной промышленности зачастую требуется «холод» с температурным режимом 0/–4°C, что также возможно эффективно реализовать на базе тепловых насосов, попутно вырабатывая и накапливая тепловую энергию для пиковых разборов.

Комбинированная работа абсорбционного теплового насоса

Абсорбционные тепловые насосы также могут одновременно выполнять функции охлаждения и нагрева в единице оборудования, однако при комбинированной выработке АБТН может охлаждать

до 5–6°C, при этом резко падает тепловой COP (примерно до 1,3). В летнем режиме данное оборудование забирает низкопотенциальное тепло от цикла кондиционирования (например, на фармацевтическом заводе, где для подготовки воздуха требуется как холод, так и тепло). В зимнем режиме низкопотенциальное тепло можно забирать от низкопотенциальной части конденсаторов дымовых газов, устанавливаемых на паровые и водогрейные котлы. Температурный режим в испарителе АБТН зимой будет 25/20°C, за счет чего тепловой COP станет 1,63 и снизится потребление

пара для выработки горячей воды на АБТН. На рисунке 2 показан вариант использования АБТН в комбинированном режиме.

В таблице 2 показаны результаты расчетов экономической составляющей установки АБТН для реального фармацевтического предприятия.

Абсорбционные тепловые насосы второго типа используются для трансформации тепла с температурой 70–130°C и повышения его потенциала, с нагревом воды до 160°C или выработкой низкопотенциального пара (за счет установки дополнительной емкости по типу бака-аккумулятора пара). В данном

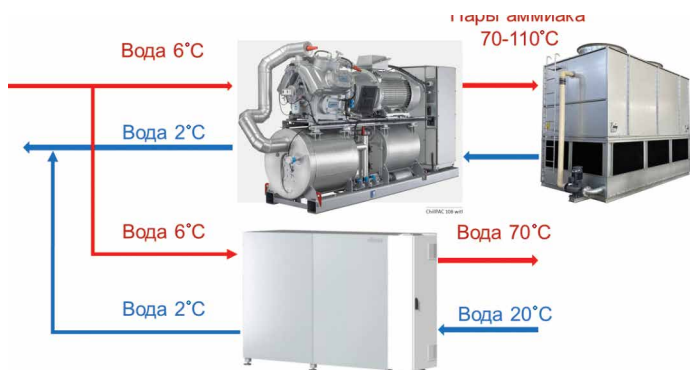


Рис. 1. Пример внедрения теплового насоса в комбинированном режиме работы

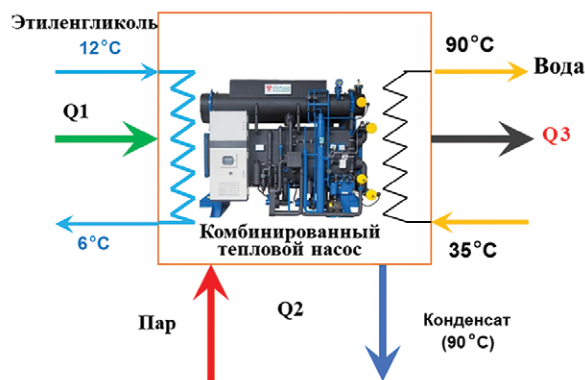


Рис. 2. Пример внедрения абсорбционного теплового насоса в комбинированном режиме работы

Таблица 2. Результаты расчетов различных режимов работы

Параметры	Компрессионный тепловой насос Oilon
Температурный режим охл. воды / температуры нагрева воды	12/6 / 60/80
Загрузка холодильной станции без теплового насоса (лето/зима)	80% / 50%
Загрузка холодильной станции без теплового насоса (лето/зима)	60% / 30%
Тепловая / холодильная мощность ТН, кВт	800 / 178
Расходы на эксплуатацию системы без ТН, евро/год	344 134
Экономический эффект от комбинированной выработки, евро/год	67 447
Стоимость оборудования, евро	138 000
Простой срок окупаемости, лет	2,05

случае 45% от утилизируемой энергии трансформируется в высокопотенциальную, а примерно 55% сбрасывается на градирню.

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

Пары этанола после колонны направляются для конденсации в генератор АБТН с температурой 78°C. Нагреваемая вода заходит в тепловой насос с температурой 107°C, нагревается до 112°C и подается в нижнюю часть колонны, при этом замещая примерно 3600 кг/ч пара. Второй контур низкопотенциального тепла сбрасывается на градирню с температурным графиком 30,5/25°C. Срок окупаемости составил 2,3 года.

Еще одним вариантом применения тепловых насосов второго типа могут быть предприятия с большим количеством тепловой энер-

гии в виде воды и использованием в своей технологии паровых нагрузок. В этом случае при использовании воды температурой 80–90°C на АБТН можно будет получить пар с давлением 0,5–0,7 бари, который слабо применим для технологических нужд, однако его можно применять для подачи в деаэратор или в термокомпрессорах. Простой срок окупаемости таких мероприятий составляет от 1,5 до 3,5 лет.

Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения городов и ЖКХ

С точки зрения использования тепловых насосов в части централизованного теплоснабжения стоит отметить опыт Европейского союза, где на очистных станциях ЖКХ установлены электрические тепловые насосы (в Финляндии на 11 очистных станциях крупнейших городов установлены тепловые насосы Oilon мощностью от 500 до 4 000 МВт), а на многих электрических станциях или крупных котельных (в том числе и твердотопливных) установлены

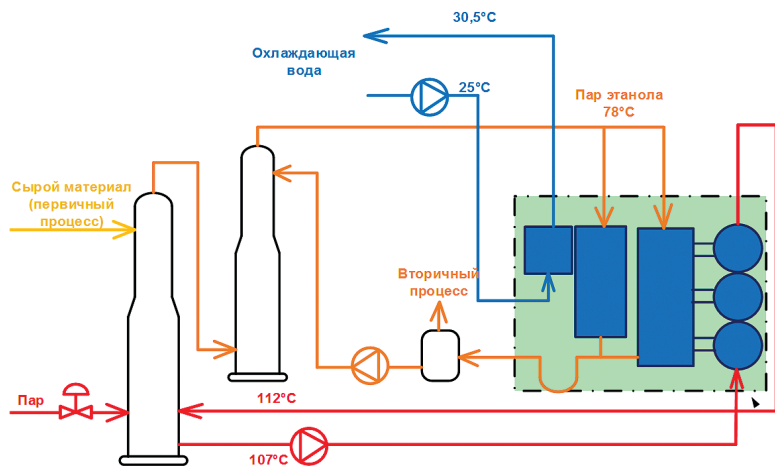


Рис. 3. Пример реального использования АБТН-2 на спиртзаводе

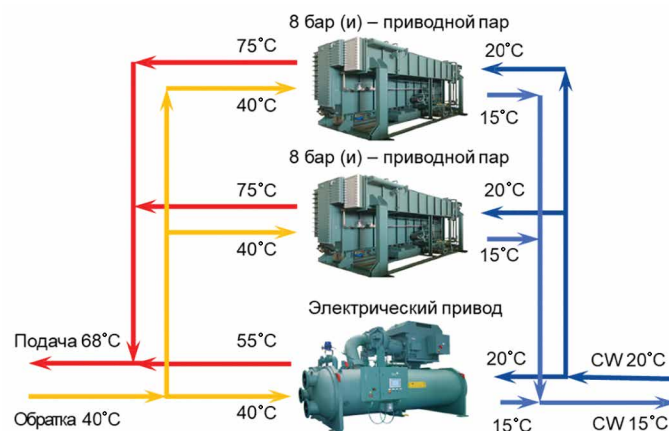


Рис. 4. Пример одновременного использования АБТН и ПКТН на объекте централизованного теплоснабжения

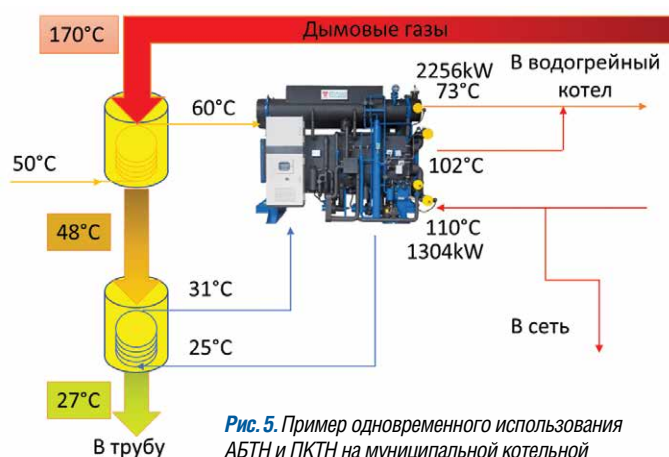


Рис. 5. Пример одновременного использования АБТН и ПКТН на муниципальной котельной

АБТН. После оценки эффективности на одном объекте могут быть установлены одновременно различные по принципу работы тепловые насосы. В качестве примера приведем реализованный на базе оборудования York объект по централизованному теплоснабжению (рисунок 4).

Один из партнеров компании FILTER в части абсорбционного оборудования (компания Thermo) реализовал схему с использованием в муниципальной котельной одновременно конденсаторов дымовых газов и абсорбционного теплового насоса (рисунок 5). Результатом явилась возможность существенно снизить температуру выбрасываемых дымовых газов, повысить коэффициент использования топлива и снизить его потребление.

Анализируя возможности и перспективы внедрения тепловых насосов в Республике Беларусь, можно отметить, что мы находимся только в начале пути по широкомасштабному использованию данных технических решений. При широком анализе и разработке схем по интеграции данного оборудования в производ-

ственный цикл можно достичь существенного снижения потребления природного газа только за счет использования ВЭР и применения теплонасосного оборудования.

Компания FILTER имеет 29-летний опыт в реализации сложных инженеринговых проектов, и наши инженеры готовы провести сбор данных, разработку технологических схем (в том числе и по интеграции в производственный процесс), а также подбор наиболее подходящего каждому конкретному предприятию уникального технического решения. ■

FILTER | ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА

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

В.В. Селезнев,
начальник Витебского областного управления
по надзору за рациональным использованием ТЭР



ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ (ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ) НА РАЙОННОМ УРОВНЕ

Международный онлайн-семинар «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы отопления и охлаждения на районном уровне», 3–4 февраля 2021 года

Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР реализует государственную политику энергосбережения в регионе. К этой сфере относится и развитие возобновляемых источников энергии. По итогам 2020 года доля генерации ВИЭ в общем потреблении энергии Витебской областью составила 7,5%. За год этот показатель вырос на 1,6%. По данным статистической отчетности потребление энергии в 2020 году составило 4,3 млрд киловатт-часов, а генерация ВИЭ достигла 323 млн киловатт-часов. В первом полугодии прошлого года возобновляемая энергетика на Витебщине показала исторический максимум: за сутки 20 марта выработка электроэнергии от ВИЭ составила 1,4 млн киловатт-часов, то есть 11,8% от общего электропотребления области.

Наибольшую роль в электрогенерации ВИЭ играет гидроэнергетика, на нее приходится 91% годовой генерации, а также ветроэнергетика, на которую приходится 5,6% годовой генерации. 2,4% электрогенерации ВИЭ обеспечивают небольшие биогазовые комплексы, работающие на свалочном газе. Солнечная электроэнергетика составляет 0,3%, но показала рост в 2,3 раза к уровню 2019 года. Конечно, крупнейшими поставщиками электроэнергии в сеть остаются газовые электростанции ГПО «Белэнерго», БелАЭС; до 8–10% суточного графика покрывают блок-станции. В настоящее время идут подготовительные работы к строительству ветропарка в Лиозненском районе – 7 установок общей мощностью 25 МВт. У нас имеется инвестиционный портфель в гидроэнергетике – это Бешенковичская и Верхнедвинская ГЭС, с учетом которых гидроэнергетика области дополнительно сможет выдать до 180 млн киловатт-часов. После реализации названных проектов ветро- и гидроэнергетики доля ВИЭ в генерации составит 12,9%. Динамика развития ВИЭ в области конечно ниже, чем в европейских странах, но мы являемся опережающими лидерами среди областей стран СНГ.

Что касается тепловой энергии, общая выработка ее в области составила 9,5 млн гигакалорий, из которых 1,1 млн гигакалорий мы выработали на местных видах топлива. Наибольший вес в этой выработке составляют теплоисточники системы ЖКХ, которые обеспечивают теплоснабжением 21 район области и частично – 3–4 крупных города, включая и Витебск.

В Витебской области гелиоколлекторы находят все более широкое применение на районном уровне. Мы не контролируем гелиоводона-

греватели, которые устанавливаются в частных хозяйствах. На уровне организаций эксплуатируется 33 объекта, прошедших через областную программу по энергосбережению. Путем сбора статистики и ответов от предприятий мы выводим годовое потребление этих установок. Выработка тепловой энергии упомянутыми 33 водонагревателями, конечно, составляет самую малую часть в балансе – 617 Гкал за 2019 год и 521 Гкал за 2020 год.

Из организаций, которые эксплуатируют гелиоводонагреватели, лидером является УП «Витебское отделение Белорусской железной дороги» – 20 единиц оборудования. Последние 2–3 года мы видим рост числа гелиоводонагревателей в системе образования и ЖКХ. Небольшое число единиц оборудования эксплуатируется в организациях соцзащиты, автотранспорта, детских оздоровительных лагерях РУП «Витебскэнерго», системы «Витебскоблгаза».

Географически все крупные железнодорожные узлы Витебской области – Витебск, Полоцк, Новополоцк, все подразделения, оказывающие услуги железнодорожных перевозок, практически стопроцентно оснащены гелиоводонагревателями

Проект по внедрению гелиоэнергетической установки в УО «Улльский ГПЛ сельскохозяйственного производства им. Л.М. Доватора»



Установки Витебской области, использующие возобновляемые источники энергии

Наименование	Количество	Установленная мощность, МВт	Выработано энергии за 2019 год	Выработано энергии за 2020 год
Гидроэлектростанции	12 ГЭС	65,5	240695,5 тыс. кВт·ч	296946 тыс. кВт·ч
Тепловые насосы	22 насоса	0,5	509 Гкал	432 Гкал
Ветроэнергетические установки	4 ВЭУ	6,3	6957,6 тыс. кВт·ч	17949,5 тыс. кВт·ч
Биогазовые комплексы	3 комплекса	1,9	8770,1 тыс. кВт·ч	7652,4 тыс. кВт·ч
Фотоэлектрические комплексы	10 объектов	2,2	300,6 тыс. кВт·ч	700,9 тыс. кВт·ч
Гелиоводонагреватели	33 объекта	2,15	617 Гкал	520,8 Гкал
Энергоисточники на местных видах топлива	1105 источников, в том числе 4 мини-ТЭЦ	883 МВт	1130854 Гкал, в т.ч. ЖКХ 849859 Гкал	1096654 Гкал, в т.ч. ЖКХ 829724 Гкал

Гелиоподогреватели Витебской области по их организационной принадлежности

Эксплуатирующая организация	Количество, на 31.12.2020	Выработано энергии за 2019 год, Гкал	Выработано энергии за 2020 год, Гкал
УП «Витебское отделение Белорусской железной дороги»	20	427,5	366,3
Главное управление по образованию Витебского облисполкома	4	127,0	69,0
Главное управление жилищно-коммунального хозяйства Витебского облисполкома	5	15,6	56,0
Комитет по труду, занятости и социальной защите Витебского облисполкома	1	5,0	2,5
ОАО «Витебскоблавототранс»	2	8,0	6,0
РУП «Витебскэнерго» ДОЛ «Юность»	1	21,0	21,0

Затраты и источники финансирования строительства гелиоводонагревателей за 2017–2020 годы

Год реализации мероприятия	Количество гелиоводонагревателей	Затраты на реализацию мероприятия, рублей				
		всего	в том числе			
			средства организации	республиканский бюджет для финансирования Госпрограммы по энергосбережению	инвестиционные фонды	местный бюджет
2017 год	3	9800*	9800			
2018 год	7	257134	123297	100000	23837	10000
2019 год	2	263414	133414	130000		
2020 год	5	385509	88285	76219	74448	146557

*без учета денежных средств гранта

на нужды горячего водоснабжения. Все те объекты, которые имели на этот счет техническую возможность и экономическую целесообразность, были оснащены в течение последних 10 лет. Где-то произошла интеграция такого оборудования для ГВС (персонал принимает душ) в островном режиме, где-то гелиоводонагреватели включены параллельно с собственными источниками тепловой энергии, которые работают на газовом топливе, и где-то они подключены параллельно с источни-

ками централизованного теплоснабжения в таких городах, как Витебск, Полоцк. В солнечные дни в основном работает гелиоводонагреватель, при переменной облачности подключаются внешние источники. Частично гелиоподогреватели включены в систему теплоснабжения, так что при отсутствии солнечной радиации, нагревающей до 30 градусов, эта энтальпия все равно участвует в теплоснабжении и используется для последующего обогрева в тепловом оборудовании.

Дальнейшее развитие ВИЭ в Витебском отделении Белорусской железной дороги видится путем применения фотовольтаики, на что будет направлена часть прибыли предприятия от реализации его услуг. Это хороший пример работы по развитию ВИЭ и снижению энергозатрат отдельного юрлица на протяжении последних 20 лет.

Познакомлю с наиболее крупными и значимыми проектами, реализованными в Витебской области.

В декабре 2019 года была введена в эксплуатацию гелиоэнергетическая установка в Ульском государственном педагогическом лицее сельскохозяйственного производства им. Л.М. Доватора. Сметная стоимость строительства составила 221 005 рублей, из них по Программе малых грантов ГЭФ было выделено 74 448 рублей, из областного бюджета – 146 557 рублей. После внедрения энергосберегающего мероприятия ожидается экономия 16,8 т у.т. Простой срок окупаемости составлял 9,8 года, но эксплуатация в прошлом году показала, что он будет значительно снижен – до 5–6 лет. Затраты на экономию 1 т у.т. проекта – 13,15 тыс. рублей.

Задача девяти гелиополей (по 450 вакуумных трубок в каждом гелиополе) – обеспечить горячей водой общежитие, где проживает 200–250 учащихся. Пик потребления системы совпадает с пиком солнечной активности в области. Поскольку учащиеся проходят летом практику и проживают в общежитии круглогодично, гелиоустановка обеспечивает суточный расход горячей воды в объеме 25,11 кубометра. На нужды теплоснабжения этого лицея также работает теплоисточник ЖКХ на дровах. Так два безуглеродных источника теплоснабжения интегрированы для целей одного объекта.

Гелиоводонагревательная система служит источником предварительного нагрева воды с последующим подогревом от централизованной системы теплоснабжения в 5 накопительных баках емкостью по 1500 л каждый, установленных в индивидуальном тепловом пункте. Эксплуатируется подготовленным персоналом и весь прошлый год проработала безаварийно, имеет диспетчеризацию smart grid и контролируется дистанционно из Гомеля.

В 2018 году в Оршанском районе КУП «Оршатеплосети» построило свой возобновляемый источник: были установлены гелиоподогреватели, смонтирован отдельный теплопункт в здании ГУСО «Яковлевичский дом-интернат для престарелых и инвалидов» в д. Яковлевичи Оршанского района, в котором на социальном обслуживании находятся 85 человек. Он обеспечивает горячей водой душевые и пищеблок в неотопительный период. В случае отсутствия солнечной активности в автоматическом режиме используется пеллетный котел. ▶

Установки ВИЭ УП «Витебское отделение Белорусской железной дороги», используемые для нужд ГВС

	Местонахождение	Эксплуатирующая организация	Марка, мощность и производитель оборудования	Количество энергии 2020, Гкал	Дата ввода
1	г. Новополоцк	Полоцкое вагонное депо	Гелиоводонагреватель SOLAR НВИТ.065111.001, 10 кВт	26,9	2012
2	г. Новополоцк	Станция Новополоцк	Q=2,5 с комплектующим БА-01.01.1.9.2,5 з/н 004, ШГС-01.001, з/н 007, ШУ-02.001 з/н 004, 30 кВт	29,9	2012
3	г. Витебск	Витебская дистанция гражданских сооружений	Гелиоводонагреватель SOLAR НВИТ.065111.001, 10 кВт	3,4	2014
4	г. Витебск	Витебская дистанция защитных лесонасаждений	Солнечный коллектор	6,8	2015
			HEVELIUS, 44,5 кВт		
5	г. Витебск	Витебская база (транспортная)	Vaillant	10	2008
			Max 13,2		
6	г. Полоцк	Витебская база (транспортная)	Wolf Gmbh Mainburg	6	2010
			Max 4,0		
7	г. Витебск	Витебская дистанция пути	NIBE Solar серии FP215, водонагреватель MEGA W-E 1000.81R, 44,5 кВт, 1100 л/ч	27,5	2016
8	г. Витебск, ГД №1	Витебскгрузсервис	Модель Reflex S500, 10 бар 95С°, 64,4 кВт	7,4	2008
9	г. Витебск, ГД №2	Витебскгрузсервис	Модель SN750 10 бар, 95 С°, 30 кВт	3,8	2015
10	г. Витебск	Станция Витебск	Гелиоводонагревательная система SUNSYSTEMS 26308,8 кВт/год 8,52 кВт·ч, или 147 л/час	16,8	2012
11	г. Полоцк	Локомотивное депо Полоцк	Ауро MATIC 560 6 кВт·ч	4,7	2008
12	г. Новополоцк	Локомотивное депо Полоцк	БА-02.02.1.4.5.05, 4,5 кВт·ч	0,6	2012
13	г. Полоцк	Полоцкая дистанция пути	HEVELIUS, 34 кВт, 1000 л/сутки	10,9	2015
14	г. Витебск	Локомотивное депо Витебск (цех ТО-2, база топлива, котельная)	Kraft (2 шт.), «Стар Энерджи»; 8,4 м³/сутки	106,2	2012
14	г. Витебск	Витебское вагонное депо	УВН; 3 м³/сутки	6,0	2012
16	г. Витебск	Восстановительный поезд Витебск	CFK-1, оптический КПД 71,2%, 4,7 кДж/(м²К)	6,0	2010
17	г. Городок	Станция Городок	Гелиоводонагревательная система на 750 л ООО «Агромашдеталь»	2,9	2014
18	г. Полоцк	Полоцкое вагонное депо	нужды ГВС здания АБК в летний период КОГ-5000, 23,1 кВт	88,3	2018
19	г. Полоцк	Полоцкая дистанция сигнализации и связи	АБК и РТУ Gelios-Komfort-300	4,4	2018

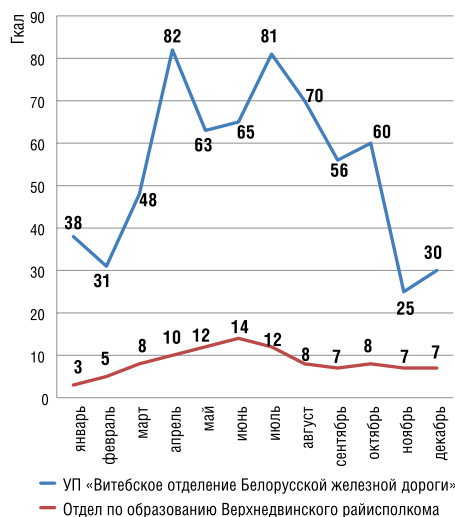
Система гелиоподогревателей в ГУСО «Яковлевичский дом-интернат для престарелых и инвалидов», д. Яковлевичи Оршанского района



План строительства гелиоводонагревательных установок в Витебской области на 2021–2025 гг.

№ п/п	Наименование	Количество объектов	Суммарная мощность установок, Гкал	Суммарный экономический эффект, т у.т.
1	Главное управление ЖКХ	2	2021	194
2	Главное управление по образованию	4	2022	126,3
3	Комитет по труду, занятости и социальной защите	1	2022	107
4	УП «Витебское отделение Белорусской железной дороги»	2	2021–2023	62
6	Управление департамента исполнения наказаний МВД	2	2022–2023	132,6
7	Белгоспищепром (ОАО «Витебский МЭЗ»)	1	2021	2,8
8	Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию	1	2023	37,2
9	Витебский филиал РУП «Белтелеком»	2	2024	10

Выработка тепловой энергии гелиоводонагревателями за 2019 год в отдельных организациях



Гелиоколлекторы в населенном пункте Звездная Оршанского района, КУП «Оршатеплосети»



тельной населенного пункта, которая, кстати, также работает на древесной биомассе. По каналу длина сети около километра.

КУП «Оршатеплосети» в начале 2020 года была завершена модернизация системы горячего водоснабжения с установкой гелиоводонагревателя на крыше 5-этажного 60-квартирного жилого дома в деревне Обухово, ул. Связистов, дом 8. Выработка тепловой энергии в 2020 году составила 8,5 Гкал. В течение года длилось согласование с электросетями подключения баков косвенного нагрева. Установлены ТЭНы с отдельным электроучетом. В текущем году при отсутствии солнечной активности этот объект будет покрывать нагрузки горячего водоснабжения только от электросети. Жалобы граждан на качество горячего водоснабжения в этом году отсутствуют. ▶

Пеллеты производит теплоснабжающая организация КУП «Оршатеплосети». В настоящий момент прорабатывается подключение баков косвенного нагрева к электросети, чтобы можно было выбрать еще один вариант обеспечения ГВС с учетом солнечной активности, стоимости пеллет и электроэнергии. После внедрения данной установки затраты на теплоснабжение объекта снизились в пять раз. Экономия фонда заработной платы труда составила 7236 рублей.

В 2019 году КУП «Оршатеплосети» запустило гелиоколлектор в населенном пункте Звездная Оршанского района для теплоснабжения и обеспечения ГВС двух жилых 18-квартирных домов. Гелиополе установлено на уровне земли, оборудование помещается в теплопункте. Жители этих домов отмечают бесперебойность и надежность горячего водоснабжения. Тем самым сокращены потери на теплоснабжение от ко-

Гелиоколлекторы в населенном пункте Звездная Оршанского района, КУП «Оршатеплосети»



Гелиоколлекторы и фотоэлектрические модули на балансе локомотивного депо Витебского отделения БЖД, база хранения топлива, административно- производственный корпус



Гелиоколлекторы и фотоэлектрические модули на балансе локомотивного депо Витебского отделения БЖД – пример интеграции фотовольтаики и гелиоводоподогревателей. Они работают на энергоснабжение административно-производственного корпуса. Какое-то время в году солнце обеспечивает тепло- и электроснабжение объекта. Установленная мощность 5,5 кВт. Выработка электрической энергии в 2020 году составила 4000 кВт·ч. Срок эксплуатации заложен более 20 лет.

Верификация энергии, вырабатываемой ВИЭ, остается для нас принципиальной. К сожалению, графики выработки тепловой энергии гелиоводонагревателями не коррелируют между собой. Отдельными линиями на диаграмме на с. 21 обозначено потребление по 20 объектам Витебско-

го отделения БЖД и средней школы города Верхнедвинска. Возникают вопросы учета тепловой энергии, вырабатываемой гелиоводонагревателями и потребляемой организацией. По железной дороге экстремумы зафиксированы в апреле и мае, что не совпадает с экстремумами школы, а где-то экстремумы находятся в противофазе. Это говорит о том, что всегда надо подвергать анализу получаемые данные от ВИЭ.

Технические аспекты реализации проектов возобновляемой энергетики требуют на этапе планирования подходить к объекту всесторонне, планируя максимальное использование энергии солнца для нужд отопления и горячего водоснабжения, а также использование фотовольтаики для электроснабжения. Это могут быть отдельно стоящие дома в сельских населенных пунктах, магазины, библиотеки. Мы также предус-

матриваем пеллетный котел и тепловой насос и, уже исходя из финансового портфеля объекта, выходим на оптимум при реализации. Но в части возобновляемых источников мы просим заказчика учитывать интересы государства. Поэтому каждый объект уникален и к каждому должен быть свой подход с учетом тарифов и всех факторов возобновляемой энергетики.

Финансирование мероприятий по строительству источников возобновляемой энергии в Витебской области идет за счет реализации областной программы энергосбережения и Государственной программы «Энергосбережение». Мы отбираем объекты возобновляемой энергетики по конкурсу и с учетом имеющихся у заказчика возможностей софинансируем эти объекты как правило в пределах 30–40% их стоимости. Судя по графику, финансирование у нас опережающее. В 2020 году не смогли реализовать ряд проектов из-за пандемии. Наш портфель до 2025 года включает 25 объектов, и я надеюсь, что при строительстве гелиоводонагревателей мы его исполним.

Планы мер по реализации основных направлений энергосбережения Витебской области, Государственные программы «Энергосбережение» и Комплекс мер по реализации Программы развития Оршанского района на период до 2023 года способствуют реализации Цели 7 устойчивого развития «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии».

При солнечной активности альтернативы гелиоводоподогревателям на районном уровне нет. ■

Энергосмесь

IRENA и Ольбургский университет подготовили публикацию «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы районного энергоснабжения»

Международным агентством по возобновляемой энергии (IRENA) и Ольбургским университетом (Дания) подготовлена публикация «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы районного энергоснабжения», которая создана по результатам онлайн-семинара, проведенного IRENA для Беларуси на данную тему 3–4 февраля 2021 года.

Краткое резюме публикации для лиц, принимающих решения (на русском языке), полная версия публикации (на английском языке) доступны на сайте Департамента по энергоэффективности Госстандарта energoeffekt.gov.by. С материалами вышеуказанного семинара, включая запись выступлений, можно ознакомиться на www.irena.org/events/2021. ■

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



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

УНП 100338436

Сузана Паардекоопер,
докторант,
Ольборгский университет



ТЕХНИЧЕСКИЕ СЛОЖНОСТИ И РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА В СУЩЕСТВУЮЩИЕ СЕТИ И ЗДАНИЯ

Международный онлайн-семинар «Интеграция низкотемпературных возобновляемых источников энергии в системы отопления и охлаждения на районном уровне», 3–4 февраля 2021 года

Говоря о технических решениях, позволяющих повысить эффективность районного теплоснабжения, следует учитывать поведение потребителей, жителей, благодаря которому эти решения работают либо не работают. На эффективность таких решений, как снижение температуры, внедрение низкопотенциальных источников энергии влияют как внешние, так и внутренние факторы.

торов Беларусь, на мой взгляд, близка к небольшой Сербии.

Системы должны обновляться – на этом основана необходимость внедрения нового оборудования будущего. Низкотемпературные системы районного теплоснабжения также могут включать в себя ВИЭ. То же самое касается потенциальных возможностей теплоснабжения.

В Европе во многих странах существует традиция планирования сетей отопления, их инфраструктура будет играть важную роль в будущем, даже если изменится теплоноситель и характер энергогенерации.

Что касается существующих зданий, в них важно сохранить пропорцию между реновацией и ремонтом здания. Желательно ▶

Низкотемпературное централизованное отопление работает в городах Европы, но как это связано со стратегией «умных» технологий и как на практике мы можем использовать системы низкотемпературного теплоснабжения?

Вопрос о том, какие из стран Европы (включая Великобританию) используют системы централизованного отопления, связан с традицией подхода. Высокая или низкая доля районного теплоснабжения в той или иной стране связана и со следованием требованиям декарбонизации. Есть страны, например Швеция, в которых высокая доля районного теплоснабжения сопровождается высоким уровнем развития возобновляемых источников энергии. Уже проведен точный анализ того, где надо его использовать, а где нет и где при этом высокая доля ВЭР. При анализе этих фак-

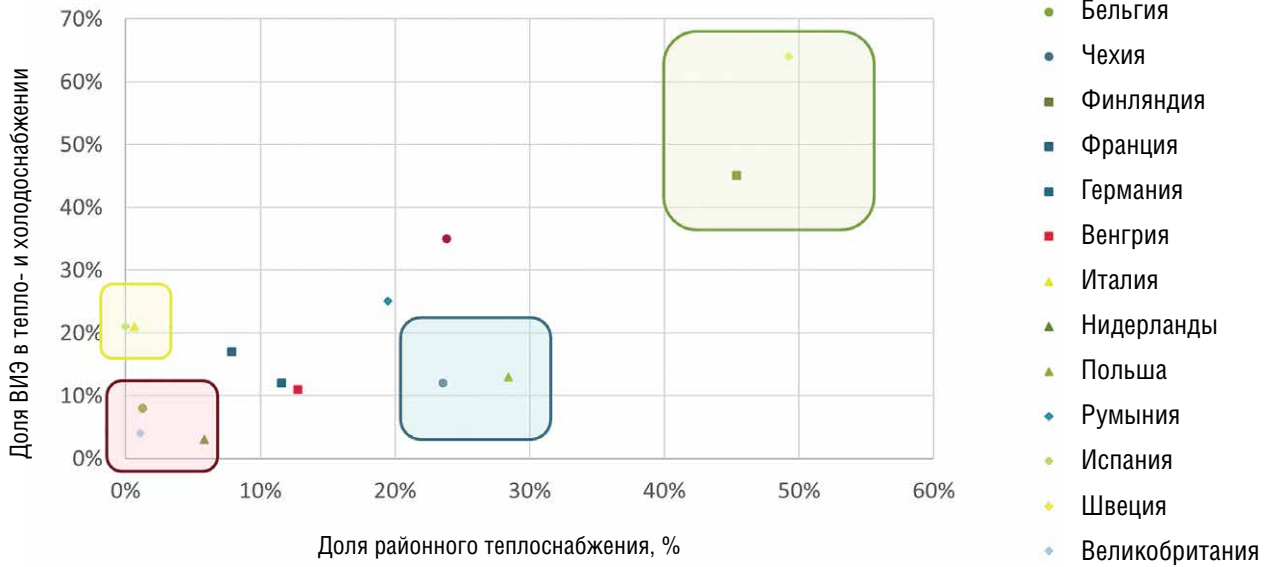
Системы районного тепло- и холодоснабжения

Схема системы районного теплоснабжения с использованием множественных источников энергии

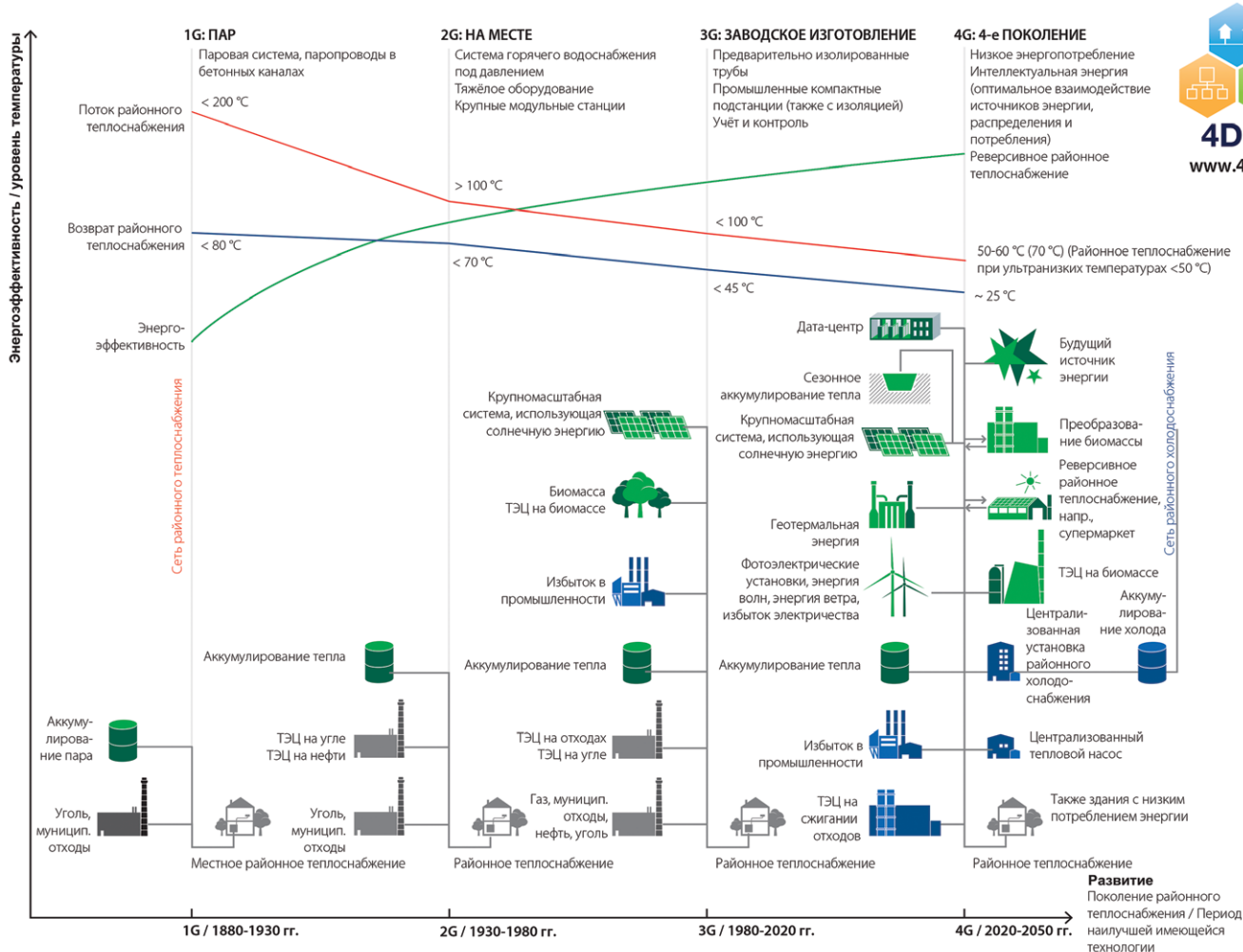


Примечание. Это только примеры возможных источников энергии для сети районного теплоснабжения.

Доля ВИЭ в тепло- и холодоснабжении стран Европы



Развитие технологий районного энергоснабжения, их рабочие температуры и примеры источников энергии



Примечание. 1G: районное теплоснабжение первого поколения; 2G: районное теплоснабжение второго поколения; 3G: районное теплоснабжение третьего поколения; 4G: районное теплоснабжение четвёртого поколения. ТЭЦ: комбинированная выработка тепла и электроэнергии
 Источник: Lund et. al (2018)

принимать решения с участием жильцов, чтобы они видели рост уровня комфорта. Что касается технических решений, проще всего понизить температуру теплоносителя. И во многих случаях это можно сделать, не создавая неудобств для потребителей. Неэффективные радиаторы отопления, распределительные системы и техническая инфраструктура здания – все это может нуждаться в улучшении.

Технологии, применяемые в районных системах холодоснабжения, развивались следующим образом: в системах первого поколения в качестве распределителя жидкости использовался хладагент, а начиная со второго поколения в качестве распределительной жидкости используется вода, что ведет к потенциально более высоким температурам подачи и более доступным источникам энергии.

В системах районного теплоснабжения первого поколения высокая температура достигалась благодаря пару. Паровые системы 1-го поколения сейчас все более редки в Европе. Это системы, созданные до 1930 года и характеризующиеся высокими потерями тепла, высокими температурами более 100°C. Они могут использоваться для промышленных процессов, но удаленность потребителя в них играет ключевую роль по отношению к эффективности.

С 1930-х по 1980-е годы широкое распространение получали высокотемпературные водные системы районного теплоснабжения (2-е поколение). Их характеризует потребность в высокотемпературной воде под давлением (>100°C), что можно видеть в компенсационных системах. К ним относятся нынешние основанные на воде системы, однако они отличаются высокими теплопотерями из-за особенностей проектирования и считаются устаревшими. Мы пытаемся вывести их из европейского «пейзажа».

Среднетемпературные водные системы (3-е поколение) – это 1980–2020 годы, это нынешняя система в большинстве скандинавских стран. Это уже больше не вода под давлением в качестве теплоносителя,

но сети, основанные на воде температурой 70–95°C. Подразумевают использование предварительно изолированных труб. Но возникает вопрос достижения их более высокой эффективности.

Если мы заглянем в период после 2020 года, то будем говорить о низкотемпературном районном теплоснабжении (4-е поколение) с температурой теплоносителя 50–70°C. Это направление, в котором все хотят идти; оно позволяет не использовать дополнительные насосы. В таких системах очень важно поддерживать высокий дифференциал, опустить температуру теплоносителя настолько низко, насколько это возможно. Технические проблемы нас очень часто ждут в самих зданиях, а также связаны с поведением потребителей. В силу сезонных изменений иногда потребность в тепле низка. У нас есть возможность улучшить структуру таких сетей, не исключая из нее источники теплоснабжения 3-го поколения, но более не основываясь на ископаемых видах топлива.

4-е поколение дает максимальные возможности использования низкотемпературных ВИЭ, в частности, низкопотенциального тепла, а также максимальную интеграцию с секторами электроэнергетики и охлаждения.

В чем заключаются радикальные изменения при переходе к таким системам? Во-первых, необходимо надлежащим образом спроектировать сети и продумать подключение потребителей, точно определив температурные потребности. Кроме того, необходима правильная совместимость с фондом зданий, следует определить, где хватит температуры 65°C, а где нет. В новых районах можно начать с нуля, спроектировав новую сеть. Но при переходе к низкотемпературному теплоснабжению от существующих систем районного теплоснабжения необходимо заново оснастить здание, провести изоляционные работы, проявить поэтапный, пошаговый подход.

Низкоэнергетическим зданиям может особенно подходить низкотемпературное районное теплоснабжение, однако плохо

изолированные здания требуют больше энергии.

Для контроля уровня комфорта важно внедрение термостатических клапанов.

При приготовлении горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд низкая температура может привести к размножению легионеллы в резервуаре для воды. Одним из решений могут быть пластинчатые теплообменники.

Низкоэнергетическим зданиям может особенно подходить низкотемпературное районное теплоснабжение, однако плохо изолированные здания требуют больше энергии.

Важно использовать подпиточные системы и подпиточные насосы. Низкая температура может привести к увеличению расхода тепла. Низкая температура снабжения требует снижения и температуры обратного потока с 80–40°C до 50–20°C, при этом остается большая температурная разница.

Допускается временное повышение температуры теплоисточника. Технология повышения температуры может стать актуальной для повышения температуры от источника снабжения, а также для повышения температуры в определенных местах сети в холодное время года.

В низкотемпературных тепловых сетях становятся доступными все преимущества использования тепловых насосов. Крупномасштабные тепловые насосы, объединенные с системой РТХС, поддерживают и тепло-, и холодоснабжение, повышают температуру низкотемпературных источников, в том числе за счет озерной или речной воды, сточных вод, рекуперации энергии из тепловых аккумуляторов. Они повышают температуру в определенных местах сети, например, при снабжении КГВС или самых дальних точек сети.

Солнечные тепловые системы хоть и дают сезонную по характеру тепловую энергию, зато

позволяют раскрыть потенциал крупных тепловых аккумуляторов (LSHP).

Все большее распространение получает использование в системе районного теплоснабжения аккумуляторов. В Европе для накопления тепловой энергии все шире используются буровые скважины, шахты, водоносные горизонты и подземные цистерны. С каждым годом они становятся все более дешевыми и эффективными, дают возможность создания крупных накопителей и систем, а также подпитки и полного контроля перехода от одного поколения систем теплоснабжения к другому. Речь идет о видении таких систем не завтра, но на 2020-е годы.

Низкотемпературные тепловые сети делают возможным 100-процентное использование возобновляемых источников энергии. Переход к возобновляемой энергетике должен произойти таким образом, чтобы не ограничивать возможности других стран, городов или муниципалитетов в этом движении.

У нас в Европе нет необходимости для энергогенерации древесной биомассы. Вместе с тем должно быть минимизировано использование ископаемого топлива, как например, на транспорте. Также важно определение спроса промышленного сектора, связанного с жителями.

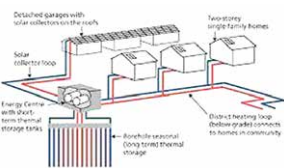
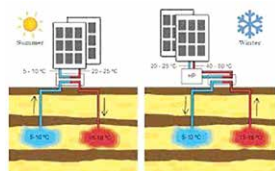
И все-таки низкотемпературное районное теплоснабжение является ключевой частью плана, потому что оно способствует проявлению повышенной эффективности тепловых насосов, снижению потерь в сетях районного теплоснабжения, хотя и требует инвестиций в энергосбережение в зданиях. Переход на низкотемпературный вариант всегда подразумевает тепло модернизацию зданий.

На уровне города надо разработать стратегический план, который учитывает географические приоритеты сети, показывает, где можно достичь серьезной экономии за счет энергосберегающих мероприятий. Таким образом мы сможем достичь соответствия параметров теплообменных процессов сети параметрам зданий. ▶

Использование аккумуляторов в системе районного теплоснабжения

Накопитель тепловой энергии в буровых скважинах (BTES)

- Обычно верхние 20–200 м земли используются для хранения энергии в породах/почве.
- Можно сохранять температуры до 90°C

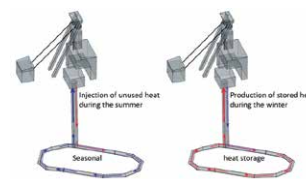


Накопитель тепловой энергии в водоносных горизонтах

- Подземные водные резервуары используются для хранения тепла (<30°C – >60°C)

Накопитель тепловой энергии в шахтах (MTES)

- Используется для хранения избыточного тепла в заброшенных шахтах
- То же местоположение, что и у спроса на тепло- и холодоснабжение



Накопитель тепловой энергии в цистернах (TTES)

- Цистерны устанавливаются на земле/под землей и заполняются теплоносителем

Низкотемпературное районное теплоснабжение позволяет большее использование сбросного тепла промышленных предприятий. Получаемое сбережение тепла не вызывает дополнительных финансовых затрат. Инвестиции нужны для внедрения новых технологий, основанных на ВИЭ.

Например, цементная промышленность в Ольборге использует в когенерационных установках уголь. Стоит цель заменить его на работающие в связке тепловые насосы и геотермальные источники, чтобы выйти на 100-процентное использование ВИЭ. 100 МВт тепловой мощности используется на тепловые насосы. Можно также использовать морскую воду, запас энергии

ее в фьордах. 20 МВт тепловых насосов используют сбросное тепло промышленных предприятий. Если использовать крупные сезонные накопители мощностью 40 ГВт·ч, это заменит работу ТЭЦ на угле.

Так оно должно выглядеть в будущем. Мы также будем осуществлять декарбонизацию транспортного и электроэнергетического секторов, но если говорить о теплотехнике, то избыточное тепло будет играть очень большую роль в районных сетях теплоснабжения. Вторая наша задача – вытеснение работающих на угле ТЭЦ.

Следовало проанализировать, что изменилось бы, если бы все оставалось по-прежнему. Зна-

чит, в будущем следовало бы получить больше тепловой энергии, что влекло бы дополнительные расходы. Если мы будем повышать эффективность, это сократит расходы на теплоснабжение.

Также наши расходы были бы повышенными при отсутствии сбросного тепла промышленных предприятий, если бы мы не смогли сильно рассчитывать на сбросное тепло от цементной промышленности (а оно является относительно дешевым).

Если бы районного теплоснабжения не существовало, надо было бы устанавливать индивидуальные газовые установки. Дания добывает собственный газ, но он не является надежным источником топлива. Если вместо

этого мы сделали бы ставку на индивидуальные теплонасосы, это серьезно повысило бы расходы. Надо было бы обеспечить дома и ТН электропитанием.

Анализ показывает, что системы низкотемпературного районного теплоснабжения являются обоснованным шагом по пути повышения энергоэффективности и расширения использования ВИЭ.

Коммунальные службы должны заглядывать вперед на 10–20 лет в масштабе микрорайона, рассматривая и увеличение, и снижение спроса. А потребители, получая больший контроль над ситуацией, получают больший уровень экономии и удовлетворенности. ■

Энергосмесь

Электроэнергия для отопления и горячего водоснабжения: 24 тысячи запросов за год

Домов, где отопление и горячее водоснабжение завязано на электричестве, становится все больше. И речь не только о строительстве нового многоквартирного жилья. Сегодня многие владельцы индивидуальных домов пожелали перевести их на электричество. Об этом рассказал заместитель генерального директора – главный инженер ГПО «Белэнерго» Владимир Бобров.

– Мы наблюдаем рост спроса на подключение к электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения среди населения, – отметил Владимир Бобров. – В 2020-м в энергоснабжающие организации, входящие в состав ГПО «Белэнерго», поступило более 24 тысяч запросов о выдаче техниче-

ских условий на присоединение электроустановок многоквартирных жилых домов к электрическим сетям для указанных целей, из них более 19,2 тысячи запросов были удовлетворены. При этом больше всего запросов – 10,4 тысячи – поступило от граждан Минска и Минской области.

В прошлом году на расчеты по тарифам на электрическую энергию для нужд отопления и горячего водоснабжения, по последним данным, перешли примерно 10 тысяч абонентов. Объем потребления населением электроэнергии за указанный период на эти цели по стране вырос почти до 90 миллионов кВт·ч с 12,9 миллиона кВт·ч в 2019-м.

Реализация Программы увеличения электропотребления для нужд отопле-

ния, горячего водоснабжения и пищевого приготовления на 2021–2025 годы позволит увеличить потребление электроэнергии до 900 миллионов кВт·ч. Мероприятия программы направлены на повышение доступности использования электроэнергии для отопления и водоснабжения как в существующем жилищном фонде, так и при возведении нового электрифицированного жилья. Один из важнейших приоритетов – строительство и реконструкция электрических сетей и подстанций всех классов напряжения, выполнение комплекса мероприятий, определенных государственными программами «Строительство жилья», «Комфортное жилье и благоприятная среда». ■

minenergo.gov.by

СПЕЦИАЛИСТЫ MALANKA: «К КОНЦУ ГОДА В БЕЛАРУСИ БУДЕТ ОКОЛО 6000 ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ»

За последний месяц национальная сеть ЭЭС Malanka порадовала новостью о постепенной установке зарядных комплексов с шестью станциями, аналогов которым нет на постсоветском пространстве, запустила чат-бот в Telegram для электромобилистов, а также отметила, что в Беларуси увеличилось количество электромобилей, привезенных из Китая.

Не только в Минске, но и в регионах

Согласно данным за март, в Беларуси насчитывается около 2,5 тысяч электромобилей. Специалисты Malanka предполагают, что к концу года их число может увеличиться в три раза. Подобная тенденция неизбежно заставляет задумываться о новых точках для зарядки. Есть задача сделать еще более доступным передвижение электромобилистов по всей стране. На данный момент расстояние между зарядными станциями составляет от 100 до 150 км. В Malanka утверждают, что к концу 2021 года это расстояние не будет превышать 80 километров. Чтобы достичь этой отметки, сеть станций планируется расширять не только в Минске, но и в регионах. Так, в Логойском, Борисовском, Лунинецком районах, возле населенного пункта Красное (Гомельская область) добавят станции с мощностью 150–180 кВт. Это позволит владельцам электрокаров доводить заряд своих средств передвижения до максимума за несколько десятков минут.

В столице Беларуси основная ставка будет сделана на крупные комплексы – с шестью станциями. Подобные станции – белорусская инновация. Ни в одной стране Европы нет подобных комплексов. В ближайшие месяцы подобные комплексы установят по следующим адресам: Комсомольская, 34; И. Жиновича, 7; Газеты «Звезда», 16; Мирошниченко, 3. Всего в 2021 году в Минске появится более 60 станций. Отметим, что именно в столице зарегистрировано наибольшее количество электрокаров.

В чем основная задумка крупных комплексов с шестью станциями? В том, что одновременно на них могут зарядиться шесть электромобилей. На каждой станции мощность составит 50 кВт. Чтобы проехать 30–40 км, водителю будет достаточно провести на зарядке около 10 минут. Комплексы считаются ноу-хау наших производителей. Скажем, в соседней Украине в одном месте можно увидеть максимум четыре станции.

Начальник отдела эксплуатации зарядной инфраструктуры ПО «Белоруснефть» Максим Сусаренко рассказывает о логике размещения новых точек для зарядки: «Мы устанавливаем быстрые станции вблизи торговых и административных центров, а также недалеко от МКАД. Подобные комплексы позволяют одновременно заряжать несколько электромобилей в местах, где это необходимо. Приехав в торговый центр или выезжая из города, водителям не нужно ждать на парковке, пока освободится единственный столбик зарядки, а можно быстро и без очереди пополнить заряд автомобиля всего за полчаса».

В ногу с технологиями

С марта белорусские электромобилисты могут решать все вопросы, связанные с зарядкой на станциях Malanka, через чат-бот в Telegram. Обратившись к чат-боту, белорусские электромобилисты смогут получить ответы по любой волнующей теме: от особенностей работы приложения Malanka до технологий зарядки на установленных комплексах.

В чат-боте Telegram программистами сформированы разделы с самыми актуальными вопросами. Условно их можно разделить на две категории. Первая – ответы на простые вопросы. В этом разделе можно узнать, какие есть плюсы при покупке электромобиля или что такое рекуперативное торможение. Во второй категории раздела больше ответов на технические вопросы. Например, как добавить нужные точки зарядки в раздел «Любимые» или как правильно заряжать электрокар.

Специалисты Malanka отмечают, что в последнее время в службу поддержки поступает все больше и больше запросов. Так, отмечается, что в марте добавилось около 250 новых пользователей в приложении. Чат-бот в Telegram сделан таким образом, что даже у новичков не должно возникнуть проблем.



С китайскими электромобилями есть нюансы

В последнее время отмечается тенденция ввоза новых транспортных средств в Беларусь из Китая. Это связано с отменой НДС и таможенной пошлины. Кроме того, цены на китайском рынке ниже, чем на европейском. Среди зарегистрированных электрокаров отмечены модели компаний BYD, Higer, BAIC, GAC.

Однако не раз приходилось слышать, что владельцы китайских электромобилей сталкиваются с проблемой зарядки. Почему? Дело в том, что в нашей стране зарядные станции соответствуют региональным, европейским стандартам. «Китайцы» же имеют зарядный стандарт GB/T, который конфликтует с европейскими.

Неужели в таком случае все потеряно? Безусловно, нет. Одним из решений проблемы является использование специальных переходников. При этом они должны быть сертифицированными. Однако самый оптимальный путь – переоборудование разъема на европейский тип, чтобы навсегда забыть об «временении» постоянного подключения переходника во время зарядки. Цена вопроса – от 400 долларов.

Максим Сусаренко отмечает, что после переоборудования разъема Malanka поможет выполнить диагностику новой системы.

По прогнозам Malanka, тест-драйвы новых разъемов станут хорошей поддержкой для владельцев китайских электромобилей. К тому же в таком случае владелец электрокара будет уверен в своем транспортном средстве при выезде за границу, где все станции – также европейской модификации.

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

На каждой станции мощность составит 50 кВт. Чтобы проехать 30–40 км, водителю будет достаточно провести на зарядке около 10 минут.

В.А. Седнин,
заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика
и теплотехника», д.т.н., профессор



Е.О. Иванчиков,
соискатель кафедры
«Промышленная теплоэнергетика
и теплотехника», м.т.н.



Белорусский национальный технический университет

СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация

Приводятся результаты аналитического обзора применения новых технологий в области регенерации и утилизации побочных энергетических потоков теплотехнологического оборудования металлургических мини-заводов.

Применение современных теплотехнологий позволяет значительно снизить потребление внешних энергоресурсов, повысить коэффициент использования топлива, экологичность производства и конкурентоспособность продукции на международном рынке.

Представлены технические решения для утилизации и регенерации побочных энергетических ресурсов дуговых сталелитейных и нагревательных печей, участков охлаждения проката и системы газоснабжения.

Представлены перспективные решения использования водорода в качестве топлива в металлургических теплотехнологиях.

Annotation

The results of an analytical review of the application of new technologies in the field of regeneration and utilization of accessory energy flows of heat-technological equipment of metallurgical mini-plants are presented.

The use of modern heat technologies can significantly reduce the consumption of external energy resources, increase the fuel efficiency, environmental friendliness of production and the competitiveness of products on the international market. Technical solutions for recycling and regeneration are presented accessory energy resources of arc steel and heating furnaces, rolling stock cooling areas, and gas supply systems.

Advanced solutions for the use of hydrogen as a fuel in metallurgical heat technologies are presented.

Введение

Металлургическая промышленность является одной из наиболее энергоемких отраслей тяжелой промышленности во всем мире. Удельный вес энергетической составляющей на металлургических заводах – от 18 до 24%. Поэтому сокращение потребления электроэнергии, природного газа или других энергоносителей на несколько процентов влечет за собой существенное снижение себестоимости выпускаемой продукции и повышение конкурентоспособности предприятия на международных рынках.

Из-за специфики технологий в своем большинстве технологические установки, используемые на металлургических предприятиях, имеют относительно невысокий КПД. В то же время результаты исследований металлургических процессов позволяют говорить о допустимости и целесообразности оптимизации энергетических потоков. На рисунке 1 представлена классификация побочных (вторичных) энергоресурсов (ПЭР) промышленных печей и оборудования для их использования.

С 70–80-х годов прошлого столетия получила распространение концепция строительства металлургических мини-заводов. Согласно данным, приведенным в [1], к ми-

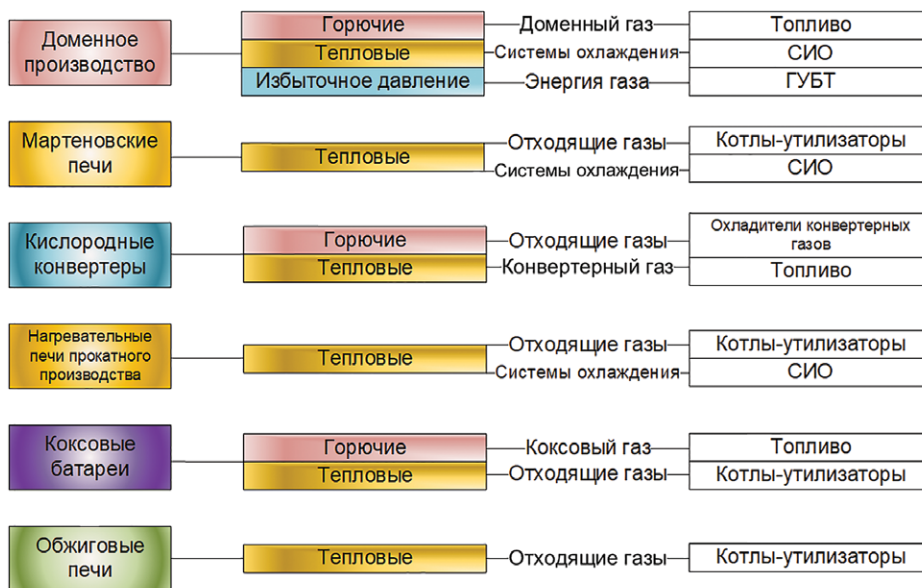


Рис. 1. Источники и потребители ВЭР металлургического производства [1]

ни-заводам относят металлургические заводы с производительностью электросталеплавильных цехов от 40 до 2000 тыс. т/год.

Благодаря относительно небольшим мощностям, такие предприятия становятся весьма конкурентоспособными на рынке, т.к.

могут загружать технологические мощности различными видами продукции и выпускать ее в небольшом ассортименте, что ведет к диверсификации рынков сбыта. К таким заводам относится и Белорусский металлургический завод (БМЗ).

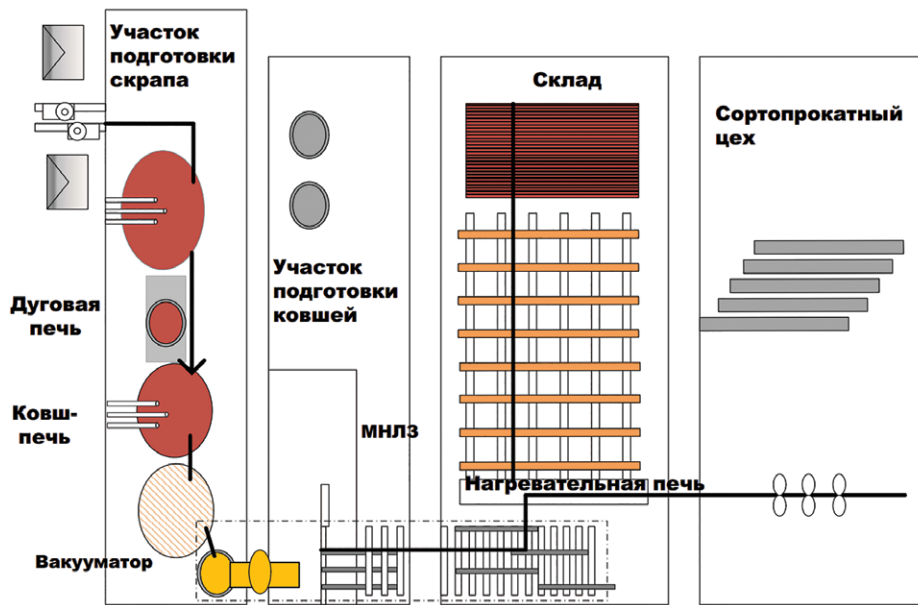


Рис. 2. Схема металлургического мини-завода

Металлургические мини-заводы (рисунок 2), как правило, включают в себя участки, предназначенные для подготовки лома к плавке, дугоплавильные печи (ДСП), участки доводки стали, машины непрерывной разливки, прокатные станы и т.д. В ряде случаев оборудование такого рода дополняется листопрокатным, трубопрокатным цехами или цехами для выпуска корда.

Расходная часть топливно-энергетического баланса металлургических мини-заводов имеет ярко выраженный перевес в сторону электропотребления, на которое приходится около 70% потребляемых ТЭР, в то время как котельно-печное топливо составляет около 30% ТЭР.

Высокие показатели потребления электроэнергии связаны с работой сталеплавильных печей; как правило, на них расходуется от 50 до 65% всей потребляемой производственным комплексом электрической мощности. В этой связи, теплоэнергетическая система с металлургическими предприятиями часто включает в себя теплоэлектроцентраль, что позволяет существенно снизить затраты на потребляемую электрическую энергию и тем самым снизить себестоимость выпускаемой продукции. В качестве котельно-печного топлива (КПТ) обычно применяют природный газ, который примерно на 90% используется для технологических нужд.

По ситуации, которая складывалась в энергетике Беларуси в годы проектирования БМЗ, было принято решение ограничиться строительством котельных на предприятии и котельной для теплоснабжения жилого сектора, который строился для работников завода.

В настоящее время с совершенствованием известных видов и появлением принци-

пиально новых энергетических установок, использующих средне- и низкпотенциальные энергетические потоки, открываются абсолютные новые возможности в области регенерации и утилизации ВЭР. Поэлементный энергетический анализ и комплексная оптимизация всей теплоэнергетической системы предприятия позволят максимально использовать профицит тепловой энергии в технологическом процессе для выработки электрической энергии, технологического холода и горючих газов, включая водород, производить балансировку объемов производства и потребления энергии путем аккумулирования энергии, что в целом позволяет повышать эффективность использования энергии и снижать себестоимость производимой продукции.

Немаловажной проблемой металлургического производства является снижение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. В структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Республики Беларусь от стационарных ис-

точников доля обрабатывающей промышленности составляет 38,3% [2]. По оценкам международных экологических организаций [3], около 7–9% выбросов в атмосферу парниковых газов, связанных с хозяйственной деятельностью человека, приходится на металлургическую промышленность. Решение же вопросов эффективности использования энергоресурсов синхронно улучшает экологические показатели предприятия. В последние годы в металлургической отрасли рассматривается также возможность расширения применения водорода, в т.ч. и за счет замещения природного газа.

Таким образом, задачи по регенерации и утилизации ВЭР являются многогранными и актуальными для предприятий металлургического профиля.

Основная часть

Рассмотрим ряд технических решений по регенерации и утилизации ВЭР избыточного давления, а также средне- и низкотемпературных тепловых потоков для генерации электрической и тепловой энергии требуемого технологического потенциала.

Дугоплавильные печи. ДСП предназначены для производства легированных высококачественных сталей: коррозионностойких, инструментальных, конструкционных, электротехнических, жаропрочных, – а также различных сплавов [4]. Как правило, на мини-заводах используются сталеплавильные печи типа ДСП-50, ДСП-100 или ДСП-200; число в названии печи обозначает ее номинальную емкость в тоннах. Эти печи являются крупнейшими и основными потребителями электрической энергии и природного газа на предприятии. В окислительный период плавки для интенсификации процессов обезуглероживания и окисления, как правило, в рабочую зону подают кислород. Кислород в целях его удешевления и упрощения доставки в большинстве случаев производят непосредственно на заводе. На рисунке 3 в виде диаграммы Сэнки показан примерный энергетический баланс печи типа ДСП-100.

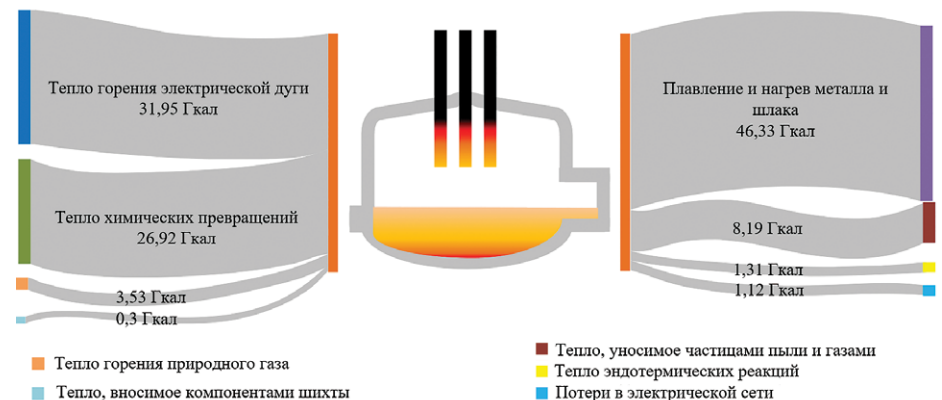


Рис. 3. Диаграмма Сэнки для ДСП-100

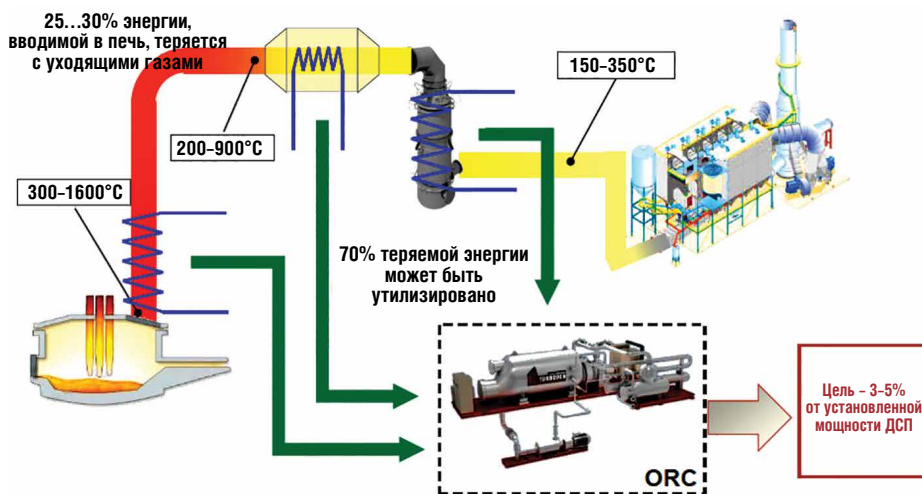


Рис. 4. Схема утилизационной установки применительно ДСП-100

В мировой практике имеются различные примеры утилизации этих высокопотенциальных потоков. На рисунке 4 представлена схема утилизационного паросилового энергетического блока, работающего по органическому циклу Ренкина, применительно к ДСП-100 [5]. В котле-утилизаторе в качестве промежуточного теплоносителя используется термомасло. Электрическая мощность блока составляет 3 МВт.

Однако в большинстве случаев для съема теплоты запыленных отходящих потоков газа используют водотрубные котлы-утилизаторы для производства водяного пара. Водяной пар можно применять для генерации электрической энергии или для покрытия собственных технологических нужд предприятия (например, использовать на вакууматорах).

Утилизация теплоты отходящих газов ДСП имеет свою специфику и осложняется рядом факторов: переменным режимом работы печи и сильным запылением газового потока. Решение первой проблемы требует установки аккумуляторов теплоты, а второй – применения износостойчивых материалов для поверхностей теплообмена.

Решению второй задачи может способствовать также применением тепловых трубок [6]. Напомним, что принцип работы тепловой трубки основан на том, что в закрытых трубках из теплопроводящего металла находится легкокипящая жидкость. Перенос теплоты происходит за счет того, что жидкость испаряется на конце трубки, где подводится теплота, и конденсируется на конце, где отводится теплота, при этом создается ее рециркуляция в объеме трубки. Применение теплообменных поверхностей на основе тепловых трубок имеет ряд преимуществ: отсутствие подвижных элементов, исключение внешнего источника энергии для перекачки промежуточного теплоносителя; каждая тепловая труба является автономным теплопередающим элементом,

Утилизация теплоты отходящих газов ДСП имеет свою специфику и осложняется рядом факторов: переменным режимом работы печи и сильным запылением газового потока. Решение первой проблемы требует установки аккумуляторов теплоты, а второй – применения износостойчивых материалов для поверхностей теплообмена.

большая площадь теплообменной поверхности в единице объема, простота обслуживания, легкий доступ к теплообменным поверхностям со стороны каждого из потоков, что существенно упрощает процесс очистки теплообменника, возможность рекуперации теплоты при малых разностях температур, что обеспечивает эффективность использования теплообменника, возможность работы в потоках с высокой влажностью. Значительным минусом данной технологии является невозможность работы со средами с температурой выше 700°C, а следовательно

но, для корректной работы в рассматриваемых условиях потребуется разбавление исходных дымовых газов чистым воздухом.

На БМЗ на одной из печей ДСП-100 установлено водотрубное утилизационное устройство для производства водяного пара. Об опыте и проблемах его эксплуатации, а также технических решениях его оптимальной интеграции в заводскую систему теплоснабжения будет рассказано в одной из последующих наших статей.

Нагревательные печи. На металлургических заводах нагревательные печи используются для нагрева металла перед прокаткой. Основными потерями теплоты в этих печах являются потери с уходящими дымовыми газами [4, 6]. Температура уходящих дымовых газов составляет 650...900°C.

На рисунке 5 показан пример теплового баланса кольцевой печи трубопрокатного цеха. Основная часть теплоты топлива расходуется непосредственно на технологический процесс, а потери с дымовыми газами составляют около 38%.

В качестве основного технического решения обычно применяется регенерация теплоты путем нагрева идущего на горение воздуха до температуры примерно 400...450°C. После воздушного рекуператора устанавливаются паровые или водяные котлы-утилизаторы, что позволяет понизить температуру дымовых газов до 120...200°C.

Для повышения эффективности технологического процесса нами была предложена схема с применением газотурбинной установки с внешним подводом теплоты, работающей по простому циклу Брайтона (рисунки 6) [7]. Данное техническое решение позволит нагревать воздух до требуемой температуры, но при этом дополнительно генерируется электроэнергия. Численное исследование показало, что реализация данной схемы на печи производительноостью 70 т/ч позволит иметь суммарную электрическую мощность энергогенерации 3,9...4,2 МВт.

Система газоснабжения. Одним из известных, но недостаточно использу-

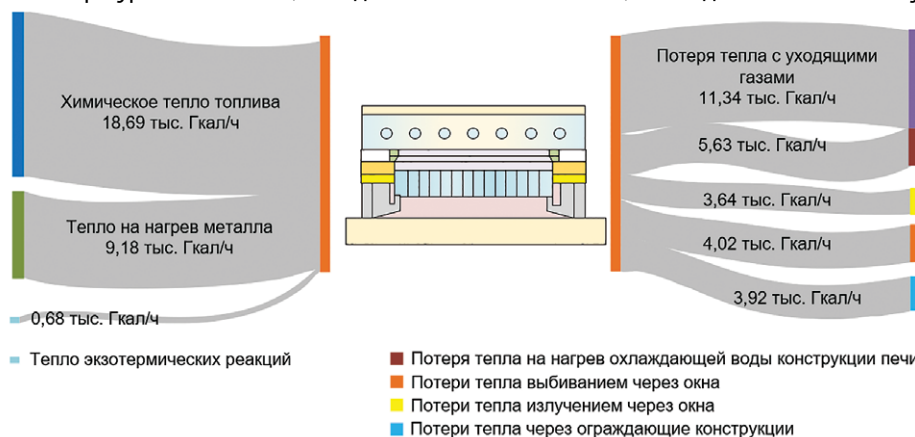
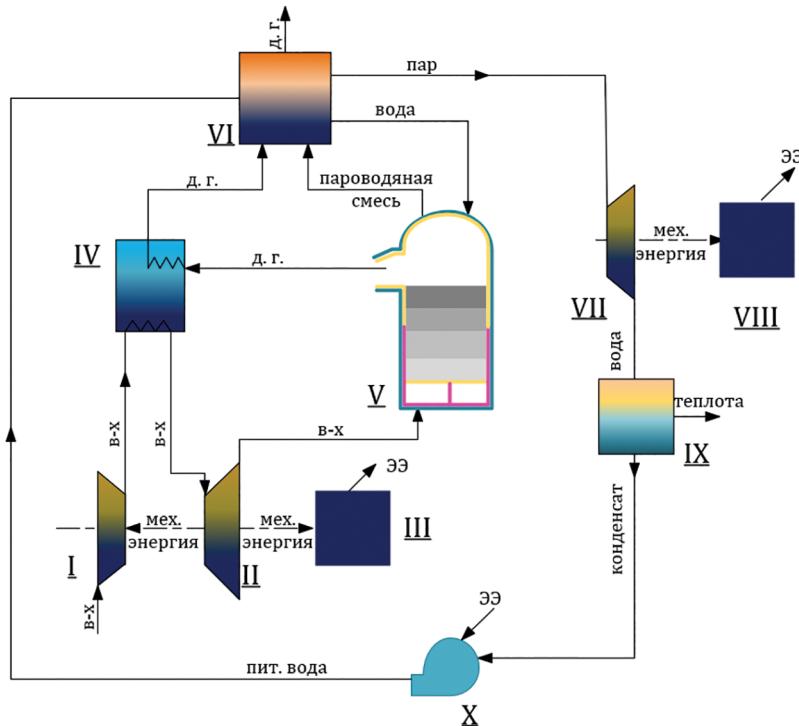


Рис. 5. Диаграмма Сэнки для кольцевой печи



I – воздушный компрессор; II – воздушная турбина; III – электрогенератор 1; IV – высокотемпературный воздухоподогреватель (рекуператор); V – нагревательная печь; VI – котел-утилизатор; VII – паровая турбина; VIII – электрогенератор 2; IX – сетевой теплообменник; X – насос.

Рис. 6. Возможная технологическая схема с использованием цикла Брайтона

емых на практике технических решений по утилизации ВЭР является применение утилизационных турбин для снижения давления природного газа на промышленных предприятиях, являющихся крупными потребителями природного газа. Поступающий на предприятия из магистральных сетей высокого давления (свыше 0,6 МПа) природный газ на газораспределительных пунктах (ГРП) предприятия редуцируется до среднего или низкого давления. В процессе дросселирования на регулирующем клапане теряется эксергия (работоспособность) потока газа. В качестве альтернативы процесс дросселирования можно заменить на процесс расширения газа в детандер-генераторном агрегате (ДГА). Напомним, что детандеры – это устройства, в которых происходит расширение рабочих тел, для получения работы или для охлаждения газов в холодильных установках [8]. Принципиальная схема установки ДГА приведена на рисунке 7.

Особое внимание в работе ДГА стоит обратить на снижение температуры рабочего тела в процессе расширения. Использование природного газа в качестве рабочего тела требует соблюдения безопасного температурного режима как при предварительном нагреве, так и при охлаждении для предотвращения возможной конденсации водяных паров, входящих в состав природного газа. Рекомендуется поддерживать температуру в диапазоне 60...80°C на входе

и 5...10°C на выходе из детандера. Учитывая количество низкопотенциальных тепловых потоков на металлургическом предприятии, организация нагрева не представляется проблемой, в частности можно использовать теплоноситель с котлов-утилизаторов нагревательных печей.

При потреблении предприятием порядка 80 000 м³/ч природного газа с давлением 6 бар (и) и снижением давления до 3 бар (и) вырабатываемая турбиной электрическая мощность составит 1 МВт. При включении ДГА в схему ГРП следует помнить,

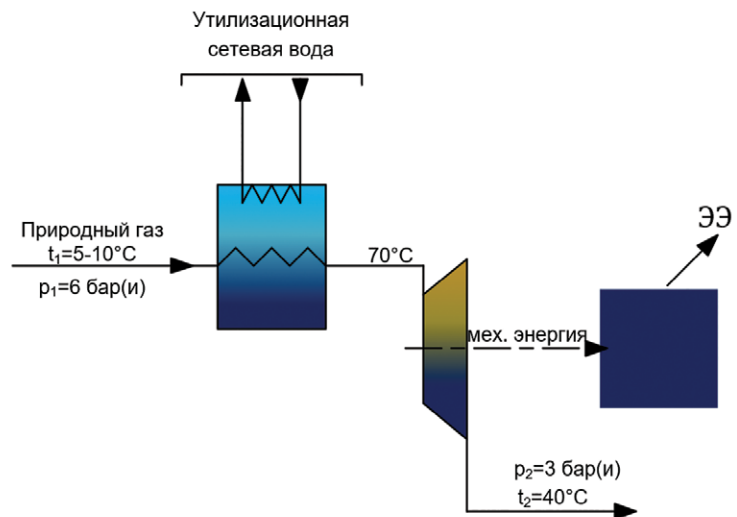


Рис. 7. Пример использования ДГА на металлургических предприятиях

что он устанавливается параллельно редукционному клапану, а следовательно, должен качественно выполнять основную задачу – обеспечивать требуемое давление в сети газоснабжения после себя.

Участок охлаждения металлопродукта на примере трубного стана. Во время транспортировки труб по территории трубопрокатных цехов нагретые заготовки оказываются в открытом пространстве и охлаждаются, излучая энергию в окружающую среду (рисунк 8). Температура труб при этом составляет 600...850°C.

В данном случае металлические заготовки или изделия являются источником излучения энергии в окружающее пространство. Для восприятия этой энергии может быть применена технология гелиосистемы с солнечными коллекторами [9], совмещенная с паросиловой установкой, работающей по органическому циклу Ренкина (ОРЦ). В качестве промежуточного энергоносителя может быть использовано термомасло, температура нагрева которого может достигать 300...400°C, что позволит получить электрический КПД цикла ОРЦ 22...25%. Данное техническое решение возможно применять в различных технологических процессах, где присутствует процесс охлаждения металла с высокой температурой. По предварительным оценкам только на одном трубопрокатном стане экономия может составлять 150...200 т у.т./год.

Перспективные направления для исследования. Одними из наиболее интересных направлений в совершенствовании металлургического производства является применение водорода.

Уже сегодня принимаются планы и начата реализация технических решений по замещению природного газа водородом:

- крупнейшие металлургические заводы Японии приняли решение о производстве синтетического метана за счет CO₂ от металлургических предприятий [10];



Рис. 8. Пример транспортировки труб после закалочных печей [9]

– на заводе компании OVAKO в мае 2020 года проведены промышленные испытания, в ходе которых вместо сжиженного нефтяного газа для нагрева металла был использован водород [11], что дает несомненные экологические преимущества;

– в Швеции на металлургическом предприятии компании HYBRIT в августе 2020 года начали тестовые работы на пилотном заводе по производству стали «без ископаемых видов топлива», цель которого – максимально снизить потребление ископаемого топлива для производства железа. Планируется коксующиеся угли заменить на водород, который планируется вырабатывать за счет электроэнергии «зеленой энергетики» [12].

В тоже время расчеты показывают, что себестоимость стали, получаемой за счет сжигания ископаемых топлив, примерно на 20% ниже, нежели при использовании водорода, поэтому вышеуказанные технические решения будут становиться экономически эффективными по мере совершенствования и удешевления производства водорода и их внедрение позволит существенно снизить влияние металлургической отрасли на окружающую среду. Считается, что в Европе производство стали на основе чистого водорода может стать «конкурентоспособным по денежным затратам» где-то между 2030 и 2040 годами.

Процесс оптимизации и постепенного замещения ископаемых топлив затянется на десятилетия, а значит, на сегодняшний день крайне важно рассматривать вопросы регенерации и утилизации первичных энергетических ресурсов для снижения потребления природного газа, а также выбросов при его сжигании.

Процесс оптимизации и постепенного замещения ископаемых топлив затянется на десятилетия, а значит, на сегодняшний день крайне важно рассматривать вопросы регенерации и утилизации первичных энергетических ресурсов для снижения потребления природного газа, а также выбросов при его сжигании.

Выводы

Ввиду того, что металлургическая отрасль является одной из самых энергоемких отраслей тяжелой промышленности, актуальным остается выявление резервов экономии топливно-энергетических ресурсов за счет использования побочных энергетических потоков. Выполненные исследования показали наличие достаточных резервов для повышения энергетической эффективности предприятий по производству высокотехнологичной стали благодаря применению современных технологий и оборудования.

Учитывая высокую долю энергетической составляющей в себестоимости продукции металлургических предприятий, ее снижение путем применения рассмотренных мероприятий по энергосбережению сможет существенно повысить конкурентоспособность продукции на внешних рынках.

Литература

1. Смирнов, А.Н. Металлургические мини-заводы: Монография / А.Н. Смирнов, В.М. Сафонов, Л.В. Дорохов, А.Ю. Цупрун // Донецк: Восток-Пресс, 2005. – 469 с.

2. Состояние природной среды Беларуси: ежегодное информационно-аналитическое издание / Р.В. Михалевич и др.; под общей редакцией М.А. Ересько. – Минск: РУП «БелНИЦ «Экология», 2020. – 101 с.

3. Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения / Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – Август, 2019. – 24 с.

4. 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.

5. Waste Heat Recovery by Turboden [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.turboden.com/solutions/1053/waste-heat-recovery>. – Дата доступа: 1.03.2021.

6. Данилов, Н.И. Основы энергосбережения: учебник / Н.И. Данилов, Я.М. Щелочков; под ред. Н.И. Данилова // Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.

7. Седнин, В.А. Параметрическая оптимизация парогазовой установки на биомассе / В.А. Седнин А.И. Левшеня // Энергетика. Изв. вузов и энергетических объединений СНГ – 2013. – №6. – С. 72–79.

8. Хрусталева, Б.М., Несенчук А.П., Романюк В.Н. Техническая термодинамика: учебник в 2 частях. Часть 2 / Б.М. Хрусталева, А.П. Несенчук, В.Н. Романюк и др. // Мн: УП «Технопринт», 2004. – 560 с.

9. Hussam, J. Experimental investigation on a flat heat pipe heat exchanger for waste heat recovery in steel industry / Hussam Jouhara, Sulaiman Almahmoud, Amisha Chauhan, Bertrand Delpech and other // Energy Procedia. – №123 (2017). – P. 329–334.

10. Japan steel mills join study on alternative marine fuel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.argusmedia.com/ru/news/2123624-japan-steel-mills-join-study-on-alternative-marine-fuel?backToResults=true>. – Дата доступа: 1.03.2021.

11. Swedish Steelmaker Uses Hydrogen Instead Of Coal To Make Fossil-Free Steel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/scottcarpenter/2020/08/31/swedish-steelmaker-uses-hydrogen-instead-of-coal-to-make-fossil-free-steel/?sh=547380262c8b>. – Дата доступа: 1.03.2021.

12. In Sweden, hydrogen has been used to heat steel in a bid to boost sustainability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnn.com/2020/05/01/hydrogen-has-been-used-to-heat-steel-in-a-bid-to-boost-sustainability.html>. – Дата доступа: 1.03.2021. ■

Статья поступила в редакцию 6.03.2021

ВРЕМЯ МЕНЯТЬ КОНЕЙ!



Листовка «Время менять коней» – 2-е место в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (подноминация «Листовка»)» XIV республиканского конкурса «Энергомарафон». Автор – Евгений Кондратьев, ГУО «Средняя школа №40 г. Могилева»



Плакат «Беларусь – движение к лучшему!» – 1-е место в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов (подноминация «Плакат»)» XIV республиканского конкурса «Энергомарафон». Автор – Илья Вилкс, ГУО «Телушский учебно-педагогический комплекс детский сад – средняя школа Бобруйского района»

